

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université de Tlemcen  
Faculté de Technologie  
Département de Génie Electrique et Electronique

# **Cours et Travaux Dirigés de « Gestion de la Production »**

Proposé par :

Dr. MEKAMCHA Khalid  
Enseignant au département de Génie Electrique et Electronique  
Membre du laboratoire de productique  
khalid.mekamcha@univ-tlemcen.dz

## **Avant-propos**

Ce module est destiné aux étudiants en 2<sup>ème</sup> année Licence en Génie Industriel. Le module va guider progressivement l'étudiant dans les coulisses du monde industriel où gestion, organisation, connaissance et stratégie vont être les mots d'ordre pour des prérequis de bonne qualité.

Ce module va permettre aux étudiants d'acquérir les connaissances nécessaires dans le domaine de la gestion de la production et va aussi développer chez eux l'esprit de l'organisation et de la gestion, dans tous les domaines en général, et dans le domaine industriel en particulier.

Le module est composé de quatre chapitres bien structurés qui vont faciliter à l'étudiant la perception des trois principales notions citées dans ce cours à savoir : la gestion de la production, la gestion des stocks et la planification.

Le cours est accompagné de plusieurs exercices répartis en quatre séances de travaux dirigés pour permettre à l'étudiant d'endosser le rôle d'un gestionnaire en développant chez lui la capacité de réflexion et de résolution de problèmes proche du réel de l'industrie.

Ce module est un aperçu général sur les bases de la Gestion de la Production Assistée par Ordinateur (GPAO). Les étudiants effectuent en parallèle avec ce cours, des travaux pratiques sur la GPAO en utilisant le logiciel d'apprentissage pédagogique Prélude 5. Ainsi, ils vont découvrir la facilité et la rapidité avec laquelle un logiciel peut effectuer des calculs pour des problèmes qui auparavant, leurs prenaient beaucoup de temps s'ils sont faits manuellement.

# Table de matière

|  |    |
|--|----|
| Introduction.....  | 8  |
| Chapitre I : Introduction à la gestion de la production..... | 9  |
| Introduction.....  | 9  |
| 1. L'entreprise.....   | 9  |
| 1.1 Les flux logistiques.....                                | 9  |
| 1.1.1 Les flux d'approvisionnement (amont).....              | 10 |
| 1.1.2 Les flux de distribution (aval).....                   | 10 |
| 1.1.3 Les flux de production .....                           | 10 |
| 2. Définition de la production.....                          | 11 |
| 3. La gestion de la production.....                          | 11 |
| 3.1 Historique.....  | 12 |
| 3.1.1 Le Taylorisme.....                                     | 12 |
| 3.1.2 Le Fordisme.....                                       | 12 |
| 3.1.3 Le Toyotisme.....                                      | 13 |
| 3.2 La compétitivité.....                                    | 13 |
| 3.2.1 L'économie de reconstruction.....                      | 13 |
| 3.2.2 La période de l'équilibre.....                         | 14 |
| 3.2.3 La revanche des consommateurs.....                     | 14 |
| 4. Coût de revient, marge bénéficiaire et prix de vente..... | 14 |
| Conclusion .....   | 15 |
| Chapitre II : Les données techniques.....                    | 16 |
| Introduction.....  | 16 |
| 1. Définition de la GPAO.....                                | 16 |
| 1.1 Exemple de progiciels de GPAO.....                       | 16 |
| 1.2 Les caractéristiques de la GPAO.....                     | 17 |
| 1.3 Les avantages de la GPAO.....                            | 17 |
| 1.4 Les avantages de la GPAO.....                            | 17 |
| 2. Les données techniques.....                               | 17 |
| 2.1 Les données historiques.....                             | 18 |
| 2.2 Les données d'activité.....                              | 18 |
| 2.3 Les données de base.....                                 | 18 |

|   |    |
|---|----|
| 2.3.1 Les articles.....   | 18 |
| 2.3.2 Les nomenclatures.....  | 19 |
| 2.3.3 Les postes de charge.....                                     | 20 |
| 2.3.4 Les gammes.....   | 21 |
| 3. Le délai d'obtention.....  | 22 |
| 4. Les temps opératoires.....                                       | 23 |
| Conclusion.....   | 24 |
| Chapitre III : La gestion des stocks et des approvisionnements..... | 25 |
| Introduction.....   | 25 |
| 1. Définition du stock.....   | 25 |
| 2. Les types de stocks.....   | 25 |
| 2.1 Le stock minimum.....   | 25 |
| 2.2 Le stock maximum.....   | 26 |
| 2.3 Le stock de sécurité.....                                       | 26 |
| 2.4 Le stock de couverture.....                                     | 26 |
| 2.5 Le stock d'alerte.....  | 27 |
| 2.6 Rupture de stock.....   | 27 |
| 2.7 Durée moyenne de stockage.....                                  | 27 |
| 3. Les catégories de stock.....                                     | 28 |
| 3.1 Les stocks de production.....                                   | 28 |
| 3.2 Les stocks hors production.....                                 | 28 |
| 4. Les fonctions du stock.....                                      | 28 |
| 4.1 Fonction de régulation.....                                     | 28 |
| 4.2 Fonction logistique.....  | 28 |
| 4.3 Fonction économique.....  | 28 |
| 4.4 Fonction d'anticipation et de spéculation.....                  | 28 |
| 4.5 Fonction technique.....   | 28 |
| 5. Les systèmes de stockage.....                                    | 29 |
| 5.1 Le stockage fixe.....   | 29 |
| 5.2 Le stockage par étagères mobiles.....                           | 29 |
| 5.3 Le stockage rotatif.....  | 30 |
| 5.4 Le stockage dynamique.....                                      | 30 |
| 6. La gestion des stocks.....                                       | 31 |
| 7. Les opérations de gestion des stocks.....                        | 32 |
| 7.1 Le magasinage.....  | 32 |

|   |    |
|---|----|
| 7.2 La gestion des entrées/sorties.....                                       | 32 |
| 7.3 Les inventaires.....  | 32 |
| 8. Les outils de gestion du stock.....  | 33 |
| 8.1 Le coefficient de rotation de stock.....                                  | 33 |
| 8.1.1 Exemple.....  | 33 |
| 8.1.2 Solution.....   | 34 |
| 8.2 La durée de rotation de stock.....  | 34 |
| 8.2.1 Exemple.....  | 34 |
| 8.2.2 Solution.....   | 34 |
| 8.3 Le taux de couverture.....  | 34 |
| 8.3.1 Exemple.....  | 35 |
| 8.3.2 Solution.....   | 35 |
| 8.4 La loi de Pareto.....   | 35 |
| 8.5 La méthode ABC.....   | 35 |
| 8.5.1 Exemple.....  | 36 |
| 8.5.2 La démarche à suivre.....   | 37 |
| 8.5.3 Application de la méthode ABC.....                                      | 37 |
| 8.5.4 Solution.....   | 38 |
| 8.6 La gestion économique des stocks.....                                     | 41 |
| 8.6.1 La quantité économique à commander.....                                 | 41 |
| 8.6.2 Exemple.....  | 43 |
| 8.6.3 Solution.....   | 43 |
| 9. Les méthodes de réapprovisionnement.....                                   | 45 |
| 9.1 Périodes et quantités fixes.....  | 46 |
| 9.2 Périodes fixes et quantités variables (Méthode de Recomplètement).....    | 46 |
| 9.2.1 Exemple.....  | 47 |
| 9.2.2 Application numérique.....  | 47 |
| 9.2.3 Solution.....   | 48 |
| 9.2.4 Méthode de Recomplètement avec seuil.....                               | 49 |
| 9.3 Périodes variables et quantités fixes (Méthode du Point de Commande)..... | 49 |
| 9.3.1 Exemple.....  | 49 |
| 9.3.2 Application numérique.....  | 51 |
| 9.3.3 Solution.....   | 51 |
| 9.4 Périodes et quantités variables.....                                      | 51 |
| Conclusion.....   | 51 |

|  |    |
|--|----|
| Chapitre IV : La planification de la production..... | 52 |
| Introduction.....                                    | 52 |
| 1. La Planification.....                             | 52 |
| 2. Historique.....                                   | 52 |
| 2.1 Le MRP 0.....                                    | 52 |
| 2.2 Le MRP 1.....                                    | 52 |
| 2.2.1 Exemple du MRP1.....                           | 53 |
| 2.2.2 Lissage du plan de charge.....                 | 53 |
| 2.3 Le MRP 2.....                                    | 54 |
| 3. Le Plan Stratégique.....                          | 54 |
| 4. Le Plan Industriel et Commercial (PIC).....       | 55 |
| 5. Le Plan Directeur de Production (PDP).....        | 55 |
| 6. Calcul des Besoins Nets (CBN).....                | 55 |
| 6.1 Le principe d'Orlicky.....                       | 56 |
| 6.2 La méthode de calcul des besoins nets (CBN)..... | 56 |
| 6.2.1 Les Besoins Bruts (BB).....                    | 56 |
| 6.2.2 Les Besoins Nets (BN).....                     | 56 |
| 6.3 La procédure MRP 2.....                          | 56 |
| 6.3.1 Exemple.....                                   | 58 |
| 6.3.2 Solution.....                                  | 59 |
| 6.3.3 Les différents cas de nomenclatures.....       | 62 |
| 6.4 Application numérique.....                       | 63 |
| 6.5 Solution.....                                    | 64 |
| 7. Le Lean Management.....                           | 68 |
| 7.1 Le juste à temps.....                            | 69 |
| 7.2 Les outils du juste à temps.....                 | 69 |
| 7.2.1 Total Productive Maintenance (TPM).....        | 69 |
| 7.2.2 Le changement d'outils rapide (SMED).....      | 69 |
| 7.2.3 Les 5 S.....                                   | 69 |
| 7.2.4 Le Kanban.....                                 | 70 |
| 8. La démarche Kaizen.....                           | 73 |
| 8.1 Pré-Kaizen.....                                  | 74 |
| 8.2 Ateliers Kaizen.....                             | 74 |
| 8.3 Post-Kaizen.....                                 | 74 |
| 9. La cellule de production « SERU SEISEN ».....     | 75 |

|  |     |
|--|-----|
| 9.1 La production en ligne.....  | 75  |
| 9.2 La production en cellule.....  | 75  |
| 9.3 Comparaison.....   | 76  |
| Conclusion.....  | 76  |
| Travaux Dirigés.....   | 77  |
| TD N° 1 – La gestion de stocks.....  | 78  |
| TD N° 2 – La gestion de stocks – La méthode ABC.....                               | 80  |
| TD N° 3 – La gestion de stocks – Les Méthodes de Réapprovisionnement.....          | 82  |
| TD N° 4 – Le MRP.....  | 84  |
| Corrigé des Travaux Dirigés.....   | 89  |
| Solution TD N° 1 – La gestion de stocks.....                                       | 90  |
| Solution TD N° 2 – La gestion de stocks – La méthode ABC.....                      | 93  |
| Solution TD N° 3 – La gestion de stocks – Les Méthodes de Réapprovisionnement..... | 98  |
| Solution TD N° 4 – Le MRP.....   | 102 |
| Références bibliographiques.....   | 112 |

## **Introduction**

Lorsqu'une entreprise n'atteint pas les objectifs qu'elle s'était fixée et lorsqu'elle n'arrive plus à être compétitive dans le marché c'est que c'est forcément dû à un ou à des problèmes qui peuvent être connus dans le cas le plus favorable ou méconnus dans la majorité des autres cas. Souvent où les gérants de ces entreprises restent perplexe et ne savent pas ce qu'ils doivent faire pour remonter la pente. C'est quoi exactement le problème ? Que faut-il faire pour le résoudre ? etc. Que de questions auxquelles le gérant doit à tout prix trouver des réponses s'il veut éviter à son entreprise la faillite.

Résoudre une problématique dans une entreprise n'est pas une tâche facile et à la portée de tout le monde car il y a une infinité de paramètres à connaître et à considérer lors de l'établissement d'un plan stratégique de production sur court, moyen et long terme. Quels sont alors les éléments qui vont permettre à ces entreprises de dominer le marché national et international et d'assurer ainsi, leur pérennité ?

Pour répondre à cette question, il va être présenté aux étudiants, tout d'abord quelques éléments qui englobent la gestion de la production et ensuite quelques méthodes et techniques qui vont les aider en tant que futurs gestionnaires à développer les entreprises qui présentent des difficultés de gestion. Surtout que la perception de la gestion de la production a beaucoup évolué, elle offre aux responsables des entreprises un large éventail d'actions à entreprendre pour faire face à la loi féroce imposée par la compétitivité.

# Chapitre N° 1 Introduction à la gestion de la production

## *Introduction*

Les entreprises qui ont vu leurs portes fermées ont dû remarquer que la cause était une mauvaise gestion de leur production ou bien des objectifs fixés sans une étude solide. Les entreprises trouvent beaucoup de difficultés pour adopter une stratégie industrielle efficace et pour avoir un contrôle précis de la gestion.

La gestion de la production est un moteur essentiel de la stratégie de l'entreprise. Elle lui permet d'avoir un contrôle net sur l'évolution de la compétitivité et une réaction rapide face aux aléas du marché.

### *1. L'entreprise*

« L'entreprise est une unité économique autonome disposant de moyens humains et matériels qu'elle combine en vue de produire des biens et services destinés à la vente. [1] »

Le but de toute entreprise est de vendre des produits pour satisfaire les besoins du marché en s'assurant de le faire le plus longtemps possible. Elle entretient une relation de client avec des fournisseurs qui lui livre les matières dont elle a besoin pour produire ses biens et services, et en même temps une relation de fournisseur avec ses clients.

### *1.1 Les flux logistiques*

Est considéré comme flux, tout échange observé entre les différentes parties économiques, à savoir, entre le fournisseur et l'entreprise ou entre l'entreprise et le client. La notion de flux est synonyme de mouvement, de circulation, d'évolution, de rapidité et donc d'efficacité.

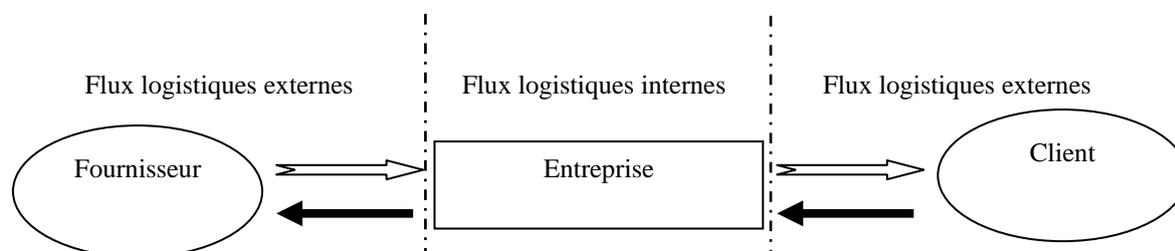


Figure I.1 Les flux logistiques

Nous avons d'un côté les *flux physiques* comme les entrées et sorties des composants, produits ou matières premières et d'un autre côté les *flux d'informations* comme les ordres d'achat et de fabrication ou le suivi des commandes ou aussi les informations envoyées d'une partie à une autre comme par exemple la disponibilité d'un produit, d'un flux financier représenté par les paiements de factures suite à des achats de matières premières ou d'un flux de produits qui peut se traduire par le transfert de la marchandise depuis les locaux des fournisseurs jusqu' à l'entrepôt de l'entreprise ainsi que d'autres types de flux comme le flux de communication ou le flux de personnels, etc.

En général, trois types de flux englobent la chaîne logistique d'une entreprise, les flux de production qui représentent les flux logistiques internes et les flux d'approvisionnement et de distribution correspondant aux flux logistiques externes.

**1.1.1 Les flux d'approvisionnement (amont) :** qui sont des flux logistiques externes représentant la relation entre l'entreprise et ses fournisseurs. Cette relation est dite en amont parce qu'elle concerne la phase qui vient au tout début, bien avant le lancement de la production. L'entreprise va alors s'approvisionner en quantité suffisante de matières premières, nécessaire pour lancer sa production.

**1.1.2 Les flux de distribution (aval) :** ce sont aussi des flux logistiques externes mais qui représentent la relation entre l'entreprise et ses clients. Cette relation est dite en aval parce qu'elle concerne la phase qui vient après la fin de la production, une fois que le produit final, destiné à la vente est prêt. L'entreprise va alors livrer la quantité commandée de produits finis, à ses clients.

**1.1.3 Les flux de production :** ces flux décrivent le chemin effectué par les différents articles, matières premières, produits semi finis ou produits finis, à l'intérieur de l'entreprise. On distingue généralement trois types de flux de production :

**- Les flux poussés (push system)**

Le flux poussé consiste à produire un bien avant qu'un besoin particulier n'ait été formulé par un client. Cela signifie donc que l'entreprise va engager de l'argent (achat de matières premières, paiement des salariés, utilisation des moyens de production...) sans être réellement sûre à 100% qu'elle pourra vendre le fruit de sa production (et donc par conséquent être payé).

Il faut noter également qu'une fois le processus de production terminé, **le produit sera stocké** en attendant qu'un client l'achète. Il en résultera donc des frais de stockage **sur des produits finis**. Cette gestion se base sur **les prévisions de vente**.

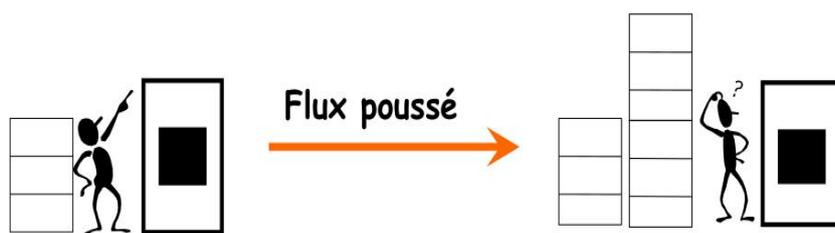


Figure I.2 Le flux poussé [2]

**- Les flux tirés (pull system)**

Dans cette organisation, c'est la demande d'un client qui sera l'élément déclencheur d'une mise en fabrication d'un produit. Normalement, il y a zéro stock intermédiaire dans la chaîne de production.

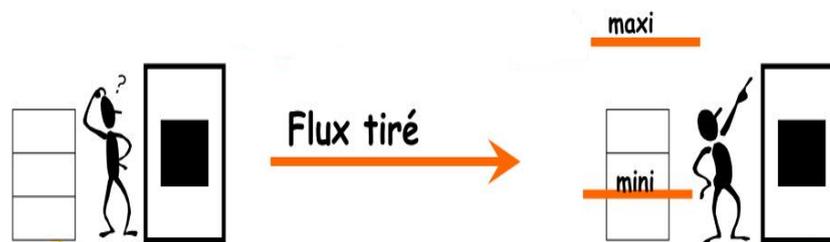


Figure I.3 Le flux tiré [2]

**- Les flux tendus (juste-à-temps)**

Le flux tendu correspond à une production régulière et maîtrisée de bout en bout. C'est un mélange des deux précédents flux (un flux tiré avec un minimum de stock et d'en-cours). L'objectif du flux tendu est de limiter au strict minimum le coût de stockage en ne produisant que ce que l'entreprise est sûre de pouvoir vendre.

Dans un flux tendu, la production débute généralement après la commande du client. Cette méthode est principalement appliquée dans l'industrie afin d'adapter la quantité de biens produits et la demande où les quantités produites correspondent au plus juste à la demande du marché.

**2. Définition de la production**

La fonction production est l'opération de transformation de matières premières ou de composants en produits qui ont une valeur sur le marché.

**3. La gestion de la production**

La gestion de la production est la bonne utilisation de l'entreprise de ses ressources (matières premières, ateliers, machines, ouvriers, matériels,...) en vue de fabriquer des produits de qualité, dans les délais requis, au meilleur coût afin de garantir la satisfaction de ses clients. Un responsable doit coordonner entre les différents services de l'entreprise afin de garantir une bonne fluidité de la production comme c'est indiqué dans la figure I.4, et faire en sorte que les produits soient livrés aux clients dans les délais, que les commandes soient passées auprès des fournisseurs suffisamment à l'avance pour garantir la disponibilité des matières premières dans le stock et ainsi éviter les arrêts de production.

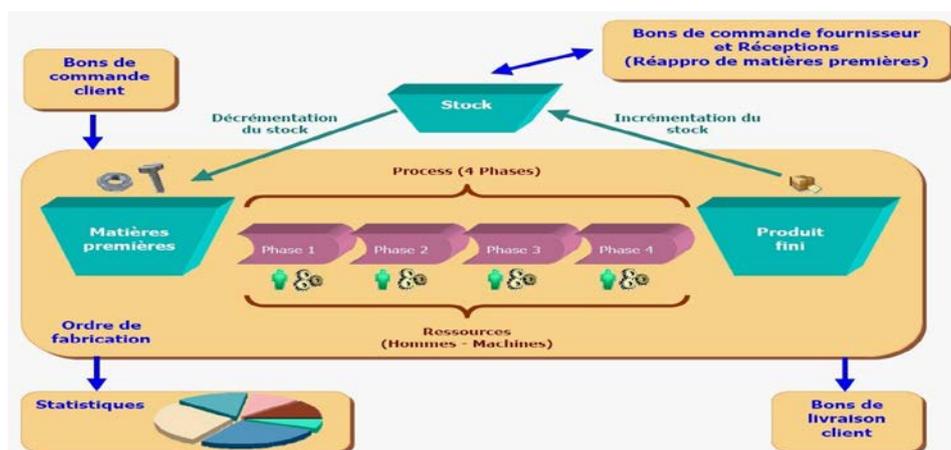


Figure I.4 La gestion de la production [3]

### 3.1. Historique

Pour comprendre les principes de la gestion de production moderne, il est impératif de revenir en arrière et observer son évolution depuis le début.

#### 3.1.1 Le Taylorisme : Frederick Taylor (1856-1915)

Considéré comme le père du management scientifique, il est le premier à s'intéresser à la mesure du temps mis pour effectuer chaque tâche; Il fait passer l'industrie de **l'improvisation à l'organisation rationnelle**.

L'idée était de décomposer le travail en gestes élémentaires chronométrés et organisés rationnellement pour former une chaîne de production.

Cette recherche du meilleur rendement impliqua la recherche du « mieux produire », ce qui nous mène vers la « gestion de la production »

Il définit alors la forme d'Organisation Scientifique du Travail (OST) qui porte le nom de « **Taylorisme** ».



Figure I.5 Frederick Taylor

#### 3.1.2 Le Fordisme : Henry Ford (1863-1947)

Fondateur de l'entreprise qui porte son nom, il ajouta de nouveaux principes d'OST instaurés par le « **Taylorisme** » en y ajoutant d'autres principes comme **l'augmentation des salaires des ouvriers** dans l'idée de les motiver. Cet avantage, a fait que tout

travailleur va donner le meilleur de lui-même dans son lieu de travail et en même temps de faire de lui un consommateur potentiel des voitures qu'ils fabriquent.

Ceci donna naissance au « **Fordisme** » qui désigne un équilibre entre le côté économique et le côté social.



**Figure I.6 Henry Ford**

### **3.1.3 Le Toyotisme : Taiichi Ōno (1912-1990)**

C'est le **Système de Production Toyota (SPT)** ou **Lean Manufacturing**. Inspiré des travaux de « William Edwards Deming » et des écrits de « Henry Ford » sur le « **Fordisme** », l'ingénieur «**Taiichi Ōno**» a mis au point un système de gestion de l'entreprise, consistant à réduire les gaspillages, maintenir la qualité à tous les niveaux de la chaîne de la production et **inclure tous les opérateurs de l'entreprise pour l'amélioration du système** et ainsi créer une bonne dynamique de travail.

Ce système allie **l'efficacité de production** à une certaine **reconnaissance psychologique** des travailleurs. On leur demande leur avis sur l'entreprise, et ils se sentent donc plus importants.



**Figure I.7 Taiichi Ōno**

## **3.2 La compétitivité**

C'est depuis environ 1950 que la compétitivité économique s'est accélérée subissant les trois phases de l'évolution :

### **3.2.1 L'économie de reconstruction**

Après la 2<sup>ème</sup> G.M, il fallait reconstruire l'économie mondiale, c'est l'époque reine du travail à la chaîne, les entreprises étaient assurées de vendre ce qui est produit car la demande était largement supérieure à l'offre (**demande > offre**). Les clients ne cherchaient qu'à s'équiper de ce qu'ils n'avaient pas et généralement il n'y avait pas le choix sur les produits à acheter.

### 3.2.2 La période de l'équilibre

Dans cette période, les clients ne cherchaient pas forcément à s'équiper, mais à renouveler leurs biens. Ils avaient maintenant le choix de leurs fournisseurs car l'offre suffisait amplement à couvrir la demande, même que la proportion entre l'offre et la demande était presque identique (**demande  $\approx$  offre**). Les producteurs cherchaient à produire à l'avance les produits désirés par les clients.

### 3.2.3 La revanche des consommateurs

Avec le temps, les besoins des consommateurs ont été largement satisfaits. Les clients sont devenus très exigeants puisqu'un vaste choix de produits s'offrait à eux. Les entreprises se retrouvaient avec un stock de produits non vendus assez conséquent puisque l'offre était supérieure à la demande (**demande  $<$  offre**). Ce stock représentait pour les entreprises de l'argent endormi. Pour cela, elles ont alors été obligées de réduire leurs stocks passant d'une logique de "produire puis vendre" à "produire ce qui sera vendu".

L'esprit de compétitivité entre les différentes entreprises a vu le jour et la philosophie qui en résulta est **«qu'il faut être le premier à sortir le bon produit dans les meilleurs délais au meilleur coût»**. Le coût que le client est prêt à payer dans le délai de réalisation souhaité ainsi que la qualité exigée par ce client. Mais dans cette période, ce n'était pas évident de procurer aux clients les trois critères réunis à la fois. En effet, si le produit était conçu rapidement et à un prix réduit cela aurait engendré forcément un produit de mauvaise qualité. Un produit mis à la vente rapidement et qui en plus était de bonne qualité revenait forcément plus cher et enfin cela prenait plus de temps à fabriquer un produit de bonne qualité avec un prix de vente réduit.

