



OFPPT

ROYAUME DU MAROC

مكتب التكوين المهني وإنعاش الشغل

Office de la Formation Professionnelle et de la Promotion du Travail

DIRECTION RECHERCHE ET INGÉNIERIE DE FORMATION

**RÉSUMÉ DE THÉORIE
&
GUIDE DES TRAVAUX PRATIQUES**

MODULE

GESTION DE PRODUCTION

N°: 7

ORGANISEE

SECTEUR : FABRICATION MECANIQUE

SPECIALITE : TSMFM

NIVEAU : TS

Document élaboré par :

Nom et prénom
NICA DORINA

EFP
GM – CDC – FM

DR

Révision linguistique

-
-
-

Validation

-
-
-

OBJECTIF DU MODULE

MODULE 7 : GESTION DE PRODUCTION ORGANISÉE

Code :

Durée : 54 heures

OBJECTIF OPÉRATIONNEL DE PREMIER NIVEAU DE COMPORTEMENT

INTENTION POURSUIVIE

Pour démontrer sa compétence le stagiaire doit **se situer dans un contexte de gestion de production organisée** en tenant compte des précisions et en participant aux activités proposées selon le plan de mise en situation, les conditions et les critères qui suivent.

Précisions

- Comprendre le fonctionnement et la démarche des entreprises du secteur de la fabrication mécanique qui appliquent une gestion globale de la production.
- Participer activement à la mise en place et au maintien d'un système de gestion de la production.
- Assister la gestion de production dans ces différentes tâches d'ordonnancement, lancement et suivi.

PLAN DE MISE EN SITUATION

PHASE 1 : Sensibilisation a une démarche de gestion de production organisée

- Visiter et observer une entreprise.
- Définir les objectifs de la gestion de production
- S'informer sur les différents systèmes et méthodes de gestion de production utilisées

PHASE 2 : Analyse des démarches gestion de production engagées dans les entreprises du secteur industriel

- A partir d'études de cas ou de jeux de rôle, appliquer les différentes méthodes et approches en gestion de production dans les entreprises du secteur.
- Comparer les différentes méthodes : gestion traditionnelle, MRP, Kanban et JAT
- Définir le rôle de l'automatisation et de l'informatique sur le processus de production

à suivre

PHASE 3 : évaluation de sa capacité à évoluer dans un environnement de gestion de production organisée.

- Appliquer les méthodes et techniques de gestion au niveau du bureau d'étude
- Contribuer à la gestion de production

CONDITIONS D'ENCADREMENT

- Assurer la mise en place des jeux de rôle et impliquer la contribution des stagiaires
- Assurer la disponibilité de la documentation pertinente et récente : articles, résumés, normes...
- Fournir aux stagiaires des études de cas dont la complexité est appropriée à leurs connaissances.
- Organiser et planifier des rencontres avec des représentants d'entreprises concernés par la gestion de production.
- Fournir aux stagiaires des outils et méthodes d'analyse.
- Favoriser les échanges d'opinions, la participation et la discussion en groupe.

CRITÈRES DE PARTICIPATION

PHASE 1 :

- **Participe aux activités d'information.**

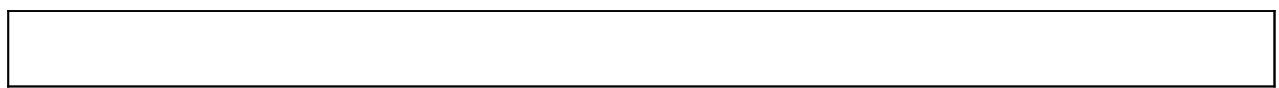
PHASE 2 :

- Identifie les forces et les faiblesses d'entreprises adoptant une gestion de production.
- Identifie le plan d'action et de mise en œuvre dans une entreprise, d'un système de gestion de production.
- Produit et restitue à l'aide d'un document de synthèse, les méthodes de gestion de production, les objectifs visés et les résultats obtenus, repérés en entreprise.
- Reconnaît les attitudes et les comportements demandés aux agents du bureau d'étude dans une démarche d'assistance à la gestion de production.

PHASE 3 :

- Fait état de sa capacité à assister la gestion de la production.

à suivre



OBJECTIFS OPERATIONNELS DE SECOND NIVEAU

LE STAGIAIRE DOIT MAÎTRISER LES SAVOIRS, SAVOIR-FAIRE, SAVOIR PERCEVOIR OU SAVOIR ÊTRE JUGÉS PRÉALABLES AUX APPRENTISSAGES DIRECTEMENT REQUIS POUR L'ATTEINTE DE L'OBJECTIF DE PREMIER NIVEAU, TELS QUE :

Avant d'entreprendre les activités de chacune des phases :

1. Situer le rôle de la gestion de production dans l'entreprise
2. Définir les concepts associés à la production
3. Se soucier du «rapport qualité – prix – délai »;

Avant d'entreprendre les activités de la phase 1 (sensibilisation et observation) :

4. Citer et expliquer les enjeux qui forcent les entreprises à adopter une méthode de gestion de production organisée.

Avant d'entreprendre les activités de la phase 2 (analyse) :

5. Formater les données techniques pour qu'elles soient utilisables en gestion de production notamment en GPAO.
6. Appliquer les méthodes traditionnelles d'approvisionnement et de gestion des stocks et indiquer leurs limites.
7. Planifier les besoins sur tous les composants d'un produit fini, avec comme donnée de départ l'état des stocks et le programme directeur de production portant sur ce produit fini.
8. Acquérir les connaissances de GPAO utiles au Dessinateur d'étude et qui peuvent lui donner une ouverture sur ce qui se passe après la mise en place du processus de fabrication

Avant d'entreprendre les activités de la phase 3 (évaluation) :

9. Se soucier de la qualité de travail réalisé et les conséquences en aval de son champ d'intervention.

GESTION DE PRODUCTION ORGANISEE

SOMMAIRE

GESTION DE PRODUCTION ORGANISEE

ORGANISATION D'UN POSTE DE TRAVAIL

CHAPITRE 1

INTRODUCTION.....	8
1. L'évolution de la compétitivité de l'entreprise	8
2. Le contexte de la nouvelle gestion de production	9
3. La gestion de production et les flux	9
4. Gestion de production et aspect financier	10
5. Place de la gestion de production dans l'entreprise.....	13
6. Gestion de production et aspect humain.....	14
7. Conclusion.....	15

CHAPITRE 2

PROCESSUS DE PRODUCTION.....	17
1. Fonction et système.....	17
2. Environnement de la fonction production	18
3. Les étapes de la production.....	20
4. Processus de production.....	21
5. Facteur d'amélioration de la compétitivité d'une entreprise : l'automatisation industrielle.....	24
6. Gestion du flux de production.....	26

CHAPITRE 3

PLANIFICATION DE LA PRODUCTION PAR LA METHODE M.R.P.....	28
1. Présentation générale de la méthode M.R.P.	28
2. Étape 1 : plan stratégique de production.....	29
3. Étape 2 : plan directeur de production.....	31
4. Étape 3 : programme de production, calcul des besoins.....	33
5. Ordonnancement – lancement – suivi.....	39
6. Le M.R.P. et l'informatique.....	39

CHAPITRE 4

METHODE GENERALE D'ORDONNANCEMENT.....	40
1. Fonction ordonnancement.....	40
2. Méthode générale d'ordonnancement.....	41
3. Gestion des charges.....	44
4. Gestion des délais.....	44
5. Jalonnement.....	45
6. Champ d'application du diagramme de GANTT.....	48

CHAPITRE 5

PLANIFICATION DE LA PRODUCTION PAR LA METHODE KANBAN.....	50
1. Objectif.....	50
2. Système d'information associé.....	50
3. Principe de fonctionnement.....	50
4. Conditions d'application de la méthode KANBAN.....	55
5. Complémentarité KANBAN-MRP.....	56

CHAPITRE 6

GESTION DES STOCKS	57
1. Définition.....	57
2. Différents types de stocks.....	57
3. Objectifs de la gestion des stocks.....	58
4. Fonction approvisionnements.....	58
5. Éléments du coût de gestion.....	59
6. Méthodes de réapprovisionnement.....	61
7. Nécessite de classer les articles.....	70

CHAPITRE 7

GESTION DE LA PRODUCTION ASSISTE PAR ORDINATEUR.....	73
1. Introduction.....	73
2. Apport de l'informatique à la GP.....	73

CHAPITRE 8**EXERCICES.....**

.....	79
-------	----

Chapitre 1

Introduction

1. L'évolution de la compétitivité de l'entreprise

Dès qu'une entreprise a existé, il a fallu gérer sa production. Ainsi le rôle de la gestion de production est aussi ancien que l'entreprise elle-même.

A travers le temps on a remarqué l'évolution des conditions de la compétitivité économique.

Depuis 1950 on peut distinguer trois phases dans l'environnement de l'entreprise. Selon son secteur d'activités, l'enchaînement de ces trois phases dans le temps peut être différent.

La première phase représente une période de forte croissance avec un marché en cours de développement et une offre de biens inférieure à la demande. Il s'agit pour l'entreprise d'une période de sérénité où les fonctions essentielles sont techniques et industrielles. Il faut alors **produire puis vendre**. Les principales caractéristiques de la production sont les suivantes : quantités économiques de production, stocks tampons entre les poste de travail, fabrication en série, délais fixés par le cycle de production, gestion manuelle.

Lorsque l'offre et la demande s'équilibrent, nous atteignons une deuxième phase où le client a le choix du fournisseur. Il faut alors : **produire ce qui sera vendu**. Il est nécessaire de faire des prévisions commerciales, de maîtriser l'activité de production, d'organiser les approvisionnements, de réguler les stocks et de fixer les échéances.

Très rapidement, on passe à la phase suivante où l'offre excédentaire crée une concurrence sévère entre les entreprises face au client exigeant.

Cette compétitivité implique :

- la maîtrise des coûts ;
- une qualité irréprochable ;
- des délais de livraison courts et fiables ;
- de petites séries de produits personnalisés ;
- le renouvellement des produits dont la durée de vie s'est raccourci ;
- l'adaptabilité à l'évolution de la conception des produits et aux techniques de fabrication...

L'entreprise tend désormais à **produire ce qui est déjà vendu**. Nous voyons apparaître des soucis de stratégie industrielle et de contrôle précis de la gestion. De plus, on y décèle des

contradictions (*prix – qualité, prix – petites séries...*) qui nécessiteront des arbitrages pour obtenir une cohérence globale.

2. Le contexte de la nouvelle gestion de production

Produire ce qui est déjà vendu.

Pour y parvenir l'entreprise se doit d'être au moins **réactive** et aussi **proactive**.

- Etre **réactive**, cela signifie être capable de s'adapter très vite et en permanence aux besoins en produits de plus en plus variés, d'un marché mondial et fortement concurrentiel.
- Etre **proactive**, cela signifie avoir la capacité d'influencer l'évolution du marché, donc d'y introduire des produits nouveaux avant les concurrents.

Pour cela, l'entreprise doit organiser sa production de manière à fabriquer des produits de qualité, avec une grande diversité et au plus juste coût.

L'entreprise doit chercher dans le cadre de sa gestion de production à **passer d'une logique de charges à une logique de flux**.

Il est alors nécessaire de chercher à transformer des activités apparemment indépendantes en un processus continu en supprimant progressivement les opérations non génératrices de valeur utile pour le client (opérations de transport, de stockage...).

Il est aussi nécessaire de mettre en oeuvre un processus continu d'améliorations, ce que consiste à induire une mobilisation constante de l'ensemble des forces de l'entreprise dans un but d'évolutions et de transformations à petits pas.

Dans ce contexte, **le temps** a une importance fondamentale.

Il faut chercher à réduire tous les délais : d'approvisionnement, de fabrication et de livraison.

Mais cela n'est pas suffisant ; il faut aussi diminuer les temps de *conception – mise à disposition* du produit en diminuant les temps de circulation et de mise à disposition de l'information, raccourcir les délais de prise de décisions...

Il faut donc vendre, concevoir et produire autrement et cela nécessite un changement de culture dans l'entreprise et une évolution des comportements de tous.

3. La gestion de production et les flux

Quand on parle de gestion de production dans les entreprises, on fait constamment référence à des notions de flux : implantation en flux, flux poussés, flux tirés, flux tendus.

Les principaux flux qui intéressent la gestion de production sont :

- Les **flux physiques** : approvisionnement, entrée et circulation des matières premières, des composants, des pièces de rechange, des sous-ensembles ; circulation, sortie et distribution des produits finis ;
- Les **flux d'information** : suivi des commandes, des ordres de fabrication, suivi des données techniques, suivi des heures de main-d'œuvre, des heures machines, des consommations de matières, des rebuts...

L'une des préoccupations majeures de la gestion de production étant la **satisfaction des clients**, celle-ci se doit de chercher à maîtriser ses flux.

Pour cela, elle doit :

- Simplifier les flux physiques en supprimant les opérations non génératrices de valeur vendable (par réimplantation) ;
- Fluidifier et accélérer les flux physiques en évitant les pannes machines, en diminuant les temps de changements de série, en améliorant la qualité des pièces, en développant la polyvalence des hommes, en développant le partenariat avec les fournisseurs et les distributeurs ;
- Créer un système d'informations de gestion de production cohérent et pertinent par un dialogue et une mise au point pour connaître et répondre aux besoins et aux attentes de chacun.

Maîtriser ses flux physiques et informationnels est, pour une entreprise, l'un des défis déterminants de nos jours.

4. Gestion de production et aspect financier

En règle générale, chaque société possède des fournisseurs, des clients et apporte **une valeur ajoutée** à son produit.



Figure 1.1 La production de valeur ajoutée

La valeur ajoutée est le moteur économique de la société, car elle permet :

- la fourniture de produits utiles aux clients ;

- la création de richesses économiques ;
- la distribution de ces richesses au personnel (salaires, intéressement aux résultats), aux fournisseurs (achats), aux collectivités (locales, régionales ou état, sous forme d'impôts, de taxes) et aux actionnaires (dividendes) ;
- le financement du futur de l'entreprise (investissements, recherches et développements...) et la possibilité de faire face à des risques conjoncturels extérieurs politiques ou économiques.

Quels que soient le système politique et les opinions de chacun, la recherche de la pérennité condamne l'entreprise à rechercher un niveau de rentabilité suffisant, compte tenu à la fois de la compétitivité internationale de plus en plus agressive, et des exigences croissantes du client.

Au lieu de considérer la relation classique :

$$\text{Coût de revient} + \text{marge bénéficiaire} = \text{prix de vente}$$

Il est préférable de s'appuyer sur la relation suivante :

$$\text{Prix de vente} - \text{coût de revient} = \text{marge bénéficiaire}$$

Si ces deux relations sont équivalentes d'un point de vue mathématique, il en va autrement du point de vue de la philosophie de l'entreprise et de sa gestion de production : *à prix de vente imposé par la concurrence, la marge est fonction de la diminution des coûts.*

Illustrons notre propos par un petite histoire : un inventeur génial veut créer une entreprise pour exploiter son brevet révolutionnaire. Il convainc son banquier de lui fournir un capital de départ afin d'acheter machines et matières premières nécessaires à la fabrication de ses premiers produits. Avant de réaliser les premières ventes, il s'écoule un certain temps... Les intérêts de la somme empruntée courent ! Bientôt tout de même, ces produits sont vendus mais... le client lui paye « 60 jours fin de mois »... les intérêts courent toujours ! La fin peut être tragique car les intérêts ont mangé une grosse part des bénéfices escomptés !

Cette histoire imaginaire montre que l'aspect financier est un problème à deux dimensions. En effet, les moyens financiers dépendent de :

- la quantité des moyens mis en place pour assurer la production (investissements, fonds de roulement) ;
- la durée du cycle de fabrication et d'utilisation des moyens (facteur temps).

Nous schématiserons ainsi le flux financier de l'entreprise de la façon suivante :

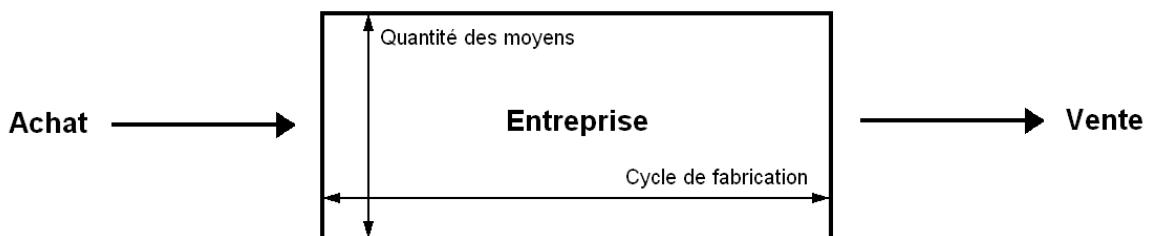


Figure 1.2 Les deux composantes des moyens financiers

La gestion de production va agir sur ces deux paramètres par :

- la diminution des stocks et en-cours, par différents moyens (fiabilisation de la demande et des approvisionnements, recherche d'une meilleure fiabilité des moyens de production, responsabilisation des personnes...) et différentes méthodes (MRP, Kanban...) ;
- l'enchaînement des opérations par une meilleure implantation et un meilleur ordonnancement – lancement – suivi de production...
- la diminution des tailles de lots de fabrication et des temps de changement de séries.

Afin de réduire la surface quantité multipliée par durée, il est souhaitable de ne commander les produits nécessaires qu'au moment où on en a besoin (figure 1.3) :

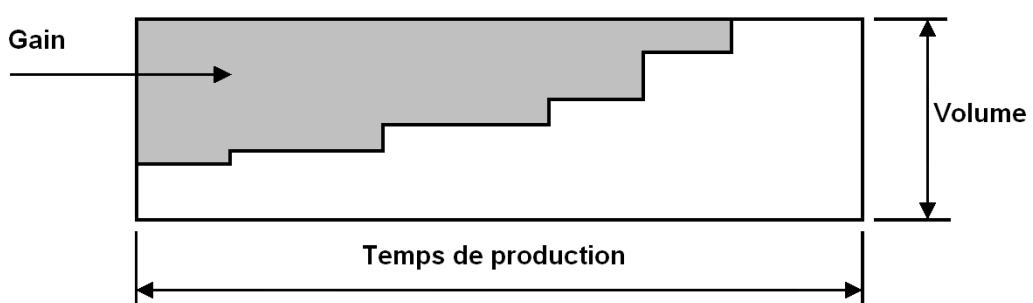


Figure 1.3 - Approvisionnement selon le besoin

Mais cette solution n'est pas sans risques car dans le cas d'un manquant, c'est l'ensemble de la production qui sera retardée. Ainsi, commander au us tard est un jeu délicat qui peut être

dangereux pour l'entreprise car l'espérance d'un petit gain peut générer une perte bien plus importante si on ne maîtrise pas totalement les paramètres de production.

5. Place de la gestion de production dans l'entreprise

En relation avec les diverses fonctions de l'entreprise, la gestion de production se trouve fréquemment confrontée à des objectifs contradictoires.

Examinons, par exemple, les contraintes liées à l'interface fonction commerciale fonction de production.

Contraintes au niveau du temps

- service commercial : les délais doivent être les plus courts possibles ;
- service fabrication : il faut du temps pour fabriquer des produits fortement différenciés, il faut du temps pour fabriquer des produits de qualité.

Contraintes de qualité

- service commercial : un produit est plus facile à vendre s'il est de bonne qualité ;
- service fabrication : un produit de qualité est plus difficile à obtenir.

Contraintes de prix

- service commercial : un produit est plus facile à vendre si son prix est faible ;
- service fabrication : les contraintes de coût sont toujours difficiles à tenir.

Située au carrefour d'objectifs contradictoires, la gestion de production est une fonction transversale c'est-à-dire qu'elle est en relation avec la plupart des autres fonctions et la majeure partie des systèmes d'information de l'entreprise.

Aussi la gestion de production doit être parfaitement intégrée dans le système informationnel de l'entreprise.

Nous schématiserons sa position vis-à-vis des diverses fonctions par la figure suivante :

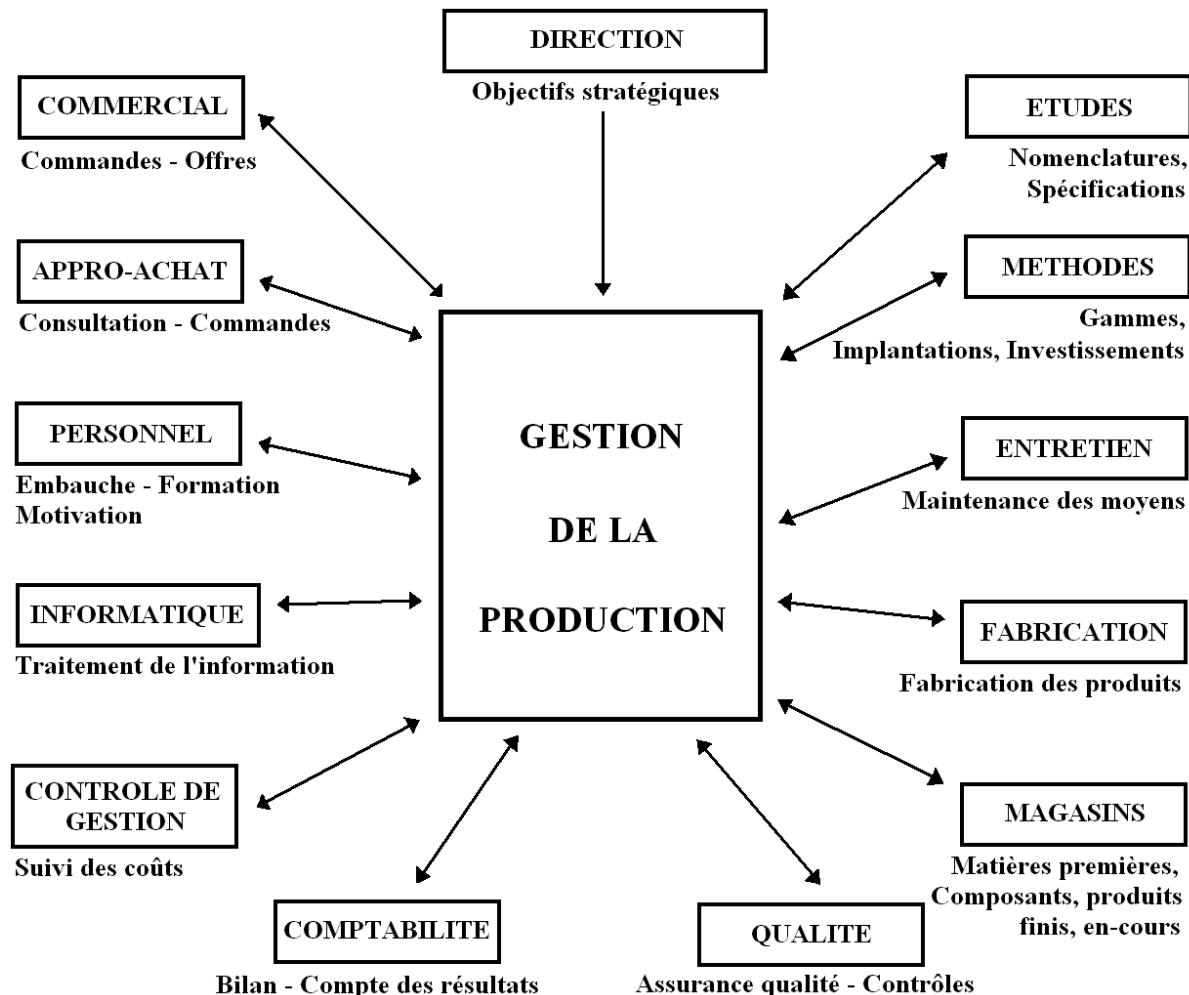


Figure 1.4 La gestion de production et les autres fonctions de l'entreprise

Une solution tout à fait actuelle, face aux risques de dispersion, consiste à rassembler dans une même direction, appelée logistique, toutes les fonctions qui concourent directement à la maîtrise des flux se rapportant aux matières (gestion des commandes, élaboration du programme de production, ordonnancement, lancement, approvisionnements, achats, tenue des différents stocks, manutention et transport, expédition). Elle entraîne une simplification des grands objectifs de l'entreprise : ventes, recherche et développement, production, efficacité et performance de l'utilisation des moyens.

6. Gestion de production et aspect humain

L'influence technologique est dominante dans la fonction production mais le facteur humain dont dépendra toute la réussite du plan d'entreprise reste fondamental.

Le système de production ne fonctionnera correctement qu'avec des informations rapides et fiables, un respect rigoureux des consignes et procédures, des initiatives et réactions

individuelles en cas d'anomalie ou d'écart par rapport à la prévision. En d'autres termes, la gestion de la production ne peut jamais être l'affaire exclusive de quelques experts, mais au contraire, elle a besoin de la participation active de nombreuses personnes placées dans la plupart des secteurs de l'entreprise.

Cette collaboration effective ne peut pas être obtenue dans un contexte de mauvais fonctionnement des relations de travail qu'en soient les causes : climat social, ambiance, structure et organisation du travail. Aussi la gestion de production doit-elle impérativement être mise en oeuvre par des personnes motivées, réactives, responsabilisées et formées. C'est aujourd'hui une nécessité pour toutes les entreprises à la recherche de l'excellence industrielle face à la vive compétition internationale.

L'organisation classique de la production était fondée sur la division du travail, la spécialisation des tâches, la centralisation des responsabilités et la hiérarchisation des compétences. Cette production de masse parcellisée, fait place, chaque jour davantage à des structures plus souples en petites équipes, ou à des individus, réalisant des tâches plus complexes et moins répétitives. Cette restructuration du travail implique une polyvalence et une polytechnicité accrue nécessitant la formation du personnel. Le rôle de la hiérarchie tend à évoluer vers plus d'animation et de conseil, dans le but d'accroître la motivation de l'ensemble du personnel, améliorant productivité, qualité, sécurité...

7. Conclusion

Quel que soit son secteur d'activité (mécanique, plastique, alimentaire, bois...), l'entreprise a besoin d'une gestion de production résolument moderne et efficace qui se traduit par la mise en œuvre de nouveaux principes de gestion de production , l'implication, la formation des acteurs de l'entreprise et la mise en œuvre de technologies.

Si on cherche à hiérarchiser la démarche d'évolution de la gestion de production, on peut dire qu'on doit :

1. se fixer une stratégie d'excellence industrielle ;
2. en déduire les principes de gestion (flux, qualité totale, planification) ;

3. définir les méthodes appropriées (MRP, Kanban...) ;
4. définir les outils appropriés (SMED, SPC...)

Ces quatre axes de travail doivent découler les uns des autres et être cohérents entre eux, ce qui n'est pas simple à réaliser.

Ils doivent par ailleurs s'intégrer dans la stratégie globale de l'entreprise, qui impose généralement les 5 points clés du fonctionnement de l'entreprise :

- DES BONS PRODUITS ;
- UNE BONNE ORGANISATION DE LA PRODUCTION ;
- UN BON SYSTEME DE FABRICATION ;
- UN BONNE GESTION ;
- UNE BONNE FONCTION COMMERCIALE.

Chapitre 2

Processus de production

1. Fonction et système

❖ **Notion de fonction**

Une fonction regroupe l'ensemble des activités qui concourent à la satisfaction d'un même objectif bien défini.

Exemples :

➤ **Fonction approvisionner** qui doit :

- *rechercher les conditions les plus économiques pour satisfaire les besoins,*
- *approvisionner à temps,*
- *limiter les stocks,*
- *organiser le magasinage.*

➤ **Fonction maintenance** qui doit :

- *maintenir le potentiel de production,*
- *améliorer la disponibilité,*
- *assurer la sécurité.*

❖ **Notion de système**

Un système est un ensemble organisé de ressources humaines et matérielles nécessaires pour la satisfaction d'une ou de plusieurs fonctions.

Exemple :

Le système commercial regroupe la fonction vente et la fonction marketing avec les ressources humaines et matérielles nécessaires à la réalisation de leurs activités.