## 4. Coût de revient, marge bénéficiaire et prix de vente

**Le prix de vente** est le prix que doit verser le client ou le consommateur pour acquérir le produit qui a été mis à la vente par l'entreprise.

**Le prix de revient** quant à lui est le prix qu'a dépensé l'entreprise pour fabriquer le produit qu'elle désire mettre en vente. Ces dépenses se résument en plusieurs frais qui peuvent être en relation directe ou indirecte avec le produit comme les coûts des matières premières, les coûts de transport, les charges (électricité, eau,...), les salaires du personnel, etc.

La marge bénéficiaire est le gain obtenu par l'entreprise sur le produit fabriqué suite à une opération de vente. L'entreprise est alors dite déficitaire si ce gain est toujours négatif. Plusieurs entreprises qui n'ont pas pu redresser cette marge à la hausse, ont d'ailleurs été contraintes à déclarer faillites. D'un autre côté, une entreprise pérenne est celle qui réalise tout le temps des bénéfices et qui le fait le plus longtemps possible.

Les trois termes (prix de revient, marge bénéficiaire et prix de vente) sont en relation directe entre eux et sont considérés comme un véritable casse-tête pour les entreprises, car avec la compétitivité, ce n'est pas facile pour l'entreprise de rester dans la course. Même leur détermination et leur calcul ont été remis en question comme démontré dans les trois équations suivantes :

$$\text{Coût de revient} + \text{marge bénéficiaire} = \text{prix de vente} \quad (I-1)$$

$$\text{Prix de vente} - \text{coût de revient} = \text{marge bénéficiaire} \quad (I-2)$$

$$\text{Prix de vente} - \text{marge souhaitée} = \text{coût de revient cible} \quad (I-3)$$

Bien que ces trois équations semblent mathématiquement identiques, il en va autrement du point de vu philosophique. Dans la première équation, le prix de revient se déduisait par le calcul du coût de revient des produits, auquel l'entreprise rajoutait un certain bénéfice mais avec la compétitivité entre les différentes entreprises, le prix de vente est maintenant imposé par le marché. Une entreprise qui proposerait le même produit mais à un prix plus élevé que chez ses concurrents se mettrait dans le risque de ne pas pouvoir le vendre.

Maintenant, si l'entreprise veut rester dans la concurrence, elle se doit de laisser une marge bénéficiaire et de recalculer son coût de revient. L'entreprise va cibler un coût de revient à atteindre en essayant de réduire son coût de revient de départ et d'apporter des améliorations à tous les niveaux de sa chaine logistique. Elle peut par exemple essayer de réduire le prix d'achat de la matière première en achetant chez un autre fournisseur ou de réduire les coûts de transport, etc.

### **Conclusion**

La gestion de la production est devenue de nos jours, une nécessité absolue pour les entreprises. Avec la multitude des produits et les prix imbattables issus d'une concurrence féroce dans le marché national et international. Les entreprises qui ne développent pas leurs techniques de gestion de la production en s'adaptant à ce monde moderne par la formation du personnel, l'acquisition de technologies adaptées, la réaction rapide face aux aléas et la mise en place d'une bonne stratégie marketing, ne peuvent pas aspirer à dominer le marché et à continuer d'exister. Se doter d'un logiciel pour gérer la production est devenu plus qu'indispensable pour les entreprises qui veulent aller le plus loin possible.

**Université Abou Bekr Belkaid – Tlemcen**  
**Faculté de Technologie**  
**Département de Génie Electrique et Electronique**

## Chapitre N°2

## Les données techniques

### *Introduction*

Le but d'une entreprise est de fabriquer des biens ou de fournir des services pour satisfaire les besoins du marché.

Fabriquer un produit, c'est assembler des composants selon un procédé (manuel ou automatisé) qui ajoute de la valeur à l'ensemble.

Les composants sont des matières premières, des pièces ou des consommables. Pour fabriquer un lot de produit, il est donc indispensable de connaître les données décrivant les produits et leurs composants, la manière de les fabriquer, les ressources humaines et matérielles internes à l'entreprise ou externes à l'entreprise (clients, fournisseurs).

Se doter d'un logiciel de GPAO devient une nécessité pour de plus en plus d'entreprises afin d'améliorer et de développer leurs compétitivités sur un marché fortement concurrentiel.

Une entreprise doit être capable de respecter des délais et des coûts tout en fournissant un travail de qualité.

### *1. Définition de la GPAO*

Dans une entreprise, on trouve un nombre important d'informations à gérer, l'efficacité de la gestion de production dépend alors de la vitesse de circulation de ces informations, d'où la nécessité d'utiliser l'outil informatique.

Chaque service, à l'aide d'ordinateurs, manipule le flux d'informations pour en extraire les données qui lui sont nécessaires pour améliorer la production.

Une GPAO: Gestion de la Production Assistée par Ordinateur, est considérée comme l'informatisation globale de la gestion d'une production. Tout ce qui se faisait manuellement dans la gestion de la production classique et qui prenait du temps comme calculer des besoins nets, générer des ordres de fabrication, etc. se fait plus rapidement et plus facilement grâce aux logiciels et aux progiciels de GPAO.

La GPAO, qui traduit l'introduction de l'informatique dans la gestion de production, est un outil indispensable pour maîtriser et régulariser toute la chaîne de production, du devis initial jusqu'à la livraison et la facturation du client.

#### *1.1 Exemple de progiciels de GPAO*

- Prelude Production : est un ensemble d'outils pédagogiques destinés à un apprentissage approfondi de la GPAO.
- Logiciels payants : SAP ERP – Sage ERP X3...
- Logiciels libres (open source) : ERP5, openERP, Compiere, Odoo...

### ***1.2 Les caractéristiques de la GPAO***

Un progiciel (**Produit Logiciel**) de GPAO permet de gérer l'ensemble des tâches en relation avec la production et permet entre autres de coordonner les différents services afin qu'ils puissent atteindre leurs objectifs en permettant aux gestionnaires d'avoir un accès facile et rapide aux différentes fonctionnalités couvertes dans une entreprise, de la gestion des commandes des clients jusqu'à la facturation.



**Figure II.1 Les caractéristiques de la GPAO**

### ***1.3 Les avantages de la GPAO***

- Un gain de temps important par l'accès direct à l'information ;
- Une Gestion globale de toute l'activité de production ;
- Le respect des délais de production et de livraison aux clients ;
- Accès rapide à la base de données qui contient toutes les données de production, du personnel, des clients, etc.

### ***1.4 Les inconvénients de la GPAO***

- Difficulté de trouver une GPAO adaptée à tous les besoins de l'entreprise ;
- Implique des changements techniques et humains dans l'organisation de l'entreprise ;
- Coûts importants d'implantation ;
- Difficulté de retour en arrière.

## ***2. Les données techniques***

Lorsqu'une entreprise décide d'implanter une GPAO, elle possède déjà un grand nombre de documents qui constituent la mémoire de son processus de production.

Le passage des documents papiers aux fichiers informatiques est la tâche essentielle qui attend l'entreprise.

Les données techniques sont la base du système d'information d'une entreprise, elles peuvent être classées en trois familles : les données historiques, les données d'activités et les données de base.

### **2.1 Les données historiques**

Résultant de l'activité passée, elles constituent un journal et une synthèse de l'activité de production.

### **2.2 Les données d'activité**

Evoluant avec l'activité de l'entreprise (les commandes, les stocks, les encours de fabrication, ...) elles sont à l'origine des informations qui génèrent et pilotent cette activité. Dans le cadre de la gestion de production, il s'agit des données créant l'activité, puis des données de lancement et de suivi de cette activité. Il en résulte selon le cas la création d'Ordres de Fabrication (OF), d'Ordres d'Achat (OA), etc.

Les données d'un OF sont typiquement la référence de l'article concerné, la quantité à produire, les dates de début et de fin, la gamme à utiliser, etc.

### **2.3 Les données de base**

Décrivant les produits et leurs composants ainsi que le système de production et les ressources utilisées. Ces données couvrent les articles, la nomenclature du produit, les gammes de fabrication, etc., comme c'est détaillé ci-après :

#### **2.3.1 Les articles**

Un article est un produit ou un élément entrant dans la composition d'un produit que l'on veut gérer. C'est un terme général correspondant à un produit fini (produit lui-même), un sous ensemble, un composant ou une matière première.

Un article est dit « **composé** » s'il est issu de l'assemblage de plusieurs articles et dit aussi « **composant** » s'il entre dans l'assemblage d'un autre article. Ainsi, un article peut être considéré comme composé et composant à la fois. Ces articles peuvent être **achetés** chez des fournisseurs ou **fabriqués** dans l'entreprise à partir de composants achetés.

Toute pièce transitant dans l'entreprise, qu'elle soit achetée, transformée ou vendue, doit pouvoir être identifiée par toutes les personnes, qui de près ou de loin vont pouvoir utiliser cette pièce. Toute personne en relation avec la production va donc être amenée à identifier ces articles par un code de référence.

Un enregistrement Article comprend :

- Une référence ou code unique ;
- des données de classification (famille, catégorie, ...) ;
- des données de description physique (couleur, matière, masse, forme, etc).

La codification des articles est nécessaire pour pouvoir identifier avec précision les milliers d'articles manipulés dans l'entreprise. Elle permet de :

- Lever l'ambiguïté sur l'identité d'une pièce ;
- Constituer la clé d'accès l'enregistrement « Article » ;
- Donner des indications sur la nature de cette pièce.

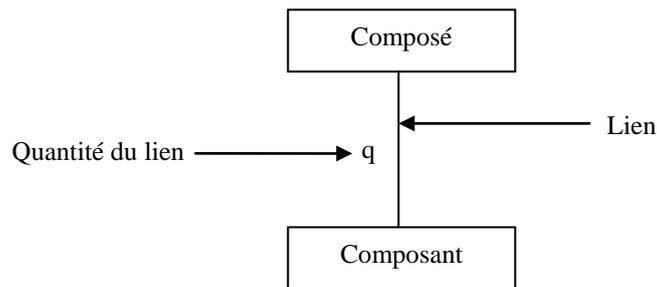
Un système de codification doit être simple, précis, souple et homogène.

Exemple :

« **ETA100** » et « **ETA200** » sont tous les deux des codes donnés à l'article Etagère. Le premier désigne une étagère de longueur de 1 mètre et le deuxième de longueur de 2 mètres. ETA pour étagère et 100, 200, 300, .... Pour les longueurs.

### 2.3.2 Les nomenclatures

Une nomenclature est une liste hiérarchisée et quantifiée des articles entrant dans la composition d'un article parent, appelé article composé, les autres articles s'appellent des composants.



**Figure II.2** La structure d'une nomenclature

On appelle un lien de nomenclature, l'ensemble composé-composant, chaque lien est caractérisé par un coefficient « q » indiquant la quantité de composant dans le composé. L'objectif de la nomenclature est de pouvoir référencer tous les articles qui interviennent dans la fabrication de tous les produits finis.

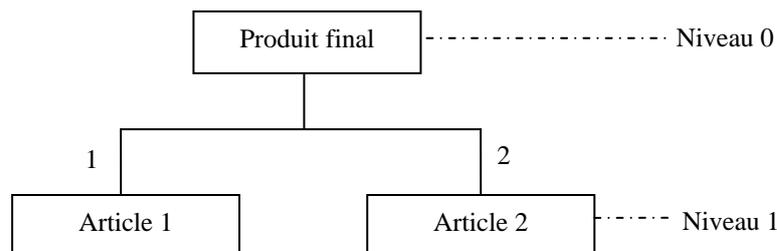
La nomenclature définit ainsi la nature, le numéro de référence et le nombre de composants utilisés, ainsi que les relations entre composants et assemblages.

#### 2.3.2.1 Le niveau de nomenclature

Le niveau d'un article situe cette pièce dans la nomenclature, tout en indiquant :

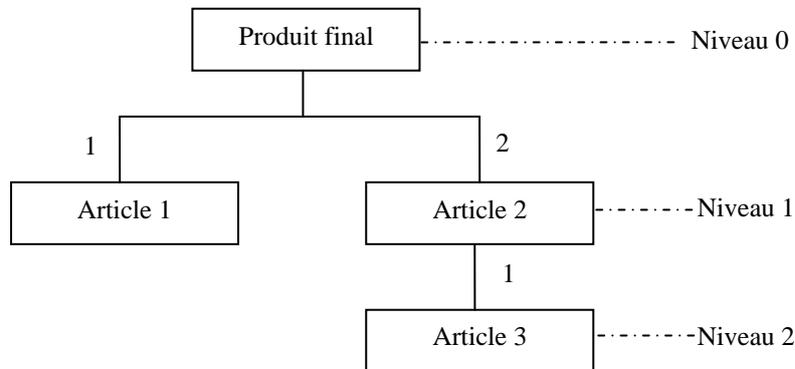
- L'étape à laquelle on se trouve dans l'élaboration du produit ;
- La complexité de la pièce ;
- Le chemin restant à parcourir pour atteindre le produit fini.

Une nomenclature comprend plusieurs niveaux. Par convention, on attribue aux produits finis le niveau 0 et à chaque décomposition, on passe du niveau n au niveau n+1.



**Figure II.3** Nomenclature à un niveau

Dans cette nomenclature, le « **Produit final** » est composé d'un (01) « **Article 1** » et de deux (02) « **Article 2** », l'article 1 et l'article 2 étant les composants du produit final. La nomenclature à un niveau présente une seule décomposition, le produit final lui est attribué le niveau 0 (n) et ses composants le niveau 1 (n+1).

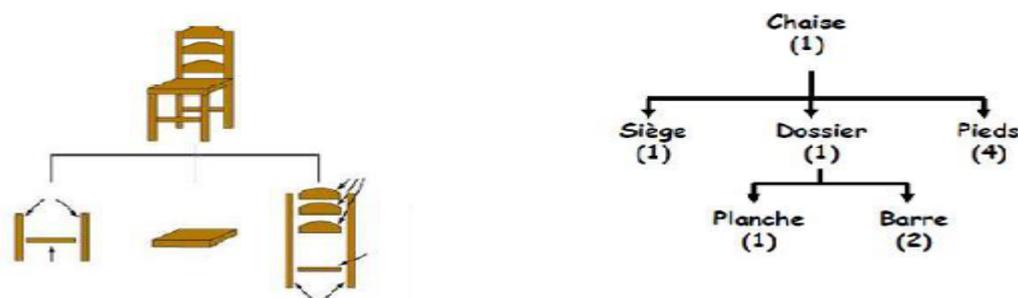


**Figure II.4 Nomenclature multi-niveaux**

Dans cette nomenclature à deux niveaux, le « **Produit final** » est composé d'un (01) « **Article 1** » et de deux (02) « **Article 2** » et l'article 2 l'« **Article 2** » lui-même est composé d'un (01) « **Article 3** ». L'article 1 et l'article 2 étant les composants du produit final et l'article 3 le composant de l'article 2. Nous pouvons constater que l'article 2 est en même temps composé (de l'article 3) et composant (du produit final).

### 2.3.2.2 Exemple d'une nomenclature

L'exemple de la figure II.5, est celui d'une nomenclature à deux niveaux, le « **Produit final** » c'est-à-dire « **Chaise** » est composé d'un (01) « **Siège** », d'un (01) « **Dossier** » et de quatre (04) « **Pieds** » et l'article « **Dossier** » lui-même est composé d'une (01) « **Planche** » et d'une « **Barre** ». On peut remarquer que l'article « **Dossier** » est en même temps composé (de la planche et de la barre) et composant (de la chaise).



|          |                         |
|----------|-------------------------|
| Niveau 0 | Chaise                  |
| Niveau 1 | Siège - Dossier - Pieds |
| Niveau 2 | Barre - Planche         |

**Figure II.5 Nomenclature de la chaise**

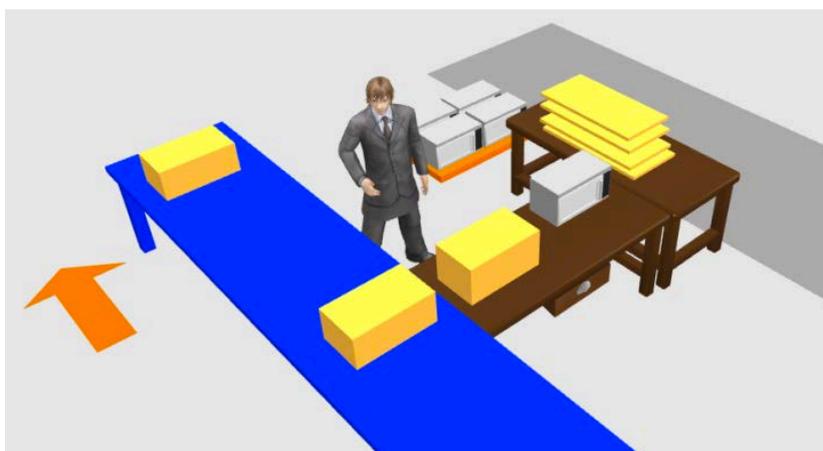
### 2.3.3 Les postes de charge

Un poste de charge est une unité opérationnelle de base que l'entreprise a décidé de gérer.

Il ne faut pas le confondre avec le poste de travail qui est une unité physique qui entrera dans un poste de charge. Ainsi un poste de charge peut être une machine ou un groupe de machines, ou une association **machines–opérateur**. Il définit et caractérise les moyens de production que l'on veut gérer en termes de charge de travail.

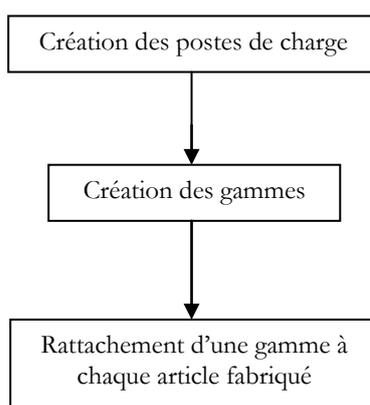
La capacité du poste de charge est en fonction du : nombre d'opérateurs, du nombre des machines, du temps de disponibilité défini selon un calendrier spécifique, et de son coefficient d'efficacité (rendement).

Les postes de charge sont utilisés pour déterminer les capacités disponibles et les coûts de revient.



**Figure II.6 Exemple de poste d'assemblage [4]**

Dans chaque poste de charge, des gammes doivent être créées et chaque article fabriqué dans ce poste de charge doit être rattaché à une gamme.



**Figure II.7 Etapes de création d'un poste de charge**

### 2.3.4 Les gammes

La gamme a pour objet de sélectionner l'ordre d'exécution des tâches et la méthode de fabrication qui offrent la meilleure rentabilité en utilisant les machines et les outils appropriés, et d'identifier les matières premières et les pièces détachées offrant le meilleur coût. Elle décrit en détail la séquence des opérations à réaliser.

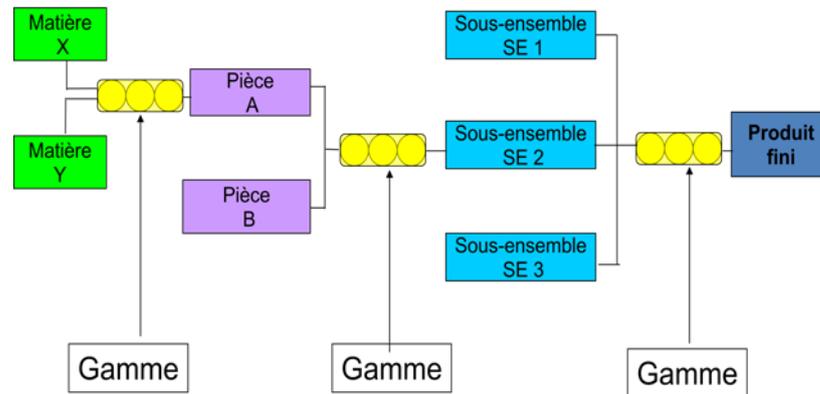


Figure II.8 Les gammes

Il y a trois types de gammes :

- Les gammes de fabrication pour les pièces ou articles élémentaires ;
- Les gammes d'assemblages pour les sous-ensembles ;
- Les gammes de montage pour le produit fini.

La gamme est donc une suite ordonnée de différentes **phases** de travail intervenant dans un processus. Chaque article fabriqué doit avoir au moins une gamme de fabrication.

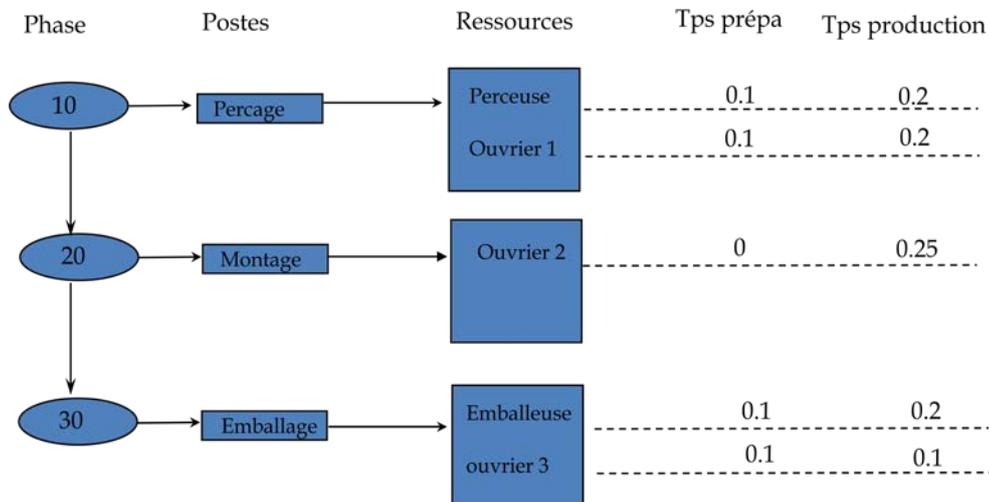


Figure II.9 Exemple d'une gamme de montage

### 3. Le délai d'obtention

Le délai d'obtention est un paramètre très important car celui-ci va permettre en fonction d'un besoin futur, de déterminer la date de lancement de l'ordre de fabrication ou de l'ordre d'approvisionnement. Il faut donc estimer ce délai d'obtention de façon à ce qu'il ne soit ni trop court ni trop long par rapport au vrai délai d'obtention habituellement constaté.

Pour les articles achetés, le délai d'obtention est constitué du délai indiqué par le fournisseur (en prenant, dans le doute, une petite marge de sécurité), de la durée de traitement et de transmission de la commande au fournisseur et des durées des contrôles de réception et des stockages en magasin.

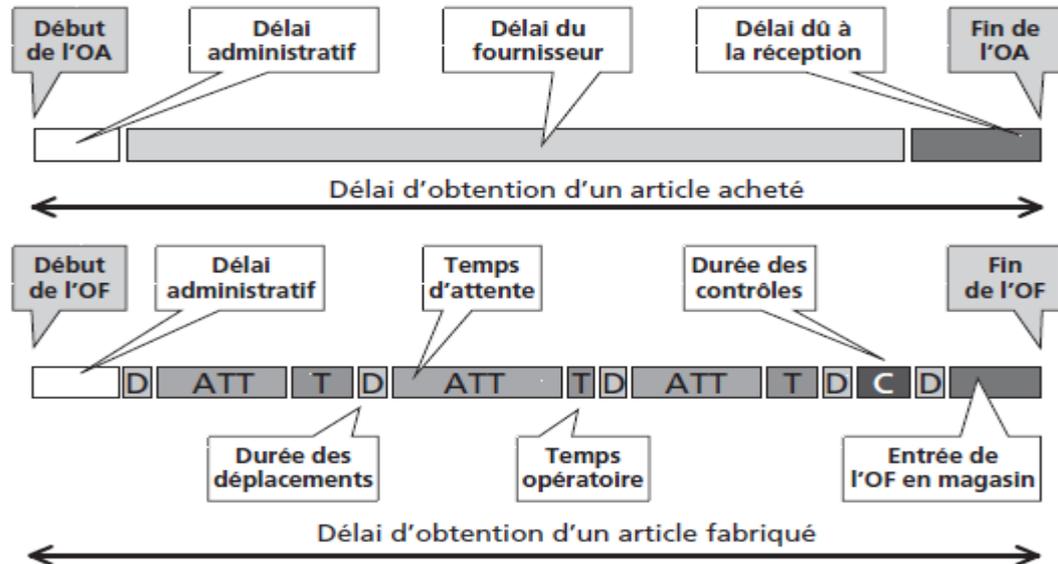


Figure II.10 Les délais d'obtention

#### 4. Les temps opératoires

L'entreprise doit associer à chaque article fabriqué une gamme de fabrication, avec des temps opératoires et des temps de préparation afin de déterminer, de façon précise, l'échéancier des charges de chaque poste de charge de l'entreprise et ainsi, pouvoir détecter plusieurs semaines à l'avance toute surcharge ou tout retard de production dès la planification.

La figure II.11 montre le temps que peut prendre un produit dans chaque poste de charge où tout d'abords un temps de réglage est opéré sur les machines et qui est important à faire avant le début de la production. Ce réglage représente le paramétrage de la machine pour l'exécution de tâches précises en vue de la production ou de l'assemblage d'une pièce ou d'un article. Vient ensuite le temps opératoire qui représente le temps nécessaire pour que le poste de charge termine l'exécution de la tâche et enfin le temps de transfert qui symbolise le déplacement de l'article qui vient de sortir du poste de charge vers le magasin pour stockage ou vers un autre poste de charge.

Dans le cas des produits fabriqués, il ne faut pas négliger les temps d'attente qui représentent parfois jusqu'à 90% du délai. Les temps opératoires représentent parfois moins de 1% du délai.

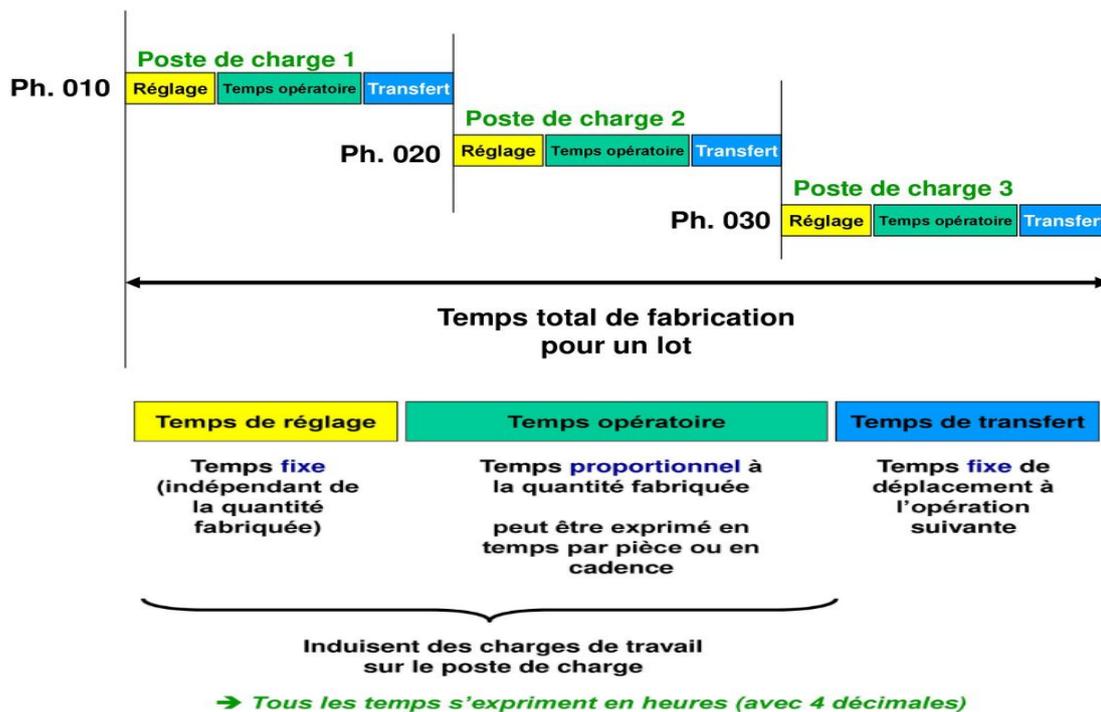


Figure II.11 Les temps opératoires

### Conclusion

La fiabilité et l'exactitude des données techniques est nécessaire, car c'est sur elle que va reposer toute la gestion de la production (Planification, calcul des coûts réels, approvisionnement).

**Université Abou Bekr Belkaid – Tlemcen**  
**Faculté de Technologie**  
**Département de Génie Electrique et Electronique**

## Chapitre N°3

## La gestion des stocks et des approvisionnements

### *Introduction*

Le succès d'une organisation est déterminé, entre autres, par sa capacité de proposer le bon produit (ou service) au bon moment et au bon endroit.

Un stockage intelligent contribue de manière décisive à cet objectif stratégique.

Etant donné que le rythme de la production est souvent différent du rythme de la consommation, le stockage s'avère nécessaire pour combler ce défaut.

Les stocks sont toujours coûteux pour l'entreprise, malheureusement ils sont toujours nécessaires.

### **1. Définition du stock**

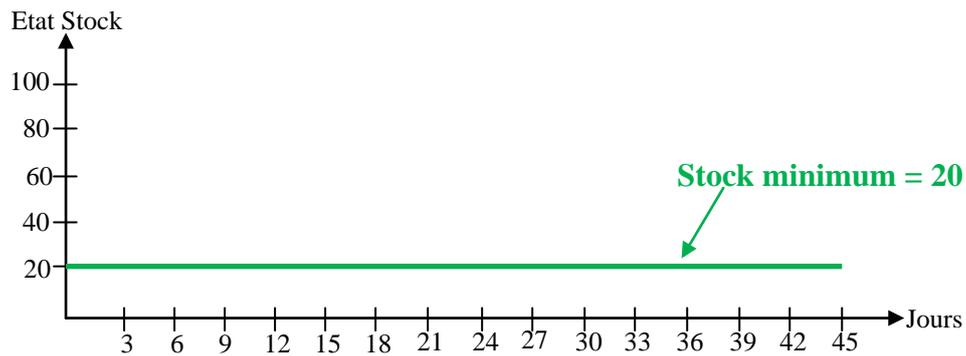
Ensemble de matières premières, de fournitures, de produits semi-finis et de produits finis qui appartiennent à l'entreprise à un moment donné et qui sont temporairement inutilisés. Ce sont des actifs en attente d'utilisation.



**Figure III.1** *Exemple d'un magasin de stockage*

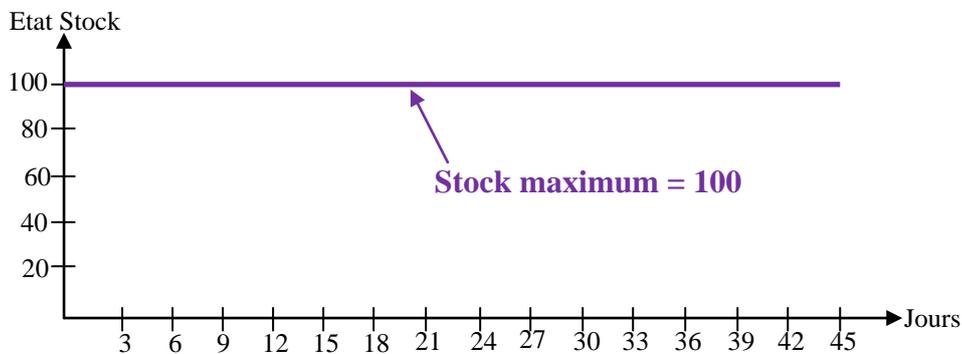
### **2. Les types de stocks**

**2.1 Le stock minimum** : Niveau le plus bas du stock déclenchant la passation de commande lorsqu'il est atteint. Il permet de couvrir la consommation durant le délai d'approvisionnement (date d'émission de la commande et date de livraison de l'article).



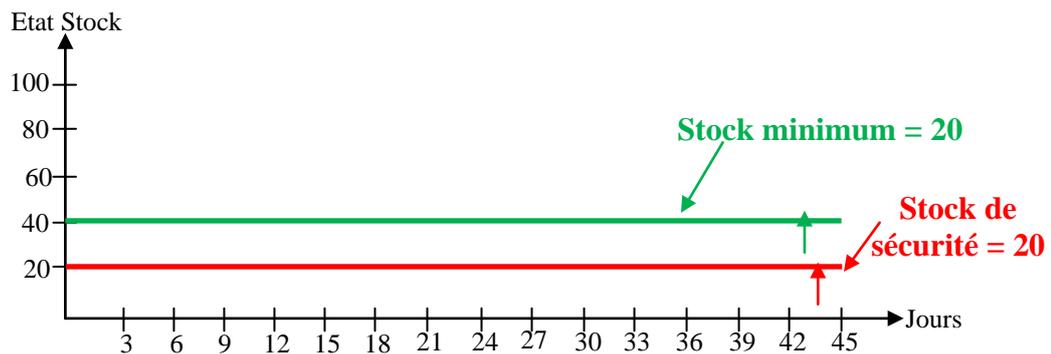
**Figure III.2 Exemple d'un stock minimum**

**2.2 Le stock maximum :** C'est le niveau maximal, le plafond de stock à ne pas dépasser pour un article donné. Il est à définir selon vos propres critères, par exemple emplacement disponible dans les stocks, coûts d'achat, etc....



**Figure III.3 Exemple d'un stock maximum**

**2.3 Le stock de sécurité :** C'est une quantité d'un article qui, en plus du stock minimum, est gardée dans le magasin afin de pallier les ruptures de stock. C'est un stock « dormant » qui doit être reconstitué dès lors qu'il est entamé afin qu'il puisse jouer son rôle.



**Figure III.4 Exemple d'un stock de sécurité**

**2.4 Le stock de couverture :** C'est un Indicateur qui mesure selon les sorties quotidiennes et du niveau des stocks, le nombre de jours de consommation auxquels le niveau de stock actuel peut faire face.

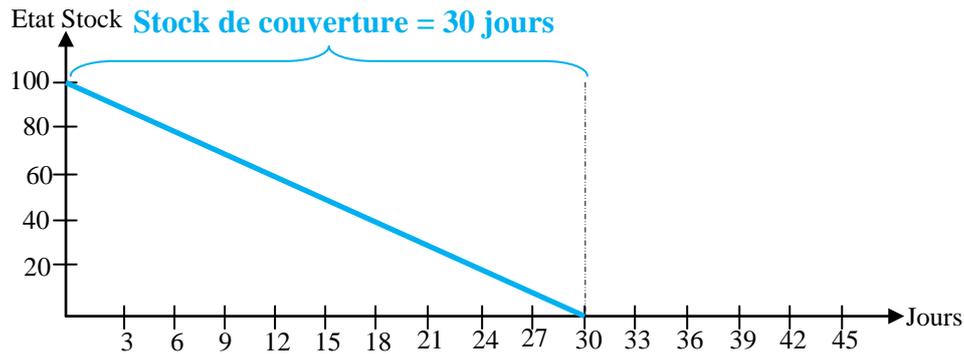


Figure III.5 Exemple d'un stock de couverture

**2.5 Le stock d'alerte :** C'est le niveau de stock prédéfini par le gestionnaire, supérieur au stock de sécurité déclenchant le réapprovisionnement lorsqu'il est atteint. Il est égal à Stock minimum + Stock de sécurité.

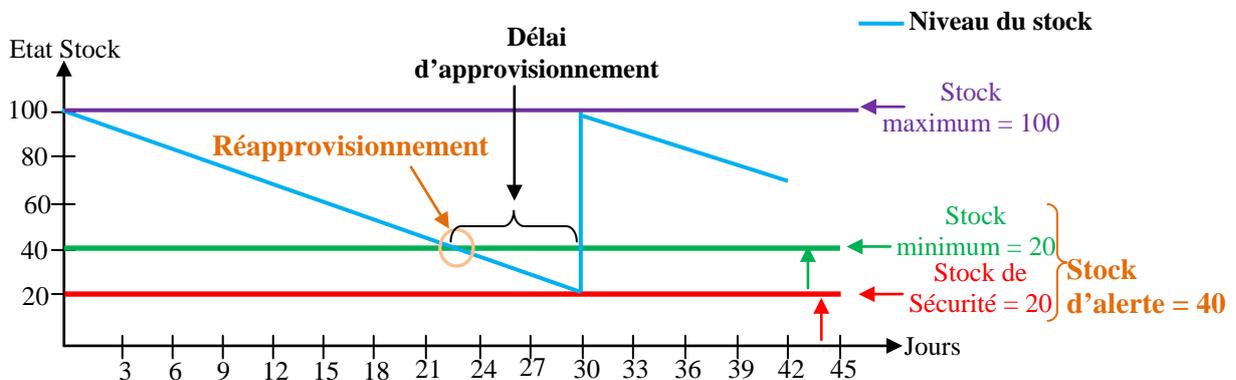


Figure III.6 Exemple d'un stock d'alerte

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

La rupture de stock perturbe l'activité en aval en entraînant un arrêt de la production et des livraisons avec toutes les conséquences néfastes sur le plan commercial et financier (perte de la clientèle, perte de chiffre d'affaires...).

**2.7 Durée moyenne de stockage :** Elle détermine la durée moyenne entre le moment où le produit est acheté et où il est vendu. Cette durée indique le nombre moyen de jours de stockage d'un article.

Vous devez faire en sorte que cette durée soit la plus courte possible ou du moins qu'elle ne s'allonge pas.

$$\text{Durée moyenne de stockage} = \frac{\text{Stock moyen}}{\text{Coût annuel des achats}} \times 365 \text{ jours} \quad (III-1)$$

### ***3. Les catégories de stocks***

On peut aussi distinguer deux grandes catégories de stocks :

#### ***3.1 Les stocks de production***

Ils regroupent l'ensemble des matières qui, après transformation, permettent d'avoir les produits finis :

- Stocks des matières premières et de composants.
- Les encours de fabrication.
- Les produits finis.

Les encours sont tous les articles dans le processus de transformation mais pas encore terminés.

#### ***3.2 Les stocks hors production***

Sont ceux qui n'entrent pas dans la transformation, mais accompagnent la production :

- Stocks ERO (Entretien, Réparation, Opération) ;
- Stocks de pièces de rechange ;
- Les consommables des machines (lubrifiants, carburants, nettoyeurs, les emballages et les déchets).

### ***4. Les fonctions du stock***

Les stocks peuvent avoir différentes fonctions :

#### ***4.1 Fonction de régulation***

Ils réduisent les risques de ruptures de stock et favorisent le maintien d'une activité continue et par conséquent maintenir la qualité du service client.

#### ***4.2 Fonction logistique***

Les stocks permettent de maintenir les articles à proximité de leur lieu de consommation, limitant considérablement les délais d'attente.

#### ***4.3 Fonction économique***

Lorsque le fournisseur accorde des remises importantes pour des achats en grande quantité, le stockage peut s'avérer utile.

#### ***4.4 Fonction d'anticipation ou de spéculation***

Le stockage permet de se mettre à l'abri des hausses de prix des matières ou des produits achetées ou vendues (stocks saisonniers).

#### ***4.5 Fonction technique***

Le stockage peut être lié à un procédé indispensable avant la consommation des articles, il a pour but de créer de la valeur ajoutée du produit stocké tel que l'affinage des fromages.

## ***5. les systemes de stockage***

Le problème du stockage a toujours été lié au gain de place. Les constructeurs de système de rangements font preuve d'une grande ingéniosité pour réduire cette place et optimiser le travail des magasiniers.

### ***5.1 Le stockage fixe***

Le stockage par étagère est le plus classique, il permet de stocker des éléments sur les deux faces.

- Les allées sont de 80 cm au minimum si le préparateur se déplace à pied.
- Elles doivent être de 1,20 à 1,40 m dans le cas de l'utilisation d'un moyen de manutention.



**Figure III.7 Etagères fixes**

### ***5.2 Le stockage par étagères mobiles***

Le système d'étagères mobiles permet un gain de place au sol considérable. La capacité de stockage est augmentée de 80 à 90 % par rapport à une installation fixe, en fonction de la géométrie du local. Le déplacement des chariots peut être manuel, mécanique ou électrique. La longueur des rayonnages peut atteindre 12 mètres et la charge jusqu'à 8 tonnes.

L'inconvénient de ce système est qu'il faut déplacer chaque fois les étagères pour accéder à un produit. On utilise donc généralement ce type de rangement pour des stockages dont la fréquence d'entrées /sorties est faible (archivage par exemple).



**Figure III.8 Etagères mobiles**

### **5.3 Le stockage rotatif**

Le stockage rotatif exploite toute la hauteur des locaux – comme un rayonnage vertical – mais la mise à disposition des produits se fait toujours à hauteur d’homme.

En outre, il permet de stocker les pièces en optimisant la hauteur sans aucune perte d’espace et procure ainsi une capacité de stockage maximale pour un encombrement au sol minimal.

Ce système est particulièrement adapté pour le stockage de petites pièces.



**Figure III.9 Etagères rotatives**

### **5.4 Le stockage dynamique**

Les systèmes de stockage précédents sont appelés des stockages par accumulation. On pose les produits les uns devant les autres, si bien que le dernier produit stocké sera le premier sorti. On appelle cela du stockage LIFO, *Last Input First Output*, *dernier entré, premier sorti*.

Cette méthode peut présenter des inconvénients importants notamment en cas de risques d’obsolescence des produits.

Le stockage dynamique permet de corriger cela en permettant un stockage FIFO (premier entré, premier sorti).

Le stockage dynamique permet :

- L'amélioration et optimisation du travail de préparation des commandes (réduction des déplacements et de la manutention des préparateurs et magasiniers) ;
- L'augmentation de la capacité de stockage de 20 à 30 %, par la suppression d'allées de circulation ;
- La zone de prélèvement distincte de la zone d'approvisionnement ;
- Une visualisation rapide de l'état des stocks ;
- Une réduction des risques d'accidents par la suppression d'allées et venues ;
- Un stockage en rotation continue .

On peut l'utiliser pour stocker des cartons, des bacs et des palettes.

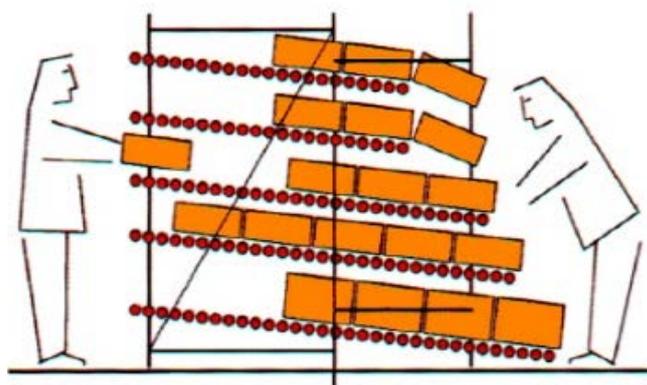


Figure III.10 Stockage dynamique

## 6. La gestion des stocks

Le gestionnaire de stock est souvent confronté à un compromis entre *sur-stockage* et *sous-stockage*.

Un sur-stockage est dit lorsqu'il y a une grande quantité d'un ou de plusieurs articles dans le magasin. Cela représente un coût d'acquisition important, un grand travail de magasinage, d'entreposage et de gestion ainsi qu'un risque de détérioration, de vol ou d'obsolescence des produits finis.

Un sous-stockage est dit lorsqu'il y a une très petite quantité d'un ou de plusieurs articles dans le magasin ce qui a pour risques de ne pas pouvoir s'adapter aux variations de la demande et de se retrouver en rupture de stock.

Le sous-stockage correspond à une quantité trop faible de stock et va nettement augmenter les risques liés à la rupture de stock, ce qui n'est jamais bon pour une entreprise.

Le sur-stockage correspond à une quantité trop élevée de stock et peut être un signe de la mauvaise santé de votre entreprise.

S'assurer d'une bonne gestion des stocks revient à éviter d'un côté le sur-stockage et/ou à éviter un stock trop bas. Les deux extrêmes sont donc problématiques et peuvent causer des conséquences irréversibles.

### **7. Les opérations de gestion des stocks**

Lorsque l'on parle de gestion des stocks, on parle de la tenue et du suivi d'une quantité de marchandises dans un magasin (lieu sous contrôle où un stock peut être rangé et géré).

Ces opérations se décomposent en gestion des mouvements d'entrée et de sortie marchandises et en gestion des réapprovisionnements.

parmi les opérations nécessaires on trouve :

- Le magasinage ;
- La gestion des entrées/sorties ;
- Les inventaires.

#### **7.1 Le magasinage**

Les stocks d'une entreprise sont placés dans un ou plusieurs magasins. Pour cette gestion, nous trouvons deux types d'organisations :

- Gestion mono-magasin : dans ce type d'organisation, tous les produits sont stockés et gérés dans un lieu unique. Il a l'avantage de simplifier la gestion de stock, mais il y a de nombreuses manutentions, donc des délais et des coûts en plus.
- Gestion multi-magasin : afin de minimiser les manutentions, nous préférons parfois répartir les stocks dans plusieurs magasins, chaque magasin regroupe les produits par type (Produit fini, matière première...).

#### **7.2 La gestion des entrées/sorties**

Il est important de suivre les quantités en stock, chaque mouvement de stock (entrée ou sortie) doit être saisi en temps réel par le système informatique de gestion des stocks. Nous connaissons ainsi à chaque moment l'état réel du stock.

La gestion entrées/sorties des stocks comprend deux types de transactions :

- La réception : Elle consiste à entrer un produit dans le magasin en vérifiant la conformité des produits reçus ainsi que la qualité.
- La délivrance : Les articles demandés sont retirés du stock conformément à une commande ou un bon de sortie.

#### **7.3 Les inventaires**

A tout moment, le gestionnaire doit être capable de fournir un état des stocks pour chaque référence.

Pour vérifier la qualité de l'état des stocks (différence entre stock réel et image informatique du stock), il faut effectuer des inventaires. Toute erreur de saisie se traduira par un écart entre la réalité et les quantités indiquées dans les fichiers.

Un inventaire consiste en une opération de comptage des articles dans les rayons du magasin.

### **8. Les outils de gestion du stock**

Ce sont des instruments de mesure du stock qui nous permettent de gérer les délais d'approvisionnement et de livraison ainsi qu'optimiser les coûts de passation et de possession.

En effet les économistes ont créé plusieurs outils pour atteindre cette finalité dont on peut citer les trois principales, à savoir :

- Le coefficient et la durée de rotation des stocks ;
- La gestion économique des stocks : la formule de Wilson ;
- La loi de PARETO (la loi des 20/80) et la méthode ABC.

#### **8.1 Le coefficient de rotation de stock**

Le taux de rotation des stocks est le nombre de fois que le stock se renouvelle complètement au cours d'une période de référence (mois, semestre, année...). Plus le taux de rotation est élevé et plus on est performant.

L'objectif pour une entreprise est d'avoir une rotation rapide des stocks pour en minimiser le coût. Dans le commerce l'expression "mon stock tourne 3, 4, 5 fois dans telle ou telle période" est très utilisée.

Pour calculer le taux de rotation, on peut se baser sur le Chiffre d'Affaires (CA) ou sur le prix d'achat:

$$RS = \frac{\text{Coût d'achat des marchandises}}{\text{Stock Moyen}} \text{ (au coût d'achat)} \quad (III-2)$$

$$RS = \frac{\text{Chiffre d'Affaires}}{\text{Stock Moyen}} \text{ (au prix de vente)} \quad (III-3)$$

$$CA = (\text{quantités vendues} * \text{prix de vente unitaire}) \quad (III-4)$$

$$\text{Le Stock Moyen (SM)} = \frac{(\text{Stock Initial (SI)} + \text{Stock Final (SF)})}{2} \quad (III-5)$$

Le taux de rotation peut être calculé en valeur ou en quantité.

#### **8.1.1 Exemple**

Soit les données suivantes :

- Valeur des Stocks en début d'année = 200 000 da.
- Valeur des Stocks en fin d'année = 400 000 da.

Coût des ventes HT sur l'année (CA)= 900 000 da.

Calculez le taux de rotation des stocks sur l'année.

### 8.1.2 Solution

$$RS = \frac{\text{Chiffre d'Affaires}}{\text{Stock Moyen}} \text{ (au prix de vente)}$$

$$\text{Valeur stock moyen annuel} = \frac{(200\ 000 + 400\ 000)}{2} = 300\ 000 \text{ da}$$

$$RS = \frac{900\ 000 \text{ da}}{300\ 000 \text{ da}} = 3$$

Cela signifie que votre stock a été renouvelé 3 fois pour réaliser votre CA.

Le taux de rotation permet d'évaluer le renouvellement du stock à tout moment.

### 8.2 La durée de rotation de stock

C'est un indicateur très important pour le point de vente. Il permet de savoir combien de jour il faut pour renouveler le stock moyen. Pour une entreprise, c'est la vitesse d'écoulement de son stock moyen.

L'objectif de tout point de vente est de baisser au maximum la durée de rotation des stocks car garder longtemps des produits en stock coûte cher.

$$\text{Drs (jours)} = \frac{\text{Durée de la période}}{\text{Coefficient de Rotation}} \quad (III-6)$$

#### 8.2.1 Exemple

Le taux de rotation des stocks sur l'année = 3.

Calculez la durée moyenne du stockage sachant qu'une année est égale à 365 jours.

#### 8.2.2 Solution

$$\text{Drs (jours)} = \frac{\text{Durée de la période}}{\text{Coefficient de Rotation}}$$

$$\text{Drs (jours)} = \frac{365}{3} = 121,67 \text{ jours}$$

Le stock est ici renouvelé en moyenne tous les 121,67 jours.

### 8.3 Le taux de couverture

Il définit le nombre de jours d'utilisation du stock disponible.

$$\text{Taux de couverture} = \frac{\text{Stock}}{\text{Consommation par période}} \quad (III-7)$$

### 8.3.1 Exemple

Soit les données suivantes :

- Quantité de téléphones portables en stock en début d'année = 100 unités.
- Valeur d'une unité = 20 000 da.
- la quantité vendue par mois = 20 unités.
- Valeur des Stocks en fin d'année = 400 000 da.

Calculez le taux de couverture des téléphones portables sur l'année.

### 8.3.2 Solution

Valeur des stocks = 100 x 20 000 da = 2 000 000 da

Coût des ventes = 20 x 20 000 da = 400 000 da

Taux de couverture =  $\frac{2\,000\,000}{400\,000} = 5$  mois

### 8.4 La loi de pareto

Vilfredo Pareto, né en 1848 à Paris, sociologue et économiste italien. En 1906 son observation du 80/20 deviendra le "Principe ou Loi de Pareto".

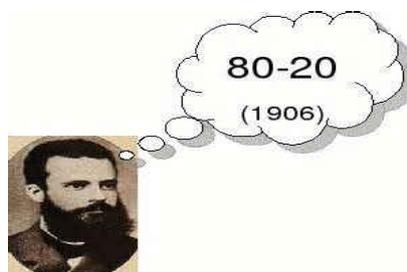


Figure III.11 Vilfredo Pareto (1848-1923)

C'est une méthode qui permet de vérifier que dans certains cas 20% des produits en stock représentent 80% de la valeur totale du stock. il suffit de travailler sur ces 20% là, pour influencer fortement le phénomène.

La Loi de Pareto n'est pas une science exacte et ne s'applique pas systématiquement. L'intérêt du principe de Pareto se situe plus dans l'aide qu'il apporte à l'analyste pour aller à l'essentiel.

### 8.5 La méthode ABC

La méthode ABC (Activity Based Costing) ou l'analyse des coûts par activité permet de répartir les différentes activités d'une entreprise en trois groupes A, B et C en fonction de leur importance.

La méthode de stockage ABC permet d'optimiser le stockage des marchandises en fonction de leur taux de rotation. Plus le taux de rotation est élevé, plus la marchandise est proche des opérateurs et facile à manipuler.