❖ **Système de production**

Le **système de production** est l'ensemble organisé des ressources humaines et matérielles pour assurer les activités des fonctions :

- **approvisionnement**,
- **fabrication**,
- et parfois **conception**.

Le système de production est avec :

- le système administratif et financier,
- et le système commercial,

une des composants du **système entreprise**.

Un **système de production** :

- **transforme**,
- **déplace**,
- **stocke**

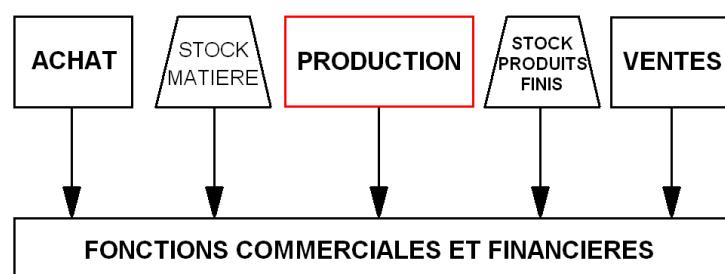
de la matière d'œuvre pour lui conférer un certaine valeur ajoutée.

Tout **système de production** constitue un **processus de création** de biens et de services pour la transformation de ressources (énergies, matières premières, composants, main d'œuvre, ...).

Le processus de production ne s'applique pas uniquement aux entreprises industrielles, mais aussi à d'autres secteurs :

- entreprises agricoles,
- secteur tertiaire (banque, compagnie d'assurances, ...),
- services d'intervention (police, ambulance, pompiers, ...).

2. Environnement de la fonction production



Liée aux fonctions commerciales et financières, la fonction production est investie de responsabilités aux **objectifs contradictoires** :

- **augmenter** le nombre de produits tout en **diminuant** les stocks et les en-cours,
- **accroître** le nombre d'articles référencés au catalogue (diversité) tout en **diminuant** les délais de fabrication,
- **accroître** la qualité tout en **abaissant** les coûts de fabrication.

Ces objectifs contradictoires ne peuvent être atteints que si l'entreprise met en place une **stratégie de production** prenant en compte (fig. 2.1) :

- **la qualité,**
- **la flexibilité,**
- **les délais de production,**
- **les coûts.**

Ces objectifs sont interdépendants.

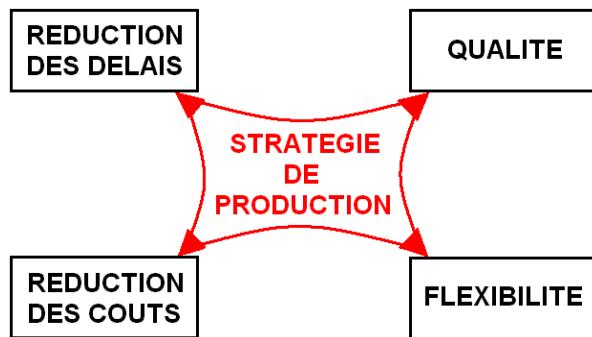


Figure 2.1 Amélioration de la stratégie de production

❖ **QUALITÉ**

Elle ne peut s'obtenir qu'avec des **investissements dans la conception des produits, la maîtrise des processus, la formation du personnel.**

❖ **RÉDUCTION DES DÉLAIS**

Elle réclame une **adéquation** optimale entre ce que l'entreprise **doit faire** et ce qu'elle **peut faire.**

❖ **RÉDUCTION DES COÛTS**

Elle nécessite une **utilisation optimale** des moyens de production, une **diminution des stocks**, une **amélioration de la productivité** (automatisation).

❖ **FLEXIBILITÉ**

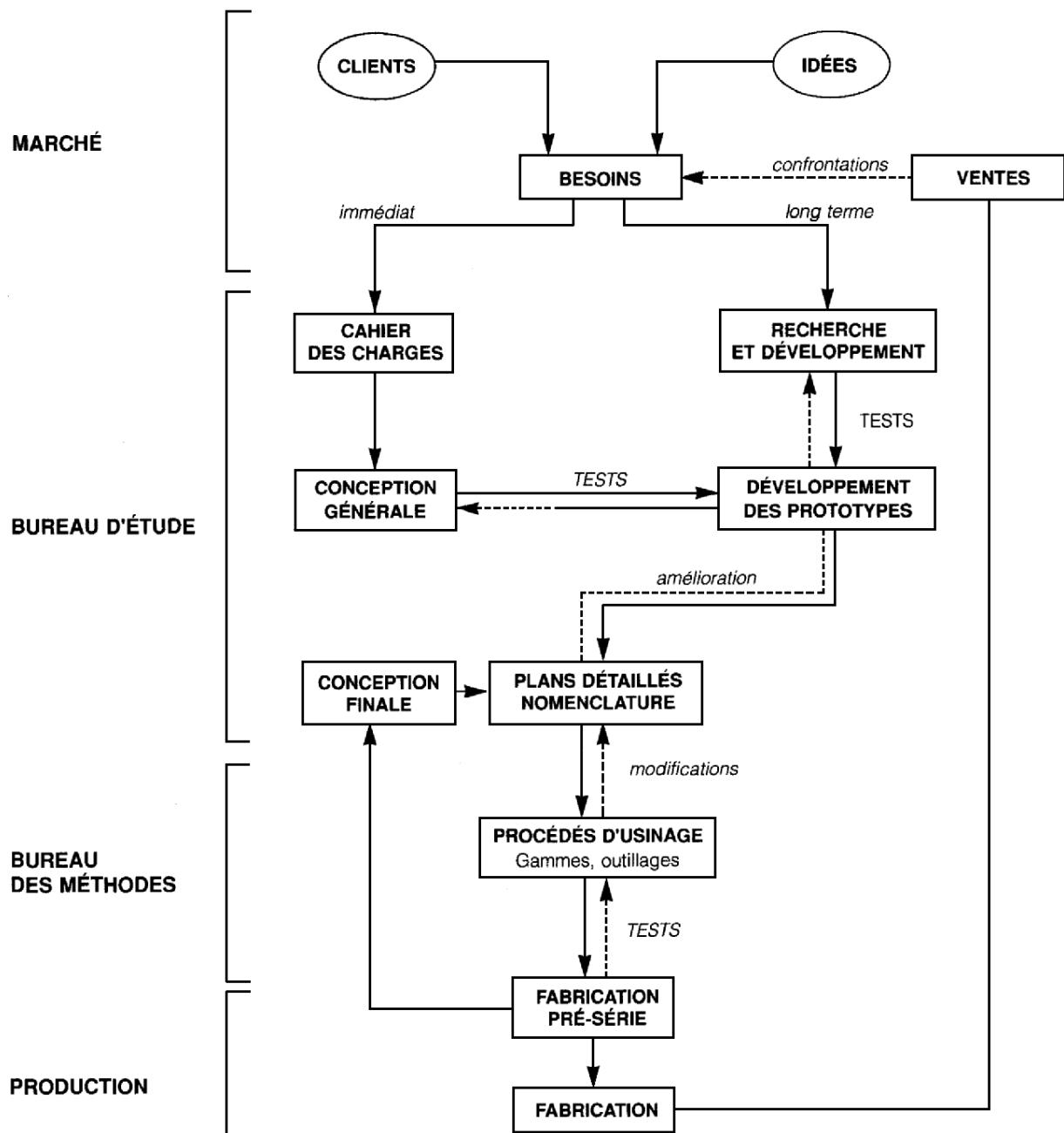
Elle requiert des **équipements polyvalents et reconfigurables rapidement, une main d'oeuvre « mobile » et très qualifiée.**

3. Les étapes de la production

Sur le plan technique, le développement d'un nouveau produit exige :

- un plan de production,
- une gestion des moyens humains et matériels,
- une organisation et un contrôle des opérations.

Associée à la fonction production, des fonctions techniques d'accompagnement mettent en oeuvre les différentes phases de ce développement. L'organigramme ci-dessous met en évidence les interrelations entre ces étapes.



4. Processus de production

Un **processus de production** est l'ensemble de **opérations d'élaboration** d'un produit, selon un procédé déterminé, au moyen d'outils de traitement et de transformation du système de production.

Le processus de production complète le système de production en spécifiant la **succession des activités**, jugées optimales, pour donner de la **valeur ajoutée** à la matière d'oeuvre (fig. 2.2).

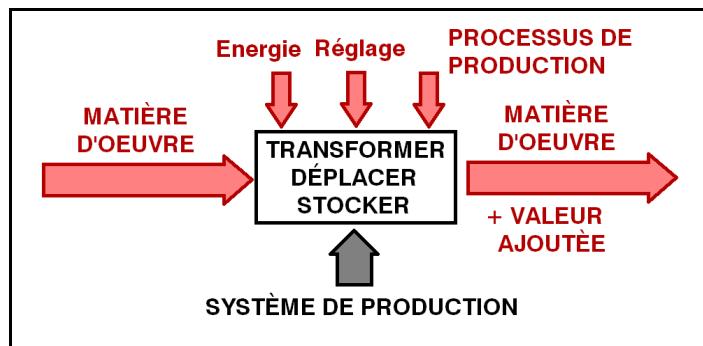


Figure 2.2 Représentation fonctionnelle d'un système de production

❖ Classification des processus de production

Les critères les plus importants pour la détermination d'un processus de production sont :

- la **quantité** de produits à fabriquer et la répétitivité,
- la **complexité** du produit,
- la nature de la **matière d'oeuvre**.

➤ Processus de production du type continu

Ce processus de production est celui :

- des raffineries,
- des industries chimiques,
- des aciéries,
- des centrales de production d'énergie,
- des cimenteries,
- des industries agro-alimentaires, ...

dans lesquelles les matières d'oeuvre subissent, suivant un **processus pratiquement ininterrompu**, **profondes modifications chimiques, physiques, physico-chimiques ou biologiques**.

➤ Processus de production du type discontinu

Ce processus de production est celui :

- des industries automobiles,
- des industries de l'habillement,
- des usines d'électro-ménager, ...

dans lesquelles les **matières d'oeuvre sont transformées en pièces de façon séquentielle** et ensuite **assemblées**, en respectant un **planning** de fabrication et d'assemblage.

Suivant la nature et la complexité des produits, et surtout de la **quantité des produits à fabriquer**, ce type de processus de production discontinu peut se traduire :

- par des **séries successives** de pièces identiques, c'est une **production répétitive et de série**,
- par des **lots de pièces** présentant des analogies de forme et de dimensions, c'est une production également **répétitive mais par familles de pièces**.

Dans ce processus de production les entreprises doivent présenter une bonne **flexibilité**.

Un système de production, ou un atelier est dit flexible lorsqu'il peut s'adapter rapidement à un grand nombre de fabrications.

Par la, réduction des pertes de temps aux changements de fabrication, **la flexibilité augmente la productivité** de l'entreprise.

➤ **Processus de production du type mixte**

Ce processus de production dit **mixte** est l'association des deux précédents.

C'est le processus de production :

- des industries alimentaires,
- des industries du bâtiment,
- des manufactures de tabac, ...

dans lesquelles les fabrications sont le résultat de **séquences** de processus continus ou discontinus avec, en général, des **stockages intermédiaires**.

Exemple (fig. 2.3) :

Dans une industrie alimentaire chaque matière d'oeuvre subit une préparation suivant un processus de production continu, est stockée dans une trémie, est éventuellement reprise dans

un mélangeur suivant la recette du produit à fabriquer. Le mélange est traité, en continu, sur la ligne de production.

Le stockage intermédiaire des matières préparées permet une désynchronisation des opérations entre la zone A et la zone B.

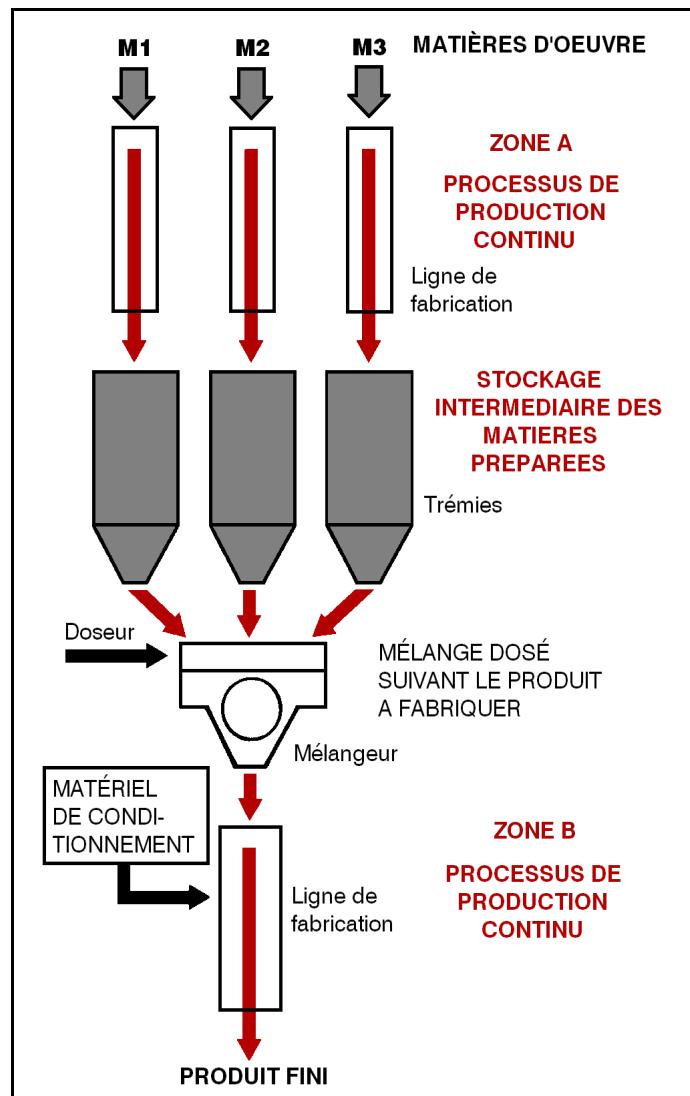


Figure 2.3 Exemple de processus de fabrication mixte

➤ Processus de production type projet

C'est le processus de production des entreprises dans lesquelles le **produit très important** :

- est fabriqué à l'**unité**,
- demande des **moyens de production importants**,
- impose des **recherches et des études** par rapport à sa nouveauté et à la complexité des problèmes à résoudre.

C'est le cas, par exemple :

- d'un navire,
- d'un pont reliant le continent, avec une île,
- d'un satellite de télécommunications, ...

5. Facteur d'amélioration de la compétitivité d'une entreprise : l'automatisation industrielle

L'automatisation industrielle est la mise en service de moyens automatiques pour la réalisation d'un processus de production.

Elle contribue à la compétitivité d'une entreprise en améliorant (fig.2.5) :

- le processus de production,
- les produits fabriqués.

Suivant sa complexité l'automatisation peut :

- se limiter au contrôle et à la **gestion de certaines grandeurs techniques ou économiques** représentatives d'un système ;

Exemple : Régulation en température d'un four.

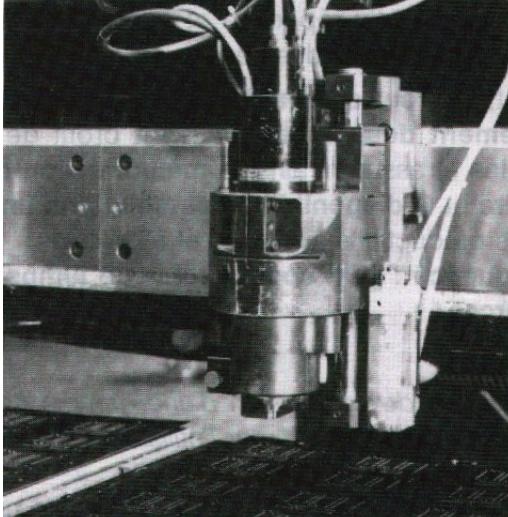
- assurer pour une **machine le traitement de l'ensemble des données techniques et des actions** qui lui résultent,

Exemple : Robot de manutention.

- intégrer au niveau d'un **atelier** ou d'une **usine l'ensemble des données techniques et économiques** à des fins de gestion et d'exploitation d'un nombre important de moyens de production.

Exemple : Ligne de fabrication d'automobiles.

SYSTÈME ET PROCESSUS DE PRODUCTION	OBJECTIFS DE PRODUCTION ET PRODUITS
------------------------------------	-------------------------------------

<p>AMÉLIORER LA PRODUCTIVITÉ DE L'ENTREPRISE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Réduire les coûts de production : <ul style="list-style-type: none"> • main d'œuvre, • matière, • énergie. • Améliorer la qualité de la production : <ul style="list-style-type: none"> • réduction des retouches, des rebuts, • meilleures performances du produit. <p>AMÉLIORER LES CONDITIONS DE TRAVAIL DU PERSONNEL</p> <ul style="list-style-type: none"> • Supprimer la pénibilité : <ul style="list-style-type: none"> • physique : manutentions de charges, • psychique : risques élevés, • santé : produits dangereux. • Améliorer la sécurité : <ul style="list-style-type: none"> • meilleure protection des machines, • contrôle et protection en ambiance explosive. <p>AUGMENTER LA PRODUCTION</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diminuer les en-cours de fabrication. • Améliorer la flexibilité du système de production : <ul style="list-style-type: none"> • changement rapide de fabrication, • augmentation des lots de pièces d'une même famille. <p>AMÉLIORER LA DISPONIBILITÉ DES PRODUITS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Adapter les flux de production aux besoins des clients. • Améliorer la distribution des produits. <p>AUGMENTER LA DISPONIBILITÉ DES MOYENS DE PRODUCTION</p> <ul style="list-style-type: none"> • Améliorer la maintenabilité : <ul style="list-style-type: none"> • auto-tests, • télé-maintenance. <p>INTÉGRER GESTION ET PRODUCTION</p> <ul style="list-style-type: none"> • Contrôler le flux de production. • Disposer de données technico-économiques sur la production. • Simuler des programmes de production. <p>SUPPLÉER L'HOMME DANS DES SITUATIONS DE CONDUITE DANGEREUSES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Domaines spatial, nucléaire. • Systèmes immersés. 	<p>ADAPTER LE PRODUIT AU BESOIN</p> <ul style="list-style-type: none"> • Assurer la conformité du produit avec les spécifications du Cahier des Charges Fonctionnel. <p>ADAPTER LE PRODUIT AUX DONNÉES ÉCONOMIQUES DU MARCHÉ</p> <ul style="list-style-type: none"> • Maintenir le coût de revient total compatible avec les clauses économiques de la commande. • Assurer un prix de vente compétitif par rapport à la concurrence. <p>AMÉLIORER LA FIABILITÉ DU PRODUIT</p> <ul style="list-style-type: none"> • Maintenir la qualité du produit dans le temps. • Réaliser un produit qui accomplisse la fonction requise, dans des conditions spécifiées, pendant une durée donnée. <p>DÉVELOPPER L'INNOVATION</p> <ul style="list-style-type: none"> • Améliorer les produits existants. • Créer de nouveaux produits. <p>ÉTUDIER DE NOUVEAUX MARCHÉS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Exploiter rapidement les résultats d'enquête et de sondages. • Simuler de nouveaux marchés. 
--	--

6. Gestion du flux de production

Les différents systèmes de production génèrent entre les postes de travail concernés un **flux physique de produits en cours de fabrication**.

Dans le cas d'un processus de production discontinu la recherche de l'écoulement optimal de ces fabrications revient à **réduire au maximum les stocks intermédiaires, ou stocks tampons**, entre les postes de travail.

En effet ces en-cours de fabrication coûtent cher, occupent de la place, risquent des détériorations. Cet objectif d'amélioration de l'écoulement du flux de production ne peut être atteint que par une **planification rigoureuse** des opérations de fabrication.

❖ Planification centralisée

Dans cette méthode toutes les opérations sont **jalonées**, avec une date prévisionnelle de début et de fin, par un **planning centralisé** (fig. 5.7).

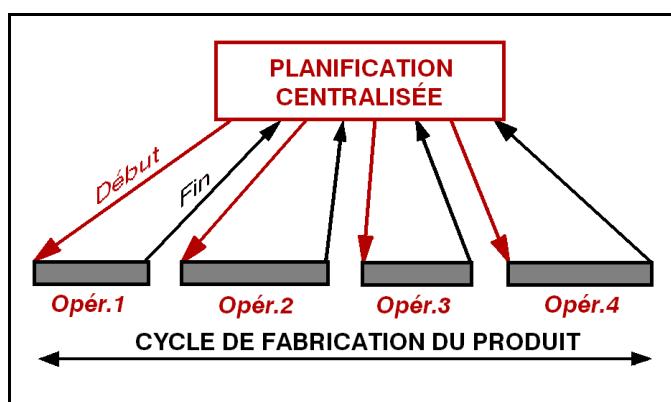


Figure 5.7 Principe de la planification centralisée.

Cette méthode qui est une planification complète de toutes les opérations de tous les composants d'un produit devient rapidement complexe et demande de gros traitements informatiques.

❖ Planification du type JUSTE A TEMPS

Dans cette méthode ne sont planifiées que les **opérations finales** de fabrication ou d'assemblage.

Toutes les autres opérations ne sont déclenchées, sur un poste donné, que par rapport aux **besoins du poste situé en aval**.

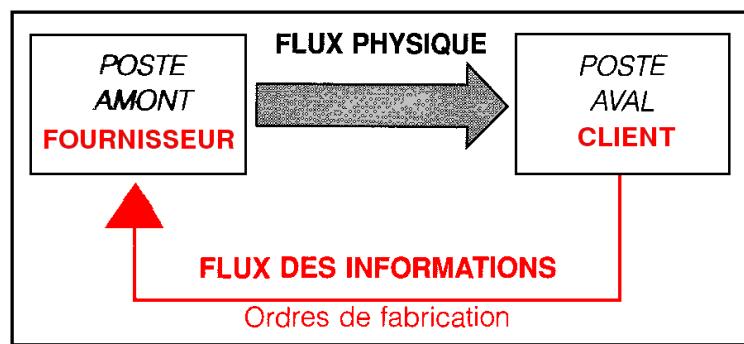


Figure 5.8 Principe de la planification JUSTE A TEMPS

La **méthode JUSTE À TEMPS** revient à ne fabriquer à un instant donné que ce qui est demandé, dans la quantité spécifiée. Elle se traduit par une production à **flux tiré** ou à **flux tendu**.

Chaque poste de travail est à la fois :

- le fournisseur du poste aval,
- et le client du poste amont.

Chapitre 3

Planification de la production par la méthode M.R.P.

1. Présentation générale de la méthode M.R.P.

Le concept **M.R.P.** (*Materials Requierement Planning*), **planification des besoins en composants**, est né aux États-Unis dans les années 1965. Aujourd’hui la **méthode M.R.P.** couvre un champ plus large de fonctionnalités ce qui justifie sa nouvelle appellation : **Manufacturing Ressources Planning**, c'est-à-dire **Management des Ressources de Production**.

Cette méthode est née de la mise en évidence de deux types de besoins (fig. 3.1) :

- les **besoins indépendants** entre lesquels il n'existe aucun lien direct.

Exemples :

Produits finis, pièces détachées, fournitures de bureau,...

- les **besoins dépendants** : ils sont **générés par les besoins indépendants** et sont calculés à partir de la **décomposition** des produits finis en sous-ensembles, pièces, matières.

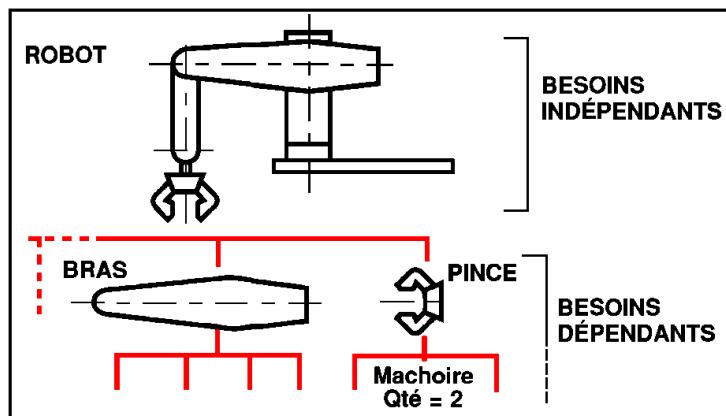


Figure 3.1 Nomenclature : besoins indépendants, dépendants

❖ Champ d'application

Le M.R.P. s'applique à l'ordonnancement de toute production par lots pour laquelle de nombreux composants interviennent dans la composition de plusieurs produits à des **niveaux de nomenclature** identiques ou différents (fig. 3.2).

Exemples :

Industries de biens de consommation courante (vêtements, meubles, ...) ou de biens d'équipements (automobile, électro-ménager, électronique, ...)

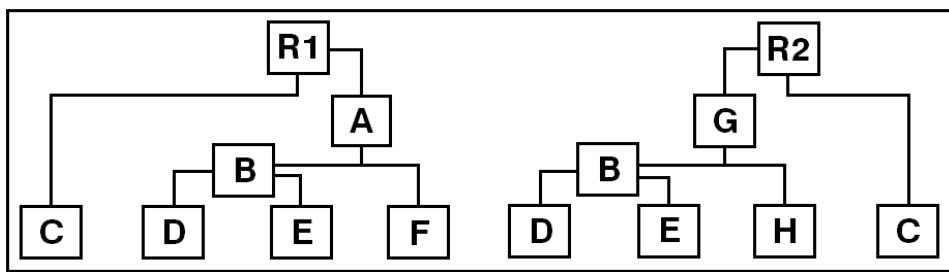


Figure 3.2 Le sous-ensemble B et les composants D, E, C sont communs aux deux produits R1 et R2

❖ Objectifs

Le **M.R.P.** permet à l'entreprise de :

- fabriquer les produits dans les **quantités désirées**,
- **respecter les délais**,
- **minimiser les coûts de production** par une utilisation optimale des ressources et une limitation des en-cours de production.

❖ Schéma fonctionnel (fig. 3.3 page suivante)

Le schéma présente **l'enchaînement des étapes** et les **informations utilisées**. Les décisions et les actions sont contrôlées en aval avec la possibilité de les modifier si on note une incompatibilité.

2. Étape 1 : PLAN STRATEGIQUE DE PRODUCTION

Il est établi par la Direction générale à partir des **prévisions commerciales** des productions envisagées. Son **horizon de planification** est le **long terme** (1 à 2 ans pouvant atteindre 5 ans). Les entités planifiées sont les **familles de produits**.

Cette étape engage l'avenir de l'entreprise et doit prendre en compte :

- les **évolutions structurelles des marchés** (comportements de consommation, marchés européens et internationaux),
- le **type de consommation** (à tendance, saisonnière, ...),
- l'**état de la concurrence**,
- l'**évolution de la réglementation**,
- la mise en oeuvre de **technologies nouvelles**,
- les **évolutions sociales** dans l'entreprise.

L'ensemble de ces facteurs doit préparer l'entreprise aux évolutions majeures et lui permettre de prendre des décisions en matière :

- d'**investissements** en équipements, bâtiments,...

- de structure et organisation,
- de politique de sous-traitance,
- de politique sociale.