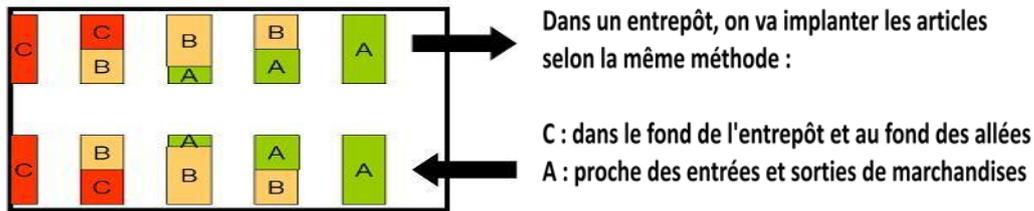


Figure III.12 *Rangement en profondeur*

Les marchandises sont stockées comme suit en manutention manuelle :

C : en hauteur.

A : à hauteur de préhension.

B : en bas des rayons.

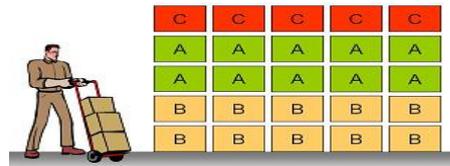


Figure III.13 *Rangement en hauteur*

La méthode ABC est une méthode que l'on utilise dans l'analyse des stocks et qui classe et / ou identifie des catégories de produits en 3 classes (A, B et C) selon un ratio de discrimination ou selon la « loi de Pareto » ou selon un ratio déterminé par l'analyste de l'entreprise.

Cette analyse très classique permet de focaliser l'attention des gestionnaires sur les articles vitaux et de moduler la politique de gestion en fonction du caractère plus ou moins stratégique des divers articles en stock.

### 8.5.1 Exemple

Selon la loi de Pareto, on obtient 3 catégories avec les pourcentages suivants :

**Classe A :** 20 % des clients représentent 80% du chiffre d'affaire de l'entreprise.

**Classe B :** 30 % des clients (entre 20% et 50%) représentent 15% du chiffre d'affaire de l'entreprise (entre 80% et 95%).

**Classe C :** 50 % des clients (entre 50% et 100%) représentent 05% du chiffre d'affaire de l'entreprise (entre 95% et 100%).

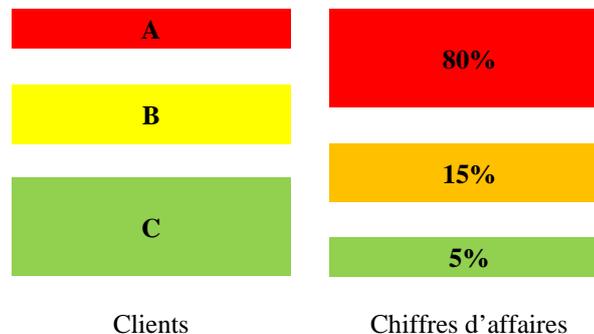


Figure III.14 *Exemple de répartition des classes ABC*

En utilisant le diagramme de Pareto, on constate que la répartition n'est pas toujours une répartition 20/80 et donc, on peut conclure qu'il n'y a pas de règles strictes pour fixer les limites de chaque zone. Ceci dépend de la série de valeur observée dans l'entreprise.

**Classe A : très important et urgent se situe entre 70 et 85% des valeurs cumulées**

Cette catégorie comprend des tâches essentielles ainsi que les tâches urgentes. Ces tâches doivent être faites aussi rapidement que possible, mais aussi avec le plus grand soin.

**Classe B : important se situe entre 81 et 95% des valeurs cumulées**

Cette catégorie comprend des activités importantes pour réussir, mais qui ne sont pas de première urgence.

**Classe C : moins important se situe entre 90 et 100% des valeurs cumulées**

Cette catégorie rassemble les questions les moins importantes, celles qui n'influencent pas immédiatement sur la réussite commerciale.

### 8.5.2 La démarche à suivre

Lorsqu'une entreprise gère plusieurs milliers d'articles, elle ne peut accorder à chacun des articles la même priorité dans sa gestion.

Une gestion des stocks est donc une gestion sélective : on ne gère pas de la même façon les fournitures de bureau et les articles destinés à la production.

Pour classer les articles en utilisant la méthode ABC selon le ratio de discrimination, on doit suivre les étapes suivantes :

- 1- Déterminer le critère de classification.
- 2- Classer les données par ordre décroissant de la valeur du critère.
- 3- Faire la somme des valeurs et du nombre d'articles.
- 4- Ramener ces valeurs en % du nombre total.
- 5- Tracer la courbe : les valeurs en % en fonction des articles.
- 6- En déduire les trois classes A, B, C par le Ratio de Discrimination (RD), ou bien par la loi de Pareto ou par un ratio déterminé par l'analyste de l'entreprise.
- 7- Calculer l'indice de Gini.
- 8- Analyser et interpréter la courbe.

### 8.5.3 Application de la méthode ABC

Soit donc une entreprise gérant 10 articles, et dont les valeurs de sorties de stock sont les données dans le tableau III.1.

Classez les articles du tableau en utilisant la méthode ABC selon les sorties et selon le **ratio de discrimination**.

| Articles | Valeur de l'article (da) | Nombre de sorties | Total (da) |
|----------|--------------------------|-------------------|------------|
| 01       | 25,00                    | 159               | 3 975      |
| 02       | 134,00                   | 56                | 7 504      |
| 03       | 23,00                    | 12                | 276        |
| 04       | 5,00                     | 70                | 350        |
| 05       | 87,00                    | 30                | 2 610      |
| 06       | 2,00                     | 75                | 150        |
| 07       | 9,00                     | 140               | 1 260      |
| 08       | 1,00                     | 80                | 80         |
| 09       | 0,50                     | 150               | 75         |
| 10       | 6,00                     | 35                | 210        |

Tableau III.1 Les valeurs des articles

#### 8.5.4 Solution

Après avoir classé les articles de façon que les totaux des sorties soient classés dans l'ordre décroissant, il faut calculer les pourcentages respectifs, en valeur et en nombre d'articles.

L'exemple que nous présentons ci-après est limité à 10 articles. Il est évident qu'un cas aussi simple ne nécessite pas de classification ABC. Cependant, il permet de comprendre le principe du classement. Le classement ABC ne présente d'intérêt réel que lorsque le nombre d'articles étudiés est suffisamment élevé.

Soit donc une entreprise gérant 10 articles, et dont les valeurs de sorties de stock sont les suivantes :

1- Déterminer le critère de classification

- 2- Classer les données par ordre décroissant de la valeur du critère
- 3- Faire la somme des valeurs et du nombre d'articles
- 4- Ramener ces valeurs en % du nombre total

| Articles | Valeur de l'article (da) | Nombre de sorties | Total (da) | Total cumulé (da) | Valeur cumulée (%) | Articles cumulés (%) |
|----------|--------------------------|-------------------|------------|-------------------|--------------------|----------------------|
| 02       | 134,00                   | 56                | 7 504      | 7504              | 45,5               | 10                   |
| 01       | 25,00                    | 159               | 3 975      | 11 479            | 69,6               | 20                   |
| 05       | 87,00                    | 30                | 2 610      | 14 089            | 85,4               | 30                   |
| 07       | 9,00                     | 140               | 1 260      | 15 349            | 93,1               | 40                   |
| 04       | 5,00                     | 70                | 350        | 15 699            | 95,2               | 50                   |
| 03       | 23,00                    | 12                | 276        | 15 975            | 96,9               | 60                   |
| 10       | 6,00                     | 35                | 210        | 16 185            | 98,2               | 70                   |
| 06       | 2,00                     | 75                | 150        | 16 335            | 99,1               | 80                   |
| 08       | 1,00                     | 80                | 80         | 16 415            | 99,6               | 90                   |
| 09       | 0,50                     | 150               | 75         | 16 490            | 100,0              | 100                  |

Tableau III.2 Les valeurs cumulées des articles

5- Tracer la courbe : les valeurs en % en fonction des articles :

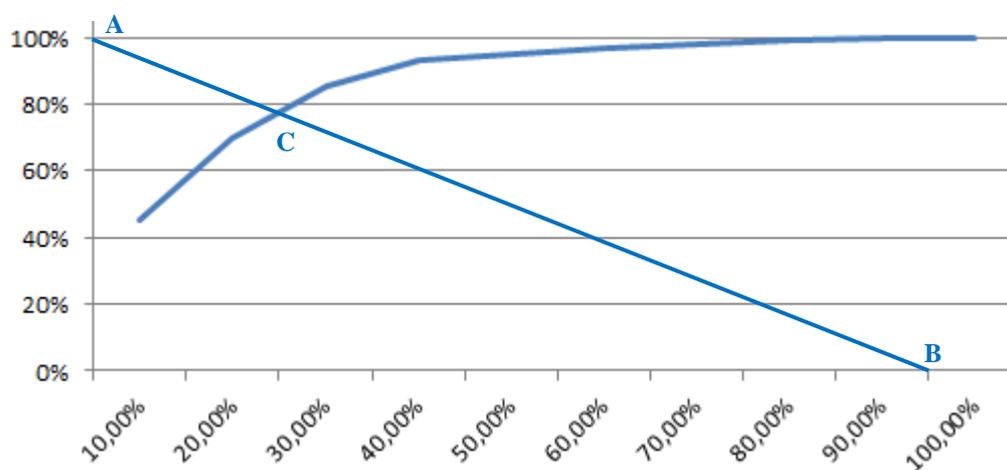


Figure III.15 graphique de l'exemple

6- En déduire les trois classes A, B, C par le Ratio de Discrimination (RD) :

Le calcul du ratio de discrimination se déduit à partir de la courbe en suivant les étapes de 1 à 5, présentées sur la figure suivante suit :

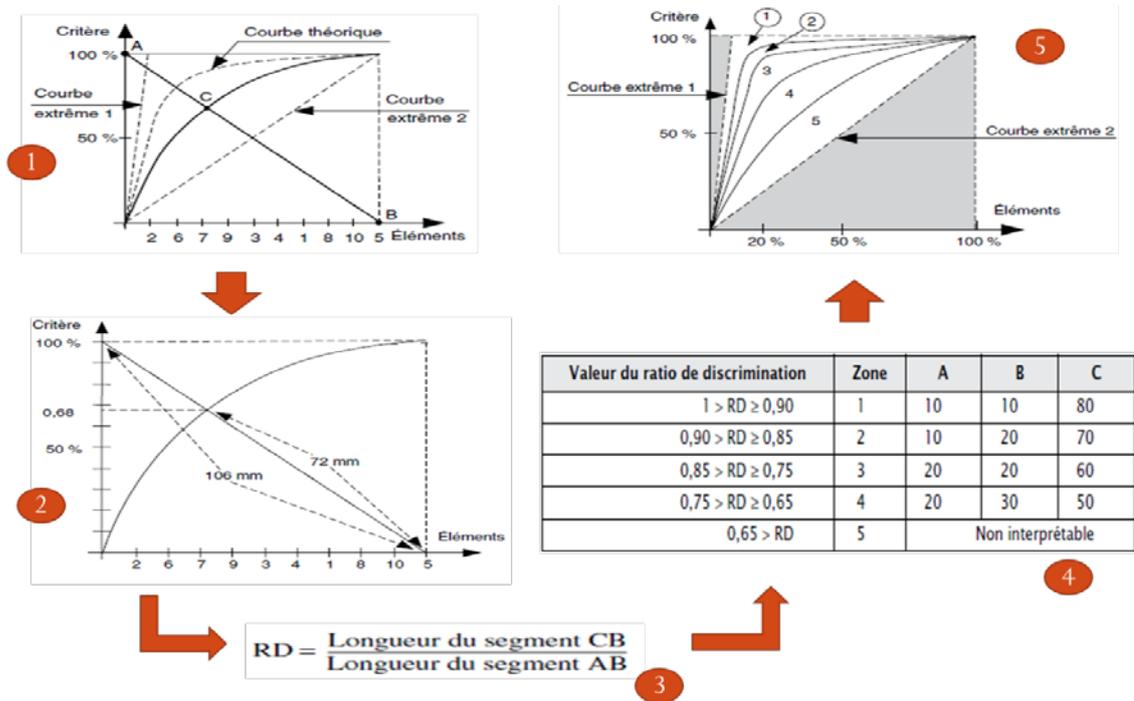


Figure III.16 Etapes de calcul du RD

Pour le calcul du RD, la première étape consiste à tracer une droite reliant les extrémités supérieures de la courbe, ensuite à mesurer la longueur des deux segments CB et AB, calculer le RD en utilisant la formule, déterminer la zone d'appartenance de chaque classe et en dernier, déduire pour chaque classe les articles.

Dans le cas de notre exemple, il faut suivre les mêmes étapes pour déterminer le RD :

$$RD = \frac{\text{Longueur du segment CB}}{\text{Longueur du segment AB}} = \frac{10,56}{13,91} = 0,76 \quad (III-8)$$

Le RD trouvé (0,76) appartient à la zone 3 du tableau présenté dans la figure précédente (Figure III.16), c'est-à-dire que la classe « A » va représenter les premiers 20% des articles cumulés, la classe « B » les 20% qui suivent la classe « A » et la classe « C » les 60% qui restent du tableau.

7- Calculer l'indice de Gini

L'indice ou coefficient de Gini est un indicateur qui permet de vérifier la pertinence du critère choisi et repose sur la formule mathématique suivante :

$$V = \frac{[\sum \text{des pourcentages des valeurs cumulés}] * \text{le pourcentage d'un seul produit} - 5000}{5000} \quad (III-9)$$

Cet indice doit être **supérieur** à la valeur « **0,6** » et **inférieur** à « **1** » pour dire que l'étude est intéressante.

-  $\Sigma$  des % des valeurs cumulés du tableau III.2 = 45,5 + 69,6 + ...+99,6 + 100 = 882,6

- Le % d'un seul produit = 10 %.

$$Y = \frac{(882,6 * 10) - 5000}{5000} = 0,77 \rightarrow 0,6 < Y < 1$$

On déduit alors que ce critère est suffisamment pertinent et donc on peut entamer l'étape de l'analyse et de l'interprétation de la courbe.

## 8- Analyser et interpréter la courbe

- On note que 20 % du nombre total d'articles (Les articles n°2 et n°1) représentent 69,6 % de sorties totales → Ces produits pourraient constituer la classe A.
- Les produits constitués des autres 20 % du nombre d'articles (Les articles n°5 et n°7) représentant 24 % des sorties totales (93 % - 69 %) → Ces produits pourraient constituer la classe B.
- Les 6 derniers articles (les derniers 60 %) (Les articles n°4, n°3, n°10, n°6, n°8 et n°9) formeraient la classe C représentant 7 % (100 % - 93 %) de la valeur totale des articles.

### 8.6 La gestion économique des stocks

#### 8.6.1 La quantité économique a commander

la formule Wilson : La gestion économique des stocks consiste à :

- Réduire les coûts de passation (lancement) des commandes en réduisant le nombre de commandes d'un produit durant une période.
- Limiter le coût de possession (détention) du stock par un renouvellement (ou une rotation) rapide en augmentant le nombre de commande.

Coût de possession d'un stock doit prendre en compte :

- Le coût des structures d'accueil du stock (loyer et entretien entrepôt, électricité, manutention) ;
- Le coût de l'argent immobilisé ;
- Le coût de la détérioration ou de l'obsolescence des produits stockés ;
- Les frais généraux et les frais de gestion du stock.

Ces deux objectifs sont contradictoires. D'un côté il faut réduire le nombre de commande, de l'autre côté il faut l'augmenter.

Pour cela La formule de Wilson, permet de déterminer la solution la plus économique, c'est-à-dire, le nombre de commande idéal et donc la quantité à commander idéale.

La QEC est une méthode visant à optimiser le coût de gestion de stock en trouvant un juste milieu entre les frais de gestion du stock et les frais de passation de commande.

La formule de Wilson permet de répondre à la question : « **combien approvisionner ?** »

**1 ère méthode : La Formule de Wilson**

$$QEC = \sqrt{\frac{2 \times D \times CL}{t \times p}} \quad (III-10)$$

- Le coût de lancement de commande (CL).
- Le nombre d'articles commandés ou fabriqués par an (D).
- Le coût de stockage annuel d'une unité (t x p).

**2 ème méthode : le Coût Global**

- Le coût de passation de commande (CL) : combien de commandes elle va passer ?
- Le coût de possession (CP) : lorsqu'elle commande des quantités plus importantes de ses besoins immédiats.

$$\text{Coût global} = CL + CP \quad (III-11)$$

- En réduisant le CL tout en augmentant la quantité commandée pour chaque commande, j'augmente le CP.
- Si je veux réduire le coût de CP en commandant moins, j'augmenterai le nombre de commandes et ainsi le CL.

L'objectif est donc de minimiser le coût global.

**1- calcul du CL :**

$$CL = L \times N \quad (III-12)$$

et

$$N = \frac{D}{Q} \quad (III-13)$$

Ce qui nous donne :

$$CL = L \times \frac{D}{Q} \quad (III-14)$$

N = Nombre de commande à passer en une année.

L = coût de lancement unitaire c'est-à-dire d'un ordre d'achat (écriture d'un bon de commande, préparation de spécifications, suivi et relance, traitement de factures, paiement).

Q = la quantité approvisionnée ou lancée à chaque période.

## 2- calcul du CS :

$$CP = CS \times \left( SS + \frac{Q}{2} \right) \quad (III-15)$$

et

$$CP = t \times p \times \left( SS + \frac{Q}{2} \right) \quad (III-16)$$

ce qui nous donne :

$$CS = t \times p \quad (III-17)$$

CS = coût unitaire de stockage.

t = taux de possession annuel tenant compte de l'intérêt du capital immobilisé, de la détérioration éventuelle, des obsolescences et des frais divers ( loyer, assurances, manutentions, taxes, ...).

p = prix de l'article.

SS = stock de sécurité.

Q = la quantité approvisionnée ou lancée à chaque période.

### 8.6.2 Exemple

D'après des statistiques, une évaluation a déterminé les besoins de l'entreprise en matière première qui sont :

D = 1 000 unités par an.

CL = 50 Da.

t = 8 %.

p = 20 Da.

*Comment l'entreprise va procéder pour faire entrer les 1000 unités ?*

### 8.6.3 Solution

*1 ère méthode : La Formule de Wilson*

$$QEC = \sqrt{\frac{2 \times D \times CL}{t \times p}} \quad QEC = \sqrt{\frac{2 \times 1000 \times 50}{20 \times 0.08}} \quad QEC = 250 \text{ unités}$$

*2 ème méthode : le Coût Global*

*Coût global = CL + CP*

**Pour Q = 50**

1- déterminer le nombre de commandes que l'entreprise va passer

$$CL = L \times \frac{D}{Q} = 50 \times \frac{1000}{50} = 1000$$

2- déterminer le coût de possession en considérant le stock moyen de chaque période

$$CP = t \times p \times \frac{Q}{2} = 0.08 \times 20 \times \frac{50}{2} = 0.8 \times 50 = 40$$

$$\text{Coût global} = CL + CP = 1000 + 40 = 1500$$

on refait le même calcul pour les valeurs de Q, de 100 à 500 et on obtient les résultats sur le tableau suivant :

| Q  | 50   | 100 | 150 | 200 | 250 | 400 | 500 |
|----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| CL | 1000 | 500 | 333 | 250 | 200 | 125 | 100 |
| CP | 40   | 80  | 120 | 160 | 200 | 320 | 400 |
| CG | 1400 | 580 | 453 | 410 | 400 | 445 | 500 |

I  
II  
III

Tableau III.3 Le coût global des matières premières

A partir du tableau, on trace le graphique pour les trois (03) lignes, CL, CP et CG et on déduit la QEC à partir du pic de la courbe III.

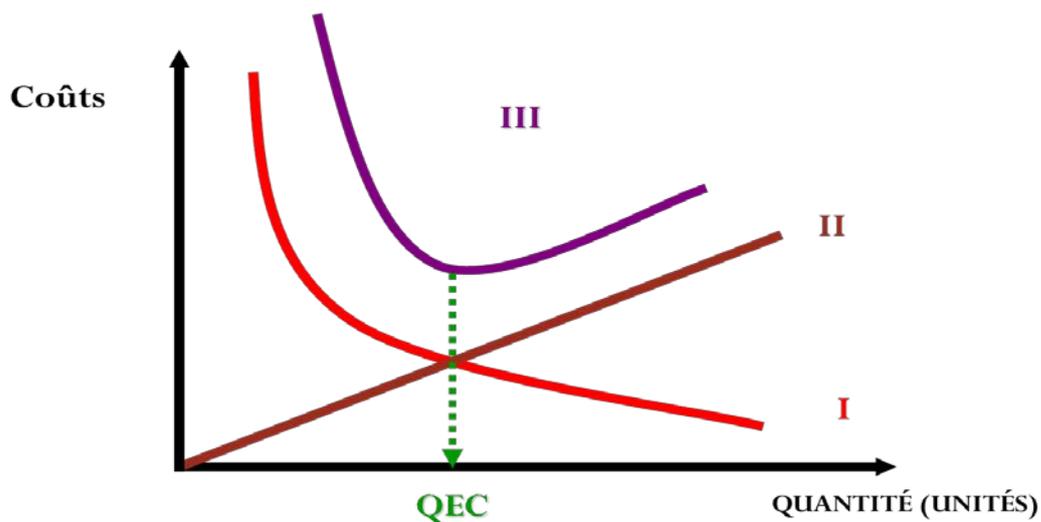


Figure III.17 Détermination du QEC des matières premières

- I- on remarque que, plus les quantités commandées augmentent, plus le CL diminue.  
II- plus les quantités commandées sont importantes, plus le CS augmente → fonction linéaire  
III- on remarque que le CG décroît pour atteindre un minimum (400) et augmente après. Le minimum est obtenu lorsque  $CL=CS$  (l'équilibre de Wilson) qui est atteint quand  $Q = 250$ . On en déduit alors que  $QEC = 250$ .

3- déterminer la fréquence (périodicité) des commandes

$$T = \frac{365}{N} \quad \text{et} \quad N = \frac{D}{QEC}$$

$$N = \frac{1000}{250} = 4 \text{ commandes / an}$$

$$T = \frac{365}{4} = 91 \text{ jours}$$

L'entreprise commande la quantité de 250 unités chaque trimestre.

La **quantité économique** pourrait être perçue à première vue comme **LA** réponse aux questions d'optimisations des approvisionnements. Elle va avant tout servir à donner un ordre d'idée sur la quantité optimum à commander.

Plusieurs critères qui ne sont pas pris en compte par le modèle :

- La taille de lot du fournisseur.
- Le risque d'obsolescence.
- La capacité de stockage que vous avez à disposition.
- ...

## 9. Les méthodes de réapprovisionnement

L'approvisionnement consiste, pour une entreprise, à acheter les produits et les services qui sont nécessaires à son fonctionnement. Il doit être régulier (gestion des stocks) et doit maîtriser les prix (politique d'achats).

Pour savoir quelle politique mettre en place il est avant tout nécessaire de se poser les bonnes questions :

- 1- **«Quel produit»** il est nécessaire d'approvisionner ?
- 2- Ensuite, les deux variables sont **«quand»** et **«combien»**?

Le **«Quand»** pour savoir si l'approvisionnement sera à **«date fixe»**, ou s'il sera à **«date variable»**.

Le **«Combien»**, même cheminement. Souhaitons-nous commander toujours la même quantité (quantité fixe) ou adapter la quantité en fonction du besoin (quantité variable).

Une fois une réponse à chacune de ses questions trouvée, nous pouvons regarder la matrice ci-dessous :

**Tableau III.4** *Les méthodes de réapprovisionnement*

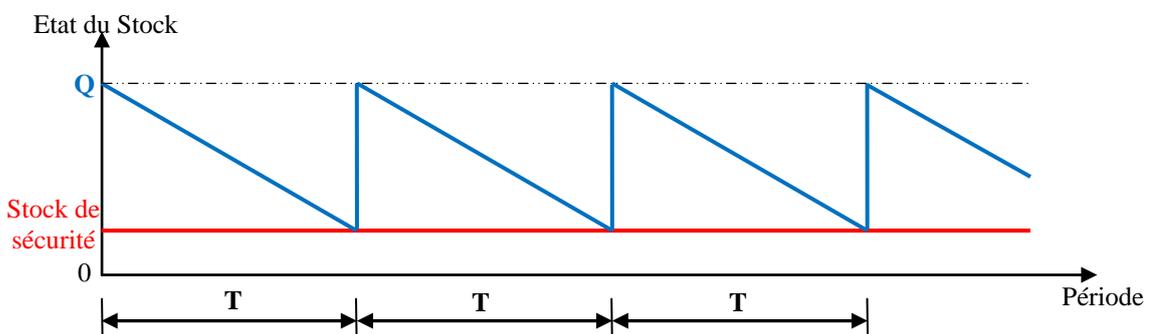
|                   | Période Fixe                   | Période Variable                           |
|-------------------|--------------------------------|--|
| Quantité Fixe     | Méthode de Réapprovisionnement | Méthode à point de commande                |
| Quantité Variable | Méthode de Recomplètement      | Méthodes à périodes et quantités variables |

**9.1 Périodes et quantités fixes**

Aussi appelée *Méthode de Réapprovisionnement* ou *Méthode Calendaire*, cette méthode, extrêmement simple, constitue plus un cas d'école qu'une réalité d'entreprise compte tenu de la régularité qu'il implique.

Elle peut être utilisée pour les articles de faibles valeurs dont la consommation est régulière et qui ne sont pas fabriqués par l'entreprise.

**Exemple :** 20 planches de bois toutes les semaines.



**Figure III.18** *La méthode calendaire*

**9.2 Périodes fixes et quantités variables (Méthode de Recomplètement)**

Cette méthode consiste à reconstituer de façon régulière le stock pour atteindre une valeur de reconstituration appelée ici  $Q_m$ .

$$Q_m = C \times (D + d) + SS \tag{III-18}$$

C : la consommation moyenne par unité de temps.

D : le délai de réalisation ou d'approvisionnement de l'article.

d : la période de reconstituration.

SS : le stock de sécurité.