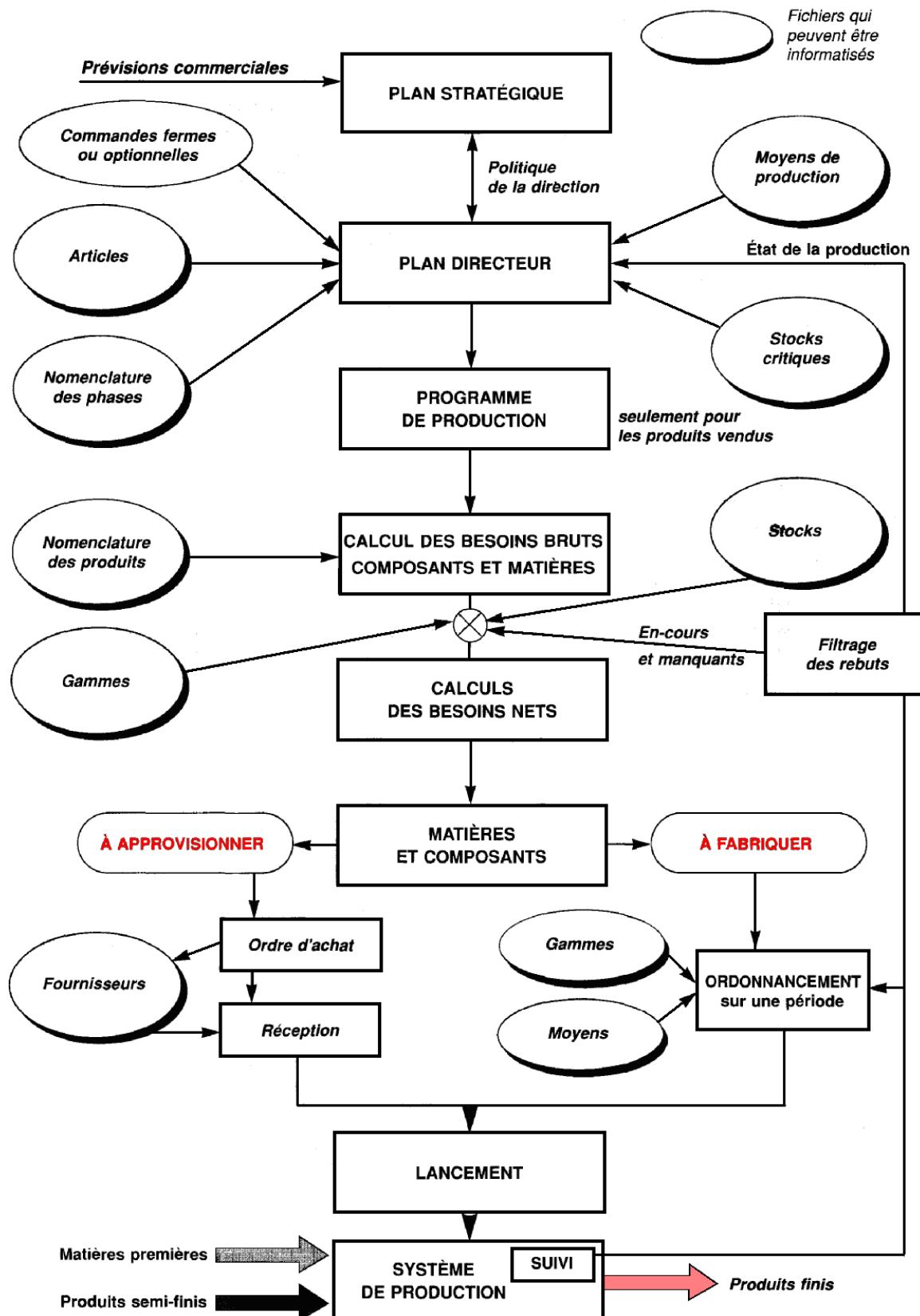


Figure 3.3 Schéma fonctionnel du M.R.P.

❖ Méthodes d'élaboration du plan stratégique

Les méthodes utilisées ont pour principe de prendre **une série chronologique des ventes passées** et de la prolonger dans le futur.

Dans un premier temps une simple représentation graphique permet d'avoir une bonne idée des ventes des périodes futures.

Exemple :

Graphiques des différents types de consommation (fig. 3.4).

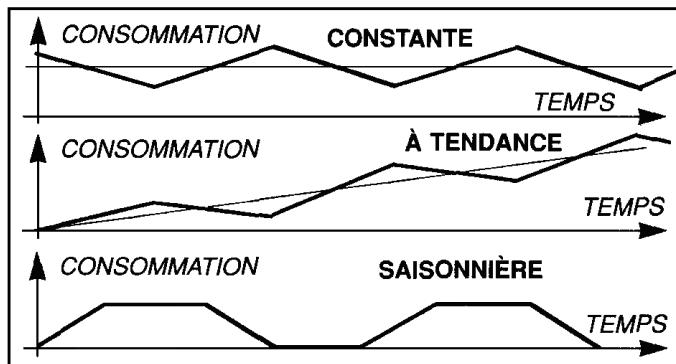


Figure 3.4 Types de consommation

Pour une étude plus approfondie, les méthodes statistiques traditionnelles (moyennes mobiles, lissage exponentiel, ...) tendent à être remplacées par des méthodes fondées sur les estimations des vendeurs, des représentants et des clients (sondage d'opinion).

3. Étape 2 : PLAN DIRECTEUR DE PRODUCTION

L'élaboration du **Plan Directeur de Production** constitue la clé de voûte de la méthode M.R.P.

En fonction :

- des prévisions commerciales (plan stratégique),
- des commandes clients,
- du stock prévisionnel de produits finis.

Ce plan doit :

- **assurer la planification de la production** en définissant :
 - les produits finis,
 - les quantités,
 - les périodes de lancement correspondantes ;
- **dégager les moyens nécessaires** en prévoyant :

- le mode de fonctionnement : travail à capacité constante et constitution de stocks, adaptation de la capacité à la charge en recourant aux heures supplémentaires, au doublement des équipes,...
- le recours à la sous-traitance,
- le recours à la main d'oeuvre temporaire,
- les investissements en moyens de production.

❖ Établissement du plan directeur de production

Le but du **Plan Directeur de Production** est d'établir un **échéancier des produits finis à produire**.

Exemple :

L'entreprise FLS fabrique des bras manipulateurs. Les lancements s'effectuent par lot de 100 pièces et le stock de sécurité est de 16 bras.

Données :

- *prévisions commerciales*
 - *commandes clients*.
- Établissement du Plan Directeur de Production pour les 6 premiers mois, sachant que le stock initial est de 120 (fig. 3.5).

PERIODES		JANV.	FEV.	MARS	AVRIL	MAI	JUIN
PREVISIONS COMERCIALES			20	30	55	55	75
COMMANDES DES CLIENTS		40	20	15			
STOCK PREVISIONNEL	120	80	40	-5 95	40	-15 85	10 110
PLAN DIRECTEUR DE PRODUCTION				100		100	100

Figure 3.5 Calculs du Plan Directeur de Production

- **Principe de calcul**

- en janvier : - le stock disponible est : 120
 - les prévisions commerciales : 0
 - les commandes clients : 40.

Le stock prévisionnel est : $120 - 0 - 40 = 80$ au-dessus du stock de sécurité pas d'ordre de production.

Remarque : le Plan Directeur de Production est réactualisé à chaque période. C'est un **calcul glissant** qui est effectué en introduisant toutes les nouvelles informations disponibles.

❖ Charge et capacité

Définitions :

- **CHARGE** : Quantité de travail que doit fournir une unité de production pendant une période déterminée.
- **CAPACITÉ** : Quantité de travail que peut fournir une unité de production pendant une période déterminée.

Exemple — Données : le tableau (fig. 3.6) donne les charges par quinzaine pour le 2^{ème} trimestre de l'année, d'une section de fraisage en heures de production. La capacité de production de cette section est de 600 heures par quinzaine.

MOIS	QUINZAINES	CHARGES en heures
AVRIL	7	400
	8	600
MAI	9	950
	10	860
JUIN	11	940
	12	750

Figure 3.6 Tableau des charges pour avril, mai, juin

Représentation graphique des capacités et charges (fig. 3.7).

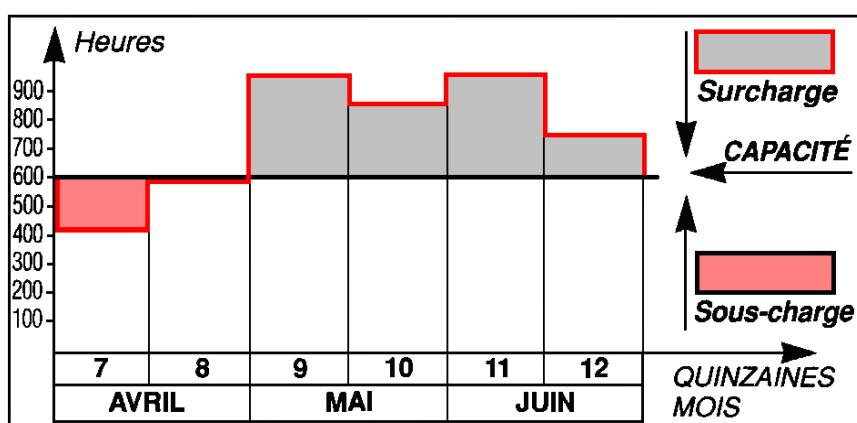


Figure 3.7 Graphique charges/capacités

4. Étape 3 : PROGRAMME DE PRODUCTION, CALCUL DES BESOINS

❖ OBJECTIFS

A partir du Plan Directeur de Production, il s'agit de déterminer :

- les composants à monter, à fabriquer et à acheter,
- les quantités correspondantes,
- les dates de mise à la disposition en tenant compte des décalages nécessaires pour le temps de production,
- les **ordres de fabrication (O.F.)** et les **ordres d'approvisionnement (O.A.)** en indiquant les dates au plus tard de lancement en fabrication et d'achat (fig. 3.8).

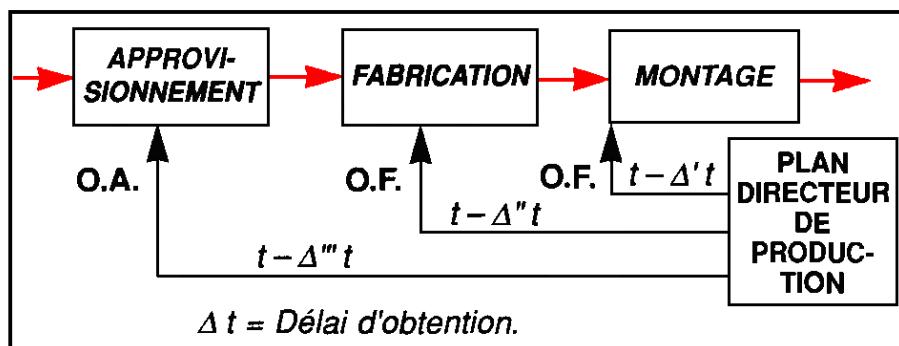


Figure 3.8 Déclenchement des O.F. et O.A. à partir du Plan Directeur de Production

❖ DONNÉES D'ENTRÉE

Elles comprennent :

- le **Plan Directeur de Production**,
- les **nomenclatures** des produits,
- le **fichier articles et gammes**,
- les **moyens de production** (capacités),
- l'état des **stocks** et des **en-cours**.

❖ DONNÉES DE SORTIE

Elles comprennent :

- les ordres proposés de lancement : la référence de l'article, la quantité et la période concernée,
- les charges détaillées par poste et par période.

❖ CALCUL DES BESOINS

Suivant l'exemple ci-après.

- **DONNÉES**

- **La nomenclature** (fig. 3.9)

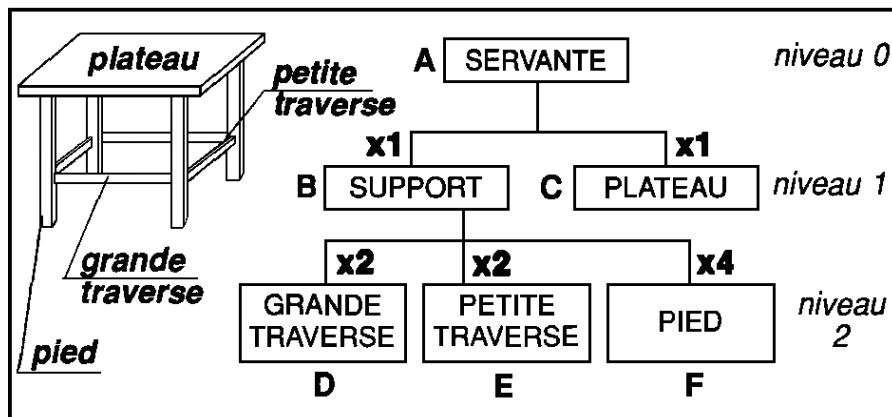


Figure 3.9 Nomenclature d'une servante

La **nomenclature** est une **décomposition arborescente du produit**.

Cette décomposition est effectuée suivant l'ordre retenu pour la fabrication et l'assemblage du produit.

Sur la nomenclature sont indiqués :

- les **composés** (ensemble, sous-ensemble) et les **composants** (articles entrant dans les composés),
- les **liens** entre les articles,
- un **coefficent multiplicateur** qui représente la quantité d'un composant nécessaire pour la fabrication d'un composé,
- les **niveaux de nomenclature** : le niveau 0 étant le niveau du produit fini, à chaque décomposition le niveau i passe au niveau i + 1.

- **Plan Directeur de Production (P.D.P.)** (tableau 3.10).

COMPOSE :	PERIODE N° SEMAINE	4	5	6	6
	P.D.P.	100	50	100	200

Tableau 3.10 Plan Directeur de Production pour le produit servante

- **Articles disponibles et en-cours (A.D.)** (tableau 3.11).

	A	B	C	D	E	F
Module 7	20	0	10	Fabrication Mécanique	120	400

Tableau 3.11 Articles disponibles

- **Délai d'obtention des articles.**

Les délais de l'assemblage de la servante et du support sont négligeables à l'échelle de notre étude. Le délai d'obtention du plateau est de 2 périodes. Les délais d'obtention des autres composants sont pour chacun d'une période.

❖ **CALCULS**

- **Besoins bruts (B.B.)**

Les besoins bruts du niveau 0 de la nomenclature proviennent soit des prévisions commerciales, soit du programme directeur de production, soit du carnet de commande. Disposant du Plan Directeur de Production, le besoin brut pour l'ensemble A est donc identique à celui exprimé par le P.D.P.

- **Besoins nets (B.N.)** (tableau 3.12). Les besoins nets sont exprimés par la relation :

$$\text{Besoins nets} = \text{Besoins bruts} - \text{Articles disponibles}$$

PERIODES		3	4	5	6	7
A	<i>BB</i>		100	50	100	200
	<i>AD</i>	20	0	0	0	0
	<i>BN</i>		80	50	100	200

Tableau 3.12 Calcul des besoins nets de l'article A

B.B. : besoin brut – **A.D.** : article disponible – **B.N.** : besoin net

- **Ordre proposé (O.P.).**

C'est la quantité à approvisionner pour couvrir le besoin net.

Chaque ordre proposé pour l'article A est un ordre d'assemblage des articles **B** et **C**. Le délai d'assemblage de l'article **A** étant négligeable, le décalage de période pour la date de lancement des ordres proposés est nul.

Les résultats sont indiqués sur le tableau 3.13.

PERIODES		4	5	6	7
A	BN	80	50	100	200
	OP	80	50	100	200



Tableau 3.13 Ordres proposés de l'article A

- Niveau 1 de la nomenclature**

Les besoins bruts des articles **B** ou **C** de niveau 1 sont obtenus en **multipliant** les **quantités exprimées** dans les ordres proposés de article **A** (niveau 0) par le **coefficients** qui représente la quantité d'articles **B** ou **C** nécessaire pour fabriquer **A**.

Les besoins nets sont calculés de la même façon que pour l'article A.

Les résultats de ces deux calculs sont rassemblés dans le tableau 3.14.

PERIODES		3	4	5	6	7
A	OP		80	50	100	200
B (Ax1)	BB		80	50	100	200
	AD	0	0	0	0	0
	BN		80	50	100	200
C (Ax1)	BB		80	50	100	200
	AD	10	0	0	0	0
	BN		70	50	100	200




Tableau 3.14 Calculs des besoins nets des articles B et C

Les ordres proposés pour les articles **B** et **C** doivent tenir compte du délai d'obtention : il est nul pour **B** et il est de 2 périodes pour **C** (tableau 3.15).

PERIODES		2	3	4	5	6	7
B	<i>BN</i>			80	50	100	200
	<i>OP</i>			80	50	100	200
C	<i>BN</i>			70	50	100	200
	<i>OP</i>	70	50	100	200		

**Tableau 3.15 Ordre proposé de lancement des articles B et C**

- Niveau 2 de la nomenclature**

Les besoins bruts des articles **D**, **E** et **F** de niveau 2 sont calculés à partir des besoins exprimés par les ordres prévisionnels de l'article **B** de niveau 1 et en tenant compte des coefficients de montage (**X2** pour **D**, **X2** pour **E**, **X4** pour **F**).

Les résultats des calculs des besoins bruts et nets sont rassemblés dans le tableau 3.16.

PERIODES		3	4	5	6	7
B	OP	X2	80	50	100	200
D (Bx2)	BB		160	100	200	400
	AD	100	0	0	0	0
	BN		60	100	200	400
E (Bx2)	BB		160	100	200	400
	AD	120	0	0	0	0
	BN		40	100	200	400
F (Bx4)	BB		320	200	400	800
	AD	400	80	0	0	0
	BN		0	120	400	800

X4

Tableau 3.16 Calculs des besoins nets des articles D, E et F

Les **Ordres Proposés** : le délai d'obtention des articles **D**, **E** et **F** étant d'une période, les ordres proposés seront décalés d'autant par rapport aux besoins nets. Les résultats sont réunis dans le tableau 3.17.

PERIODES		3	4	5	6	7
D	BN		60	100	200	400
E	OP	60	100	200	400	
	BN		40	100	200	400
F	OP	40	100	200	400	
	BN		0	120	400	800
F	OP		120	400	800	

Tableau 3.17 Ordre proposé de lancement des articles D, E et F**Remarques :**

- Dans l'exemple traité, les ordres planifiés sont égaux aux besoins nets, ce qui permet de ne pas générer de stock. Pour des raisons d'approvisionnement (groupement de commande, lots économiques, conditionnements, ...) les ordres planifiés peuvent être différents.
 - Bien qu'un plan de charge ait été effectué au niveau du plan directeur, il faut à ce stade vérifier que les charges induites par le calcul des besoins soient **compatibles** avec les capacités de production.
-
- Le calcul des besoins relatifs à un **article présent à plusieurs niveaux** de nomenclature s'effectue toujours au **niveau le plus bas** où il apparaît.

5. Ordonnancement – lancement – suivi

A partir des **Ordres Planifiés**, le service d'ordonnancement est chargé :

- de les planifier en les transformant en **Ordres de Fabrication (O.F.)**,
- de **préparer les dossiers de fabrication**,
- de s'assurer que tous les **moyens nécessaires** à la fabrication sont **disponibles**.

La décision de lancement devient effective lorsque les moyens nécessaires sont en place (matières, composants, outillages, main d'œuvre, équipements, ...). Elle se matérialise par la remise des documents aux utilisateurs (bon de travail, bon de sortie matière, dossier de fabrication). Le suivi de fabrication assure le contrôle des **flux de production** dans les ateliers et le **retour de l'information** vers le lancement.

6. Le M.R.P. et l'informatique

La méthode M.R.P. génère beaucoup de calculs et l'aide **informatique est indispensable**. Les logiciels MRP sont nombreux sur le marché, ils comportent tous des **modules de saisie de données et de calcul des besoins**.

Pour assurer le lancement et le suivi de plus en plus d'entreprises sont équipées de **réseaux informatiques** qui permettent de travailler en **temps réel**. Des **terminaux de saisie d'information** renseignent un **poste de supervision** de l'état d'avancement du travail, des pannes, des retards. Cet état des lieux permanent est une aide précieuse à la décision.

Le suivi peut être facilité par l'utilisation **d'étiquettes magnétiques** sur lesquelles figurent, sous forme de **code barre**, le numéro de l'O.F., les caractéristiques des opérations,...

Ces étiquettes sont solidaires du produit.

Chapitre 4

Méthode générale d'ordonnancement

1. Fonction ordonnancement

L'ordonnancement est la fonction qui, responsable de la fixation des délais, prévoit les moyens de réalisation, les affecte en temps opportun et veille à leur mise en oeuvre.

Exemple :

Pour la fabrication d'une série de petits compresseurs, c'est la fonction ordonnancement qui prévoit :

- *les matières d'œuvre et les constituants à approvisionner,*
- *la durée du cycle de fabrication,*
- *la nature des postes de charge sur lesquels cette fabrication sera exécutée, ...*

Pour mener à bien ses activités l'ordonnancement exploite :

- les documents du **Service Méthodes Fabrication** tels que : dossier de fabrication, gammes de montage, gammes de contrôle,...
- ainsi que **toutes les informations** recueillies auprès du personnel de maîtrise et de conduite.

Dès le début des travaux c'est la **fonction lancement** qui est concernée.

Dans le cadre des instructions de l'ordonnancement cette fonction **déclenche, en les précisant, les actions de fabrication**. Elle contrôle en permanence **l'état d'avancement des travaux** et informe l'ordonnancement des **écart éventuels** entre la prévision et la réalisation.

Dans les petites et moyennes entreprises les deux fonctions ordonnancement et lancement sont assurées par un même service.

La fig. 4.1 la précise les relations fonctionnelles de l'ordonnancement et du lancement avec les autres fonctions de l'entreprise.

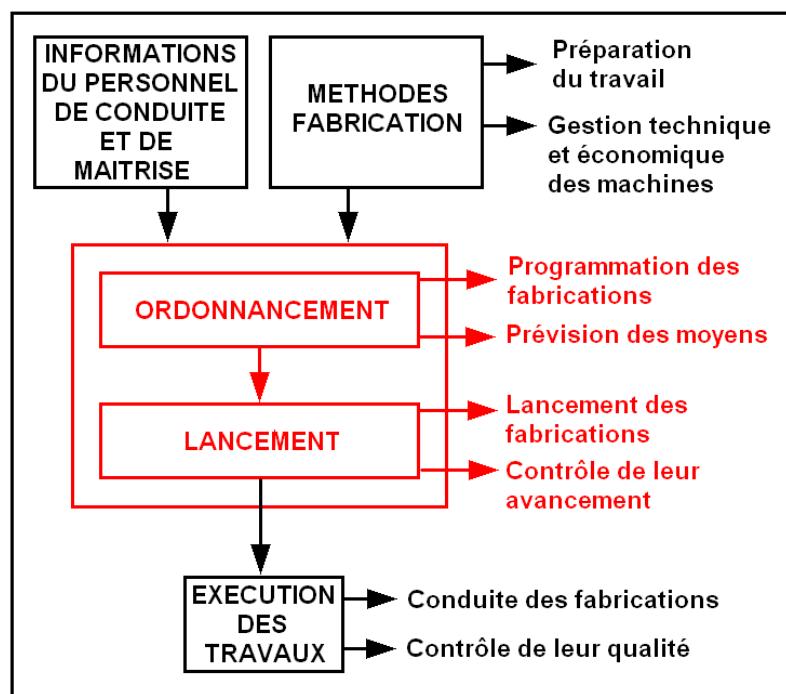


Figure 4.1 Situation des fonctions ordonnancement et lancement dans la fabrication

2. Méthode générale d'ordonnancement

Une méthode générale d'ordonnancement présente **trois phases** :

- **la planification des différentes tâches** à réaliser jusqu'à un horizon déterminé, avec l'affectation des ressources humaines et matérielles nécessaires à leur réalisation,
- **le suivi de ces tâches en temps réel** avec la mise à jour du planning en fonction de dates réelles de début et de fin,
- **le contrôle par comparaison entre la planification prévisionnelle et l'avancement réel des tâches**, ce qui permet de procéder à l'analyse des écarts et à la recherche de leurs causes.

Une **planification optimale** ne peut s'obtenir qu'en respectant un certain nombre de **règles prédefinies** et bien adaptées à l'entreprise de production.

Certaines de ces règles ont une application générale :

- **respecter les règles de priorité** de la méthode d'ordonnancement mise en oeuvre,

Exemples :

- *priorité aux commandes présentant la plus faible charge,*
- *respect des dates prévisionnelles de fin d'ordre de fabrication,*
- *recherche d'un chargement au plus tôt sur les postes de charge les plus chargés.*

- **tenir compte des contraintes de trésorerie** : minimisation de la valeur des en-cours, minimisation du cycle moyen de fabrication,
- **réguler le flux physique de production** en optimisant les goulets d'étranglements,
- **prendre en compte les commandes urgentes** en minimisant leurs cycles de fabrication,
- **assurer le plein emploi des ressources.**

Certains objectifs sont contradictoires, il faudra donc effectuer un arbitrage entre ceux-ci.

❖ **Caractéristiques des outils méthodes d'ordonnancement**

Les méthodes d'ordonnancement peuvent se classer en **deux grandes familles** :

- les méthodes dont la planification des tâches se traduit par **l'établissement** dans une **échelle calendrier de graphiques** de plus en plus renseignés,

Exemples :

- *Graphique de principe de fabrication* qui ne prend en compte que l'analyse structurelle du produit et les gammes de fabrication et de montage de ses constituants.

- **Graphique de fabrication** qui prend en compte en plus :
 - ✓ *les temps de transit de poste à poste,*
 - ✓ *les contraintes de capacité de production des postes de charge,*
 - ✓ *les possibilités de répartir l'exécution d'une même phase sur plusieurs postes de charge identiques...*
 - **les méthodes de planification par réseau**, désignées également par **méthodes du chemin critique**.
- Parmi ces derniers l'ensemble des méthodes **PERT** qui signifie :
- soit : tâche d'étude de l'évaluation du programme,
 - soit : technique d'évaluation et de mise à jour du programme, sont les plus employées.

Chacune des ces familles d'outils méthodes d'ordonnancement ont leur champ d'application privilégié. En particulier les **méthodes de planification par réseau** sont réservées à des **oeuvres** ou des **travaux importants présentant un caractère exceptionnel et urgent**.

Exemple :

- *Installation d'un atelier de traitement de surfaces incluant à la fois les travaux de génie civil, l'installation des unités de traitement, leurs essais,...*
- *révision générale de la centrale de production d'air comprimé d'une usine pendant la fermeture annuelle,*
- *chantier des jeux olympiques.*

❖ **Moyens pratiques de planification**

Ces moyens peuvent être :

- des **plannings**,
- des **états informatiques**.

Ils s'appliquent :

- soit à la prévision et au suivi des tâches avec le jalonnement de leur début et de leur fin dans une échelle calendrier suivant le principe du **diagramme de GANTT** (fig. 4.2),
- soit à la gestion des charges dans un **planning à bandes** dont les longueurs sont proportionnelles aux charges de bons de travail qu'elles représentent (fig. 4.3).

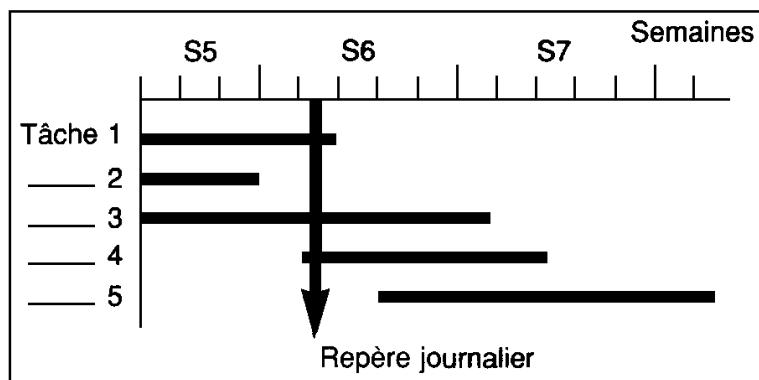


Figure 4.2 Exemple de planning pour la prévision et le suivi des tâches : du deuxième jour de la sixième semaine les tâches 1, 3 et 4 sont en cours.

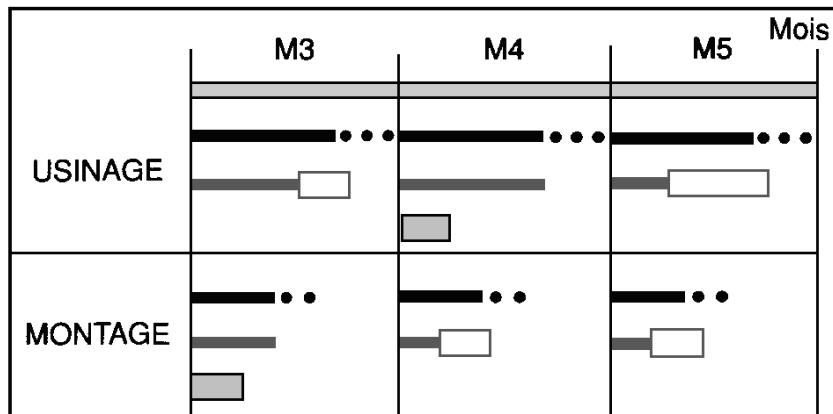


Figure 4.3 Planning de gestion des charges pour deux ateliers.

- Capacité mensuelle disponible
- • • • Capacité mensuelle réservée pour les imprévus
- Charge engagée réalisable
- Charge excédentaire
- Capacité mensuelle disponible

Les ateliers d'usinage et de montage sont respectivement surchargés le quatrième et le troisième mois.

3. Gestion des charges

L'ordonnancement gère des **postes de charge**, c'est-à-dire des **unités de production** pour lesquelles il détermine la **quantité de travail** qui leur est affectée.

Exemples de postes de charge :

- Une machine outil est un poste de charge pour l'ordonnancement de l'atelier de mécanique.
- Ce même atelier de mécanique est aussi un poste de charge pour l'ordonnancement central de l'usine.
- Cette usine peut également être considérée comme poste de charge pour une société qui possède plusieurs usines.

Cette charge peut s'exprimer suivant la **nature du poste de charge** ou la **spécificité des fabrications** :

- dans une unité de temps, la journée, l'heure, la minute,...
- dans une unité de comptage des :
 - quantités de pièces,
 - tonnages de produits,
 - unité de conditionnement,...

Pour une expression générale la charge s'exprime en unité d'œuvre.

4. Gestion des délais

Le respect des délais impose qu'au moment du lancement d'une fabrication la **capacité de production disponible** des postes de charge soit **au moins égale à la charge** correspondant à la fabrication, dans les différentes périodes concernées.

❖ Capacité de production

Dans la détermination de la **capacité de production** qui est le **nombre d'unités d'œuvre qu'un poste de charge peut assurer**, deux niveaux de détermination sont à prendre en compte :

- **la capacité de production théorique** qui ne prend en compte que la durée de la période où le poste de charge est accessible.

Exemple

Dans un atelier de mécanique ouvert 45 heures par semaine, un poste de charge a une capacité de production théorique de 45 heures de fabrication.

- **la capacité de production réelle** qui prend en compte, en plus, certains coefficients réducteurs tels que :
 - le rendement du poste qui tient compte des temps consacrés à la maintenance de conduite, aux changements de fabrication,
 - l'absentéisme du personnel de conduite.

Exemple

Avec une capacité de production théorique de 45 heures hebdomadaires et :

- *un rendement de 0,90*
- *un absentéisme de 8 %,*

la capacité de production réelle est : $45 \times 0,9 \times (1 - 0,08) = 37,25$ heures.

5. Jalonnement

Après le calcul de la durée des différentes tâches le **jalonnement détermine le début et la fin de chacune d'elles**.

Le jalonnement permet ainsi, dans une échelle calendrier, de déterminer l'amplitude :

- **des marges disponibles amont ou aval,**
- **des battements inter-tâches.**

❖ Jalonnement au plus tôt

Avec une capacité de production réelle disponible supérieure à la charge ce jalonnement dégage une **marge aval** (fig. 4.4).

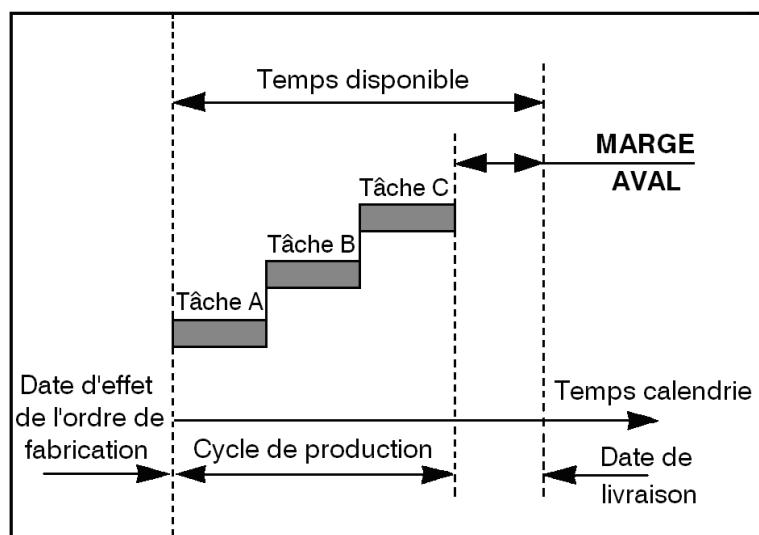


Figure 4.4 Jalonnement au plus tôt avec marge aval

❖ Jalonnement au plus tard

Dans les mêmes conditions que précédemment la marge dégagée est une marge amont (fig. 4.5).

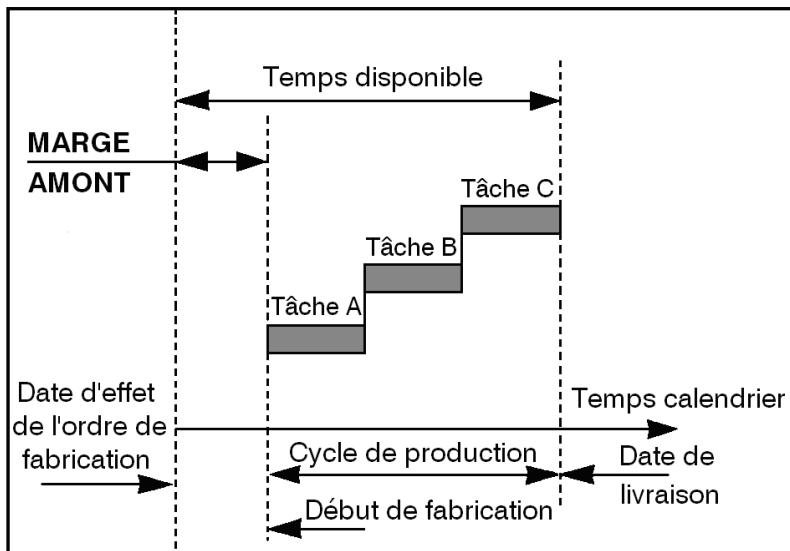


Figure 4.5 Jalonnement au plus tard avec marge amont

❖ Jalonnement avec battement inter-tâches

Les battements inter-tâches dégagés par ce type de jalonnement peuvent être utilisés à des fins de transit de contrôle, ... (fig. 4.6).

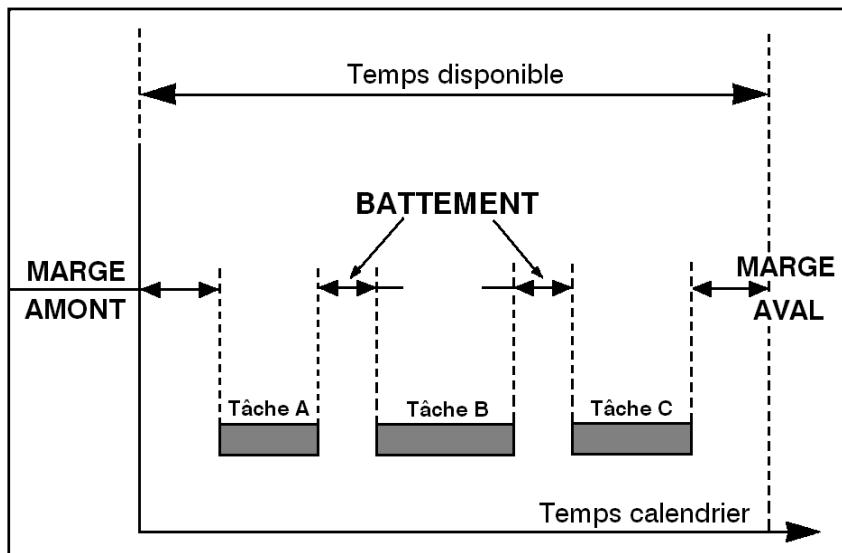


Figure 4.6 Jalonnement battement inter-tâches

❖ Jalonnement avec chevauchement

Lorsque la fabrication concerne un **lot de pièces** le jalonnement peut se prévoir avec **chevauchement des phases** ce qui réduit le cycle de production (fig. 4.7).

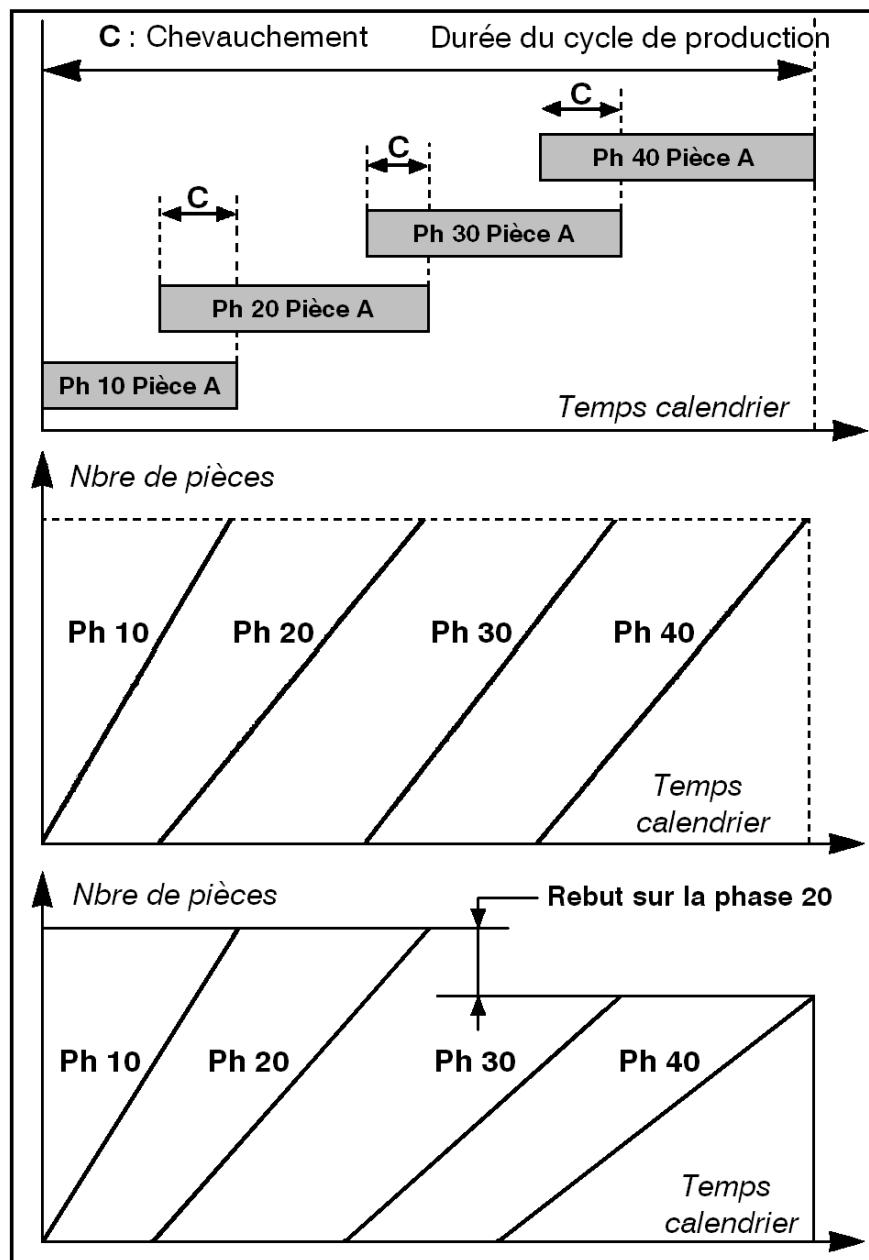


Figure 4.7 Jalonnement d'un lot de pièces avec chevauchement des phases et deux représentations :

- pas de rebuts sur la fabrication
- rebuts en fin de phase 20.

Exemple :

Gestion graphique d'une fabrication (fig. 4.8).

Un produit fini **P** comprend trois constituants :

- **A et B** fabriqués,
- **C** approvisionné.

Ce produit est lancé par lot de 60.

Compte tenu des **temps unitaires** de fabrication de **A** et **B**, de montage de **P** et du **délai d'approvisionnement** de **C** le **cycle de production prévisionnel** est de **13 jours**.

En cours de fabrication un **aléa de fabrication** sur **B** a été sans conséquence sur le jalon de livraison du lot **B** par une augmentation de la capacité de production pour les 40 pièces restant à fabriquer. Par contre un retard d'un jour sur la mise à disposition de **C** n'a pas été rattrapé au montage et le **cycle réel de production est de 14 jours**.

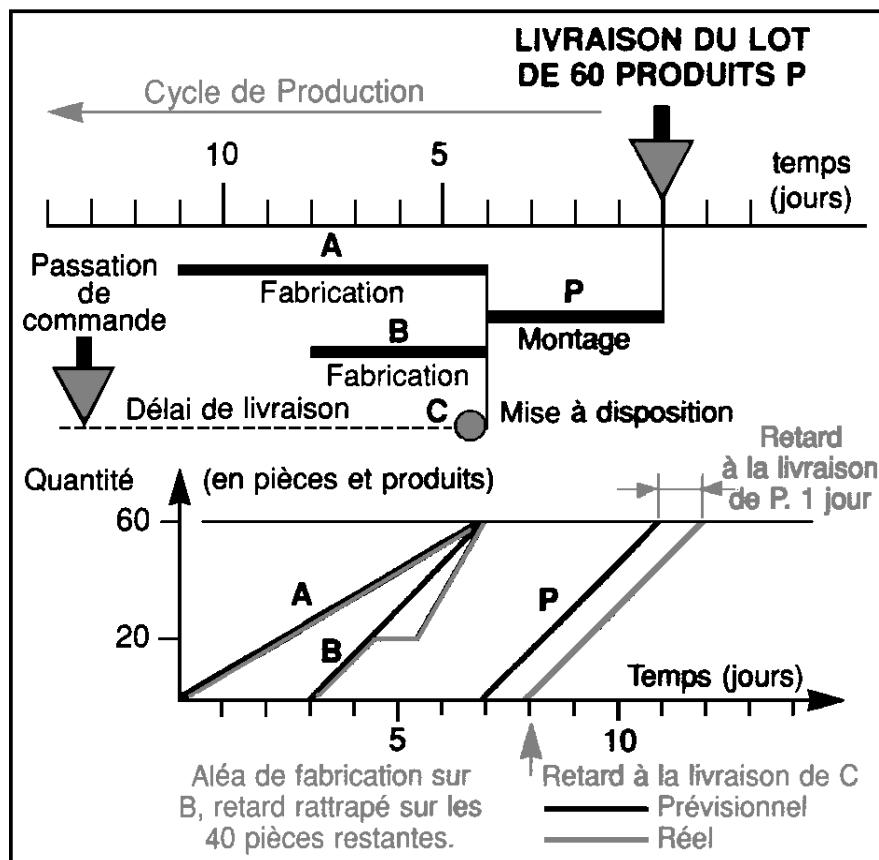


Figure 4.8 Exemple de gestion graphique d'une fabrication.

6. Champ d'application du diagramme de GANTT

Ce diagramme est d'utilisation fréquente pour le **jalonnement des tâches**.

Avec des contraintes d'antériorités bien définies il permet de **réduire la durée du cycle de production** par **chevauchement, recouvrement** et les **fractionnements** des phases.

Par exemple si une phase d'usinage d'une série de pièces dure plusieurs jours il n'est peut être pas nécessaire d'attendre sa fin pour commencer la phase suivante.

Ce diagramme permet de bien gérer les ressources mais il impose :

- un tracé précis,
- des tâches bien jalonnées et en nombre limité.

Dans les cas complexes l'assistance informatique est nécessaire.

Chapitre 5

Planification de la production par la méthode KANBAN

1. Objectif

La méthode **KANBAN** a été mise au point chez TOYOTA au Japon à partir de 1958 par **M. OHNO**. Elle a pour but de définir les modalités de mise en route d'une production en **flux tiré**, c'est-à-dire dans laquelle ce sont les commandes-clients qui déclenchent automatiquement la fabrication. Ces commandes sont exécutées par **remontée poste par poste depuis la sortie** (fig. 5.1).

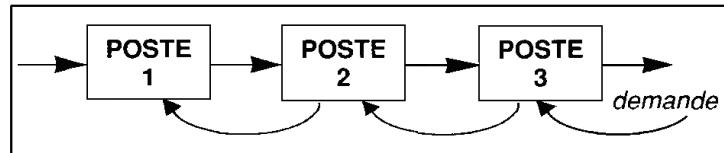


Figure 5.1 Le poste aval commande au poste amont ce qu'il a consommé

2. Système d'information associé

Chaque poste de travail indique au **poste amont** :

- **la nature de la pièce à produire (référence),**
- **la quantité correspondante,**
- **le lieu de localisation du poste aval.**

Le système d'information doit faire remonter rapidement **les besoins de l'aval vers l'amont**, ce sera le rôle des **cartes KANBAN** (en japonais Kanban signifie étiquette).

Il existe 2 types de Kanban :

- **le Kanban de production,**
- **le Kanban de transfert.**

3. Principe de fonctionnement

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... La méthode KANBAN va consister à superposer un **flux physique** (les pièces matricées), un **flux inverse d'informations** (les cartes Kanban) fig. 5.2.

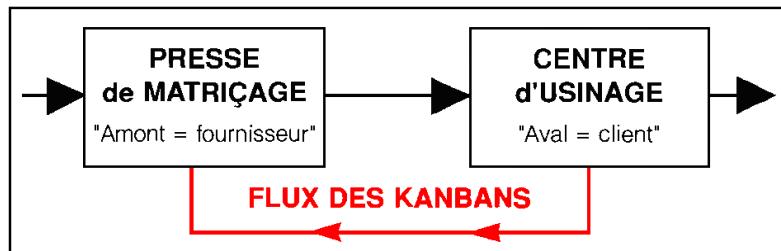


Figure 5.2 Flux physique, flux d'informations

❖ Circulation des KANBANS : (fig. 5.3)

- Au poste de matriçage (poste amont), le Kanban est utilisé comme un **ordre de fabrication**.
- Une fois le conteneur rempli, le Kanban l'accompagne jusqu'au poste d'usinage — (2) → .
- Les conteneurs sont placés en attente près du poste d'usinage (poste aval). L'opérateur consomme les pièces; quand le conteneur est vide, il renvoie le Kanban au poste de matriçage ← (3) —.
- Quand le poste amont **reçoit** les Kanbans, il doit **produire** ; quand il **cessé d'en recevoir**, il doit **arrêter**.

Les mises en fabrication sont donc directement pilotées par les besoins de l'aval.

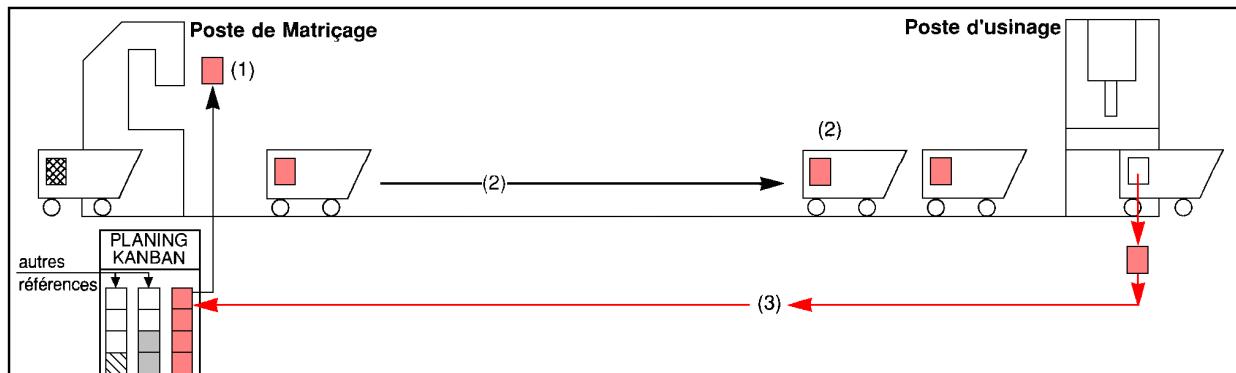


Figure 5.3 Principe de fonctionnement de la méthode Kanban entre deux postes

❖ Gestion des priorités

Un poste de travail peut recevoir des Kanbans de plusieurs références. L'opérateur les positionne sur les colonnes d'un tableau appelé **planning des Kanbans** (fig. 5.4).

Le nombre de cases correspond au nombre de Kanbans en circulation.

Exemple de notre planning :

- Référence A : 10 Kanbans en circulation.
- Référence B : 9 Kanbans en circulation.

- **Référence C** : 8 Kanbans en circulation.

Pour établir les priorités il suffit de calculer la quantité stockée, par référence.

Exemple :

La référence A possède 10 Kanbans en circulation, 3 sont sur le planning, donc 7 conteneurs de pièces A sont stockées. Pour la référence B, 5 conteneurs sont stockés (9-4) et pour la référence C, 2 conteneurs sont stockés (8-6).

La priorité sera donc donnée au lancement des pièces de référence C.

Afin d'éviter des ruptures au niveau du flux de production, il est intéressant de conserver un stock minimal de conteneurs de pièces. Pour ce faire un **index rouge** définit une zone au-delà de laquelle il faut lancer la production. La priorité de fabrication est donnée alors à la référence dont la **colonne de Kanbans se rapproche le plus du seuil d'alerte**.

L'**index vert** indique qu'il y a suffisamment de Kanbans pour engager la production. Chaque référence possède ses propres repères vert et rouge.

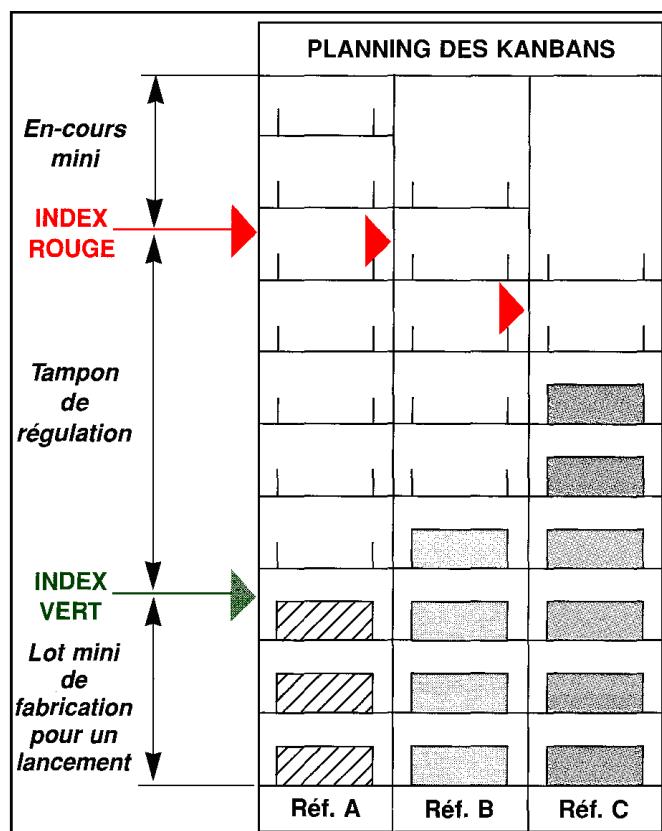


Figure 5.4 Planning des Kanbans pour les références A, B, et C

❖ KANBAN de transfert

Dans l'exemple que nous venons d'étudier, le Kanban se nomme Kanban de production. Ce système ne peut fonctionner que si les deux postes de travail sont situés à proximité l'un de l'autre, car il n'existe aucun lieu de stockage de conteneurs entre le poste de matriçage et le poste d'usinage.

Dans le cas où l'éloignement des postes nécessite un transport, un **Kanban de transfert** est utilisé.

Le processus de gestion est identique au précédent, **l'opération de transfert étant considérée comme une opération de fabrication** (fig. 5.5).

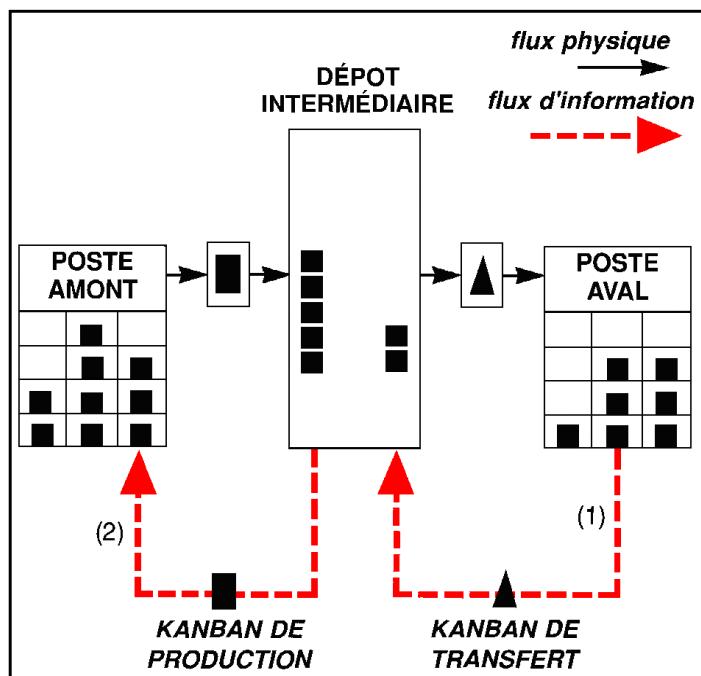


Figure 5.5 Méthode Kanban de transfert

Quand le poste aval utilise un conteneur de pièces, il en retire le Kanban de transfert et ce Kanban est placé sur le planning du dépôt intermédiaire (1). Le manutentionnaire va alors chercher un conteneur sur l'aire de stockage du poste amont, il en retire le Kanban de production qu'il place sur le planning du poste amont (2). Un Kanban de transfert est ensuite fixé sur le conteneur qui est acheminé sur l'aire de stockage du poste AVAL...

Remarques :

Dans le méthode Kanban, l'information remonte du flux physique grâce à un ticket; mais n'importe quelle autre **méthode de transmission de l'information** peut convenir à condition d'être toujours **simple, visuelle et rapide**.

Exemples :

- *Le conteneur vide peut lui-même servir de message de réapprovisionnement au poste amont qui, dès qu'il le reçoit, doit le remplir.*
- *La méthode est également appliquée entre des usines.*

❖ Informations portées sur le KANBAN

Le Kanban est à la fois le **support et le véhicule des informations** échangées entre deux postes de travail consécutifs.

Ces informations peuvent varier d'une entreprise à l'autre, mais la liste minimale est la suivante :

- **la référence de l'article à fabriquer**
- **la capacité du conteneur**
- **le nom du poste aval**
- **le nom du poste amont.**

❖ Taille des conteneurs et nombre de KANBANS à mettre en circulation

La taille d'un conteneur ne doit être ni trop petite ni trop grande pour assurer la **fluidité de la production**, elle peut être déterminée en fonction de la demande journalière (*par exemple un conteneur de 400 pièces représentera 1/10^e de la consommation d'une journée*).

Pour déterminer le nombre de Kanbans à mettre en circulation, les entreprises procèdent, en général par empirisme, en mettant beaucoup de Kanbans en circulation au début, puis en diminuant petit à petit le nombre jusqu'à ce que le flux « casse ».

Pour fixer les idées et avoir un nombre approximatif au début, il existe une formule :

$$n = \frac{Dm \times Dd + Na}{C}$$

avec :

Dm : Demande de pièces par unité de temps (en moyenne).

Dd : Délai de mise à disposition d'un conteneur.

Na : Nombre de pièces nécessaires pour pallier les aléas de fabrication.

C : Capacité d'un conteneur.