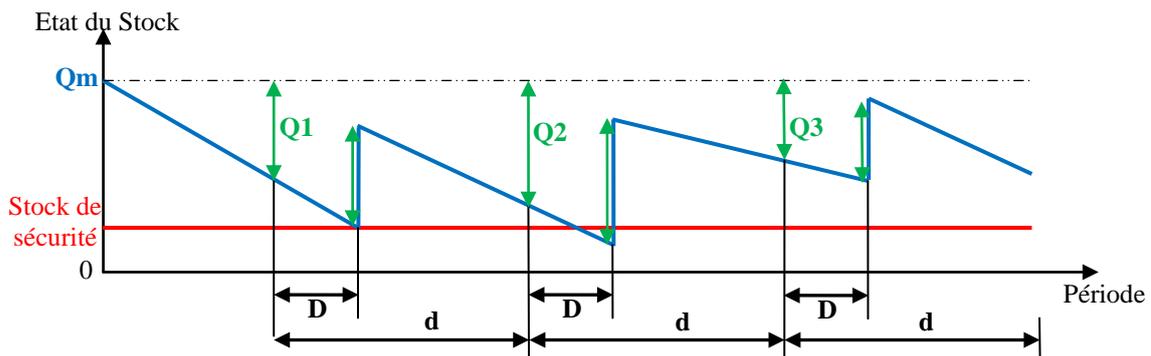


Figure III.19 La méthode de reapprovisionnement

Le principe de cette méthode est :

- 1- qu'à chaque période fixe, appelée *période de révision* et notée  $d$ , on constate le niveau de stock disponible.
- 2- On le ramène alors, par une commande de réapprovisionnement, à un niveau fixe dit *niveau de reapprovisionnement*, noté  $Q_m$ .
- 3- Cette commande est réceptionnée après un délai d'obtention,  $D$ .

### 9.2.1 Exemple

Tous les mois, le magasinier passe une commande de planche de bois en fonction du niveau de stock constaté, afin de porter ce dernier à 40 planches.

#### Calcul de la quantité à commander à chaque période : $Q_i$

La quantité commandée à la fin de chaque période fixe est donc égale à la différence entre le stock disponible et le niveau de reapprovisionnement.

$$Q_i = Q_m - \text{Etat du stock de l'article au moment de passer la commande} \quad (III-19)$$

**Attention !** A ne pas confondre entre niveau de reapprovisionnement et quantité à commander.

### 9.2.2 Application numérique

Une entreprise à Tlemcen vend en moyenne 100 000 cartons de lait en poudre par an, travaille avec un stock de sécurité de 500 cartons et lance une commande chaque trimestre.

Le lancement de la commande se fait habituellement par le responsable commercial de l'entreprise qui se déplace en voiture jusqu'à Alger pour lancer la commande ce qui lui prend 2 jours.

Le fournisseur, une fois qu'il a reçu la commande, vérifie l'état de son stock, valide la commande, prépare la marchandise, contacte un transporteur, charge la marchandise dans le camion et procède ainsi à la livraison. Cela prend généralement 3 jours à qui on ajoute 1 journée pour la réception de la marchandise à l'entreprise.

**Quelle est le niveau de reapprovisionnement en cartons de lait en poudre ?**

**9.2.3 Solution**

$$Q_m = C \times (D + d) + SS$$

$$C = \frac{100000}{365} = 274 \text{ cartons / jours}$$

$$D + d = 6 + 90 = 96 \text{ jours}$$

$$SS = 500 \text{ cartons}$$

$$Q_m = 274 \times (6 + 90) + 500 = 26804 \text{ cartons}$$

L'état de stock de l'entreprise au moment de passer chaque commande est :

| Trimestre     | 1   | 2     | 3      | 4   |
|---------------|-----|-------|--------|-----|
| Etat du stock | 600 | 5 800 | 10 240 | 400 |

**Tableau III.5 Etat du stock des cartons de lait par trimestre**

**Quelle est la quantité à commander à chaque trimestre?**

$Q_i = Q_m - \text{Etat du stock de l'article au moment de passer la commande}$

$$Q_1(\text{1er trimestre}) = Q_m - \text{stock (1}^{\text{er}} \text{ trimestre)}$$

$$Q_1 = 26804 - 600$$

$$Q_1 = 26204$$

| Trimestre | 1      | 2      | 3      | 4      |
|-----------|--------|--------|--------|--------|
| $Q_i$     | 26 204 | 21 004 | 16 564 | 26 404 |

**Tableau III.5 La quantité à commander chaque trimestre**

$$Q_2(\text{2}^{\text{ème}} \text{ trimestre}) = Q_m - \text{stock (2}^{\text{ème}} \text{ trimestre)}$$

$$Q_2 = 26804 - 5800$$

$$Q_2 = 21004$$

$$Q_3(\text{3}^{\text{ème}} \text{ trimestre}) = Q_m - \text{stock (3}^{\text{ème}} \text{ trimestre)}$$

$$Q_3 = 26804 - 10240$$

$$Q_3 = 16564$$

$$Q_4(\text{4}^{\text{ème}} \text{ trimestre}) = Q_m - \text{stock (4}^{\text{ème}} \text{ trimestre)}$$

$$Q_4 = 26804 - 400$$

$$Q_4 = 26404$$

### 9.2.4 Méthode de Recomplètement avec seuil

Le principe de ce système est le suivant : à la fin de chaque période de révision, on examine le niveau du stock. On ne passe une commande que si ce niveau est inférieur à un seuil prédéterminé. Cela évite de passer des commandes de trop petites tailles si la demande pendant la période a été très faible.

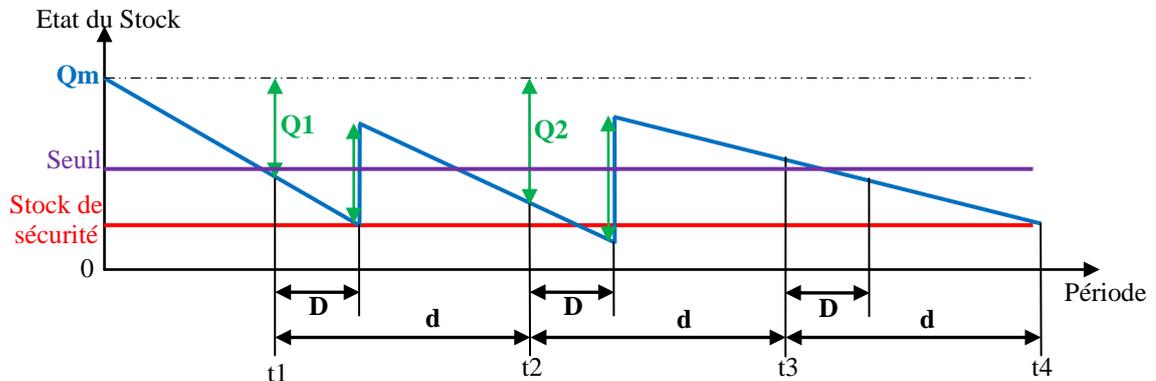


Figure III.20 La méthode de reapprovisionnement avec seuil

A la date  $t_1$  et  $t_2$ , le seuil est franchi et on passe une commande  $Q_1$  et  $Q_2$  alors qu'à la date  $t_3$ , le seuil n'étant pas franchi, on ne passe pas de commande et on attend la période  $t_4$ .

### 9.3 Périodes variables et quantités fixes (Méthode du Point de Commande)

Le point de commande est le niveau de stock qui permet de déclencher l'ordre d'approvisionnement ou le lancement en fabrication. Il est défini comme étant le niveau de stock nécessaire pour couvrir les besoins durant le délai d'approvisionnement. La quantité commandée est généralement la quantité économique QEC.

#### 9.3.1 Exemple

dès que le stock de planche de bois atteint la valeur limite de 10 unités, il faut déclencher une commande de 50 planches.

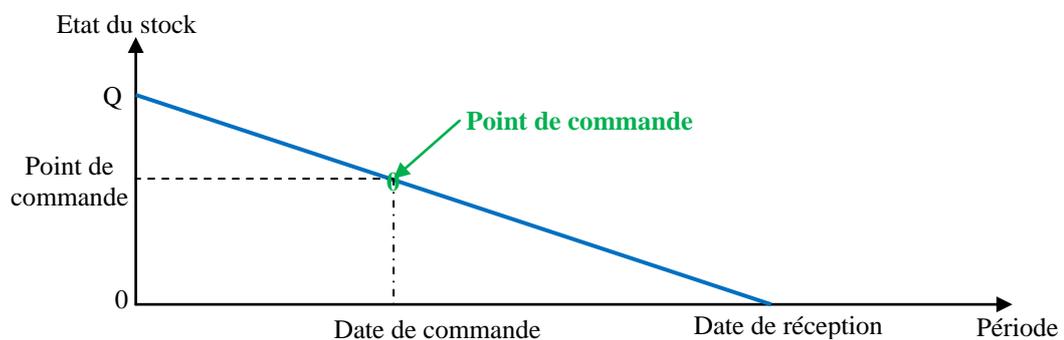


Figure III.21 La méthode de point de commande

Le schéma précédent est bien sûr purement théorique. Dans la réalité, l'entreprise peut rencontrer plusieurs imprévus :

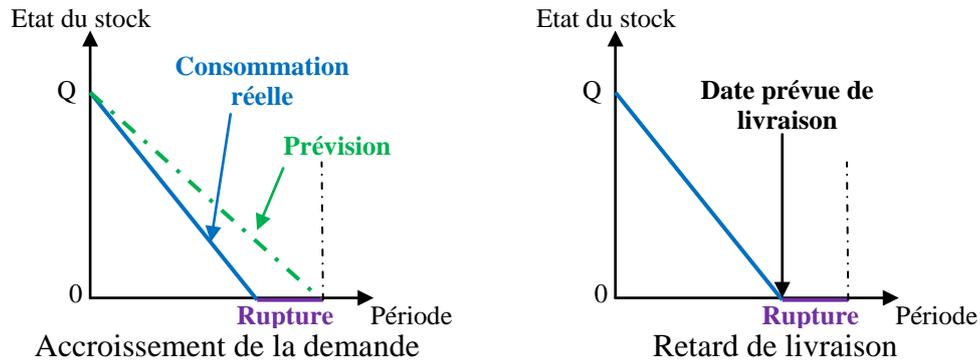


Figure III.22 Les risques de la méthode de point de commande

Afin d'éviter la rupture de stock, on prévoit un stock de sécurité qui permettra d'absorber « l'imprévisible ». Le gestionnaire suit l'évolution du stock aussi fréquemment que possible afin de détecter le franchissement du point de commande.

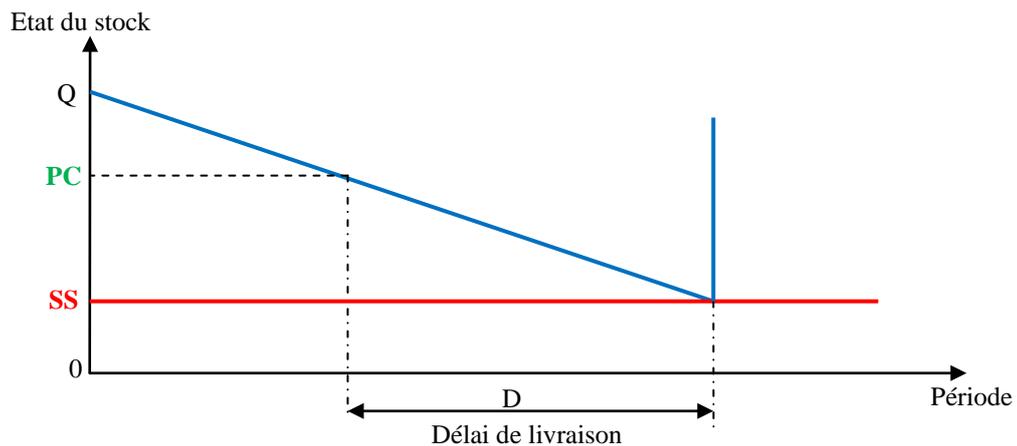


Figure III.23 La méthode de point de commande avec stock de sécurité

$$PC = C * D + SS \quad (III-20)$$

PC : Point de commande.

C : Consommation moyenne par unité de temps.

D : Délai de livraison ou d'approvisionnement de l'article.

SS : le stock de sécurité.

Pour leur part, les quantités commandées peuvent être calculées grâce à la formule de la quantité économique (formule de Wilson).

### 9.3.2 Application Numérique

Trouver le point de commande (PC) qui correspond aux informations suivantes :

- C : 30 000 pièces par mois.
- D = 5 jours.
- SS = 300 pièces.

### 9.3.3 Solution

$$PC = C * D + SS \quad \Rightarrow \quad PC = 1000 \times 5 + 300 = 5300 \text{ pièces}$$

### 9.4 Périodes et quantités variables

Cette méthode est utilisée pour :

- Les articles dont les prix d'achat varient fortement (métaux et diamants en particulier), elle permet néanmoins de profiter de tarifs très intéressants et donc il faut faire un suivi permanent et rigoureux des coûts du marché.
- Les articles dont la disponibilité n'est pas permanente.

L'attention demandée par cette méthode ne la rend exploitable que pour un nombre très réduit d'articles.

### Conclusion

Il est clair que les stocks représentent une impasse pour les gestionnaires. Les stocks sont nécessaires pour le bon déroulement de la production et pour faire face aux imprévus (retards de livraison et augmentation soudaine de la commande) et en même temps représentent un certain coût de possession dans le cas inverse, c'est-à-dire lorsqu'il y a une faible demande. Néanmoins, et avec une bonne planification et avec l'application de certaines méthode du « Lean management » ou du juste à temps comme par exemple, la méthode Kanban, les gestionnaires parviennent à limiter au plus bas possible la quantité stockée.

# Chapitre N°4

## La planification de la production

---

### *Introduction*

Il est très difficile pour une entreprise de maintenir un équilibre constant entre l'offre et la demande surtout si c'est la demande qui dicte les règles du jeu. La loi du marché économique impose à toute entreprise de prévoir ses activités afin d'optimiser sa politique d'investissement, de fabrication, de vente, etc. Dans toute entreprise, il existe donc au moins un planning permettant de matérialiser ces prévisions.

### *1. La planification*

Planifier les opérations consiste à positionner dans le temps les actions de production à effectuer en mettant en place les ressources nécessaires à la réalisation de ces opérations.

La planification de la production est un peu comme une carte routière. Elle vous aide à déterminer où vous vous dirigez et combien de temps vous mettrez pour atteindre votre destination.

### *2. Historique*

#### *2.1 Le MRP 0 (1965)*

C'est la première méthode dont l'usage est lié à l'ordinateur. Elle est la base de la gestion de production assistée par ordinateur (GPAO). La MRP 0 correspond à la planification des besoins en composants se basant sur la nomenclature du produit sans tenir compte des ressources à affecter et des capacités à produire.

L'outil de planification MRP fonctionne en flux poussé. Il détermine, sur la base des prévisions de ventes, les quantités brutes de matières premières à approvisionner.

#### *2.2 Le MRP 1 (1971)*

La MRP 1 intègre à la structure du MRP 0 **l'équilibre entre charges et capacités**. Cette méthode calcule par éclatement de nomenclatures les quantités en composants et suggère des quantités à acheter, le calcul des quantités dans les Ordres de Fabrications (OF) et les Ordres d'Achats (OA).

La MRP 1 va donc analyser **la faisabilité du planning de la production**. Est-il possible de produire les quantités planifiées dans la période planifiée ?

Le MRP1 est aussi appelé CRP (Planification de la capacité de production)

### 2.2.1 Exemple du MRP 1

Sur les Ressources critiques, un **calcul de charge** est réalisé afin d'**identifier en amont les éventuels points de blocage**.

| GAMMES     |                |                  |  |  |  |  |  |
|------------|----------------|------------------|--|--|--|--|--|
| Familles   | Acier (tonnes) | T.M (Heures std) |  |  |  |  |  |
| Bicyclette | 0,00057        | 0,63             |  |  |  |  |  |
| Caddie     | 0,00047        | 0,24             |  |  |  |  |  |
| Trotinette | 0,00029        | 0,39             |  |  |  |  |  |

| MOIS - Famille Bicycl. |     | 1   | 2   | 3   | 4    | 5    | 6    |
|------------------------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|
| VENTES PREVUES         |     | 400 | 450 | 600 | 750  | 500  | 400  |
| STOCKS                 | 250 | 250 | 250 | 50  | -200 | -250 | -250 |
| PLAN DE PRODUCTION     |     | 400 | 450 | 400 | 500  | 450  | 400  |

|                                 |  |     |       |     |      |       |     |
|---------------------------------|--|-----|-------|-----|------|-------|-----|
| CHARGE - Lignes Bicyclettes (h) |  | 252 | 283,5 | 252 | 315  | 283,5 | 252 |
| CAPACITES (h)                   |  | 300 | 300   | 300 | 300  | 300   | 300 |
| %                               |  | 84% | 95%   | 84% | 105% | 95%   | 84% |

Lissage

Tableau IV.1 Exemple MRP 1 (CRP)

### 2.2.2 Lissage du plan de charge

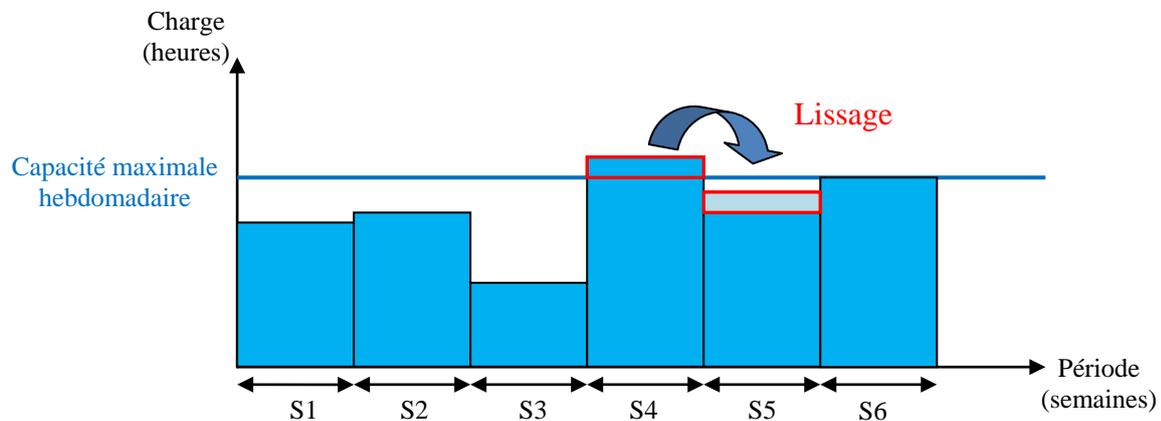


Figure IV.1 Lissage du plan de charge

Le lissage est l'élimination des dépassements de capacités ou de ressources. Deux grandes alternatives permettent d'équilibrer la charge et la capacité :

#### a- Modifier la capacité

- Mettre en place des accords de temps flexible.
- Embaucher du personnel ou intérimaires.
- Ajouter une équipe.
- Investir dans de nouveaux équipements.

### b- Modifier la charge

- Agir avec les stocks
- Engager des actions commerciales
- Faire appel à la sous-traitance

### 2.3 Le MRP 2 (1979)

Le calcul mis en œuvre dans la méthode MRP 1 est alors suivi dans le MRP 2 d'une phase de **planification de la charge**, puis de **calcul d'un plan valorisé** d'approvisionnement et de charge.

Le MRP 2 permet de :

- Définir les besoins en composants pour satisfaire la consommation sur une période donnée.
- Synchroniser les différents articles dans le stock **en quantité** et **dans le temps** sur la base de la **demande commercial**.
- connaître pour tous les articles, **lesancements à effectuer dans les périodes à venir**.

Il y a 3 principales étapes qui interviennent dans une logique MRP2 :

- Le Plan Industriel et Commercial (PIC).
- Le Plan Directeur de Production (PDP).
- Le Calcul de Besoins Bruts (BB) et Calcul des Besoins Nets (CBN).

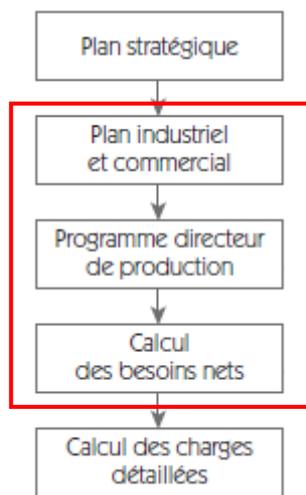


Figure IV.2 Les étapes du MRP2

### 3. Le Plan Stratégique

Cette démarche consiste à étudier les facteurs politiques, économiques et démographiques qui influencent le marché. Le Plan stratégique et commercial définit les grandes orientations et objectifs commerciaux de l'entreprise. Il vise à planifier au plus haut niveau de la politique marketing de la société.

Ce plan donne une vision à long terme des futures ventes et donc des besoins de production. Il est généralement de 3 ans et les prévisions sont regroupées par familles de produit.

#### **4. Le Plan Industriel et Commercial (PIC)**

Le PIC aligne les différents départements de l'entreprise sur un planning commun, il est établi conjointement par la direction générale, la direction de la production et la direction commerciale à partir du carnet de commandes et des prévisions commerciales. Il permet d'anticiper globalement les problèmes potentiels, notamment une inadéquation entre la capacité de l'entreprise et la charge induite par les besoins commerciaux.

L'entreprise doit essayer d'adapter son niveau de stock et de main d'œuvre pour satisfaire la demande en termes de quantité.

La Planification se fait sur un Horizon de 12 à 18 mois, elle définit :

- Les volumes des ventes.
- Les niveaux de stocks.
- Les besoins en équipements et en ressources.

Le PIC donne des objectifs de production, il ne permet pas de produire.

#### **5. Le Plan Directeur de Production (PDP)**

Le PDP traduit en forme opérationnelle la volonté de l'entreprise exprimée dans le PIC. C'est un *contrat* qui définit de façon précise l'*échancier des quantités à produire pour chaque produit fini*.

Il est établi à partir :

- Des données du PIC.
- Des données pratiques (nomenclatures, stocks, en-cours...).
- De la capacité de production et de la charge proposée.

Le PDP a pour objectif de planifier les besoins en produits afin de satisfaire la demande finale. Il est ensuite validé pour se transformer en plan de production de produits et constitue un point de départ pour le calcul des besoins en composants.

#### **6. Calcul des Besoins Nets (CBN)**

Le CBN est un outil de programmation à moyen terme qui génère des propositions de fabrication et d'achat pour l'ensemble des articles à tous les niveaux de la nomenclature à partir du PDP. Il s'agit de déterminer à partir des **besoins indépendants**, l'ensemble des **besoins dépendants (Principe d'Orlicky)**.

Le calcul des besoins repose sur :

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

### 6.1 Le principe d'Orlicky

De son créateur, Joseph Orlicky, ce principe permet de différencier les deux types de besoins :

**Les Besoins indépendants** : Produits finis, pièces de rechanges. Ils sont **estimés par des prévisions**.

**Les besoins dépendants** : nécessaires à la réalisation d'un besoin indépendant (produits semi-finis, composants, matières premières). Ils **doivent être calculés**.

### 6.2 La méthode de calcul des besoins nets (CBN)

Le CBN est le cœur du système MRP

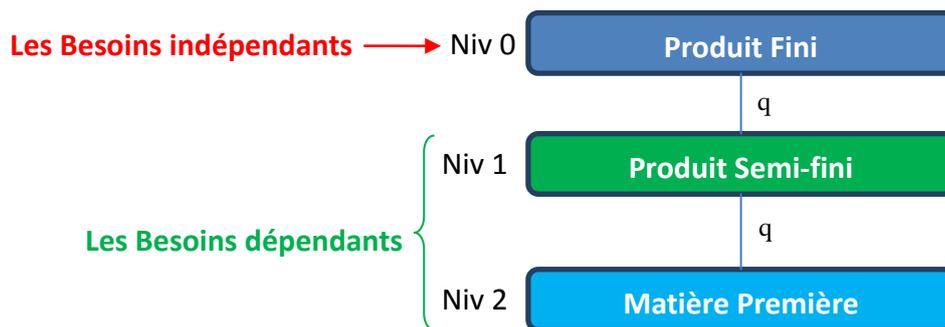


Figure IV.3 Le principe d'Orlicky

#### 6.2.1 Les Besoins Bruts (BB)

Les besoins bruts du niveau 0 de la nomenclature proviennent soit des prévisions commerciales, soit du plan directeur de production, soit du carnet de commande.

$$\text{Besoins bruts} = \text{Besoins indépendants} + \text{Besoins dépendants} \quad (IV-1)$$

#### 6.2.2 Les Besoins Nets (BN)

Les besoins nets sont liés aux besoins bruts par la relation :

$$\text{Besoins Nets} = \text{Besoins Bruts} - \text{Stock Disponible} \quad (IV-2)$$

$$\text{Stock disponible} = \text{Stock physique} - \text{Stock de sécurité} + \text{Réceptions attendues} \quad (IV-3)$$

### 6.3 La procédure MRP 2

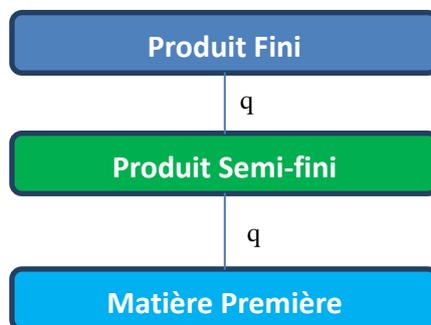
La méthode MRP consiste donc à remplir un tableau pour tous les produits de la nomenclature :

| Semaines                       | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Demandes ou Besoins Bruts (BB) |   |   |   |   |   |   |
| Stocks Prévisionnels (SP)      |   |   |   |   |   |   |
| Besoins Nets (BN)              |   |   |   |   |   |   |
| Plan de Production OP (fin)    |   |   |   |   |   |   |
| Plan de Production OP (Début)  |   |   |   |   |   |   |

Tableau IV.2 *Le tableau MRP 2*

Avant de commencer, il est important de posséder des informations qui vont nous aider à remplir le tableau :

#### a- La nomenclature du produit

Figure IV.4 *La nomenclature du produit fini*

#### b- Le plan directeur de production (PDP)

| Semaines                       | 1  | 2 | 3   | 4 |
|--------------------------------|----|---|-----|---|
| Demandes ou Besoins Bruts (BB) | 50 |   | 100 |   |

Tableau IV.3 *Le plan directeur de production du produit fini*

Le plan directeur nous fournit l'information sur le besoin brut pour le produit fini.