4. Conditions d'application de la méthode KANBAN

Les conditions nécessaires à la mise en place de cette méthode impliquent un profond remaniement des méthodes de travail et de l'organisation.

Ces conditions concernent :

- **le produit,**
- **l'implantation des machines,**
- **le flux physique,**
- **l'organisation humaine.**

❖ **Le produit**

Il faut que le produit réponde à trois conditions :

- **le nombre de références ne doit pas être trop élevé** pour diminuer le nombre de changements de série et la variété des Kanbans (*composants et sous-ensembles standard destinés au montage de produits spéciaux*).
- **La fabrication du produit doit être stabilisée** (*suppression des aléas*) ce qu n'exclut pas son évolution technique.
- **Le produit ne doit pas être trop encombrant.**

❖ **L'implantation des machines**

Il faut que les machines soient durablement affectées à la fabrication des mêmes produits et que le **chemin** que suivent le flux physique et le flux d'informations **soit stable**.

❖ **Le flux physique**

Si la méthode Kanban réagit de façon satisfaisante à une variation importante de la demande, il faut par contre que cette **variation soit progressive**.

❖ **Organisation humaine**

Un poste de travail ayant produit suffisamment de pièces pour aval, **doit s'arrêter de travailler** même si les ressources (*matières et main d'œuvre*) sont suffisantes : la priorité est donnée à la **circulation du flux**.

Une telle stratégie modifie l'organisation du travail et demande de la part des opérateurs :

- **une polyvalence** qui peut être obtenue par la formation.
- **une plus grande qualification** pour intervenir sur les équipements (maintenance préventive).
- **plus de responsabilité**, auto-contrôle.

5. Complémentarité KANBAN-MRP (fig. 5.6)

Par son fonctionnement la méthode Kanban s'applique à un **système de gestion d'atelier à court terme et ne peut traiter des informations prévisionnelles**. Lorsque les produits à fabriquer sont constitués de composants :

- certains peuvent être planifiés par la **méthode MRP** en raison de leur **demande irrégulière, mais néanmoins prévisible**.
- d'autres dont la **consommation est aléatoire, mais continue** peuvent être approvisionnés par les **boucles Kanban**.

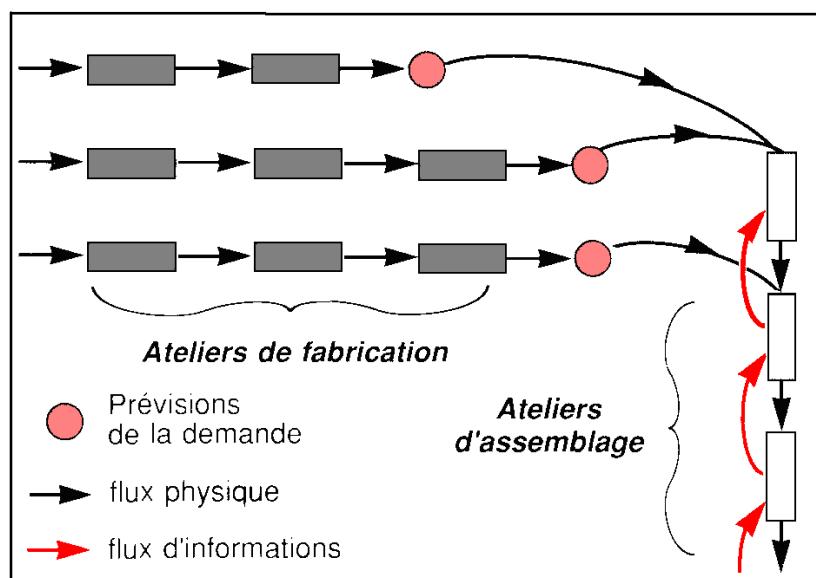


Figure 5.6 MRP pour certains composants.
KANBAN pour d'autres.

Chapitre 6

GESTION DES STOCKS

1. Définition

Un **stock** peut être considéré comme un **réservoir de régulation** situé entre **deux flux** qui pourraient être synchronisés mais qui présentent, en réalité, des **irrégularités de débit** (fig. 6.1).

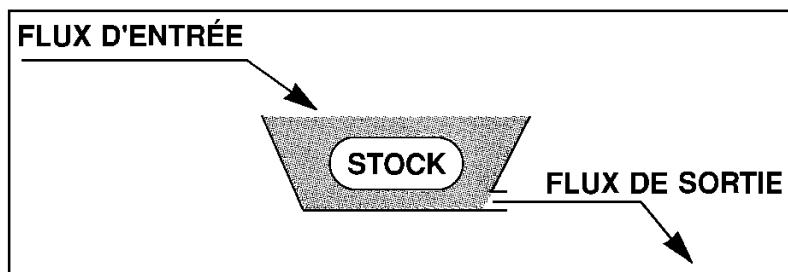


Figure 6.1 Existence d'un stock

Les stocks jouent un rôle positif de régulation tout au long de la chaîne :

fournisseurs → entreprise → clients.

Mais ils présentent plusieurs inconvénients :

- perte de flexibilité de la production,
- augmentation du délai moyen,
- immobilisation de moyens financiers importants.

2. Différents types de stocks

On distingue différents types de stocks (fig. 6.2)

- les **stocks nécessaires à la fabrication**, matières premières, pièces sous-traitées, pièces normalisées,...
- les **pièces de rechanges** pour le parc machines, les produits pour l'entretien des bâtiments,...
- les **en-cours**, c'est-à-dire les stocks entre les différentes phases de la fabrication,
- les **stocks de produits finis** en attente d'expédition.

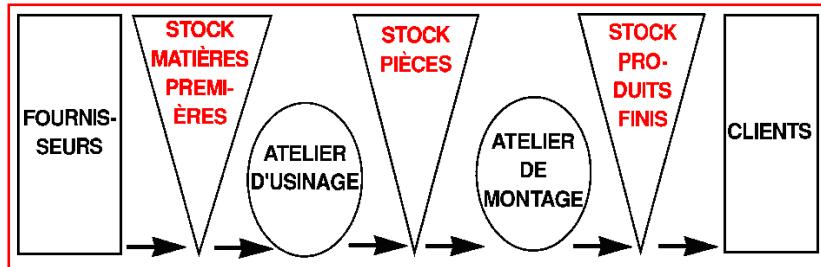


Figure 6.2 Flux de matière : types de stock

3. Objectifs de la gestion des stocks

La gestion des stocks doit :

- rechercher en permanence quels sont les articles qu'il est **économique** d'avoir en stock, et les approvisionner de façon à **maintenir le stock au niveau le plus économique**.
- analyser en permanence les **variations** de délais et de consommation, pour **optimiser** le niveau des **stocks justifiés**, éviter les **stocks attardés**, éliminer les **stocks jugés inutiles**.
- de veiller à la **bonne exécution des opérations matérielles** :
 - réception des matières,
 - magasinage,
 - distribution,
 - comptabilisation.

4. Fonction approvisionnements

La **fonction approvisionnements** est responsable de la satisfaction des besoins exprimés en

- matières premières,
- composants,
- fournitures ou services divers,

nécessaires pour la réalisation des opérations :

- industrielles de fabrication et de maintenance,
- ou commerciales, de l'entreprise.

Un approvisionnement se déroule suivant le schéma général de la fig. 6.3.

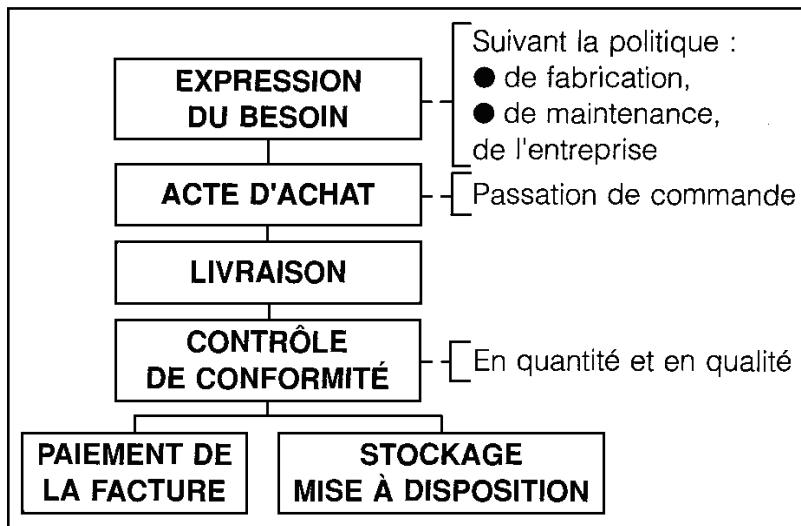


Figure 6.3 Déroulement d'un approvisionnement

L'ensemble des activités relatives à un approvisionnement doit être réalisé en **temps opportun** et avec un **coût global minimal**.

La structure générale de la fonction approvisionnements met en évidence deux sous-fonctions (fig. 6.4) :

- les **achats**,
- la **gestion des stocks avec le magasinage**.

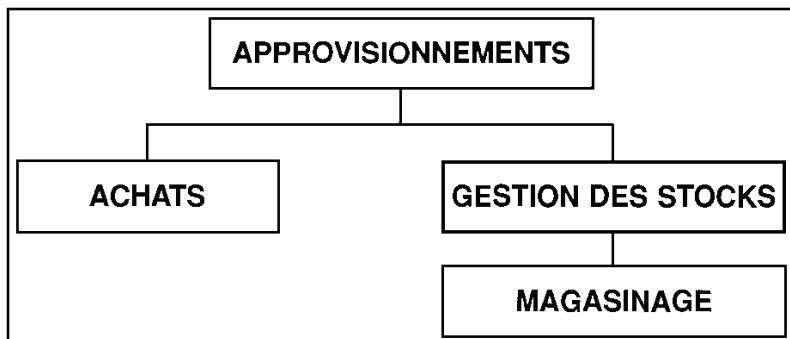


Figure 6.4 Structure générale de la fonction approvisionnements.

5. Éléments du coût de gestion

Ces éléments sont au nombre de trois :

- **valeurs de consommation, V_{co}** , qui est pour un article donné, égale au produit de la quantité consommée en une année par le coût unitaire d'achat de l'article,

- **coût d'acquisition ou coût de passation des commandes, Cpa**, qui est la somme des frais engagés pour acquérir un stock,
- **coût de possession, Cpo**, qui est la somme des frais engagés pour détenir un stock.

La gestion du stock doit être telle que la somme de ces trois éléments de coûts soit minimale :

$$Vco + Cpa + Cpo \rightarrow \text{Valeur minimale}$$

❖ Éléments du coût de passation des commandes

Un coût de passation des commandes regroupe :

- les salaires et les charges des sections :
 - achats,
 - contrôle-réception magasin,
 - comptabilité fournisseurs,
- les frais des acheteurs,
- les frais de timbres, télex, téléphone,
- les amortissements des mobiliers, matériels de bureau, moyens informatiques, mis en oeuvre,
- les loyers et l'amortissement des locaux des différents services concernés,
- la consommation d'énergie, chauffage, éclairage,...

Le coût total annuel est réparti entre l'ensemble des commandes.

❖ Éléments du coût de possession

Un coût de possession regroupe :

- le loyer de l'argent immobilisé dans le stock,
- les salaires et les charges des sections :
 - gestion des stocks,
 - magasinage,
- la consommation d'énergie pour éclairer et chauffer les locaux,
- les frais d'assurances,
- les loyers et l'amortissement des locaux utilisés,
- les pertes par détérioration, coulage,
- les pertes par dépréciation qui rendent un matériel périmé du seul fait de l'évolution technique,...

Le coût de possession s'exprime par un pourcentage du stock moyen en valeur.

Il est caractérisé par le taux de possession du stock qui peut être compris entre 20 % et 40 % de la valeur du stock moyen.

6. Méthodes de réapprovisionnement

❖ Choix des paramètres de gestion

Pour gérer le stock-maintenance il convient de choisir la méthode de réapprovisionnement qui

- minimise la somme des coûts de gestion,
- en tenant compte du coût d'indisponibilité qui serait dû à une rupture de stock.

La méthode de réapprovisionnement retenue doit privilégier l'application de paramètres de gestion. Pour un article donné, ces derniers peuvent être (fig. 6.4) :

- **liés au temps**, tels que :
 - **délai de réapprovisionnement ou délai de livraison** : intervalle de temps entre la date de passation de la commande et la date de réception de la fourniture (T_1, T_2, T_3),
 - **intervalle de commande** : intervalle compris entre deux commandes successives (T_{C1}, T_{C2}),
 - **intervalle de réapprovisionnement** : intervalle compris entre deux livraisons successives (T_{R1}, T_{R2}),
- **liés aux quantités**, tels que :
 - **stock disponible** : différence entre le stock réel en magasin, stock physique, et le stock affecté ($S_{D1} S_{D2} S_{D3}$),
 - **stock affecté** : quantité approvisionnée en fonction d'un besoin et qui ne peut être prélevée que pour la satisfaction de ce besoin (S_A),
 - **niveau de réapprovisionnement** : quantité en-dessous de laquelle on ne peut descendre sans risque et qui doit entraîner la passation d'une commande (S_1, S_2, S_3),
 - **niveau du stock de sécurité** : quantité prélevée sur le stock et destinée à pallier les aléas des approvisionnements et des consommations, afin d'éviter la rupture du stock (S_s)
 - **quantité économique à commander** : quantité à commander dont l'importance est établie en fonction de critères économiques.

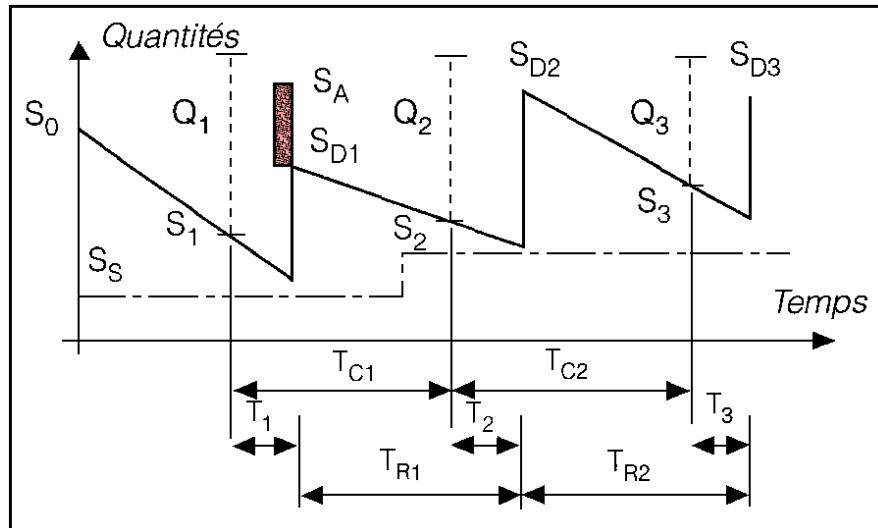


Figure 6.4 Paramètres de gestion d'un stock

T_1, T_2, T_3 : délais de réapprovisionnement ou de livraison.

T_{C1}, T_{C2} : intervalles de commandes.

T_{R1}, T_{R2} : intervalles de réapprovisionnements.

Q_1, Q_2, Q_3 : quantités commandées aux niveaux de réapprovisionnements respectifs **S1, S2 et S3**.

S_A : stock affecté (partie de Q_2).

S_{D1} : stock disponible après l'affectation de **S_A**.

S_{D2}, S_{D3} : stocks disponibles après livraison de **Q₂** et **Q₃**.

S_s : stock de sécurité.

S₀ : stock initial.

❖ **METHODE DE REAPPROVISIONNEMENT AVEC :**

- **intervalle de réapprovisionnement constant**
- **quantité constante ou variable**

Cette méthode se traduit par (fig. 6.5)

- un réapprovisionnement périodique

$$T_R = \text{Constante}$$

- et une **quantité Q = Constante ou variable**.

La passation de commande peut se faire :

- avant chaque livraison,
- ou en une seule fois en début d'année en prévoyant échelonnement des livraisons.

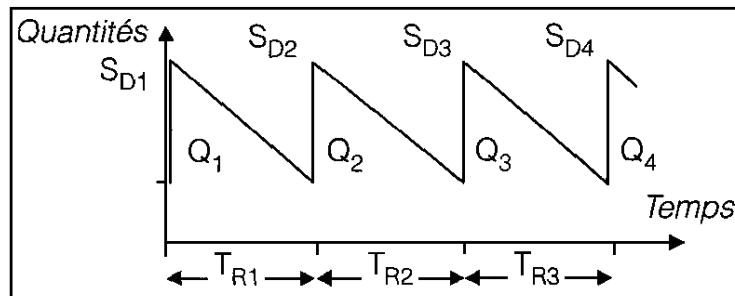


Figure 6.5 La période de réapprovisionnement et la quantité livrée sont constantes

L'avantage de cette méthode est sa **simplicité, pas de suivi au niveau du stock**, d'où un **coût de gestion réduit**.

Son inconvénient est de **ne pas couvrir** :

- **le risque de rupture de stock,**
- ou le **risque du stock trop important**, si la loi de la consommation varie durant une période de réapprovisionnement (fig. 6.6).

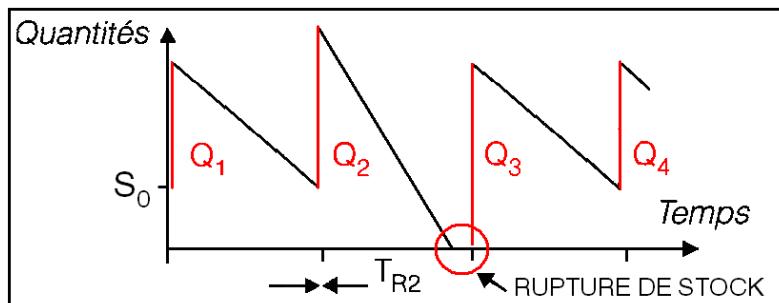


Figure 6.6 Cas d'une consommation irrégulière avec une rupture de stock
à la fin de la deuxième période de réapprovisionnement T_{R2}

Cette méthode de gestion convient pour gérer le stock d'articles dont la consommation est régulière et pour lesquels le risque de rupture de stock n'a que des conséquences limitées.

❖ **METHODE DE REAPPROVISIONNEMENT AVEC :**

- **niveau de réapprovisionnement prédéterminé**
- **quantité constante ou variable.**

Cette méthode se traduit par une passation de commande dès que le niveau du stock atteint une valeur prédéterminée dite de réapprovisionnement, NdR, ou de passation de commande, NPC (fig. 6.7).

Le niveau de ce stock peut être considéré comme un **stock d'alerte**.

Cette méthode est simple à gérer, elle est aussi désignée par **méthode des deux magasins**. Dès que le magasinier satisfait les besoins en prélevant des articles dans le deuxième magasin il doit déclencher la passation de commande (fig. 6.7).

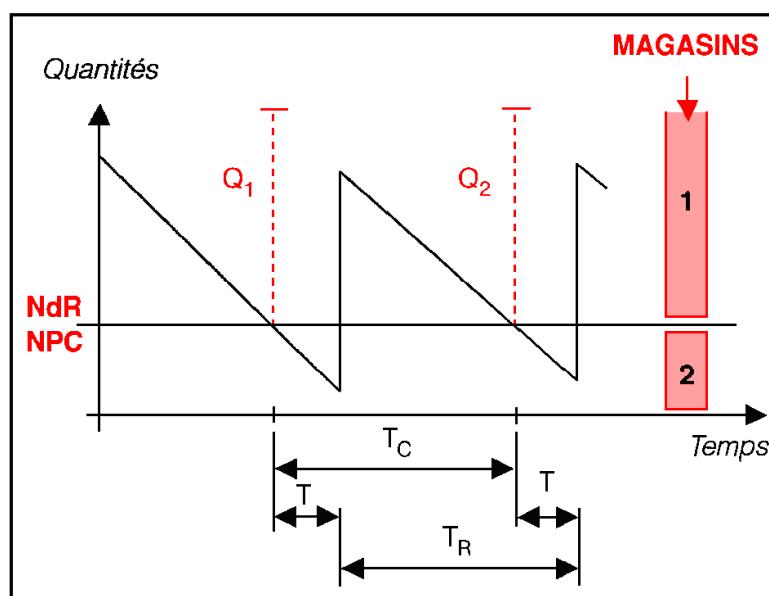


Figure 6.7 Méthode avec niveau de réapprovisionnement prédéterminé

Cette méthode ne peut exclure totalement le risque de rupture de stock. Ce risque est fonction du **niveau prédéterminé du NdR**. Ce dernier doit au moins être **égal à la consommation moyenne durant le délai de livraison**. Toute valeur supérieure à ce niveau diminue le risque de rupture de stock mais augmente la valeur du stock moyen d'où le coût de possession.

Les quantités commandées peuvent être :

- égales,
- en rapport avec une consommation moyenne,
- déterminées pour atteindre un niveau maximal après réapprovisionnement,
- calculées en fonction de critères économiques.

❖ MÉTHODE DE RÉAPPROVISIONNEMENT AVEC :

- Niveau d'un stock minimal ou stock de sécurité

- **Quantité constante ou variable**

Dans cette méthode la commande est passée à un montant tel que, au moment de la livraison le niveau du stock soit au moins égal à un **niveau minimal prédéterminé désigné par stock de sécurité** (fig. 6.8).

Par un suivi constant de la variation du stock il est possible :

- d'**extrapoler l'instant** où le niveau du stock de sécurité sera atteint,
- de prendre en compte le délai de livraison pour déterminer la date de passation de commande.

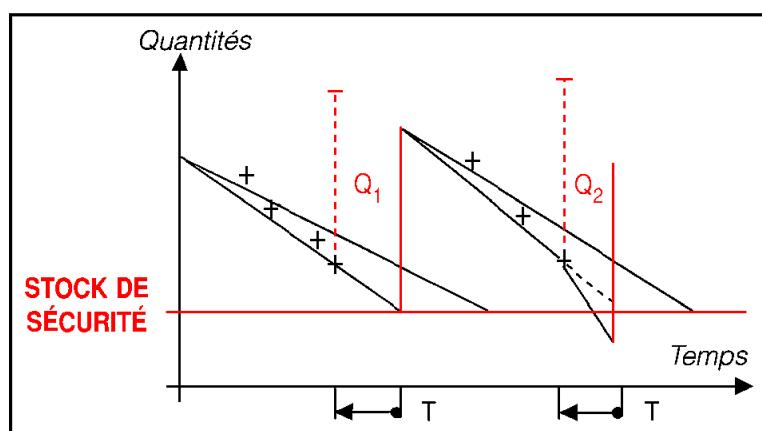


Figure 6.8 Méthode avec niveau de stock de sécurité

Dans la fig. 6.8 la passation de la commande de Q_2 est faite à temps, mais l'augmentation de la consommation durant le délai de livraison fait qu'à la livraison de Q_2 , le stock de sécurité est partiellement consommé. Néanmoins, il n'y a pas de rupture de stock.

Le calcul du stock de sécurité est lié à l'étude des consommations antérieures.

C'est un problème qui relève des **statistiques** et qui se traite en trois parties :

- calcul de la **variation aléatoire de la consommation**,
- adaptation de ce résultat au **délai de réapprovisionnement**,
- **choix d'un risque de rupture de stock**.

Le suivi permanent du stock et les contraintes des calculs font que cette méthode est d'une application lourde et de ce fait onéreuse. Dans la pratique, le **stock de sécurité est pris en compte dans le niveau de réapprovisionnement**, et la gestion se fait par une passation de commande lorsque ce niveau du stock est atteint (fig. 6.9).

NIVEAU DE RÉAPPROVISIONNEMENT = STOCK DE SÉCURITÉ + CONSOMMATION MOYENNE PENDANT LE DÉLAI D'APPROVISIONNEMENT

NdR ou NPC ou STOCK D'ALERTE = $S_s + C_m \times T$ avec :

S_s : stock de sécurité

C_m : consommation moyenne dans une période donnée.

T : délai de livraison exprimé dans la même unité période.

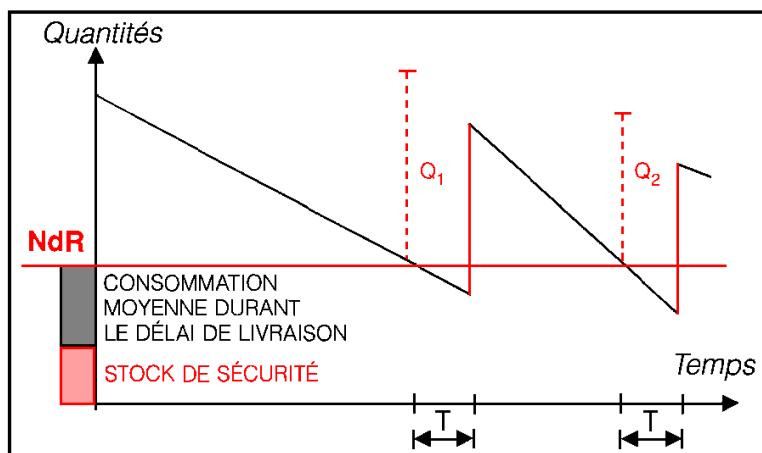


Figure 6.9 Prise en compte d'un stock de sécurité dans le niveau de réapprovisionnement NdR.

❖ **MÉTHODE DE RÉAPPROVISIONNEMENT AVEC :**

- **Intervalle de commande constant**
- **maintien du stock à un niveau prédéterminé après chaque réapprovisionnement.**

Dans cette méthode il faut définir ce niveau de stock après réapprovisionnement ou **niveau de recouvrement NR** (fig. 6.10).

NR = Consommation moyenne durant l'intervalle de commande + Stock de sécurité.

$$NR = (T_c \times C_m) + S_s$$

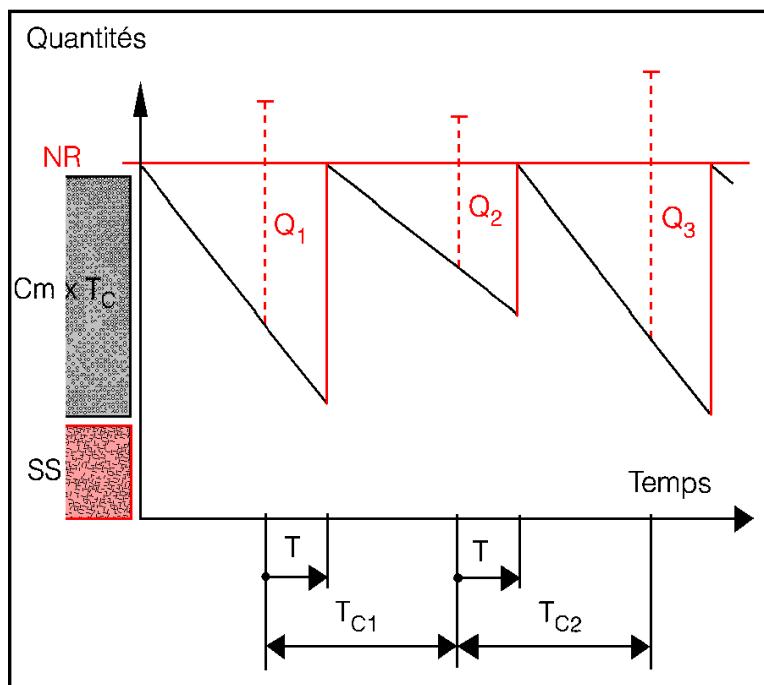


Figure 6.10 Méthode avec intervalle de commande $T_c = \text{Constante}$ et un niveau de recouvrement NR prédéterminé.

À chaque passation de commande la **quantité Q** est égale à **NR — niveau du stock**.

Cette méthode permet des groupages de commandes, transports, réceptions,... à des dates prédéterminées.

❖ MÉTHODE DE RÉAPPROVISIONNEMENT PAR QUANTITÉ ÉCONOMIQUE

Dans cette méthode la quantité à commander dépend essentiellement de **critères économiques**, c'est une **quantité économique**.

Dans une gestion de stock les éléments économiques sont

- la consommation annuelle de l'article : **N**
- le coût unitaire de l'article à l'achat : **P_u**
- le coût de passation d'une commande : **C_{pa}**
- le coût de possession annuel d'un article : **C_{po}**
- le taux de possession annuel : **t %**.

❖ Étude du modèle série économique : modèle de WILSON

Le modèle étudié prend en compte certaines **hypothèses simplificatrices** :

- le prix unitaire d'un article est fixé : il n'y a pas de remise pour quantités,
- la pénurie est exclue, il n'y a pas de rupture de stock,
- la consommation est constante par unité de temps,

- le coût d'acquisition est constant,
- le coût de possession annuel d'un article est constant.

CALCUL DU COÛT DE PASSATION ANNUEL DES COMMANDES D'UN MÊME ARTICLE

$$CPA = Cpa \times \text{Nombre annuel de Commandes} = Cpa \times \frac{N}{Q_E}$$

avec :

Q_E = Quantité économique

N : consommation annuelle de cet article.

CALCUL DU COÛT DE POSSESSION ANNUEL D'UN ARTICLE APPROVISIONNÉ PAR DES COMMANDES ÉGALES À Q_E

$$CPO = Cpo \times \text{Stock moyen}$$

Suivant la fig. 6.11 le stock moyen est égal à $\frac{Q_E}{2}$,

d'où : $CPO = Cpo \times \frac{Q_E}{2}$

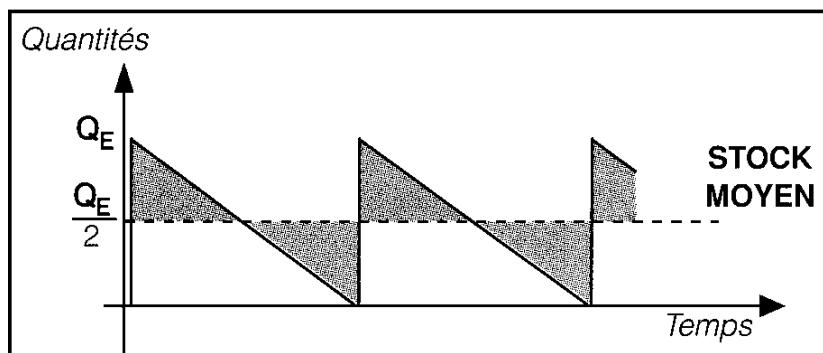


Figure 6.11 Le stock moyen est égal à $\frac{Q_E}{2}$

EXPRESSION DU COÛT TOTAL ANNUEL DE GESTION, CT :

$$CT = CPA + CPO \Rightarrow \text{Valeur minimale}$$

$$T = \left(Cpa \times \frac{N}{Q_E} \right) + \left(Cpo \times \frac{Q_E}{2} \right)$$

Remarque : Cette somme doit être minimale or le produit CPA x CPO qui est égal à :

$$\left(Cpa \times \frac{N}{Q_E} \right) + \left(Cpo \times \frac{Q_E}{2} \right) = \frac{Cpa \times Cpo \times N}{2}$$

est constant.

Si le produit de deux termes est constant leur somme est minimale lorsque ces deux termes sont égaux.

$$\text{D'où : } Cpa \times \frac{N}{Q_E} = Cpo \times \frac{Q_E}{2}$$

$$Q_E^2 = \frac{2 \cdot N \cdot Cpa}{Cpo}$$

quantité économique : $Q_E = \sqrt{\frac{2 \cdot N \cdot Cpa}{Cpo}}$ et en remplaçant Cpo par $t \cdot Pu$:

$$Q_E = \sqrt{\frac{2 \cdot N \cdot Cpa}{t \cdot Pu}}$$

Exemple :

Quantité économique de fluide hydraulique.

$N = 5300 \text{ litres}$; $Cpa = 50F$; $Pu = 27,60 F$; $t \% = 20$

$$Q_E = \sqrt{\frac{2 \times 5300 \times 50}{0,2 \times 21,60}} = 350 \text{ litres}$$

Malgré les hypothèses simplificatrices le **modèle de WILSON** fournit toujours un ordre de grandeur de la quantité à commander qui rend minimale la somme des coûts annuels de passation de commande et de possession relatifs à un article.

❖ **Représentation graphique des coûts de gestion** (fig. 6.12)

- coût annuel de possession :

$$CPO = Cpo \times \frac{Q_E}{2}$$

d'où **fonction linéaire** de la forme $y = ax$.

- coût annuel de passation des commandes :

$$CPA = Cpa \times \frac{N}{Q_E}$$

d'où **hyperbole équilatère** de la forme $y = \frac{a}{x}$.

- coût total de gestion : $C_T = CPO + CPA$

il passe par une **valeur minimale** pour $CPA = CPO$, à cette valeur correspond la **quantité économique Q_E** .

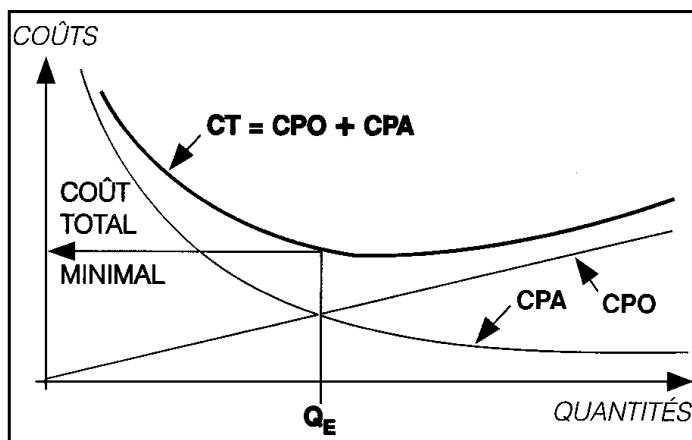


Figure 6.12 Variation des coûts de gestion en fonction de la quantité commandée

7. Nécessite de classer les articles

Lorsqu'une entreprise gère plusieurs milliers d'articles, il est impossible qu'elle accorde à chacun des articles **la même priorité dans sa gestion**. Une gestion des stocks est donc une **gestion sélective** : les fournitures de bureau et les pièces et articles destinés à la production ne sont pas gérés de la même façon.

Chaque entreprise, suivant ses caractéristiques propres et ses contraintes spécifiques, devra donc distinguer les principales catégories d'approvisionnement en définissant les **méthodes de gestion les plus efficaces**.

❖ Outil d'aide à la décision : le classement A-B-C

Le classement ABC va nous permettre de classer les articles en stock selon l'importance des sorties annuelles en valeur.

Le principe de ce classement est fondé sur la **règle des 80-20** : 20 % des articles, en nombre, vont représenter environ 80 % de la valeur totale des sorties et vice versa : 80 % des articles ne vont représenter qu'environ 20 % de la valeur. D'où la division du stock en **trois classes (A-B-C)**, auxquelles pourront être appliquées des **méthodes de gestion plus ou moins élaborées**.

❖ Méthodologie

Les différentes étapes sont les suivantes :

- collecter les données relatives au problème,
- définir un premier critère de sélection des articles,
- valoriser pour chaque article le critère,
- classer les articles dans l'ordre décroissant de la valeur du critère,
- calculer les valeurs cumulées du critère,
- tracer la courbe des fréquences cumulées,
- interpréter la courbe,
- réitérer éventuellement avec un nouveau critère afin de confirmer les résultats.

❖ Application

L'exemple présenté est limité à 10 articles, il est évident qu'un cas aussi simple ne nécessite pas de classification ABC réservée à des quantités plus importantes.

- **Collecter les données (fig. 6.13)**

CODE ART.	DESIGNATION ARTICLE	VALEUR ARTICLE	NOMBRE SORTIES
P20	PIGNON	25	159
P40	PIGNON	134	56
B10	BAGUE	23	12
A10	AXE	5	70
P30	PIGNON	87	30
J20	JOINT	2	75
B20	BAGUE	9	140
A20	AXE	1	80
J10	JOINT	0.5	150
P10	PIGNON	6	35

Figure 6.13 Données collectées pour une année

- **Définir un premier critère de sélection des articles**

Le critère retenu est la valeur des sorties annuelles, c'est-à-dire les quantités sorties d'un article multipliées par son coût.

- **Chiffrer pour chaque article retenu et classer les articles dans l'ordre décroissant de la valeur du critère (fig. 6.14)**

CODE ART.	DESIGNATION ARTICLE	VALEUR ARTICLE	NOMBRE SORTIES	VALEURS DES SORTIES
P20	PIGNON	25	159	3975
P40	PIGNON	134	56	7704
B10	BAGUE	23	12	276
A10	AXE	5	70	350
P30	PIGNON	87	30	2610
J20	JOINT	2	75	150
B20	BAGUE	9	140	1260
A20	AXE	1	80	80
J10	JOINT	0,5	150	75
P10	PIGNON	6	35	210

Figure 6.14 Valeur des sorties et classement

- Calculer les valeurs cumulées du critère (fig. 6.15)

RANG	CODE ART.	DESIGNATION ARTICLE	VALEUR ARTICLE	NOMBRES SORTIES	SORTIES VALEURS DES	CUMULÉTOTAL	% VALEUR CUMULÉ	% ARTICLE CUMULÉ
1	P40	PIGNON	134	56	7704	7704	46	10
2	P20	PIGNON	25	159	3975	11679	70	20
3	P30	BAGUE	87	30	2610	14289	85	30
4	B20	AXE	9	140	1260	15549	93	40
5	A10	PIGNON	5	70	350	15899	95	50
6	B10	JOINT	23	12	276	16175	97	60
7	P10	BAGUE	6	35	210	16385	98	70
8	J20	AXE	2	75	150	16535	99	80
9	A20	JOINT	1	80	80	16615	99,5	90
10	J10	PIGNON	0,5	150	75	16690	100	100
SOMMES			807	16690				

Figure 6.15 Calcul des valeurs et fréquences cumulées

- Tracer la courbe des fréquences cumulées : courbe ABC ou de PARÉTO (fig. 6.16)

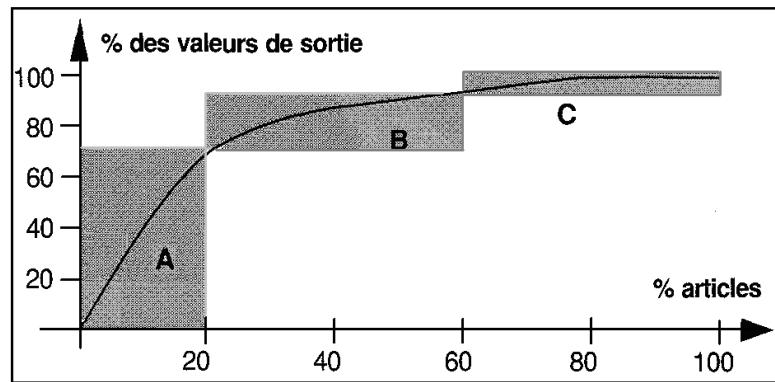


Figure 6.16

Les deux premiers articles représentent 70 % du montant des sorties et 20 % du nombre d'articles ces produits peuvent constituer la **classe A**. Les produits représentant 17 % du montant des sorties sont constituées de 40 % du nombre des articles. Ces articles P30, B20, A10, BiO pourraient constituer la **classe B**. Enfin les 4 derniers articles formeraient la **classe C** représentant 3 % de la valeur totale des articles.

Chapitre 7

Gestion de la Production Assisté par Ordinateur

1. Introduction

Dès le premier chapitre on a souligné le besoin impératif de gérer la production dans un but de compétitivité et donc de pérennité, sinon de survie de l'entreprise au milieu de la concurrence mondiale actuelle. Le projet de Gestion de Production est cependant trop souvent assimilé dans les entreprises à un projet GPAO (Gestion de Production Assistée par Ordinateur). Or, autant nous sommes tous d'accord pour mettre en avant le rôle indispensable de l'informatique dans ce domaine, autant la réussite du projet et la qualité de la Gestion Industrielle résultante reposeront sur la motivation des hommes et leur connaissance en matière de Gestion de la Production.

2. Apport de l'informatique à la GP

❖ Fonctions de l'ordinateur

L'ordinateur a trois fonctions essentielles qui seront utilisées dans la fonction Gestion de la Production. Il permet :

- **d'effectuer des calculs** rapidement et sans erreur. Il s'agit de calculs simples (additions, multiplications...) mais leur nombre très important les rend impossibles sans le concours d'un ordinateur ;
- **de stocker de nombreuses données** d'une manière fiable et pratique à condition simplement d'organiser la base de données et d'effectuer les sauvegardes périodiques. Nous savons, en effet, qu'en matière de données techniques, l'entreprise a un nombre considérable de valeurs à stocker ;
- **de gérer la circulation des informations**, notamment par l'intermédiaire de réseaux.

On peut utiliser ces fonctions sur tout ordinateur, du plus petit au plus important, avec naturellement des différences de puissance, de rapidité et de convivialité.

❖ Limites de l'informatique

Le paragraphe précédent nous a présenté les qualités de l'ordinateur qui nous permet de stocker, faire circuler l'information et calculer. Ces résultats constitueront une aide à la décision

au service des gestionnaires et des personnes pour lesquelles ils recueillent des informations. L'ordinateur est donc un outil précieux au service entre autres de la Gestion de la Production. Mais il faut bien avoir à l'esprit qu'il exige une **rigueur** sans faille. L'informatisation ne résout pas les problèmes existants : il faut mettre en évidence les **dysfonctionnements** et les **corriger avant d'informatiser**. En effet, rien n'est plus flexible que l'être humain et informatiser les dysfonctionnements est catastrophique.

On voit bien que la mise en place ou la réorganisation de la Gestion de la Production d'une entreprise implique une démarche complète de projet et ne peut être réduite à la simple mise en place d'un progiciel.

❖ Informatique et Gestion de la Production

- **Domaines d'application en Gestion de Production**

Au sein de l'entreprise, l'informatique intervient essentiellement dans :

- la **gestion des matières**, c'est-à-dire l'approvisionnement, la gestion des divers stocks et en-cours, la distribution vers les clients internes (autres unités de la même entreprise) ou clients extérieurs ;
- la **gestion des moyens de production**, notamment les machines et la main-d'oeuvre pour lesquelles il faut adapter charges et capacités ;
- la gestion administrative de la production, en établissant une **planification** puis un **pilotage de l'exécution** mais aussi en renseignant les autres fonctions de l'entreprise (comptabilité, finances, service des Méthodes, bureau d'Etudes...).

- **Intégration des fonctions CIM**

Comme nous l'avons dit plusieurs fois, la fonction de Gestion de la Production est en interaction étroite avec les autres fonctions de l'entreprise. Et ceci est de plus en plus nécessaire notamment dans l'esprit du Juste-à-Temps. La réponse à ce besoin de communication efficace est parfois évoquée sous le sigle **CIM** (Computer Integrated Management plutôt que Manufacturing).

Toutefois précisons qu'il y a souvent eu, notamment en France, confusion entre la fonction et l'outil. C'est le cas lorsque le CIM est présenté sous son aspect informatique avec interaction de quelques fonctions (CAO-FAO, GPAO-suivi...). Alors que l'esprit du CIM, et les Japonais le prennent bien dans ce sens, est un **décloisonnement des fonctions** (surtout celles de "tête" du produit, en appelant ainsi celles qui sont le plus proches du client, c'est-à-dire marketing,

conception, commercial pour aller vers la production) et une mise en commun des informations... et là on retrouve l'outil informatique à travers réseau, base de données ou base d'information de l'entreprise.

Il s'agit d'une **intégration** de toutes les fonctions dans un système global d'opération, d'information et de décision de l'entreprise. En résumé, il faut un système d'information fiable et instantané pour aller vers le décloisonnement de l'entreprise avec intégration des moyens informatiques... et avec l'évolution de la **culture des hommes** dans ce sens, nous aurons abouti au véritable CIM.

- **Echange de données informatisé - EDI**

Il faut également remarquer que le support de l'informatique s'exerce aussi avec l'extérieur de l'entreprise vis-à-vis, d'une part des fournisseurs (approvisionnements) et d'autre part vis-à-vis des clients (commandes). En effet, dans un but de compétitivité avec les impératifs de réduction et de maîtrise de l'ensemble des délais et des cycles, l'échange de données entre entreprises doit être rapide et fiable.

Outre l'aspect déjà bien développé au niveau de commandes enregistrées à distance (Vente par Correspondance, mais aussi dans l'industrie notamment dans le secteur automobile), de tels échanges sont réalisés dans le cadre de relations de partenariat où des entreprises communiquent leurs prévisions à leurs fournisseurs. Dans certains cas, les partenaires ont mis au point un échange de données avec prise en compte en stock dès la confirmation de réception par lecture d'un code à barres.

Avec la complexité et le volume des données échangées, on voit l'intérêt d'un Echange de Données Informatise (**EDI**). Il prend un rôle important pour l'échange de données techniques et de fichiers CAO qui commence à être réalisé d'une manière intensive par certains mais pose le besoin impératif de normalisation.

- **Types de progiciels**

L'apport des progiciels est naturellement très différent selon les concepts de Gestion de Production employés dans l'entreprise.

Une entreprise fabriquant des produits structurés à partir de composants parfois communs ou à partir de sous ensembles standard, planifie sa production dans un contexte **MRP**. Les progiciels reprennent alors les diverses fonctions :

- les prévisions de la demande normalement réalisées par le service Commercial ;
- la planification par familles de produits (Plan Industriel et Commercial) très simple et qui est donc souvent réalisée avec l'aide d'un tableur ;
- la planification des produits finis ou modules standard (Programme Directeur de Production) et le calcul des charges globales ;
- le calcul des besoins en composants et matières premières conduisant à une proposition des ordres de fabrication et d'approvisionnement et le calcul des charges détaillées ;
- la gestion d'atelier comportant l'ordonnancement, les listes de priorités puis le lancement et le suivi d'exécution ;
- les coûts de revient prévisionnels ou réels...

Certains progiciels incorporent des modules **Juste-à-Temps** afin de faire le lien entre la planification de type MRP et un fonctionnement des ateliers en JAT. Il peut notamment y avoir une édition de Kanban sur des produits qui tireront la production des postes amont.

Dans les entreprises fabriquant des produits complexes, unitaires et à cycle de production long, il s'agit de gestion de projet. Le progiciel doit alors gérer les tâches en s'attachant au respect des délais. Il est éventuellement possible de suivre les coûts. Le progiciel permet également de coordonner plusieurs projets et de gérer notamment les ressources communes.

Les outils de **simulation de flux** permettent de créer un modèle pour simuler des flux physiques ou d'information. Ils ne sont pas encore très répandus dans les entreprises à cause de leur coût et de la difficulté d'utilisation et d'interprétation. Ceci est vrai en particulier pour les petites entreprises qui ne les utiliseraient que de temps à autre. Or ces outils sont d'un intérêt considérable, car ils permettent de résoudre assez rapidement des problèmes complexes et surtout d'obtenir les résultats sans réaliser les essais réels.

❖ Choix du progiciel

Comme on l'a déjà vu, le progiciel n'est pas le facteur principal de la réussite d'un projet de Gestion de Production, mais il faut naturellement choisir un bon progiciel. Il en existe bon nombre, alors essayons de choisir un progiciel bien adapté à l'entreprise.

• Critères de choix du progiciel

Une des premières questions qui se posent au moment du choix est la suivante : est-il préférable (le développer ou faire développer un logiciel spécifique qui sera "bien" adapté à

l'entreprise ou bien utiliser un logiciel standard a priori moins proche de l'entreprise concernée ? Un logiciel spécifique sera plus long à mettre en oeuvre, car il faut le développer avant de l'implanter. On peut de plus se demander si sa trop grande adaptation à l'organisation existante est judicieuse. Son coût est également plus élevé qu'un logiciel développé pour un grand nombre d'entreprises. Inversement, un logiciel standard peut être incomplet, compliqué... Mais il faut savoir qu'un bon logiciel standard est prévu avec des paramètres d'installation qui justement le rendent adaptable tout en restant fidèle au schéma classique d'organisation de la Gestion de Production d'une entreprise. Les entreprises interrogées pensent d'ailleurs la plupart du temps appartenir à un cas exceptionnel où leurs besoins sont à 80% spécifiques et 20% généraux. Dans la réalité la proportion est inversée ! De plus, des adaptations jugées nécessaires seront toujours possibles et des interfaces permettront facilement la mise en commun des bases de données techniques avec les autres logiciels de l'entreprise. On conclura, à ce sujet, qu'il est maintenant totalement admis qu'il est préférable de **choisir un bon standard**.

Deuxième point important le choix du progiciel doit-il dépendre de l'ordinateur existant déjà dans l'entreprise ? En supposant que l'ordinateur soit en place pour encore plusieurs années, tout d'abord n'est-il pas déjà très utilisé et pourra-t-il supporter dans de bonnes conditions le progiciel supplémentaire ? En outre, nombre de progiciels présentent toutes les fonctionnalités attendues sur des versions micro-ordinateurs peu onéreux (éventuellement plusieurs micro-ordinateurs en réseau). Si donc l'existence (l'un ordinateur dans l'entreprise peut être un élément (du choix du progiciel de GPAO, il ne doit pas être l'élément déterminant qui pourrait conduire à des désillusions. Certains progiciels sont d'ailleurs compatibles avec une gamme étendue de matériels et évitent cette restriction.

Outre le facteur d'une contrainte financière qui éliminera certaines solutions à cause de leur coût jugé excessif pour l'entreprise, il y a quelques critères fondamentaux à prendre en compte fonctionnalités offertes, convivialité, supports techniques associés (disponibilité, mises à jour, coûts, langues...), formation à l'utilisation du progiciel, maintenance, fonctionnement en interactif ou en différé, pérennité du fournisseur.

❖ Méthode de choix du progiciel de GPAO

Voici la méthode de choix que nous pouvons proposer :

- il faut bien connaître les méthodes de Gestion de la Production, notamment le Management des Ressources de Production et la Gestion de Projets car ce n'est pas aux progiciels et à leurs vendeurs de définir les idées directrices du projet de l'entreprise ;

- il est utile de commencer par une **recherche documentaire** dans des revues, ouvrages spécialisés, notamment les travaux du CXP, association qui étudie les progiciels existant sur le marché ;
- les références d'**entreprises utilisatrices** sont irremplaçables. On pourra avoir l'avis de diverses personnes avec des points de vue différents selon leur fonction ;
- on établira un **cahier des charges** précis pour faire l'appel d'offres ;
- un **jeu d'essai** caractéristique de l'entreprise permettra de juger des possibilités proposées par les divers progiciels, des modifications et des interfaçages nécessaires ;
- on fera une **première sélection** pour arriver à quatre ou cinq candidats avant d'approfondir l'étude du **choix définitif** définissant le progiciel le plus adapté.

❖ Modifications du progiciel

Il se pose toujours la question de savoir s'il faut rester standard ou modifier le progiciel pour une **adaptation spécifique** à l'entreprise. Il faut bien avoir à l'esprit que toute modification entraîne une rigidité qui gênera ensuite l'évolution. En effet, elle interdira le passage aux nouvelles versions proposées. Alors pour limiter ces désagréments, il ne faut faire que des **modifications jugées indispensables**. La philosophie à adopter est simple : il est interdit de toucher au coeur du progiciel mais seulement à la périphérie.

❖ Mise en place du système

La difficulté ne se situe pas au niveau de l'installation informatique du nouveau logiciel. Elle réside, tout d'abord, dans la préparation des données qui est souvent sous-estimée et surtout dans le démarrage de l'application pour passer de l'ancienne gestion à la nouvelle. En effet, le nouveau système va naturellement aboutir à proposer des Ordres de fabrication et d'approvisionnement. Mais l'entreprise a déjà en cours des fabrications et assemblage à divers stades, ainsi que des commandes en cours auprès des fournisseurs. Il faut donc que les gestionnaires confirment certains ordres en respectant leur état d'avancement et placent des ordres fermes. Mais il peut se poser bon nombre de problèmes, par exemple l'existence d'ordres lancés avec une gamme modifiée depuis, ou des nomenclatures qui ont évolué. On voit gin' les gestionnaires devront prendre des décisions exigeant à la fois la connaissance de l'ancien et du nouveau système ainsi que l'état réel de l'atelier.

Chapitre 8

Exercices

Exercice 1. Gestion des stocks (Analyse ABC)

a) Enoncé

Etant donné les informations suivantes concernant la gestion des stocks d'une entreprise :

N° Produit	Prix unitaire	Consommation sur 3 mois	Existant en stock
1	33,00	305	72
2	50,50	595	42
3	6,00	1 000	300
4	6,10	490	151
5	35,00	200	50
6	1100,00	500	105
7	115,00	700	12
8	126,50	395	24
9	300,00	100	500
10	13,50	600	70
11	5,00	1200	3000
12	8,00	605	7
13	1,25	400	200
14	8,60	290	0
15	15,00	402	27
16	5,00	800	130
17	80,00	250	22
18	580,00	310	700
19	6,50	300	50
20	117,50	510	100

b) Travail demandé

1. Avant de déterminer sa politique de réapprovisionnement le responsable souhaite effectuer une **analyse ABC** sur les produits de l'entreprise.

- 1.1 Compte tenu des données qui vous sont fournies, sur quels critères peut-on effectuer les différentes analyses ? Préciser, à chaque fois l'objectif visé.
 - 1.2 Choisir le critère à utiliser pour effectuer l'analyse permettant de la technique de réapprovisionnement la plus appropriée ?
 - 1.3 Effectuer cette analyse. Qu'en concluez-vous ?
 - 1.4 Détermination définitive des classes.
 - 1.5 Quelle modification doit-on apporter à cette classification si on s'aperçoit que le produit 19 est une pièce de rechange vitale pour l'entreprise ?
-
2. Le responsable financier doit établir le bilan de l'entreprise. Il vous demande de l'aider dans son travail.
 - 2.1 Faire la valorisation du stock.
 - 2.2 Le responsable financier se plaint d'une trop forte immobilisation financière dans les stocks. Déterminer les produits qui sont les plus pénalisants.

Corrigé de l'exercice 1 (ABC)

1. Analyse ABC

2.1 Recherche des critères d'analyse

Avec les données qui sont en notre possession, il est possible d'effectuer une analyse ABC selon plusieurs critères :

- *Sur le Prix Unitaire* : cette analyse n'a aucun sens industriel.
- *Sur la Consommation sur 3 mois* : ce critère permet d'analyser les flux physiques de consommation, donc d'approvisionnement.
- *Sur l'existant en stock* : une analyse sur les quantités en stocks de chaque produit n'a aucun sens industriel.
- *Sur la Consommation sur 3 mois x Prix Unitaire* : ce critère permet d'analyser les flux de trésorerie induits par les flux physiques de consommation.
- *Sur l'existant en stock x Prix Unitaire* : ce critère permet d'analyser l'immobilisation financière due aux stocks.

2.2 Choix du critère d'analyse

Définir une politique d'approvisionnement consiste à déterminer le type de gestion des stocks à appliquer pour chaque produit.

Suivant l'importance du produit pour l'entreprise, la gestion sera plus ou moins poussée.

La meilleure détermination de la politique de réapprovisionnement se fait à partir d'une connaissance des besoins futurs en composants. Comme ces besoins ne sont pas connus, il est souvent admis que la consommation future suivra les mêmes lois que la consommation passée.

Dans notre cas, l'importance d'un produit est fonction de son coût de rupture. Comme nous ne le connaissons pas, il est possible d'admettre qu'en première approximation la probabilité de rupture d'un produit est directement liée à sa consommation.

Nous effectuerons donc une analyse ABC sur la « consommation sur 3 mois ».