#### c- L'état des stocks

| Produits                                       | Produit fini | Produit semi-fini | Matières premières |
|--|--------------|-------------------|--------------------|
| Quantité en stock ou Stocks Prévisionnels (SP) | 80           | 50                | 120                |

Tableau IV.4 *L'état des stocks des articles*

**d- Les délais de livraison ou de fabrication**

| Produits          | Produit fini | Produit semi-fini | Matières premières |
|-------------------|--------------|-------------------|--------------------|
| Délais (semaines) | 1            | 1                 | 2                  |

Tableau IV.5 *Le délai de livraison des articles*

**e- La taille des lots**

| Produits      | Produit fini | Produit semi-fini | Matières premières |
|---------------|--------------|-------------------|--------------------|
| Taille du lot | 30           | 20                | 60                 |

Tableau IV.6 *La taille des lots des articles*

**6.3.1 Exemple**

Développez un plan de production pour une période de **06 semaines** (en utilisant la **procédure MRP**) pour les produits de la nomenclature suivante :

Les données nécessaires à la résolution de l'exercice sont :

**a- La nomenclature du produit fini**

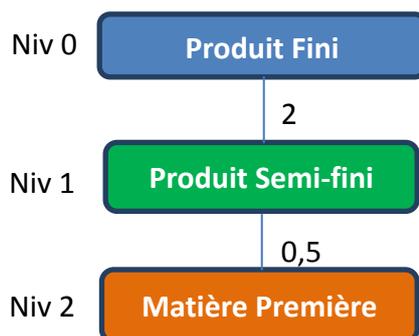


Figure IV.5 *La nomenclature*

**b- Le plan directeur de production (PDP)**

| Semaines           | 1 | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   |
|--------------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|
| Besoins Bruts (BB) |   | 200 | 300 | 300 | 400 | 500 |

**c- L'état des stocks**

| Produits                  | Produit fini | Produit semi-fini | Matières premières |
|---------------------------|--------------|-------------------|--------------------|
| Stocks Prévisionnels (SP) | 600          | 300               | 600                |

**d- Les délais de livraison ou de fabrication**

| Produits          | Produit fini | Produit semi-fini | Matières premières |
|-------------------|--------------|-------------------|--------------------|
| Délais (semaines) | 1            | 2                 | 1                  |

**e- La taille des lots**

| Produits      | Produit fini | Produit semi-fini | Matières premières |
|---------------|--------------|-------------------|--------------------|
| Taille du lot | 500          | 1 000             | 500                |

**6.3.2 Solution****a- Pour le produit fini**

- SP : Stock Prévisionnel
- OL : Ordres Lancés attendus
- OP : Ordre de Production
- BN : Besoin Net (Quantités à Produire)
- BB : Besoin Brut
- t : période (jours, semaines, mois, années)

**Figure IV.5 Le produit fini**

|                   | 0   | 1   | 2    | 3    | 4   | 5   | 6   |
|-------------------|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|
| <b>BB</b>         |     |     | 200  | 300  | 300 | 400 | 500 |
| <b>SP</b>         | 600 | 600 | 400  | 100  | 300 | 400 | 400 |
| <b>BN</b>         |     |     | -400 | -100 | 200 | 100 | 100 |
| <b>OP (fin)</b>   |     |     |      |      | 500 | 500 | 500 |
| <b>OP (début)</b> |     |     |      | 500  | 500 | 500 |     |

**Tableau IV.7 Le tableau MRP 2 du produit fini**

Pour remplir le tableau, il faut suivre les étapes suivantes :

- a- On prend la quantité en stock du produit fini du tableau « état du stock » et on la met dans la semaine 0 sur la ligne SP.
- b- Puisqu'il n y a pas de besoin brut durant la première semaine, l'état du stock du produit fini ne change pas et donc on met la même quantité de stock, c'est-à-dire 600, dans la semaine 1 sur la ligne SP.
- c- On calcule le besoin net BN pour la deuxième semaine :

$$\text{Besoins Nets } t = \text{Besoins Bruts } t - \text{Stock Disponible } t \quad (IV-4)$$

$$\text{Stock Disponible } t = \text{Stock Prévisionnel } t-1 \quad (IV-5)$$

$$\text{BN}_t = \text{BB}_t - \text{SP}_{t-1} \quad (IV-6)$$

$$\text{BN}_2 = \text{BB}_2 - \text{SP}_1$$

$$\text{BN}_2 = 200 - 600$$

$$\text{BN}_2 = -400$$

Si  $(\text{BN}_t \leq 0) \rightarrow$  on calcule le  $\text{SP}_t$

$$\mathbf{SP_t = SP_{t-1} - BB_t} \quad (IV-7)$$

$$SP_2 = SP_1 - BB_2$$

$$SP_2 = 600 - 200$$

$$SP_2 = 400$$

d- On calcule le besoin net BN pour période suivante c'est-à-dire, pour la troisième semaine :

$$BN_3 = BB_3 - SP_2$$

$$BN_3 = 300 - 400$$

$$BN_3 = -100$$

**Si (BN<sub>t</sub> ≤ 0) → on calcule le SP<sub>t</sub>**

$$\mathbf{SP_t = SP_{t-1} - BB_t}$$

$$SP_3 = SP_2 - BB_3$$

$$SP_3 = 400 - 300$$

$$SP_3 = 100$$

e- On calcule le besoin net BN pour période suivante c'est-à-dire, pour la quatrième semaine :

$$BN_4 = BB_4 - SP_3$$

$$BN_4 = 300 - 100$$

$$BN_4 = 200$$

**Si (BN<sub>t</sub> > 0) → on lance la production OP (début)**

$$\mathbf{OP_{t-délai d'obtention} (début) = taille du lot du produit concerné} \quad (IV-8)$$

$$\mathbf{OP_{t-délai d'obtention} (début) = OP_t (fin)} \quad (IV-9)$$

$$OP_{t-délai d'obtention} (début) = taille du lot du produit concerné$$

$$OP_{4-1} (début) = 500$$

$$OP_3 (début) = 500$$

$$OP_{t-délai d'obtention} (début) = OP_t (fin)$$

$$OP_4 (fin) = OP_3 (début) = 500$$

f- Puis on calcule le nouveau SP<sub>t</sub>

$$\mathbf{SP_t = SP_{t-1} + OP_t (fin) - BB_t} \quad (IV-10)$$

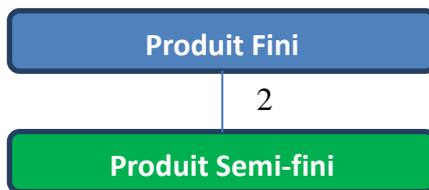
$$SP_4 = SP_3 + OP_4 (fin) - BB_4$$

$$SP_4 = 100 + 500 - 300$$

$$SP_4 = 300$$

g- Et ainsi de suite on continue le remplissage du tableau pour les périodes suivantes.

**b- Calcul des besoins pour le produit Semi-fini**



**Figure IV.6** *Le produit fini*

D'après la nomenclature, pour réaliser le Produit Fini PF, il faut 02 Produits Semi-Finis PSF. Les ordres de production (début) pour PF permettent de calculer les besoins bruts en PSF.

| Semaines                                 | 0 | 1 | 2 | 3     | 4     | 5     | 6 |
|--|---|---|---|-------|-------|-------|---|
| <b>OP (début) produit fini</b>           |   |   |   | 500   | 500   | 500   |   |
| <b>Multiplié par la quantité du lien</b> |   |   |   | 2     | 2     | 2     |   |
| <b>= BB produit semi-fini</b>            |   |   |   | 1 000 | 1 000 | 1 000 |   |

**Tableau IV.8** *Les besoins bruts du produit semi-fini*

Et maintenant, il faut remplir le tableau pour le produit semi-fini en suivant les mêmes étapes pour le remplissage du produit fini.

|                   | 0   | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6   |
|-------------------|-----|------|------|------|------|------|-----|
| <b>BB</b>         |     |      |      | 1000 | 1000 | 1000 |     |
| <b>SP</b>         | 300 | 300  | 300  | 300  | 300  | 300  | 300 |
| <b>BN</b>         |     |      |      | +700 | +700 | +700 |     |
| <b>OP (fin)</b>   |     |      |      | 1000 | 1000 | 1000 |     |
| <b>OP (début)</b> |     | 1000 | 1000 | 1000 |      |      |     |

**Tableau IV.9** *Le tableau MRP 2 du produit semi-fini*

**c- Calcul des besoins pour la matière première**



**Figure IV.7** *Les matières premières*

D'après la nomenclature, pour réaliser le Produit Semi-Fini PSF, il faut 0,5 Matière Première MP. Les ordres proposés pour PSF permettent de calculer les besoins bruts en MP.

| Semaines                                     | 0 | 1           | 2           | 3           | 4 | 5 | 6 |
|--|---|-------------|-------------|-------------|---|---|---|
| <b>OP (début)<br/>produit semi-fini</b>      |   | <b>1000</b> | <b>1000</b> | <b>1000</b> |   |   |   |
| <b>Multiplié par la<br/>quantité du lien</b> |   | <b>0,5</b>  | <b>0,5</b>  | <b>0,5</b>  |   |   |   |
| <b>= BB produit<br/>matière première</b>     |   | <b>500</b>  | <b>500</b>  | <b>500</b>  |   |   |   |

**Tableau IV.10** *Les besoins bruts de la matière première*

Ensuite, il faut remultiplier le tableau pour les matières premières en suivant les mêmes étapes pour le remplissage des deux précédents produits, fini et semi-fini.

|                   | 0          | 1           | 2           | 3           | 4          | 5          | 6          |
|-------------------|------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|
| <b>BB</b>         |            | <b>500</b>  | <b>500</b>  | <b>500</b>  |            |            |            |
| <b>SP</b>         | <b>600</b> | <b>100</b>  | <b>100</b>  | <b>100</b>  | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> |
| <b>BN</b>         |            | <b>-100</b> | <b>+400</b> | <b>+400</b> |            |            |            |
| <b>OP (fin)</b>   |            |             | <b>500</b>  | <b>500</b>  |            |            |            |
| <b>OP (début)</b> |            | <b>500</b>  | <b>500</b>  |             |            |            |            |

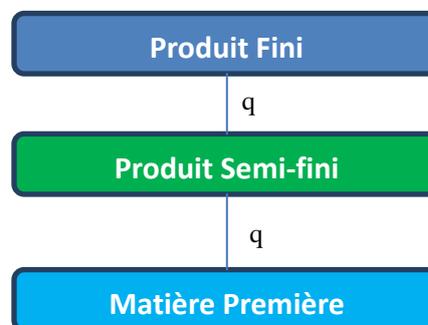
**Tableau IV.11** *Le tableau MRP 2 de la matière première*

Pour les matières premières, on parle plutôt d'Ordre d'Achats OA que d'Ordre de Production OP. Cela veut dire qu'il faut passer des commandes auprès des fournisseurs la première et deuxième semaine pour que le produit fini soit prêt à temps.

### 6.3.3 Les différents cas de nomenclatures

On peut tomber sur plusieurs cas de nomenclature dont les plus fréquents sont :

#### 1<sup>er</sup> cas : nomenclature multi-niveaux



**Figure IV.8** *Nomenclature multi-niveaux*

**2<sup>ème</sup> cas : un seul composant pour deux composés différents**

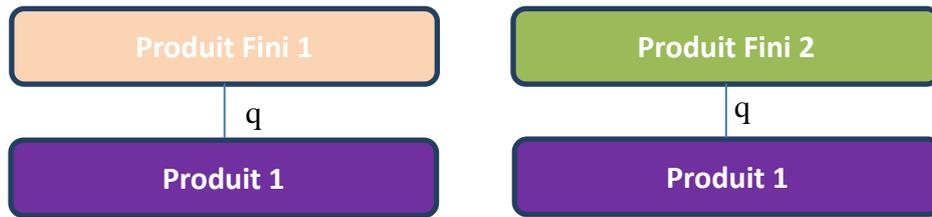


Figure IV.9 Composant en commun

**3<sup>ème</sup> Cas : règle du plus bas niveau**

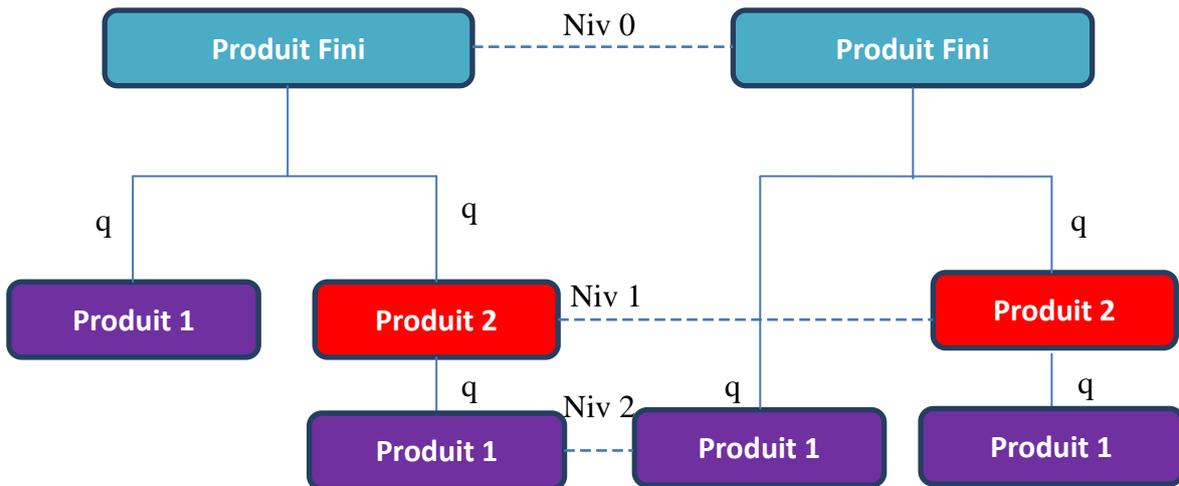


Figure IV.10 Calcul du plus bas niveau

**6.4 Application numérique**

Une entreprise fabrique deux produits, X et Y. Ces produits sont assemblés à partir de trois pièces A, B et C.

- Le produit X nécessite deux pièces A et deux pièces C. Le produit Y nécessite une pièce B et trois pièces C.
- L'assemblage du produit X nécessite deux semaines tandis que celui du produit Y nécessite une semaine.
- La fabrication des pièces A, B et C nécessite une semaine.
- Les périodes de productions sont de deux semaines (les ordres de production sont donnés toutes les **deux semaines**).

Développez un plan de production pour une période de 8 semaines (en utilisant la procédure MRP) pour les produits X et Y ainsi que pour les pièces A, B et C en vous aidant des informations suivantes :

**a- Le PDP des produits X et Y**

| Semaine          | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| <b>Produit X</b> |   | 2 | 1 | 4 | 3 | 2 | 5 | 3 | 1 |
| <b>Produit Y</b> |   | 1 | 1 | 2 | 3 | 2 | 4 | 2 | 1 |

| Produit  | X | Y | A | B | C |
|--|---|---|---|---|---|
| <b>b- Etat des stocks (semaine 0)</b>                  | 3 | 2 | 5 | 5 | 5 |
| <b>c- Délai d'assemblage/fabrication (en semaines)</b> | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |

**d- La taille des lots**

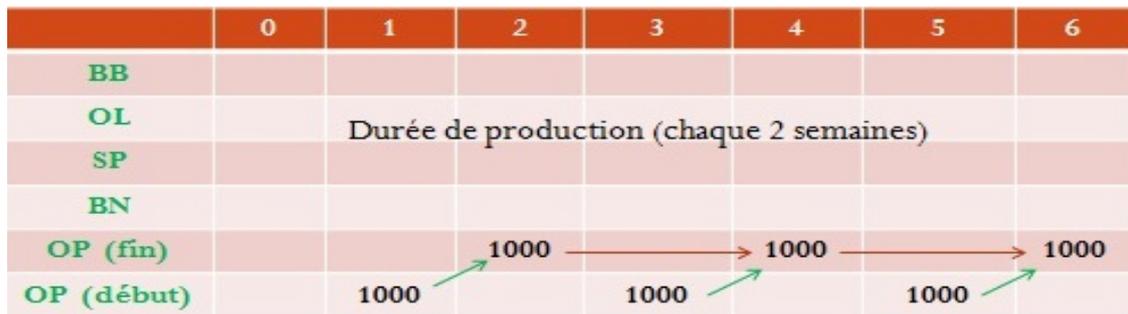
La taille du lot n'est pas fixée au départ, elle est déterminée en fonction du besoin.

**6.5 Solution**

Il y a trois éléments importants à prendre en considération pour résoudre cet exercice :

- La fabrication des pièces A, B et C nécessite **une semaine** ce qui veut dire que la **durée d'obtention** des pièces A, B et C est d'une semaine ;
- Les **périodes de productions** qui sont de deux semaines (les ordres de production sont donnés toutes les deux semaines) ce qui veut dire que l'entreprise lance sa fabrication chaque deux semaines et donc si l'entreprise produit la semaine 1, elle ne peut pas le faire durant la semaine 2, elle peut lancer sa production seulement durant la semaine 3 → **il faut que l'entreprise planifie sa production deux semaines à l'avance.**
- La taille du lot n'est pas fixée au départ, elle est déterminée en fonction du besoin. L'entreprise produit ce dont elle a besoin, ni plus, ni moins.

Sur la figure IV.11. On peut voir comment différencier entre **durée d'obtention** et **durée de production**. Les flèches en diagonale (en vert) représentent la durée d'obtention qui est d'une semaine dans cet exemple et les flèches en horizontal (en rouge) représentent la durée de production qui est de deux semaines.



 Durée de production (chaque 2 semaines) flèches en rouge  
 Durée d'obtention (1 semaine) flèches en vert

Figure IV.11 Différence entre durée d'obtention et durée de production

Pour résoudre l'exercice, on doit commencer par tracer la nomenclature des deux produits finis X et Y en suivant l'énoncé comme sur la figure IV.12.

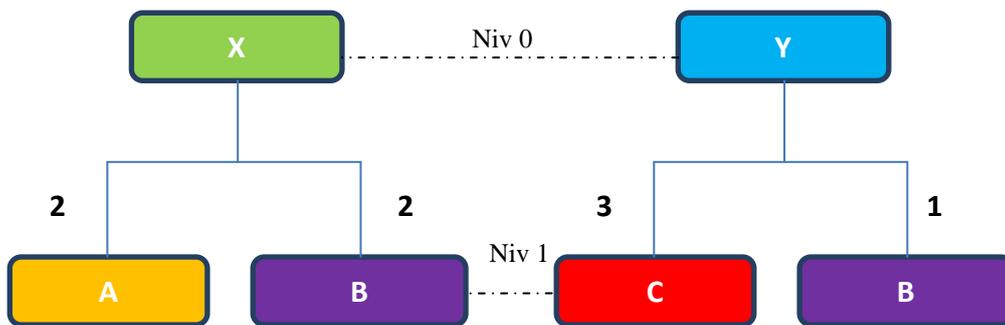


Figure IV.12 Nomenclature des produits X et Y

Ensuite on commence le remplissage des tableaux en commençant toujours par le niveau 0 de la nomenclature, c'est-à-dire les produits X et Y et en continuant avec les niveaux supérieurs, à savoir le niveau 1 pour les A, B et C.

**a- Pour le produit X**

| Semaines   | 0 | 1  | 2 | 3  | 4 | 5  | 6 | 7  | 8 |
|------------|---|----|---|----|---|----|---|----|---|
| BB         |   | 2  | 1 | 4  | 3 | 2  | 5 | 3  | 1 |
| SP         | 3 | 1  | 0 | 3  | 0 | 5  | 0 | 1  | 0 |
| BN         |   | -1 |   | +7 |   | +7 |   | +4 |   |
| OP (fin)   |   |    |   | 7  |   | 7  |   | 4  |   |
| OP (début) |   | 7  |   | 7  |   | 4  |   |    |   |

Tableau IV.12 Le tableau MRP 2 du produit X

Pour remplir le tableau, on reprend les mêmes étapes de l'exemple du cours en commençant tout d'abord par vider le stock prévisionnel en subvenant aux besoins bruts des clients.

$$BN_1 = BB_1 - SP_0 = 2 - 3 = -1$$

$$SP_1 = SP_0 - BB_1 = 3 - 2 = 1$$

$$BN_2 = BB_2 - SP_1 = 1 - 1 = 0$$

$$SP_1 = SP_0 - BB_1 = 1 - 1 = 0$$

A partir de ce point, une spécificité concerne cet exercice par rapport à l'exemple du cours. La première c'est que les ordres de production sont donnés toutes les **deux semaines** et la taille du lot **n'est pas fixée** au départ, elle est déterminée en fonction du besoin.

Ce qui veut dire pour la première spécificité que le calcul du BN de la semaine 3 il faut faire la somme des BB sur deux semaines, le BB de la semaine 3 et celui de la semaine 4. La formule devient comme suit :

$$BN_t = (BB_t + BB_{t+1}) - SP_{t-1}$$

$$BN_3 = (BB_3 + BB_4) - SP_2$$

$$BN_3 = (4 + 3) - 0$$

$$BN_3 = 7$$

**(BN<sub>t</sub> > 0) → on lance la production OP (début)**

**OP<sub>t-délai d'obtention (début)</sub> = taille du lot du produit concerné**

**OP<sub>t-délai d'obtention (début)</sub> = OP<sub>t (fin)</sub>**

La deuxième spécificité est que la taille du lot n'est pas fixé et donc :

**(La taille du lot)<sub>t</sub> = BN<sub>t</sub>**

OP<sub>t-délai d'obtention (début)</sub> = taille du lot du produit concerné

$$OP_{3-2} (\text{début}) = BN_3$$

$$OP_1 (\text{début}) = 7$$

$$OP_{t-délai d'obtention (\text{début})} = OP_t (\text{fin})$$

$$OP_3 (\text{fin}) = OP_1 (\text{début}) = 7$$

Ensuite on calcule le SP<sub>3</sub> et le SP<sub>4</sub> :

$$SP_t = SP_{t-1} + OP_t (\text{fin}) - BB_t$$

$$SP_3 = SP_2 + OP_3 (\text{fin}) - BB_3$$

$$SP_3 = 0 + 7 - 4$$

$$SP_3 = 3$$

$$SP_4 = SP_3 - BB_3$$

$$SP_3 = 3 - 3$$

$$SP_3 = 0$$

Et ainsi de suite on continue le remplissage du tableau pour les périodes suivantes.

**b- Pour le produit Y**

| Semaines   | 0 | 1 | 2 | 3  | 4 | 5  | 6 | 7  | 8 |
|------------|---|---|---|----|---|----|---|----|---|
| BB         |   | 1 | 1 | 2  | 3 | 2  | 4 | 2  | 1 |
| SP         | 2 | 1 | 0 | 3  | 0 | 4  | 0 | 1  | 0 |
| BN         |   | 0 |   | +5 |   | +6 |   | +3 |   |
| OP (fin)   |   |   |   | 5  |   | 6  |   | 3  |   |
| OP (début) |   |   | 5 |    | 6 |    | 3 |    |   |

Tableau IV.13 Le tableau MRP 2 du produit Y

A partir des ordres de production de début des produits X et Y, on détermine les besoins bruts des articles A, B et C comme c'est expliqué sur le tableau IV.14.

| Semaines       | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| OP (début) → X |   | 7 |   | 7 |   | 4 |   |   |   |
| OP (début) → Y |   |   | 5 |   | 6 |   | 3 |   |   |



| Semaines | 0 | 1  | 2  | 3  | 4  | 5 | 6 | 7 | 8 |
|----------|---|----|----|----|----|---|---|---|---|
| BB → A   |   | 14 |    | 14 |    | 8 |   |   |   |
| BB → B   |   |    | 5  |    | 6  |   | 3 |   |   |
| BB → C   |   | 14 | 15 | 14 | 18 | 8 | 9 |   |   |

Tableau IV.14 Les besoins bruts des articles A, B et C

**c- Pour la pièce A**

| Semaines   | 0 | 1  | 2  | 3  | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|------------|---|----|----|----|---|---|---|---|---|
| BB         |   | 14 |    | 14 |   | 8 |   |   |   |
| SP         | 5 | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 |   |   |   |
| BN         |   | 9  |    | 14 |   | 8 |   |   |   |
| OP (fin)   |   | 9  |    | 14 |   | 8 |   |   |   |
| OP (début) | 9 |    | 14 |    | 8 |   |   |   |   |

Tableau IV.15 Le tableau MRP 2 de l'article A

**d- Pour la pièce B**

| Semaines          | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|-------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| <b>BB</b>         |   |   | 5 | 6 | 6 | 3 |   |   |   |
| <b>SP</b>         | 5 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |   |   |
| <b>BN</b>         |   |   | 0 |   | 6 |   | 3 |   |   |
| <b>OP (fin)</b>   |   |   |   |   | 6 |   | 3 |   |   |
| <b>OP (début)</b> |   |   |   | 6 |   | 3 |   |   |   |

Tableau IV.16 *Le tableau MRP 2 l'article B***e- Pour la pièce C**

| Semaines          | 0  | 1   | 2  | 3   | 4  | 5   | 6 | 7 | 8 |
|-------------------|----|-----|----|-----|----|-----|---|---|---|
| <b>BB</b>         |    | 14  | 15 | 14  | 18 | 8   | 9 |   |   |
| <b>SP</b>         | 5  | 15  | 0  | 18  | 0  | 9   | 0 |   |   |
| <b>BN</b>         |    | +24 |    | +32 |    | +17 |   |   |   |
| <b>OP (fin)</b>   |    | 24  |    | 32  |    | 17  |   |   |   |
| <b>OP (début)</b> | 24 |     | 32 |     | 17 |     |   |   |   |

Tableau IV.17 *Le tableau MRP 2 l'article C***7. Le Lean Management**

« Lean », qui pourrait se traduire par « maigre » en français, est le nom qui a été donné à la méthodologie créée par Toyota au Japon dans les années 70, au sein de ses usines, et qui pouvait alors **se définir comme une gestion sans gaspillage**.