2.3 Analyse sur la consommation

N° Produit	Consommation	Σ Consommation	%
11	1200	1200	12
3	1000	2200	22
16	800	3000	30
7	700	3700	37
12	605	4305	43
10	600	4905	49
2	595	5500	55
20	510	6010	60
6	500	6510	65
4	490	7000	70
15	402	7402	74
13	400	7802	78
8	395	8197	82
18	310	8507	85
1	305	8812	88
19	300	9112	91
14	290	9402	94
17	250	9652	97
5	200	9852	99
9	100	9952	100

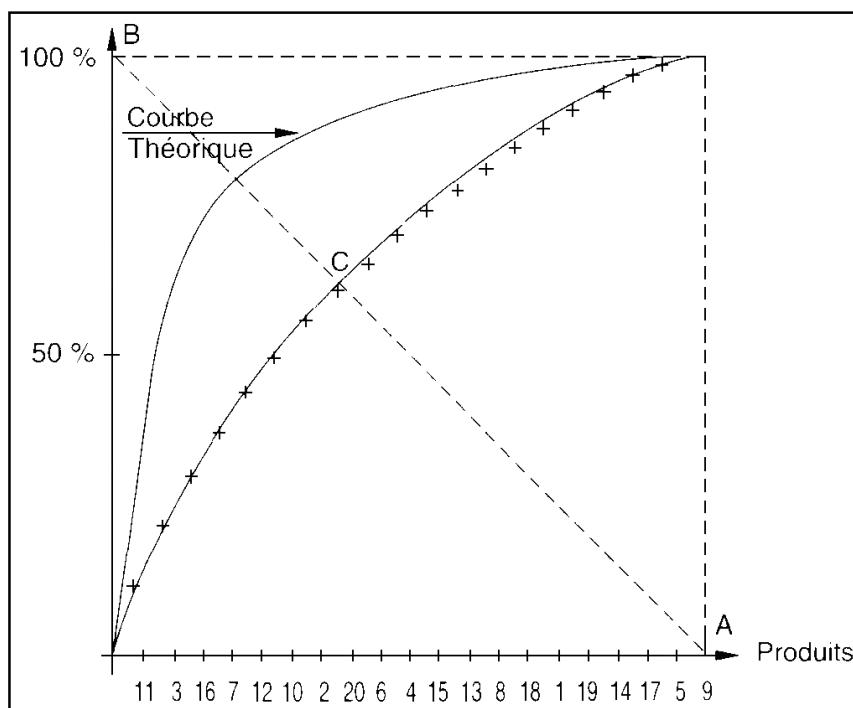
Compte tenu de la précision attendue, il est rarement utile de rechercher la décimale lors du calcul du pourcentage d'importance. De même, dans notre exemple, il est possible d'arrondir 9952 à 10 000 pour simplifier les calculs.

➤ Tracé et interprétation de la courbe

Rappelons que pour une meilleure interprétation de la courbe (habitudes visuelles), il est préférable de représenter cette courbe dans un carré.

En abscisses, les produits sont indiqués dans l'ordre de classement du critère.

En ordonnées, on indique les pourcentages d'importance cumulés.



Le ratio de discrimination est égal à :

$$\frac{\text{Longueur segment AC}}{\text{Longueur segment AB}} = \frac{68 \text{ mm}}{113 \text{ mm}} = 0,60$$

➤ Conclusion

Nous nous rendons compte que, compte tenu de la valeur de ratio, il est impossible de faire une classification de ces produits sur la consommation. Ce critère n'est pas discriminant. Il faut donc considérer que tous les produits sont de même importance ou recommencer l'analyse avec un autre critère (pour traiter un autre problème ou un problème complémentaire). L'analyse des

flux physiques n'étant pas significative, nous analyserons sur les flux de trésorerie induits par ces consommations.

Effectuons maintenant l'analyse sur la valeur « Consommation x Prix Unitaire ».

2.4 Analyse sur la consommation x Prix Unitaire

Calcul du critère	
N° Prod	Conso x PU
1	10065,00
2	30047,50
3	6000,00
4	2 989,00
5	7 000,00
6	550 000,00
7	80 500,00
8	49 967,50
9	30 000,00
10	8 100,00
11	6 000,00
12	4 840,00
13	500,00
14	2 494,00
15	6 030,00
16	4 000,00
17	20 000,00
18	179 800,00
19	1 950,00
20	59 925,00

Analyse sur le critère			
N° Prod	Conso x PU	Σ Conso x PU	%
6	550 000,00	550 000,00	52
18	179 800,00	729 800,00	69
7	80 500,00	810 300,00	76
20	59 925,00	870 225,00	82
8	49 967,50	920 192,50	87
2	30 047,50	950 240,00	90
9	30 000,00	980 240,00	92
17	20 000,00	1 000 240,00	94
1	10 065,00	1 010 305,00	95
10	8 100,00	1 018 405,00	96
5	7 000,00	1 025 405,00	97
15	6 030,00	1 031 435,00	97
11	6 000,00	1 037 435,00	98
3	6 000,00	1 043 435,00	
12	4 840,00	1 048 275,00	
16	4 000,00	1 052 275,00	
4	2 989,00	1 055 264,00	
14	2 494,00	1 057 758,00	
19	1 950,00	1 059 708,00	
13	500,0	1 060 208,00	100

Lorsqu'on atteint une valeur supérieure à 98% assez rapidement, il est inutile de calculer les autres pourcentages, cela n'apporte pas de précision à l'analyse.

➤ Tracé et interprétation de la courbe

Le ratio de discrimination est égal à : $\frac{92 \text{ mm}}{113 \text{ mm}} = 0,81$.

➤ Conclusion

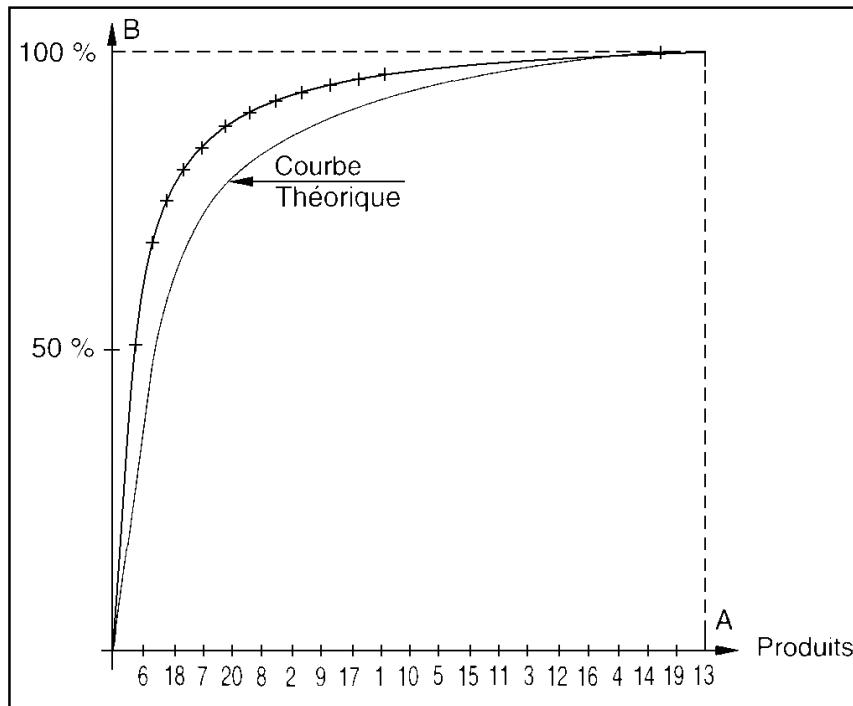
Nous pouvons voir que cette courbe est tout à fait interprétable car elle se rapproche de la courbe théorique. La valeur du ratio de discrimination nous permet d'adopter une répartition 20 – 20 – 60.

Cela nous donne :

Classe A : Produits 6, 18, 7, 20.

Classe B : Produits 8, 2, 9, 17.

Classe C : Produits 1, 10, 5, 15, 11, 3, 12, 16, 4, 14, 19, 13.



2.5 Cas de la pièce de rechange

Si le produit 19 est une pièce de rechange vitale pour l'entreprise, on doit lui attribuer la classe A et non la classe C.

Pour cela :

- soit ce produit ne participe pas à la classification et on lui attribue *a priori la classe A* ;
- soit il participe à la classification et on lui affecte la classe A *a posteriori*, quelque soit la classe suggérée par l'analyse.

Il est possible, également, de la considérer hors classification en lui attribuant arbitrairement la classe « D ».

2. Assistance au responsable financier

2.1 Valorisation du stock

N° Produit	Qté x PU
1	2 376,00
2	2 121,00
3	1 800,00
4	921,10
5	1 750,00
6	115 500,00
7	1 380,00
8	3 036,00
9	150 000,00
10	945,00

N° Produit	Qté x PU
11	15 000,00
12	56,00
13	250,00
14	0,00
15	405,00
16	650,00
17	1 760,00
18	406 000,00
19	325,00
20	11 750,00
Total	716 025,10

Pour établir le bilan de l'entreprise, il est nécessaire de connaître la valeur en stock obtenue par valorisation de l'existant.

Pour cela il faut calculer, pour chaque produit, la valeur (Quantité en stock x Prix Unitaire) et en faire la somme.

La valorisation du stock nous indique une immobilisation financière de 716 025,10 euros.

2.2 Produits pénalisants en immobilisation financière

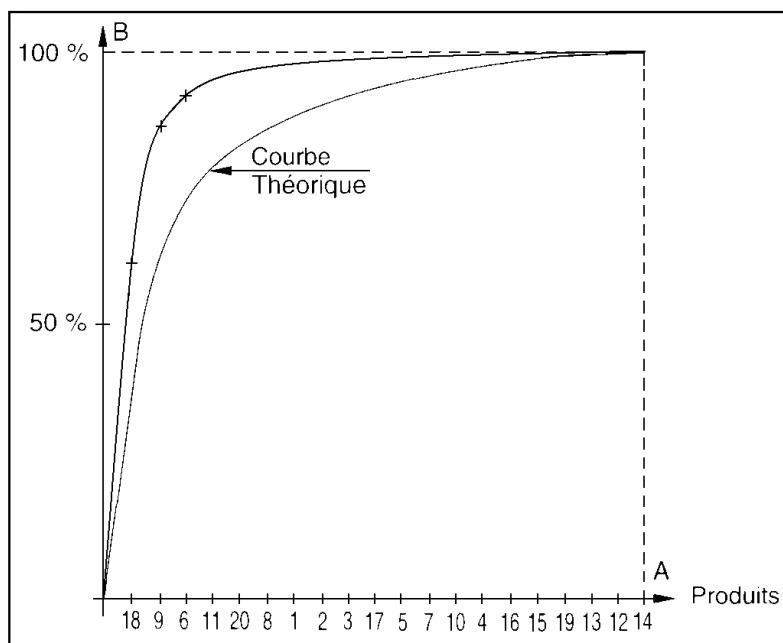
Pour déterminer les produits les plus pénalisants dans cette immobilisation financière, il suffit d'effectuer une analyse ABC sur :

Quantité en stock x Prix Unitaire

N° Produit	Qté x PU	Σ Qté x PU	%
18	406 000,00	406000,00	57
9	150 000,00	556000,00	78
6	115 000,00	671500,00	94
11	15 000,00	686500,00	96
20	11 750,00	698250,00	97
8	3 036,00	701286,00	98
1	2 376,00	703662,00	
2	2 121,00	705783,00	
3	1 800,00	707583,00	
17	1 760,00	709343,00	
5	1 750,00	711093,00	
7	1 380,00	712473,00	
10	945,00	713418,00	
4	921,10	714339,10	
16	650,00	714989,00	
15	405,00	715394,10	
19	325,00	715719,00	
13	250,00	715969,10	
12	56,00	716025,10	
14	0,00	716025,10	100

➤ **Tracé et interprétation de la courbe**

Le ratio de discrimination est égal à $\frac{98 \text{ mm}}{113 \text{ mm}} = 0,86$.



➤ Conclusion

Nous pouvons voir que cette courbe est tout à fait interprétable et le critère fortement discriminant. Le ratio de discrimination nous permet d'adopter une répartition 10 – 20 – 70.

Cela nous donne :

Classe A : Produits 18, 9

Classe B : Produits 6, 11, 20, 8

Classe C : Produits 1, 2, 3, 17, 5, 7, 10, 4, 16, 15, 19, 13, 12, 14

Remarque : Dans le but de minimiser la classe B et compte tenu de la forme de la courbe, nous pouvons considérer que le produit 6 est de classe A.

Exercice 2

L'entreprise FONSABLE est spécialisée dans la réalisation de pièces en fonte moulées au sable. Les matières premières principalement utilisées sont de la fonte et du sable. Ces matières premières sont acheminées par voie ferrée jusqu'à l'usine.

L'étude porte uniquement sur l'approvisionnement du sable de fonderie.

a) Données :

- nécessité de commander par wagon entier de 55 tonnes chacun ;
- possibilités de stockage : 8 silos de 110 tonnes chacun ;
- délai d'approvisionnement : 30 jours ;
- l'usine fonctionne suivant le régime de 3 x 8 et consomme en moyenne 13,75 tonnes de sable par jour ;
- FONSABLE travaille 330 jours par an, compte tenu de 1 mois de fermeture pour congés ;
- pour faire face aux aléas, le responsable de la gestion prévoit un stock de sécurité correspondant à 20 jours de fabrication ;
- le sable est facturé 120 F la tonne ;
- après chaque réapprovisionnement le gestionnaire souhaite avoir un stock de 880 tonnes.

b) Travail demandé

- Évaluer en tonnes le stock maximal et le stock de sécurité :

- stock maxi :
 - stock de sécurité :
- Calculer le stock d'alerte, c'est-à-dire le niveau de stock qui doit déclencher la commande :
- stock d'alerte :
- Déterminer la quantité à commander, calculer le délai qui s'écoule normalement entre deux commandes successives, en déduire la cadence théorique des commandes :
- quantité à commander :
 - délai qui s'écoule entre deux commandes :
 - cadence théorique entre deux commandes (nombre de commandes/an) :
- Exprimer la variation de stock en fonction du nombre de jours :
- variation du stock :
- Représenter graphiquement ces données à partir du jour J_0 où le stock maximal est assuré et tenir compte d'un retard de 10 jours pour la 2^{ème} commande (fig. 8a).

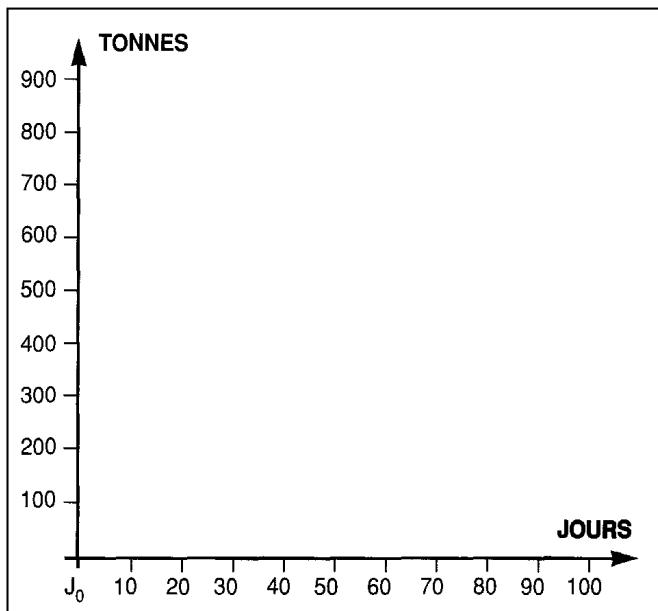


Figure 8a Représentation des approvisionnements et des consommations

- Donner les expressions des différents coûts de gestion en fonction du nombre annuel de commandes sachant que le coût de passation des commandes est évalué à 1 210 F par commande et que le taux de possession du stock retenu est de 16 %.

Représenter graphiquement les différents coûts en fonction de n :

$$CPO_{(n)} =$$

$$CPA_{(n)} =$$

$$CT_{(n)} =$$

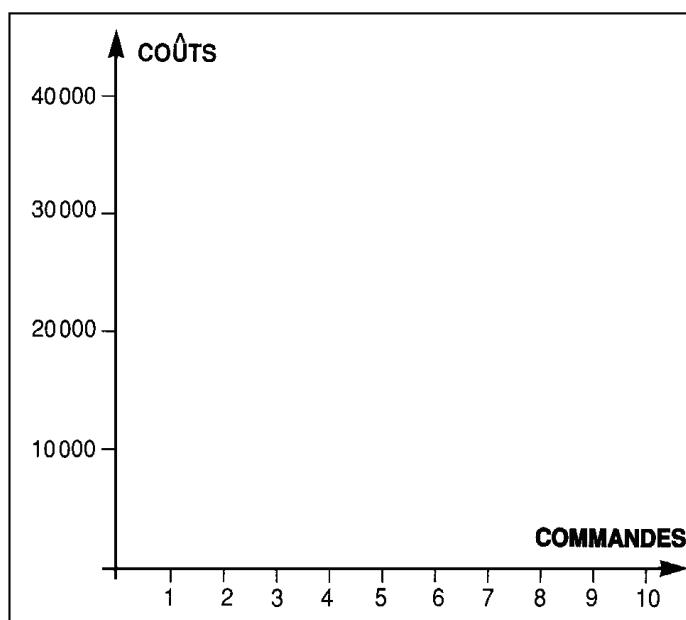


Figure 8b Représentation des coûts en fonction du nombre annuel de commandes

Corrigé de l'exercice 2

- Évaluer en tonnes le stock maximal et le stock de sécurité :
 - stock maxi : **8 silos de 110 tonnes chacun**

$$\text{stock maxi} = 880 \text{ tonnes}$$
 - stock de sécurité : **consommation de 20 jours**

$$13,75 \text{ t} \times 20 = 275 \text{ tonnes}$$
- Calculer le stock d'alerte, c'est-à-dire le niveau de stock qui doit déclencher la commande :
 - stock d'alerte : **stock de sécurité + stock mini**

$$275 \text{ t} + (13,75 \text{ t} \times 30) = 687,5 \text{ tonnes}$$

- Déterminer la quantité à commander, calculer le délai qui s'écoule normalement entre deux commandes successives, en déduire la cadence théorique des commandes :

- quantité à commander :

soit : stock maxi – stock de sécurité

$$880 \text{ t} - 275 \text{ t} = 605 \text{ t} ; \text{ soit : } \frac{605}{55} = 11 \text{ wagons}$$

- délai qui s'écoule entre deux commandes : **c'est le temps nécessaire à la**

$$\text{consommation de } 605 \text{ t. Soit : } \frac{605}{13,75} = 44 \text{ jours}$$

- cadence théorique entre deux commandes (nombre de commandes/an) :

$$\text{c'est : } \frac{\text{nombre de jours de consommation par an}}{\text{temps qui s'écoule entre 2 commandes}}$$

$$\text{soit : } \frac{330}{44} = 7,5 \text{ commandes par an}$$

- Exprimer la variation de stock en fonction du nombre de jours :

- variation du stock :

si « x » le nombre de jours :

$$\text{variation du stock} = 880 - 13,75 x$$

- Représenter graphiquement ces données à partir du jour J_0 où le stock maximal est assuré et tenir compte d'un retard de 10 jours pour la 2^{ème} commande (fig. 8a).

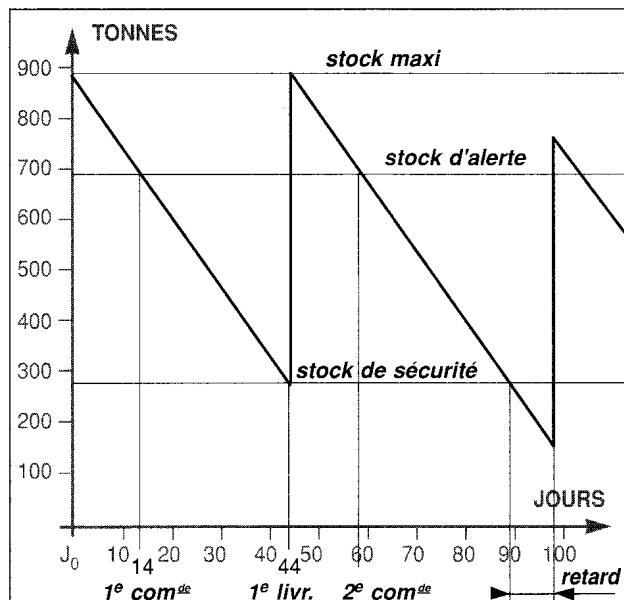


Figure 8a Représentation des approvisionnements et des consommations

- Donner les expressions des différents coûts de gestion en fonction du nombre annuel de commandes sachant que le coût de passation des commandes est évalué à 1 210 F par commande et que le taux de possession du stock retenu est de 16 %.
- Représenter graphiquement les différents coûts en fonction de n.

CPO_(n) = coût de possession de 1 F de stock x valeur stock moyen

$$CPO_{(n)} = 0,16 \times \frac{13,75 \times 330}{2n} \times 120 = \frac{43560}{n}$$

CPA_(n) = coût de passation de la commande x n

$$CPA_{(n)} = 1210 n$$

$$CT_{(n)} = 210 n + \frac{43560}{n} = 1210 n$$

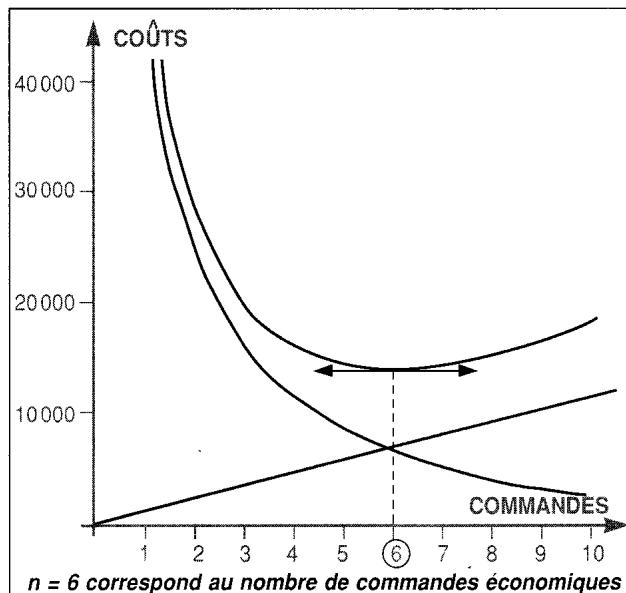


Figure 8b Représentation des coûts en fonction du nombre annuel de commandes

Exercice 3. Ordonnancement d'une production

a) Enoncé

Ayant en possession :

- un planning de production,
- des dossiers de fabrication des différentes pièces,
- des moyens techniques disponibles,
- des temps caractéristiques des différentes opérations de production,

EVALUER les taux de charge des différents moyens de production relatifs à chaque lot ;

EFFECTUER un jalonnement ; **PRENDRE** en compte un aléa.

• Données

Une unité de production permet l'usinage d'une famille de pièces utilisant tout ou partie des moyens.

Ressources disponibles :

- ✓ **C.U.V.** : Centre d'usinage vertical.
- ✓ **C.U.H.** : Centre d'usinage horizontal.
- ✓ **T.C.N.1** : Tour à commande numérique.
- ✓ **T.C.N.2** : Tour à commande numérique.
- ✓ **F.H.1** : Fraiseuse horizontale.

- ✓ **F.V.1** : Fraiseuse verticale.
- ✓ **T.S.A.** : Tour semi-automatique.
- ✓ **P.E.L.** : Perceuse à 3 broches en ligne.

Sur le document de la page suivante figure des éléments des dossiers de fabrication :

- la liste des **pièces à réaliser**,
- les données relatives ou **processus d'usinage** de chaque pièce,
- les **temps** caractéristiques de chaque phase (temps de préparation, temps unitaires).

En fonction du stock disponible, de la prévision de vente et des commandes fermes, les besoins pour les semaines **S1**, **S2**, **S3** et **S4** sont les suivants.

Période Pièces	S1	S2	S3	S4
GUIDE FRP Ø2	0	100	200	100
AXE PIF Ø1	10	100	100	100
BAGUE CONIQUE PIF Ø2	10	10	200	0
BAGUE FIXE PIF Ø3	200	100	100	100
CORPS APS05	20	0	40	0
SUPPORT D'AXE APS04	100	0	100	50

Sachant :

- que la date de **disponibilité** des pièces brutes sur le site de production est assurée pour le **lundi en début de première heure**,
- que la date de **livraison** des pièces usinées est fixée au **vendredi dernière heure (cinq jours ouvrés de 8 heures)**,

il est demandé d'étudier la **semaine S2**.

b) Travail demandé

- A – DÉCODER le diagramme de **GANTT 1** (page 94).
- repérer les **marques de fin de fabrication** pour chacune des pièces,
 - repérer la **marge en fin de production**,
 - en déduire le **type de jalonnement**,
 - indiquer le nombre de bagues fixes en réserve au début de la phase 30,
 - combien y a-t-il de pièces en attente à ce poste (**F.V.1**) quand la phase 20 vient d'être terminée.

Pour les réponses, surcharger le graphique GANTT 1.

➤ **B – ÉVALUER** les taux de charge pour la semaine S2.

Compléter le tableau « Fiche de charge » page 94.

➤ **C – EFFECTUER** un jalonnement.

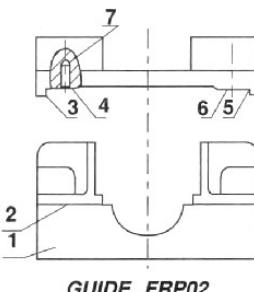
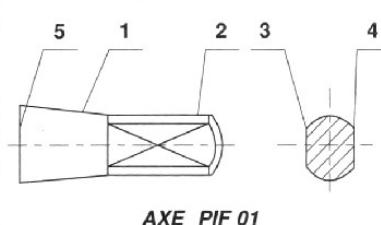
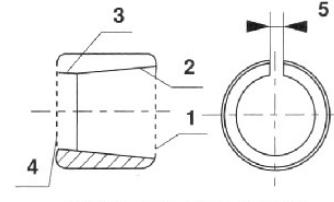
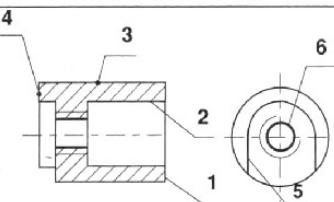
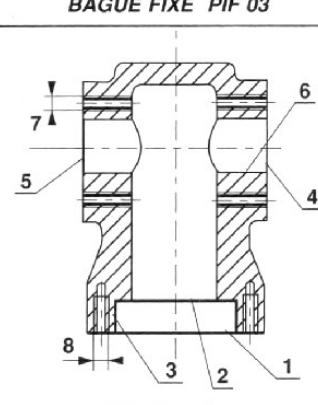
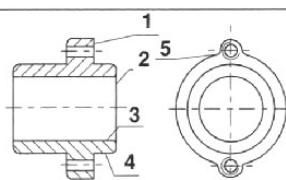
Pour la même production de la **semaine S2** :

- effectuer un **jalonnement au plus tard**,
- en déduire la **date de début de production**,
- **énoncer les avantages et inconvénients des deux types de jalonnement (document GANTT 2 page 95)**,
- prendre en compte un aléa.