Le Lean Management contribue à « mieux travailler ensemble ». Le manager Lean ne cherche pas seulement à faire en sorte que ses équipes s'améliorent mais cherche à comprendre, avec les équipes, ce que mieux travailler signifie dans leur contexte spécifique.

Bien plus qu'un simple outil, le **Lean Management s'attaque de façon systématique à la résolution active des problèmes de production** à différents niveaux dans l'entreprise :

- L'élimination de la surproduction.
- La diminution des stocks.
- La réduction des délais.
- La maîtrise des coûts.
- L'optimisation du transport.
- La maximisation des compétences.
- L'optimisation de la communication.
- L'amélioration de la qualité.

Le Lean est lié à de nombreux outils performants tel que : le Lean Six Sigma, le Kaizen, la méthode des 5S ou le Kanban ...

### **7.1 Le Juste à Temps**

Au Japon « les gens des usines ont toujours tendance à faire de la surproduction ». Pour cela, le Directeur de l'usine Toyota a cherché le moyen qui permet de produire :

- Le produit demandé, et pas un autre.
- Au moment où il est demandé (ni avant ni après).
- Dans la quantité demandée (ni plus ni moins).

Dans un atelier de production, cela se traduit par le fait qu'un poste amont ne doit produire que ce qui lui est demandé par son poste aval qui ne doit lui-même produire que ce qui lui est demandé par son propre poste aval, et ainsi de suite... Le poste le plus en aval ne devant produire que pour répondre à la demande des clients.

Les entreprises japonaises se sont efforcées de réduire les coûts de commande en allégeant les procédures administratives et en demandant la coopération des fournisseurs. La production " juste à temps " est une approche globale et le système Kanban en constitue un outil.

### **7.2 Les Outils du juste à temps**

Parmi les outils du juste à temps, on peut citer :

- La Total Productive Maintenance (TPM)
- Le changement d'outils rapide (SMED)
- Les 5 S
- Le Kanban

#### **7.2.1 Total Productive Maintenance (TPM)**

Cette méthode de maintenance vise à maximiser le temps d'utilisation des équipements : elle assure le bon fonctionnement des machines, en pénalisant le moins possible la production et en y associant tout le monde.

#### **7.2.2 Le changement d'outils rapide (SMED)**

Changer d'outil et effectuer les réglages de la série suivante le plus rapidement possible en équipant les outils de systèmes de verrouillage rapide et en transformant des opérations réalisées normalement « **hors temps** » de production en opérations en « **temps masqué** ». Il est beaucoup plus connu sous le nom Single Minute Exchange of Die (SMED).

En réduisant à l'extrême le temps nécessaire à changer de fabrication, on diminue le coût de revient des petites séries.

#### **7.2.3 Les 5 S**

C'est une technique d'organisation de l'espace de travail pour avoir un lieu plus sécuritaire, propre et bien rangé. L'appellation « 5 S » est tirée des 5 actions à faire qui commencent toutes en langue japonaise par la lettre « S » :

- Seiri* → *Débarasser*  
*Seiton* → *Ranger*  
*Seiso* → *Nettoyer*  
*Seiketsu* → *Ordonner*  
*Shitsuke* → *Discipline*

Sa mise en œuvre permet d'améliorer les conditions de travail et la motivation des salariés, de réduire les dépenses en temps et en énergie, ainsi que les risques d'accidents et/ou sanitaires. On estime qu'elle apporte un gain de 8% de productivité.

#### 7.2.4 Le Kanban

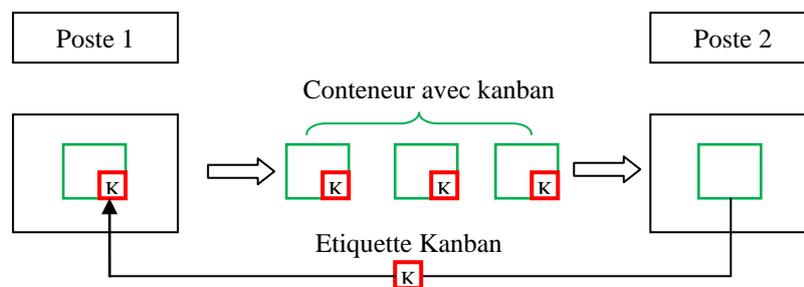
En japonais Kanban signifie **étiquette, fiche, carte**. L'outil appelé « Kanban » a pour but de définir les modalités de mise en route d'une production en **flux tiré**, c'est à dire dans laquelle ce sont les commandes-clients qui déclenchent automatiquement la fabrication par remontée des ordres depuis la sortie des produits.

Le système Kanban est un **système de contrôle visuel** (carte, étiquette, fiche, ...) ayant pour but de faciliter la gestion des inventaires en déclenchant l'approvisionnement ainsi que la planification et l'ordonnancement de la production.

Son principe est de limiter la production du poste amont (surproduction) en fonction de la quantité demandée du client au poste aval (la production attend les informations transportées par le Kanban avant de répondre à la demande).

##### a- Principe du système

C'est le principe du supermarché. On ne remplace sur les rayons que ce qui a été vendu.



**Figure IV.13** *Le déplacement des étiquette kanban*

Le principe du système kanban de la figure IV.13 est décrit comme suit :

- Le poste n°2 consomme des pièces usinées par le poste n°1. Chaque fois qu'il utilise un container de pièces, il détache de celui-ci une étiquette appelée Kanban qu'il renvoie au poste n°1. Cette étiquette constitue pour le poste n°1 un ordre de fabrication d'un container de pièces.
- Quand le poste n°1 a terminé la fabrication du container, il attache à celui-ci le Kanban. Le container est alors acheminé vers le poste n°2.
- Entre deux postes de travail, circule un nombre défini de Kanban (donc de containers).

Les Kanbans sont donc :

- Soit attachés à des containers en attente d'utilisation devant le poste n°2.
- Soit sur un planning à Kanban au poste n°1 en attente d'usinage de pièces.

S'il n'y a pas de Kanban sur le planning du poste n°1, cela signifie que tous les Kanban sont attachés à des containers en attente de consommation devant le poste n°2. Le poste n°2 est donc très bien approvisionné et le poste n°1 ne doit pas produire.

Tout devient facile pour l'opérateur. Il y a des étiquettes Kanban, je produis ; il n'y en a pas, je ne fais rien.

La spécificité et l'efficacité du système Kanban réside dans ce principe : La transmission de l'information de consommation.

### **b- Le matériel nécessaire pour utiliser la méthode Kanban**

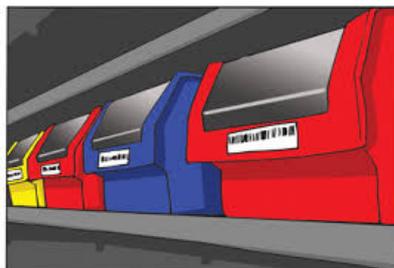
L'implantation de cette méthode est très lourde, il a fallu 20 ans à Toyota pour la rendre totalement efficace (Modification du processus, poste de travail, mentalités,...).

Trois éléments sont nécessaires pour utiliser la méthode Kanban :

- **Le conteneur**

Le conteneur est l'unité de base de transport et de fabrication. Il peut être sous forme de boîte, récipient, conteneur, ... Tout conteneur plein doit être accompagné par un Kanban.

Pour chaque pièce ou composants, on conçoit un type de contenant spécifique, prévu pour contenir un nombre prédéterminé d'ensemble d'unités. La taille des conteneurs doit être relativement faible et le nombre de conteneur doit déterminer le niveau des stocks et encours.



**Figure IV.14** *Le conteneur kanban*

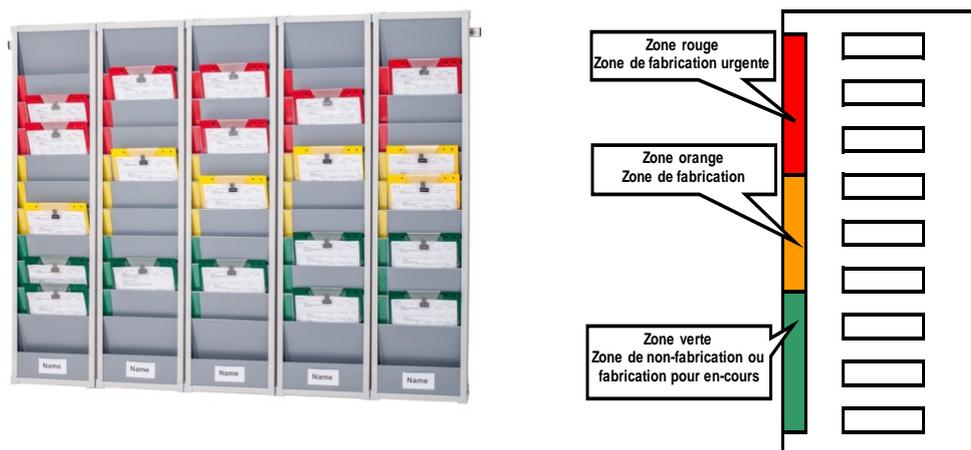
- **L'étiquette**

Le Kanban n'est autre que l'étiquette attachée à un conteneur ou placée dans un planning à Kanbans (voir figure IV.16).

Il se présente généralement sous la forme d'un rectangle de carton de petite taille. L'étiquette transmise par l'aval à l'amont constitue un ordre de fabrication OF ou un ordre d'achat OA et c'est le seul que l'amont puisse recevoir.

Un certain nombre d'informations sont précisées sur un Kanban :





**Figure IV.16 Le Tableau d'Ordonnement de la Production**

La façon de déterminer le nombre de Kanban n'est pas le plus important. Ce qui compte, c'est de se demander comment doit-on améliorer le système de production pour fixer un nombre de Kanban minimum ? ».

La réponse à cette question comporte un certain nombre d'éléments, en particulier :

- La diminution des temps nécessaires aux changements d'outils.
- La diminution des délais de production.
- La diminution des pannes machines.
- La diminution du nombre de pièces non conformes.
- La suppression des stocks de sécurité que l'on garde généralement pour se protéger contre les aléas de production.

Le Kanban n'étant qu'un système de régulation à court terme du flux de production, il ne fonctionnera correctement que si la régulation à moyen terme a été bien définie. Il existe donc une forte complémentarité entre MRP et Kanban.

### **8. La démarche Kaizen**

Basée sur le travail d'équipe, la démarche Kaizen constitue une méthodologie visant :

- A analyser et à améliorer un processus ou un aménagement d'usine ou d'entrepôt,
- Ou à résoudre une problématique liée à la qualité d'un objet.

Comme cette méthode nécessite un travail très intensif et exigeant de la part des participants, ceux-ci doivent être déchargés de leurs tâches et de leurs activités quotidiennes durant la démarche.

La durée d'un atelier Kaizen peut varier entre trois, cinq ou même dix jours selon l'ampleur du travail.

La démarche Kaizen comprend trois phases :

### **8.1 Pré-Kaizen**

Cette phase, qui est sensiblement la même pour les deux types d'ateliers Kaizen, devrait se réaliser quelques semaines avant l'atelier Kaizen. Elle sert à déterminer le processus et à prioriser les éléments à améliorer afin de rédiger une charte de projet.

Avec l'aide d'un animateur, le leader d'équipe et le propriétaire du processus s'occupent de rédiger la charte de projet pour ensuite mettre sur pied l'équipe multidisciplinaire qui participera à l'atelier Kaizen.

Cette équipe se compose en général de 4 à 12 personnes, notamment :

- Un animateur, qui coordonnera l'atelier.
- Trois ou quatre employés.
- Un ou deux cadres (ex. : contremaître, directeur).
- Un ou deux employés d'un service (ex. : mécanicien, électricien, finances, marketing).
- Un ou deux clients ou fournisseurs (externes ou internes).

Dans la charte de projet d'un atelier Kaizen, on doit trouver :

- Une description du mandat (la raison d'être du processus et ses limites, la description de la problématique et des éléments à améliorer).
- Les motivations et les raisons qui poussent à faire l'examen du processus ou du problème.
- Les objectifs d'amélioration.
- Les acteurs en jeu (clients et fournisseurs internes et externes).
- Le déroulement de la démarche.
- Les rôles et les responsabilités des principaux intervenants.

### **8.2 Ateliers Kaizen**

Il y a deux types d'ateliers Kaizen :

- Atelier Kaizen pour les processus administratifs.
- Atelier Kaizen pour les activités manufacturières

### **8.3 Post-Kaizen**

La clé de succès d'un atelier Kaizen repose sur les principes suivants :

- Ne pas chercher d'excuses ni de coupables. Commencer par remettre en question les pratiques courantes.
- Se défaire de ses idées rigides et traditionnelles. Choisir des participants possédant une vision positive et une bonne ouverture d'esprit.
- Penser aux moyens d'atteindre les résultats et non aux obstacles pouvant être rencontrés.
- Considérer toutes les idées d'amélioration.
- Améliorer rapidement la situation actuelle sans chercher la perfection. Il faut passer à l'action.

### ***9. La cellule de production (SERU SEISEN)***

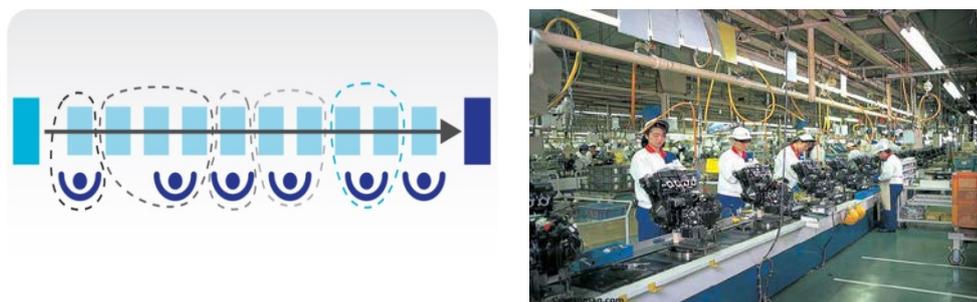
Une cellule de production ou Unité Autonome de Production (UAP) est un regroupement de machines correspondant à une succession d'opérations pour un produit ou une catégorie de produits donnés. Pour les compagnies qui ont adopté la nouvelle organisation de type cellules, les gains annoncés sont toujours spectaculaires :

- Gains de surface.
- Gains de productivité.
- Réduction des stocks.
- Réduction des tâches indirectes et de l'encadrement.
- Amélioration de la qualité.

#### ***9.1 La Production en ligne***

Dans une chaîne de production classique (ou en ligne), les produits sont déplacés d'un poste de travail à l'autre (avec flux continu et capacité équilibrée entre les postes de travail), pour être progressivement fabriqués. Un ou plusieurs employés sont affectés à chaque poste de travail.

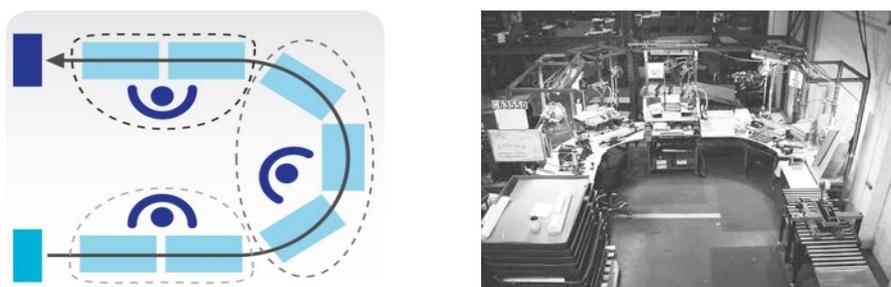
Ce type de production est conseillé lorsque l'entreprise n'a qu'une seule famille de produits présentant peu de variations, il permet une cadence de production plus rapide.



**Figure IV.17 La production en ligne**

#### ***9.2 La Production en cellule***

L'aménagement cellulaire se présente généralement sous la forme de cellules en « U », afin de permettre aux opérateurs d'effectuer ou de surveiller plusieurs opérations à la fois. Il est particulièrement adapté lorsque l'entreprise dispose d'un grand nombre de familles de produits (une cellule par famille).



**Figure IV.18 La production en cellule**

### 9.3 Comparaison

| <b>Production en Ligne</b>   | <b>Production en Cellule (Cellule en U)</b>  |
|--|--|
| Les postes sont isolés les uns des autres.   | Les postes sont regroupés, la cellule est spécialisée pour une famille de produits.                |
| les opérateurs sont isolés les uns des autres et donc ils ne sont pas enclins à s'entraider, ni à harmoniser leurs cadences. | les opérateurs travaillent ensemble.   |
| Les machines sont disposées en groupes séparés par des stocks intermédiaires.  | Les manutentions et les temps de transit des pièces sont minimisés.                                |
| Les opérateurs sont monopostes et spécialisés.   | Les opérateurs deviennent polyvalents et se sentent responsables de la qualité de leur production. |
| Les réglages, les contrôles sont faits par des spécialistes.   | Les opérateurs contrôlent et assurent eux-mêmes la maintenance élémentaire de leurs machines.      |

**Tableau IV.18 Comparatif entre la production en ligne et la production en cellule**

Dans le tableau IV.18, on remarque que la production en cellule présente de nets avantages par rapport à la production en ligne ce qui permet une bonne visibilité sur les flux qui seront optimisés notamment par la réduction de la distance entre les différents postes de charge.

#### **Conclusion**

Les notions de ce chapitre montrent l'importance de la planification de la production pour une production maîtrisée de bout en bout afin de respecter les délais pour toutes les commandes reçues. Le MRP est la méthode la plus utilisée dans la planification par son principe de recherche des besoins en composants et de coordination de la production entre les différents services.

Une entreprise doit être toujours en compétition dans le marché si elle veut assurer sa pérennité et pour cela, elle doit envisager l'utilisation du lean management, non pas comme une boîte à outils mais plutôt comme une philosophie de toujours offrir le meilleur de soi en par l'amélioration continue de ses processus de production et par l'élimination de tout type de gaspillage.



**TRAVAUX  
DIRIGÉS**

# TD N° 1

## La gestion de stocks

### Exercice 1 :

Soit les informations suivantes sur les ventes du mois de mars pour un PC portable :

- Stock début de mois : 10 PC.
- Stock fin de mois : 8 PC.
- Achat du mois : 20 PC.
- Coût d'achat unitaire : 30 000 da HT.
- Prix de vente HT : 42 000 da.

Calculez :

- 1/ Les ventes en volume, en coût de vente et en coût d'achat de cet article pour le mois de mars.
- 2/ Le stock moyen de cet article le mois de mars.
- 3/ Le taux de rotation des stocks et la durée de stockage.

HT : Hors Taxes.

### Exercice 2 :

Quel est le taux de couverture pour le produit suivant :

| Produit                  | Stock (unités) | Valeur / unité | Ventes / semaine |
|--------------------------|----------------|----------------|------------------|
| Bouteille d'eau de 50 cl | 100 000        | 20 da          | 5 000            |

### Exercice 3 :

Trouver la quantité économique qui correspond aux informations suivantes :

- Période = année.
- N : 1 000 pièces par mois.
- CL = 80 da.
- p = 10 da.
- t = 25 %.

### Exercice 4 :

Trouver la quantité économique qui correspond aux informations suivantes :

- Période = année.
- t = 10 %.
- p = 20 da.
- N : 5 000 pièces par trimestre.
- CL = 50 da.

**Exercice 5 :**

Trouver le taux de possession annuel qui correspond aux informations suivantes :

- période = une année.
- QEC = 400 pièces.
- $p = 10$  da.
- $N = 120$  pièces par semaine.
- $CL = 40$  da.

**Exercice 6 :**

Trouver la quantité économique qui correspond aux informations suivantes :

- Période = année.
- $t = 20$  %.
- $p = 50$  da.
- $N : 3\ 000$  pièces par bimestre.
- $CL = 100$  da.

**TD N°2****La gestion de stocks – la méthode ABC****Exercice 1 :**

Un examen des données rassemblées par le service de qualité dans un atelier de fabrication des chemises au cours d'une période de 50 jours, fait ressortir un taux de réparation des retouches très élevé.

Ayant pris note de la situation, l'entreprise décide d'entreprendre une action corrective systématique qui consiste à donner la priorité aux types des retouches les plus importants.

Classez les défauts selon la méthode ABC.

**Quels sont les défauts qui nécessitent des remèdes urgents ?**

| Références | Type de Réparations | Quantité |
|------------|---------------------|----------|
| A          | Montage Poignet     | 3 639    |
| B          | Boutonnière         | 666      |
| C          | Défaut Tissu        | 132      |
| D          | Bouton              | 389      |
| E          | Ourlet du Bas       | 313      |
| F          | Montage Col         | 4 583    |
| G          | Surpiquage Col      | 846      |
| H          | Empiècement         | 152      |
| I          | Plaquage Poche      | 2 168    |
| J          | Autres Réparations  | 67       |

**Exercice 2**

Un gérant d'un magasin veut savoir quel composant électronique lui rapporte le plus d'argent et demande à un spécialiste de lui fournir une analyse détaillée de ses ventes.

Sur le tableau suivant, les statistiques d'achats et de ventes du magasin pour une semaine :

| Référence | Produits         | Quantité / semaine | Prix d'achat unitaire (da) | Prix de vente unitaire (da) |
|-----------|------------------|--------------------|----------------------------|-----------------------------|
| A         | Diodes           | 30                 | 22                         | 32                          |
| B         | Diodes Led       | 460                | 25                         | 42                          |
| C         | Résistances      | 820                | 34                         | 48                          |
| D         | Condensateurs    | 15                 | 21                         | 38                          |
| E         | Inductances      | 4                  | 43                         | 50                          |
| F         | Transistors      | 35                 | 42                         | 50                          |
| G         | Afficheurs à Led | 128                | 34                         | 40                          |
| H         | potentiomètres   | 45                 | 50                         | 60                          |

- Classez les différents composants électroniques selon les prix de ventes en utilisant la classification ABC selon la « loi de Pareto ».
- Quel est le composant électronique qui rapporte le plus d'argent au magasin ?

### Exercice 3

Une pâtisserie veut savoir quel gâteau lui rapporte le plus d'argent et demande à un spécialiste de lui fournir une analyse détaillée de ses ventes.

Sur le tableau suivant, les statistiques de vente de la pâtisserie pour une semaine :

| Référence | Saveur   | Quantité/semaine | Prix unitaire (da) |
|-----------|----------|------------------|--------------------|
| A         | Chocolat | 1 500            | 30                 |
| B         | Vanille  | 200              | 25                 |
| C         | Fraise   | 100              | 40                 |
| D         | Caramel  | 1 600            | 40                 |
| E         | Pistache | 120              | 50                 |
| F         | Citron   | 140              | 50                 |
| G         | Miel     | 200              | 50                 |
| H         | Café     | 200              | 40                 |

- **Classez les différents gâteaux selon la saveur en utilisant la méthode ABC.**
- **Quels sont les saveurs qui rapportent le plus d'argent à la pâtisserie ?**

**TD N°3****La gestion de stocks – Les Méthodes de Réapprovisionnement****Exercice 1**

Une entreprise à Tlemcen vend en moyenne **80 000 cartons de lait en poudre par an**, travaille avec un stock de sécurité de **400 cartons** et lance une commande **chaque bimestre**. (1 mois = 30 jours)

- Le lancement de la commande se fait habituellement par le responsable commercial de l'entreprise qui se déplace en voiture jusqu'à Alger pour lancer la commande ce qui lui prend **2 jours**.
- Le fournisseur, une fois qu'il a reçu la commande, vérifie l'état de son stock, valide la commande, prépare la marchandise, contacte un transporteur, charge la marchandise dans le camion et procède ainsi à la livraison. Cela prend généralement **3 jours** à qui on ajoute **1 journée** pour la réception de la marchandise à l'entreprise.

**Quelle est le niveau de rechargement en cartons de lait en poudre ?**

**Exercice 2**

Une supérette vend en moyenne 1 800 cartons de lait par bimestre. Le délai d'approvisionnement de l'article se fait en 10 jours et le stock de sécurité est fixé à 200 cartons de lait.

- Calculez la **période de rechargement** que doit fixer la superette pour lancer ses commandes sachant que la valeur de rechargement est égale à 2 000 cartons de lait ?

Remarque : (01 mois = 30 jours)

**Exercice 3**

Un magasin vend en moyenne 6000 sachets de ciment de 50 kg par mois. Son stock de sécurité lui donne une assurance de vente de 5 jours.

Le lancement de la commande se fait par courrier et il met 5 jours pour arriver à l'usine de Béni Saf. Le fournisseur, une fois qu'il a reçu la commande, envoie la quantité commandée par camion. La livraison se fait généralement en 3 jours. En général un mois est égal à 30 jours.

- **Quel est le niveau de rechargement en sachets de ciment ?**
- **Quelle est la quantité à commander à chaque période si le seuil est fixé à 3500 sachets de ciments ?**

| Mois              | 1    | 2  | 3   | 4    | 5    | 6    | 7 | 8    | 9   | 10   | 11   | 12   |
|-------------------|------|----|-----|------|------|------|---|------|-----|------|------|------|
| <b>Etat Stock</b> | 1200 | 50 | 800 | 2500 | 4200 | 3000 | 0 | 5200 | 600 | 1800 | 2200 | 1000 |

#### Exercice 4

Un magasin vend en moyenne 700 sachets de sucre par semaine. Son stock de sécurité lui donne une assurance de vente de 2 jours.

Le lancement de la commande se fait par fax, et il faut 2 jours au responsable de l'usine pour préparer la commande. L'usine envoie la quantité commandée par camion. La livraison se fait généralement en 4 jours.

La commande se fait chaque période d'un mois (28 jours).