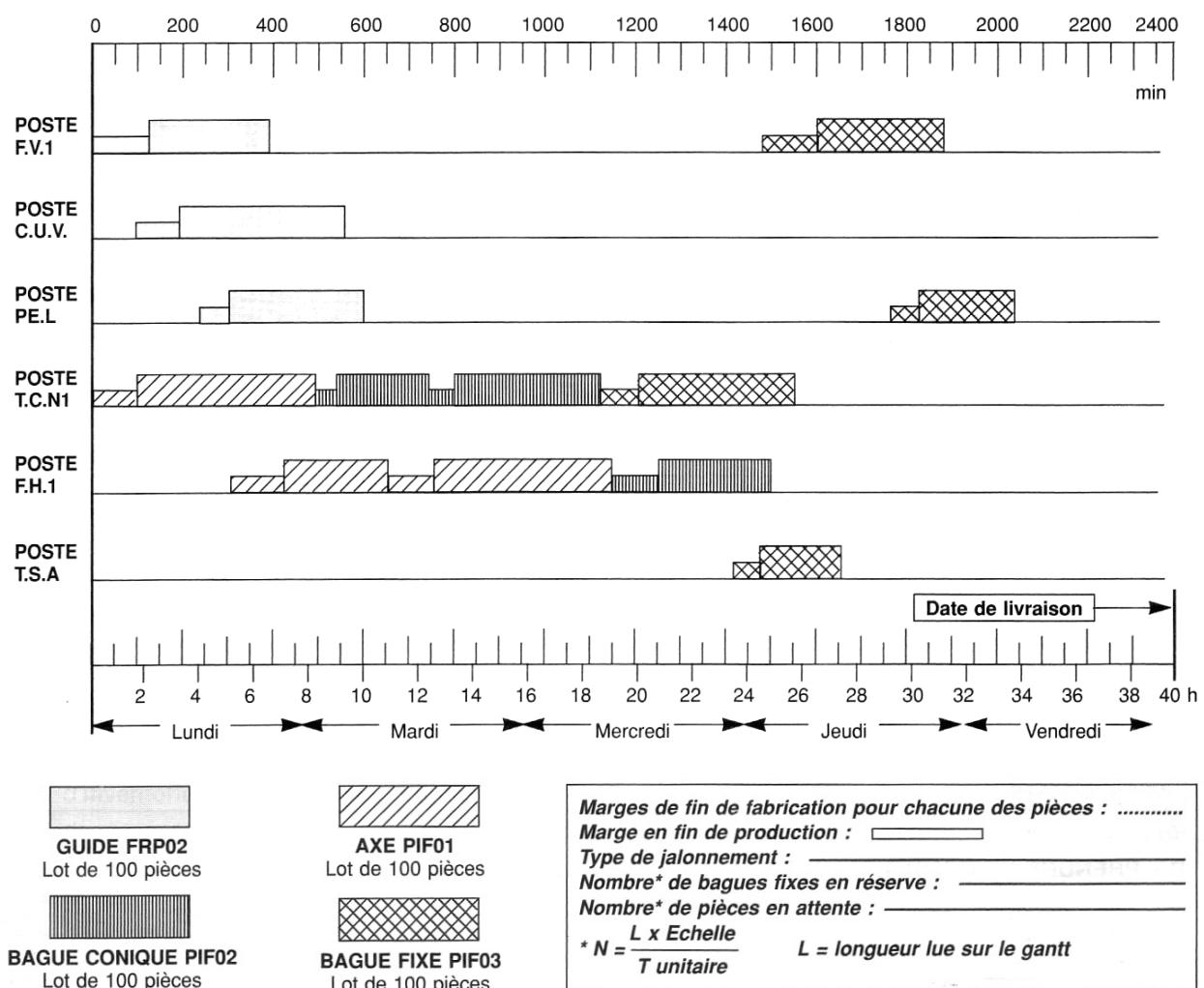
Le mardi soir de la **semaine S2**, le bureau d'ordonnancement reçoit une commande urgente de 20 corps d'appareil à sculpter (**APS 05**) et 50 supports d'axe (**APS 04**) et ordonne que cette urgence soit insérée dans la production dès le lendemain matin.

Sachant que les phases commencées mardi soir seront terminées, on demande, à partir du document GANTT 3, page 95, de refaire un jalonnement au plus tôt sans chevauchement pour les 2 pièces urgentes et de déterminer la date possible de livraison de cette commande urgente et celle de la production en cours.

ÉLÉMENTS DES DOSSIERS DE FABRICATION

ENSEMBLE	PIÈCES À RÉALISER	NOMENCLATURE DES PHASES	POSTES	TEMPS PRÉPARATION en h	TEMPS UNITAIRE en cmin
FRAISEUSE	 GUIDE FRP02	10 FRAISER 1 ET 2 20 FRAISER 3.4.5.6 30 PERCER TARAUDER 7-7'	F.V.1 C.U.V. P.E.L.	2 1,5 0,75	270 370 300
PIVOT	 AXE PIF 01	10 TOURNER Profil 1-2 20 FRAISER 3-4 30 FRAISER 5 (Sciage)	T.C.N.1 F.H.1 F.H.1	1,5 2 2	400 200 400
DE FENÊTRE	 BASE CONIQUE PIF 02	10 TOURNER 1-2 20 TOURNER 3-4 30 FRAISER 5 (Sciage)	T.C.N.1 T.C.N.1 F.H.1	0,75 0,75 1,5	200 330 270
DE FENÊTRE	 BAGUE FIXE PIF 03	10 TOURNER 1-2-3 20 TOURNER 4 30 FRAISER 5 40 PERCER TARAUDER 6	T.C.N.1 T.S.A. F.V.1 P.E.L.	1,5 1 2 0,75	330 170 290 200
APPAREIL À SCULPTER	 CORPS APS 05	10 TOURNER 1-2-3 20 FRAISER 4-5 30 ALÉSER 6 40 PERCER TARAUDER 7-8	T.S.A. F.H.1 C.U.H. P.E.L.	3 2 1 0,75	1 000 600 540 380
APPAREIL À SCULPTER	 SUPPORT AXE APS 04	10 TOURNER 1-2-3-4 20 PERCER 5	T.C.N.1 P.E.L.	1,5 0,75	300 200

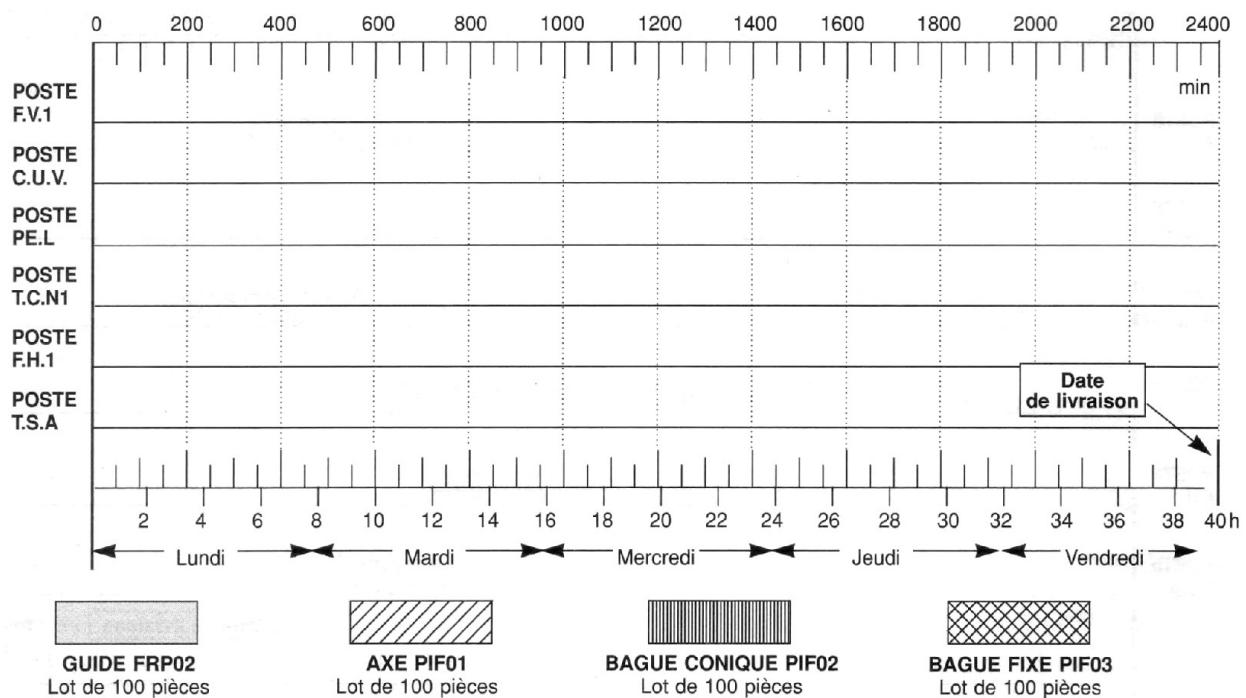
A – DÉCODER LE DIAGRAMME DE GANTT 1



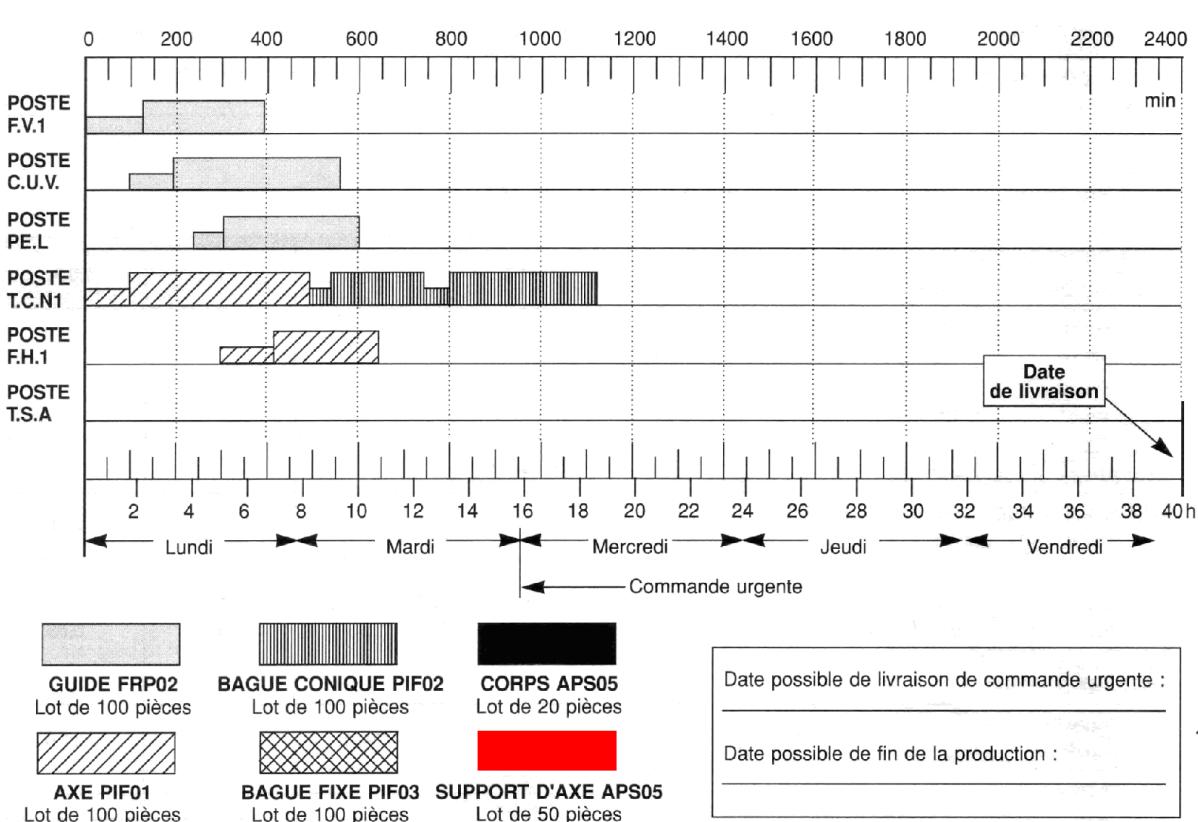
B – ÉVALUER LES TAUX DE CHARGE POUR LA SEMAINE S2

POSTES DE CHARGE		F.V.1	C.U.V.	P.E.L.	T.C.N1	F.H.1	T.S.A.
COMMANDES S2	Nombre						
FRP02	100			0,75 + 5			
PIF 01	100						
PIF02	100			0,75 + 3,33			
PIF03	100						
CHARGE TOTALE POUR LA SEMAINE				9,83 h			
CAPACITÉ THÉORIQUE POUR LA SEMAINE		40 h	40 h	40 h	40 h	40 h	40 h
COEFFICIENT DE PONDÉRATION							
RENDEMENT $r = 0,9$		0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
ABSENTÉISME $a = 0,05$							
$C = 0,9 \times 0,95 = 0,85$							
CAPACITÉ RÉELLE POUR LA SEMAINE		34 h	34 h	34 h	34 h	34 h	34 h
TAUX DE CHARGE :				9,83/34			
				29 %			

C – EFFECTUER UN JALONNEMENT : DIAGRAMME GANTT 2

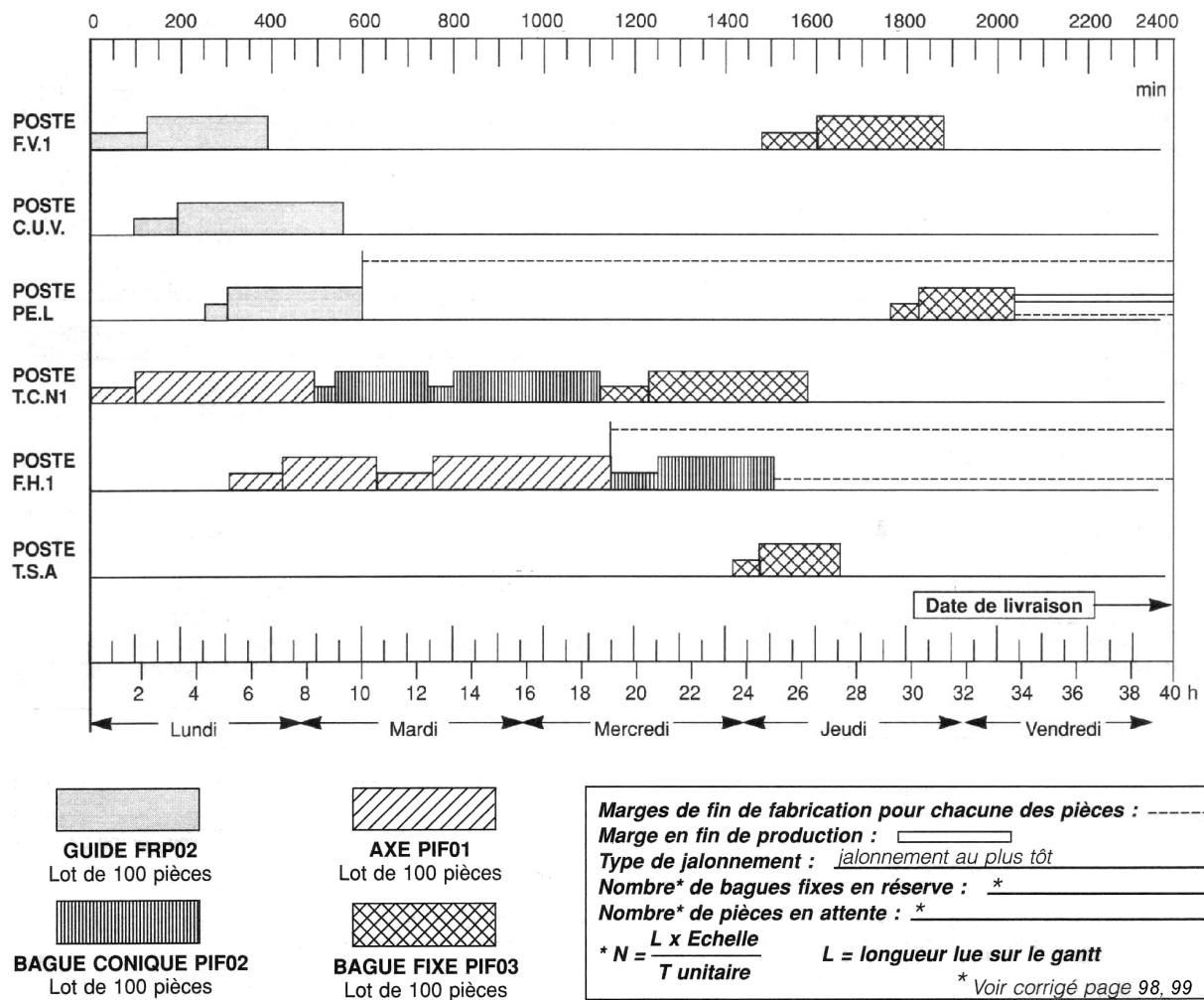


D – PRENDRE EN COMPTE UN ALÉA : DIAGRAMME DE GANTT 3



Corrigé de l'exercice 3

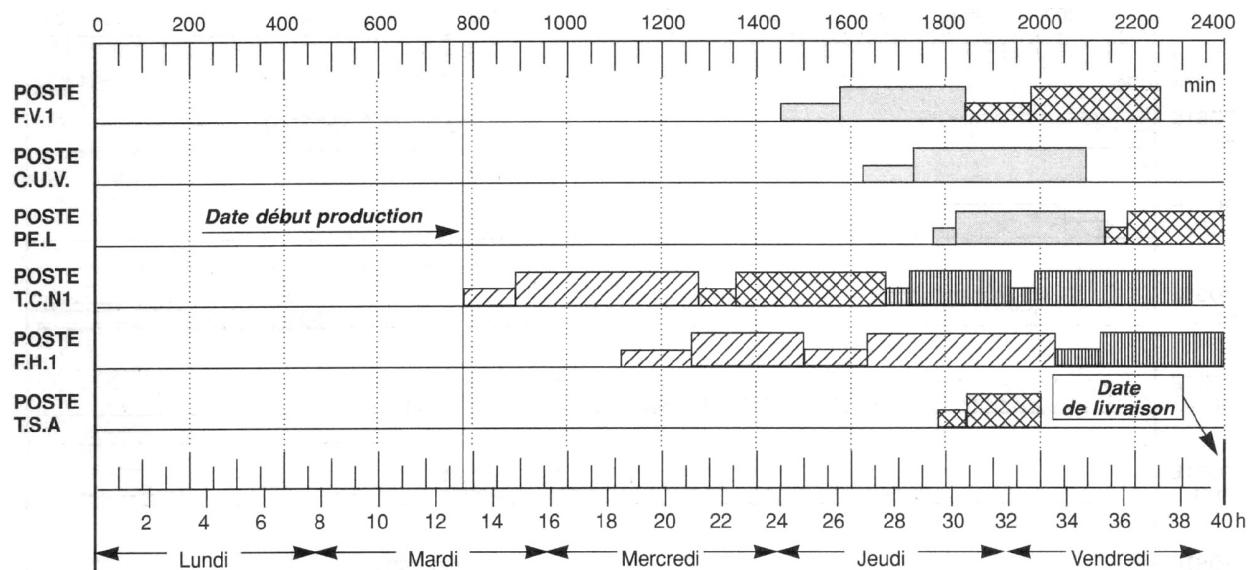
A - DÉCODER LE DIAGRAMME DE GANTT 1



B - ÉVALUER LES TAUX DE CHARGE POUR LA SEMAINE S2

POSTES DE CHARGE		F.V.1	C.U.V.	P.E.L.	T.C.N1	F.H.1	T.S.A.
COMMANDES S2	Nombre						
FRP02	100	2 + 4,5	1,5 + 6,16	0,75 + 5			
PIF 01	100				1,5 + 6,67	2+3,33+2+6,67	
PIF02	100				0,75+3,33+0,75+5,5	1,5 + 4,5	
PIF03	100	2 + 4,83		0,75 + 3,33	1,5 + 5,3		1 + 2,83
CHARGE TOTALE POUR LA SEMAINE		13,33 h	7,66 h	9,83 h	25,3 h	20 h	3,83 h
CAPACITÉ THÉORIQUE POUR LA SEMAINE		40 h	40 h	40 h	40 h	40 h	40 h
COEFFICIENT DE PONDÉRATION RENDEMENT $r = 0,9$ ABSENTÉISME $a = 0,05$ $C = 0,9 \times 0,95 = 0,85$		0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
CAPACITÉ RÉELLE POUR LA SEMAINE		34 h	34 h	34 h	34 h	34 h	34 h
TAUX DE CHARGE :		13,33/34	7,66/34	9,83/34	25,3/34	20/34	3,83/34
		39,2 %	22,5 %	29 %	74,4 %	58,8 %	11,3 %

C - EFFECTUER UN JALONNEMENT : DIAGRAMME GANTT 2

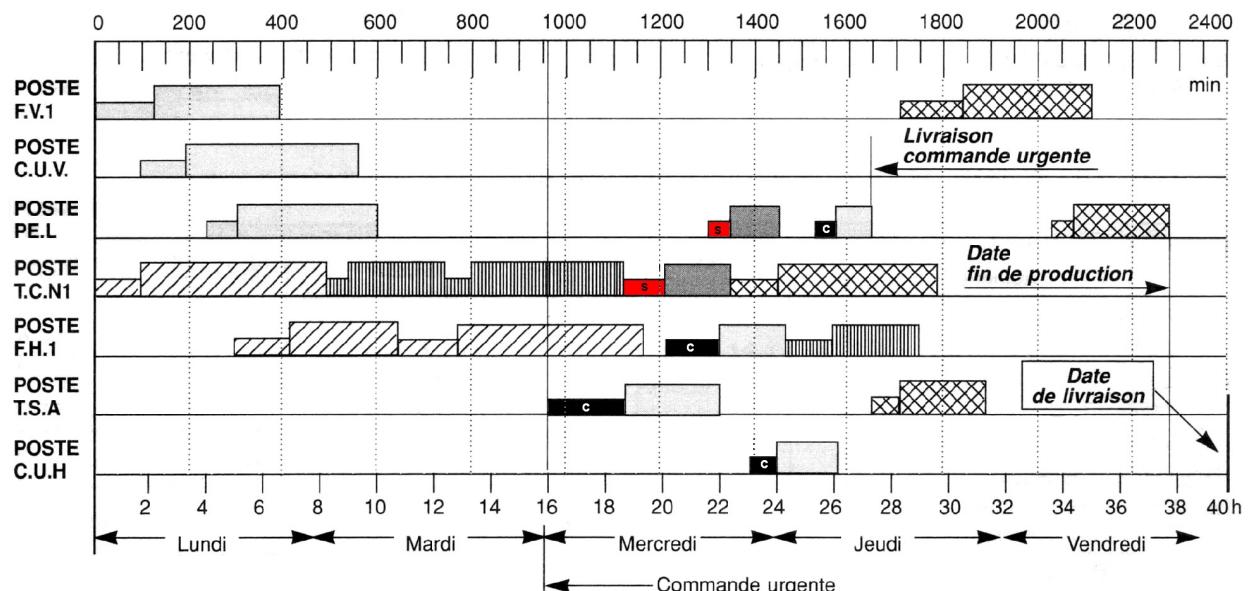


Date de début de la production : le mardi à la 5^e heure de la journée

	JALONNEMENT GANTT 1	JALONNEMENT GANTT 2
AVANTAGES	*	*
INCONVENIENTS	*	*

* Voir corrigé page 100

D – PRENDRE EN COMPTE UN ALÉA : DIAGRAMME DE GANTT 3



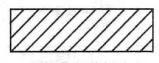
GUIDE FRP02
Lot de 100 pièces



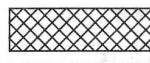
BAGUE CONIQUE PIF02
Lot de 100 pièces



CORPS APS05
Lot de 20 pièces



AXE PIF01
Lot de 100 pièces



BAGUE FIXE PIF03
Lot de 100 pièces



SUPPORT D'AXE APS05
Lot de 50 pièces

Date possible de livraison de commande urgente :
le jeudi à la 3,5^e heure de la journée

Date possible de fin de la production :
le vendredi à la 5,6^e heure de la journée

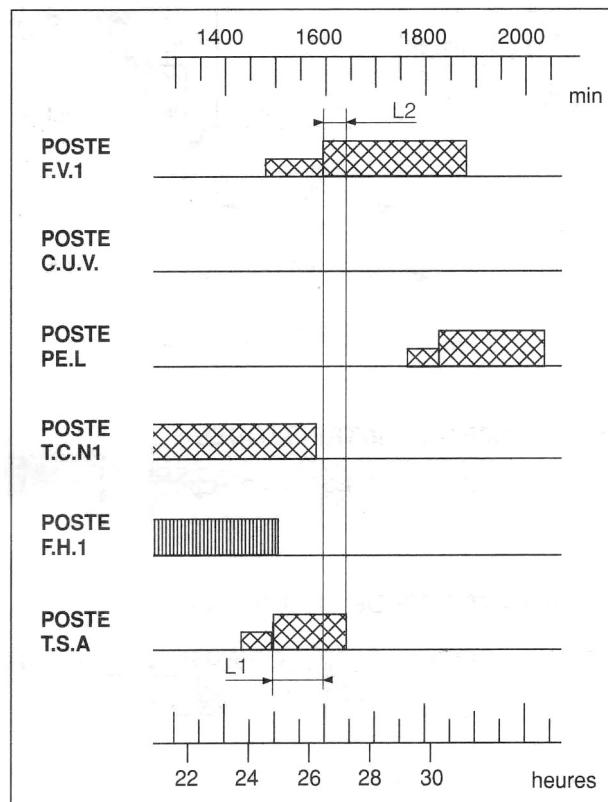
ÉLÉMENTS DE CORRIGÉ (SUITE)

A – DÉCODER LE DIAGRAMME DE GANTT 1

- **Type de jalonnement :**

Le diagramme de GANTT 1 fait apparaître une marge aval : le jalonnement est **au plus tôt avec marge aval**.

- **Nombre de bagues fixes en réserve en début de la phase 30.**



La longueur **L1** mesurée sur le diagramme de GANTT 1 correspond au temps écoulé au poste TSA avant le début de la phase 30.

Nombre de pièces réalisées pendant ce temps :

$$N = \frac{L1 \times \text{Echelle}}{\text{Temps unitaire}}$$

L1 mesurée = 7 mm.

Échelle 1 mm → 15,3 min.

Temps unitaire : 1,7 min.

$$N = \frac{7 \times 15,3}{1,7}$$

N = 63 pièces

- **Combien y a-t-il de pièces en attente à ce poste quand la phase 20 vient d'être terminée.**

A la fin de la phase 20, le poste F.V.1 a travaillé pendant une durée correspondant à une longueur L2 mesurée sur le graphique de GANTT 1.

Nombre de pièces correspondant à cette durée :

$$N = \frac{L2 \times \text{Echelle}}{\text{Temps unitaire}}$$

L2 = 3 mm.

Temps unitaire : 2,9 min.

$$N = \frac{3 \times 15,3}{2,9}$$

N = 16 pièces

Le lot fabriqué est de 100 pièces.

Le nombre de pièces en attente au poste F.V.1 est donc de :

N attente = 100 — 16

N attente = 84 pièces

C – EFFECTUER UN JALONNEMENT

- **Effectuer un jalonnement au plus tard.**

Dans ce cas, la ou les phases terminales sont mises en place à partir de la date de livraison et on remonte dans le temps pour trouver la date de production.

Remarques : pour minimiser les coûts dus aux stocks, aux en-cours et respecter les délais imposés par le client, des règles de priorités peuvent être définies :

- **priorité à la tâche ou au lot ayant la plus petite marge** (temps restant disponible jusqu'à la date de livraison – temps de réalisation du lot),
- **priorité au lot ayant la plus grande valeur afin de réduire le coût des en-cours,**
- **priorité à la première commande confirmée,**
- **priorité au lot dont la durée de réalisation est la plus courte.**

D'autres règles existent, mais il est difficile d'identifier la prédominance de l'une d'entre elles pour résoudre les problèmes de jalonnement.

- **Énoncer les avantages et inconvénients des deux types de jalonnement.**

✓ **Avantages**

Jalonnement avec marge AVAL : GANTT1
● permet d'absorber les aléas.
Jalonnement avec marge AMONT : GANTT2
● En-cours minimal. ● Pas de stockage avant livraison. ● Possibilité d'insérer une commande urgente.

✓ **Inconvénients**

Jalonnement avec marge AVAL : GANTT1
● En-cours importants. ● Stockage avant la livraison. ● Risque élevé de dépasser la date de livraison (aléas).

Bibliographie

- * SCHOEFS, FOURNIER, LEON (DELAGRAVE) – PRODUCTIQUE MECANIQUE
- * JAVEL, Georges – ORGANISATION ET GESTION DE LA PRODUCTION – 3^{ème} édition, Dunod, Paris, 2004
- * COURTOIS, Alain – GESTION DE PRODUCTION – 3^{ème} édition, Les éditions d'organisation, Paris, 1995