- **Calculez le niveau de reapprovisionnement en sachets de sucre ?**
- **Quelle est la quantité à commander à chaque période si le seuil est fixé à 2 000 sachets de sucre ?**

Le tableau ci-dessous représente l'état mensuel du stock du magasin :

| Mois  | 1    | 2    | 3   | 4 | 5    | 6    | 7   | 8 | 9 | 10   | 11  | 12   |
|-------|------|------|-----|---|------|------|-----|---|---|------|-----|------|
| Stock | 1000 | 2500 | 800 | 0 | 3000 | 2100 | 900 | 0 | 0 | 1900 | 250 | 2900 |

#### Exercice 5

Un magasin vend en moyenne 9 000 sachets de farine par trimestre. Son stock de sécurité lui donne une assurance de vente de 7 jours.

Le lancement de la commande se fait par fax, et il faut 3 jours au responsable de l'usine pour préparer la commande. L'usine envoie la quantité commandée par semi-remorque. La livraison se fait généralement en 3 jours.

La commande se fait chaque période de 30 jours. Nous supposons que (1 mois = 30 jours).

- **Calculez le niveau de reapprovisionnement en sachets de farine ?**
- **Quelle est la quantité à commander à chaque période si le seuil est fixé à 2 800 sachets de farine ?**

Le tableau ci-dessous représente l'état mensuel du stock du magasin :

| Mois  | 1    | 2    | 3   | 4 | 5    | 6    | 7   | 8 | 9    | 10   | 11  | 12   |
|-------|------|------|-----|---|------|------|-----|---|------|------|-----|------|
| Stock | 1000 | 2500 | 800 | 0 | 3100 | 2100 | 900 | 0 | 2850 | 1900 | 250 | 2900 |

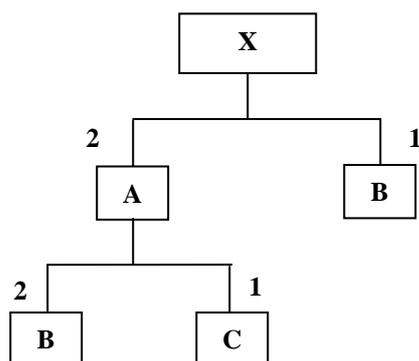
# TD N°4

## Le MRP

### Exercice 1

Développez un plan de production pour une période de 6 semaines (en utilisant la procédure MRP) pour le produit X ainsi que pour les pièces A, B et C.

- La nomenclature du produit X est donnée comme suit :



- Les données nécessaires à la résolution de l'exercice sont :

| Semaine                    | 0 | 1         | 2        | 3         | 4        | 5        | 6        |
|----------------------------|---|-----------|----------|-----------|----------|----------|----------|
| <b>1-PDP « Produit X »</b> |   | <b>10</b> | <b>8</b> | <b>12</b> | <b>8</b> | <b>5</b> | <b>9</b> |

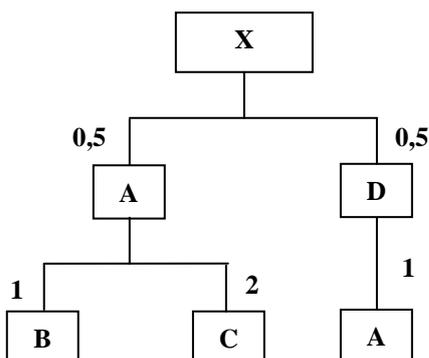
| Produits                             | X         | A         | B         | C         |
|--------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>2-Etat des stocks (semaine 0)</b> | <b>25</b> | <b>26</b> | <b>27</b> | <b>28</b> |
| <b>3-Délai d'obtention (semaine)</b> | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  |
| <b>4-La taille du lot</b>            | <b>10</b> | <b>18</b> | <b>25</b> | <b>10</b> |

### Exercice 2

Développez un plan de production pour une période de 8 semaines (en utilisant la procédure MRP) pour le produit X ainsi que pour les articles A, B, C et D.

**Les périodes de productions pour l'article A sont de trois semaines.**

- La nomenclature du produit X est donnée comme suit :



- Les données nécessaires à la résolution de l'exercice sont :

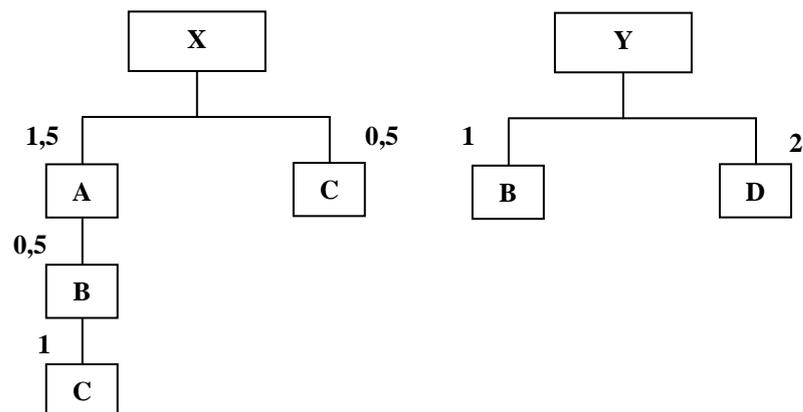
| Semaine            | 0 | 1         | 2         | 3         | 4         | 5         | 6         | 7         | 8         |
|--------------------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>1-PDP « X »</b> |   | <b>20</b> | <b>18</b> | <b>58</b> | <b>34</b> | <b>15</b> | <b>12</b> | <b>22</b> | <b>30</b> |

| Produits                                 | X         | A         | B         | C         | D         |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>2-Etat des stocks (semaine 0)</b>     | <b>60</b> | <b>80</b> | <b>60</b> | <b>60</b> | <b>40</b> |
| <b>3-Délai d'obtention (par semaine)</b> | <b>2</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>2</b>  | <b>1</b>  |
| <b>4-La taille du lot</b>                | <b>50</b> | <b>60</b> | <b>/</b>  | <b>/</b>  | <b>30</b> |

### Exercice 3

Développez un plan de production pour une période de 08 semaines (**en utilisant la procédure MRP**) pour les produits « X » et « Y » ainsi que pour les articles « A », « B », « C » et « D ».

- Les périodes de productions pour le produit « Y » sont de deux semaines (les ordres de production sont donnés toutes les deux semaines pour ce produit).
- Les nomenclatures des produits « X » et « Y » sont données comme suit :



- Les données nécessaires à la résolution de l'exercice sont :

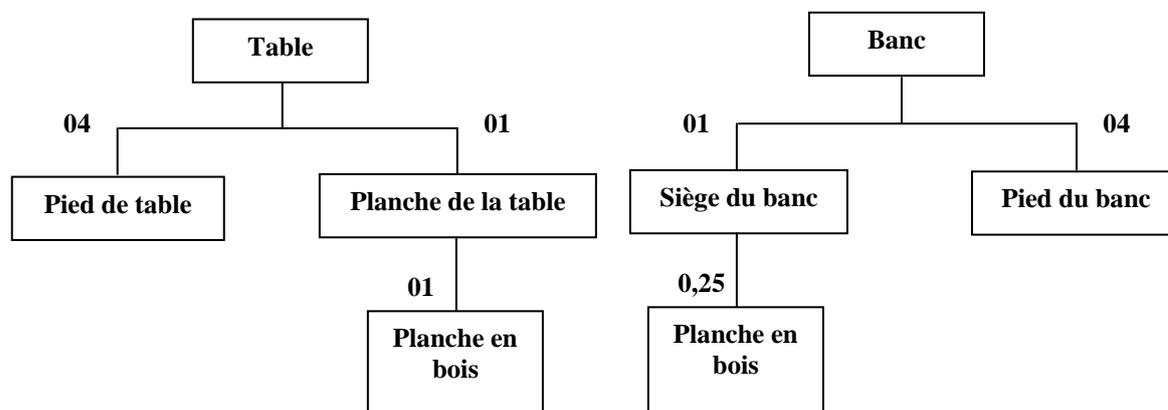
| Semaine            | 0 | 1         | 2         | 3         | 4         | 5         | 6         | 7         | 8         |
|--------------------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>1-PDP « X »</b> |   | <b>20</b> | <b>10</b> | <b>26</b> | <b>15</b> | <b>28</b> | <b>24</b> | <b>10</b> | <b>20</b> |
| <b>2-PDP « Y »</b> |   | <b>10</b> | <b>20</b> | <b>28</b> | <b>16</b> | <b>10</b> | <b>18</b> | <b>15</b> | <b>16</b> |

| Produits                                 | X         | Y         | A         | B         | C         | D         |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>3-Etat des stocks (semaine 0)</b>     | <b>40</b> | <b>50</b> | <b>80</b> | <b>40</b> | <b>80</b> | <b>80</b> |
| <b>4-Délai d'obtention (par semaine)</b> | <b>2</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>2</b>  | <b>2</b>  |
| <b>5-La taille du lot</b>                | <b>30</b> | <b>30</b> | <b>70</b> | <b>50</b> | <b>50</b> | <b>70</b> |

**Exercice 4**

Développez un plan de production pour une période de 8 semaines (**en utilisant la procédure MRP**) pour les produits « **Table** » et « **banc** » ainsi que pour les articles suivants (**pieds de table, pieds du banc, planche de la table, siège du banc et planche en bois**).

- Les nomenclatures des produits « **Table** » et « **Banc** » sont données comme suit :



- Les données nécessaires à la résolution de l'exercice sont :

| Semaine            | 0 | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  |
|--------------------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
| <b>1-PDP Table</b> |   | 20 | 10 | 16 | 12 | 20 | 14 | 24 | 08 |
| <b>2-PDP Banc</b>  |   | 10 | 20 | 18 | 12 | 16 | 20 | 08 | 06 |

| Produits                                 | Table | Banc | Pied de table | Planche de table | Siège du banc | Pied du banc | Planche en bois |
|--|-------|------|---------------|------------------|---------------|--------------|-----------------|
| <b>3-Etat des stocks (semaine 0)</b>     | 30    | 40   | 200           | 40               | 40            | 200          | 60              |
| <b>4-Délai d'obtention (par semaine)</b> | 1     | 1    | 1             | 2                | 2             | 1            | 2               |
| <b>5-La taille du lot</b>                | 30    | 30   | 200           | 40               | 40            | 200          | 30              |

**Exercice 5**

Une usine produit deux types de bouteilles d'eau, une petite bouteille de 0,5 litre et une grande bouteille de 1,5 litre. Le processus de production est le suivant :

- 1- Les matières premières « **Préforme P.M** », « **Préforme G.M** » et « **Bouchon** » sont achetées chez différents fournisseurs et l'« **Eau** » est achetée chez l'algérienne des eaux.
- 2- Les préformes « **Préforme P.M** » et « **Préforme G.M** » sont rincées avec de l'« **Eau** » et ensuite sont soufflées pour obtenir respectivement les bouteilles vides « **Bouteille P.M** » et « **Bouteille G.M** ».
- 3- Les bouteilles vides « **Bouteille P.M** » et « **Bouteille G.M** » sont ensuite remplies d'« **Eau** » et refermées par un « **Bouchon** ». On obtient alors notre produit final :

les bouteilles d'eau de 0.5 litre « **Bouteille d'eau 0.5l** » et les bouteilles d'eau de 1,5 litre « **Bouteille d'eau 1.5l** » prêtes pour être vendues.

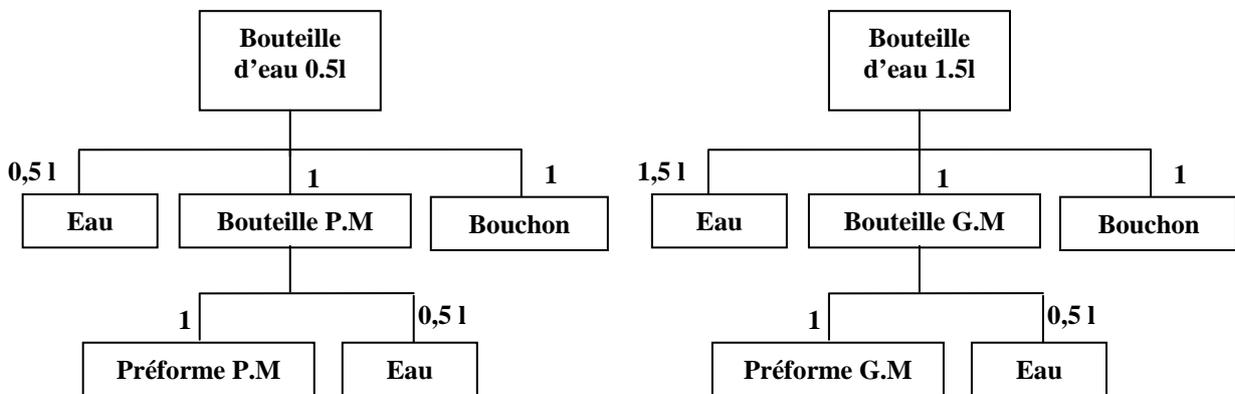
**P.M** : Petit Modèle.

**G.M** : Grand Modèle.

**l** : Litres

Développez un plan de production pour une période de **06 semaines** (en utilisant la **procédure MRP**) pour les produits « **Bouteille d'eau 0.5l** » et « **Bouteille d'eau 1.5l** » ainsi que pour les articles « **Eau** », « **Bouteille P.M** », « **Bouteille G.M** », « **Bouchon** » « **Préforme P.M** » et « **Préforme G.M** ».

- Les nomenclatures des produits « **Bouteille d'eau 0.5l** » et « **Bouteille d'eau 1.5l** » sont données comme suit :



- Les données nécessaires à la résolution de l'exercice sont :

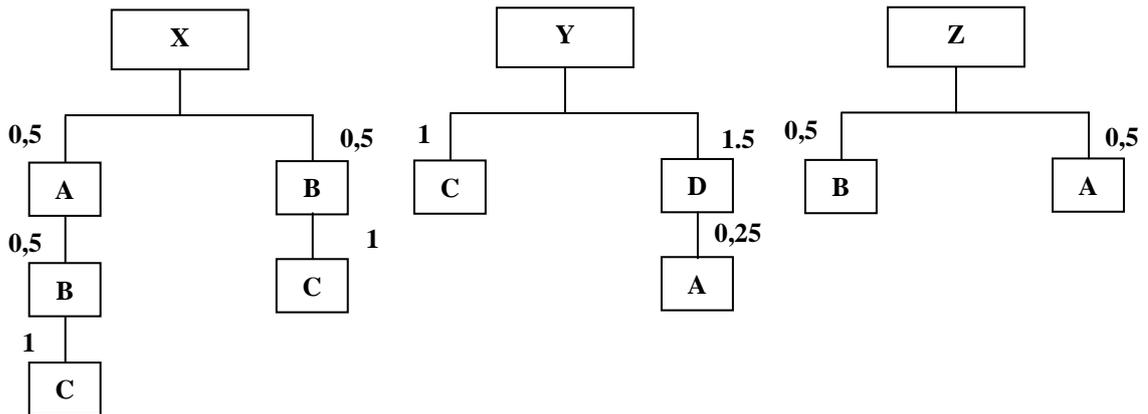
| Semaine                               | 0 | 1          | 2            | 3            | 4            | 5          | 6            |
|---------------------------------------|---|------------|--------------|--------------|--------------|------------|--------------|
| <b>1-PDP « Bouteille d'eau 0.5l »</b> |   | <b>400</b> | <b>600</b>   | <b>400</b>   | <b>800</b>   | <b>500</b> | <b>900</b>   |
| <b>2-PDP « Bouteille d'eau 1.5l »</b> |   | <b>900</b> | <b>1 400</b> | <b>1 000</b> | <b>1 300</b> | <b>800</b> | <b>1 200</b> |

| Produits                             | Bouteille d'eau 0.5l | Bouteille d'eau 1.5l | Eau (litre) | Bouteille P.M | Bouteille G.M | Bouchon     | Préforme P.M | Préforme G.M |
|--------------------------------------|----------------------|----------------------|-------------|---------------|---------------|-------------|--------------|--------------|
| <b>3-Etat des stocks (semaine 0)</b> | <b>1000</b>          | <b>1400</b>          | <b>5000</b> | <b>1800</b>   | <b>2400</b>   | <b>5000</b> | <b>1000</b>  | <b>1300</b>  |
| <b>4-Délai d'obtention (semaine)</b> | <b>2</b>             | <b>1</b>             | <b>1</b>    | <b>1</b>      | <b>1</b>      | <b>2</b>    | <b>2</b>     | <b>1</b>     |
| <b>5-La taille du lot</b>            | <b>1000</b>          | <b>2000</b>          | <b>/</b>    | <b>/</b>      | <b>/</b>      | <b>2000</b> | <b>600</b>   | <b>1600</b>  |

**Exercice 6**

Développez un plan de production pour une période de 08 semaines (**en utilisant la procédure MRP**) pour les produits « X », « Y » et « Z » ainsi que pour les articles « A », « B », « C » et « D ».

- Les périodes de productions pour les produits « Y » et « Z » sont de trois et deux semaines respectivement.
- Les nomenclatures des produits « X », « Y » et « Z » sont données comme suit :



- Les données nécessaires à la résolution de l'exercice sont :

| Semaine            | 0 | 1         | 2         | 3         | 4         | 5         | 6         | 7         | 8         |
|--------------------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>1-PDP « X »</b> |   | <b>20</b> | <b>18</b> | <b>58</b> | <b>34</b> | <b>15</b> | <b>12</b> | <b>22</b> | <b>30</b> |
| <b>2-PDP « Y »</b> |   | <b>15</b> | <b>50</b> | <b>30</b> | <b>13</b> | <b>22</b> | <b>40</b> | <b>30</b> | <b>10</b> |
| <b>3-PDP « Z »</b> |   | <b>30</b> | <b>12</b> | <b>15</b> | <b>42</b> | <b>16</b> | <b>20</b> | <b>08</b> | <b>07</b> |

| Produits                                 | X         | Y         | Z         | A         | B          | C         | D         |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|
| <b>4-Etat des stocks (semaine 0)</b>     | <b>60</b> | <b>80</b> | <b>50</b> | <b>80</b> | <b>100</b> | <b>60</b> | <b>50</b> |
| <b>5-Délai d'obtention (par semaine)</b> | <b>2</b>  | <b>1</b>  | <b>2</b>  | <b>1</b>  | <b>2</b>   | <b>1</b>  | <b>1</b>  |
| <b>6-La taille du lot</b>                | <b>50</b> | <b>/</b>  | <b>50</b> | <b>50</b> | <b>/</b>   | <b>50</b> | <b>80</b> |



**CORRIGÉ DES  
TRAVAUX  
DIRIGÉS**

# Solution TD N° 1

## La gestion de stocks

### Exercice 1

1/

#### a/ Les ventes en quantités

Vente = SD + Achat du mois – SF

Ventes = 10 + 20 – 8 = **22 PC**

#### b/ Les ventes en coût d'achat

22 x 30 000 da = **660 000 da**

#### c/ Les ventes en coût de vente

22 x 42 000 da = **924 000 da**

### 2/ Le stock moyen

Stock moyen = (SD + SF) / 2 = (10 + 8) / 2 = **9 PC**

Soit en coût d'achat : 9 x 30 000 da = **270 000 da**

Ou en coût de vente : 9 x 42 000 da = **378 000 da**

### 3/ Le taux de rotation des stocks et la durée de stockage

TR = achats / Stock moyen (achat) = 660 000 / 270 000 = **2,44**

Ou TR = Ventes / Stock moyen (vente) = 924 000 / 378 000 = **2,44**

Ou : TR (quantité) = 22 / 9 = 2,44

Durée de stockage = 31 / Taux de rotation = 31 / 2,44 = 12,7 jours

### Exercice 2 :

Valeur des stocks = 100 000 (unités) x 20 (da/unité) = 2 000 000 da

Coût des ventes = 5 000 (unités/semaine) x 20 (da/unité) = 100 000 da / semaine

Taux de couverture = 2 000 000 (da) / 100 000 (da/semaine) = **20 semaines**

### Exercice 3

N : 1 000 pièces par mois

L'application de la formule de Wilson implique d'utiliser la consommation annuelle :

**D = 1 000 × 12 = 12 000 pièces par an.**

$$QEC = \sqrt{\frac{2 \times D \times CL}{t \times p}}$$

$$QEC = \sqrt{\frac{2 \times 12000 \times 80}{10 \times 0.25}}$$

$$QEC = 876 \text{ pièces}$$

$$T = \frac{876 \times 365}{12000}$$

$$T = 27 \text{ jours}$$

#### Exercice 4

N : 5 000 pièces par trimestre

L'application de la formule de Wilson implique d'utiliser la consommation annuelle, donc :

D = 5 000 × 4 = 20 000 pièces par an. (1 année = 4 trimestres)

La quantité économique

$$QEC = \sqrt{\frac{2 \times D \times CL}{t \times p}}$$

$$QEC = \sqrt{\frac{2 \times 20000 \times 50}{20 \times 0.1}}$$

$$QEC = 1\ 000 \text{ pièces}$$

#### Exercice 5

$$QEC = \sqrt{\frac{2 \times D \times CL}{t \times p}}$$

D : Le nombre d'articles commandés ou fabriqués par an.

CL : Le coût de lancement de commande.

t : Le taux de possession annuel.

p : prix d'un article stocké

1- Calcul de « D », le nombre d'articles commandés ou fabriqués par an :

N = 120 pièces par semaine

Une année contient 52 semaines

D = 120 × 52

**D = 6 240 pièces par an**

2- Calcul du taux de possession annuel « t » :

$$QEC = \sqrt{\frac{2 \times D \times CL}{t \times p}} \implies (QEC)^2 = \frac{2 \times D \times CL}{t \times p} \implies t = \frac{2 \times D \times CL}{(QEC)^2 \times p}$$

$$t = \frac{2 \times 6240 \times 40}{(400)^2 \times 10} \implies t = 0,312$$

Le taux de possession annuel  $\implies$  **t = 31,2%**

**Exercice 06**

N : 3 000 pièces par bimestre (1 bimestre = 2 mois → 1 année = 12 mois = 6 bimestres)

L'application de la formule de Wilson implique d'utiliser la consommation annuelle :

D = 3 000 × 6 = 18 000 pièces par an. (1 année = 6 bimestres).

La quantité économique à commander :

$$QEC = \sqrt{\frac{2 \times D \times CL}{t \times p}}$$

$$QEC = \sqrt{\frac{2 \times 18000 \times 100}{50 \times 0.2}}$$

**QEC = 600 Pièces.**

# Solution TD N°2

## La gestion de stocks – la méthode ABC

### Exercice 1

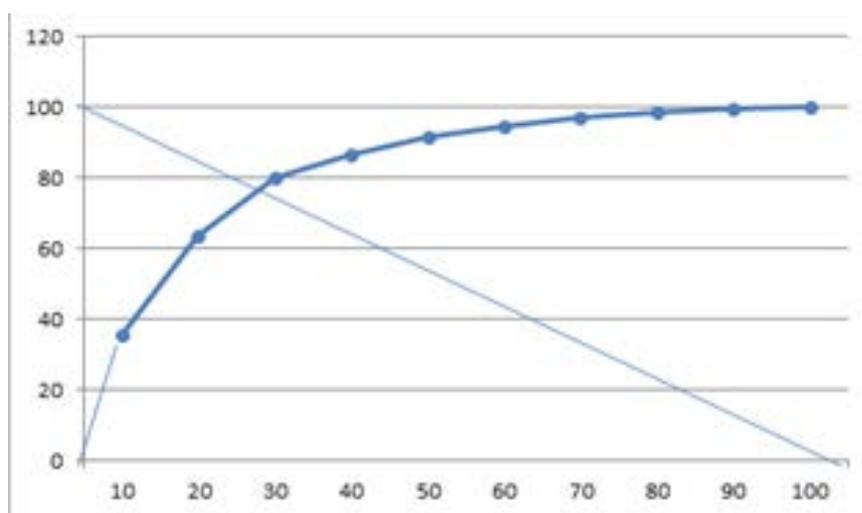
Pour rappel, la classification des articles par la méthode ABC selon le ratio de discrimination, se fait comme suit :

- 1- Déterminer le critère de classification.
- 2- Classer les données par ordre décroissant de la valeur du critère.
- 3- Faire la somme des valeurs et du nombre d'articles.
- 4- Ramener ces valeurs en % du nombre total.
- 5- Tracer la courbe : les valeurs en % en fonction des articles.
- 6- En déduire les trois classes A, B, C par le Ratio de Discrimination (RD), ou bien par la loi de pareto ou par un ratio déterminé par l'analyste de l'entreprise.
- 7- Calculer l'indice de Gini.
- 8- Analyser et interpréter la courbe.

**Les quatre premières étapes sont résumées dans un tableau comme suit :**

| Références | Type de Réparations | Quantité | Quantité cumulée | % quantité cumulée | % Référence cumulée |
|------------|---------------------|----------|------------------|--------------------|---------------------|
| F          | Montage Col         | 4 583    | 4 583            | 35,37              | 10                  |
| A          | Montage Poignet     | 3 639    | 8 222            | 63,47              | 20                  |
| I          | Plaquage Poche      | 2 168    | 10 390           | 80,20              | 30                  |
| G          | Surpiquage Col      | 846      | 11 236           | 86,73              | 40                  |
| B          | Boutonnière         | 666      | 11 902           | 91,87              | 50                  |
| D          | Bouton              | 389      | 12 291           | 94,87              | 60                  |
| E          | Ourlet du Bas       | 313      | 12 604           | 97,29              | 70                  |
| H          | Empiècement         | 152      | 12 756           | 98,46              | 80                  |
| C          | Défaut Tissu        | 132      | 12 888           | 99,48              | 90                  |
| J          | Autres Réparations  | 67       | 12 955           | 100                | 100                 |

Les étapes restantes sont exprimées tout d'abord par le traçage de la courbe des pourcentages des valeurs en fonction des articles :



$$RD = \frac{\text{Longueur du segment } CB}{\text{Longueur du segment } AB} = \frac{9,50}{12,43} = 0,76$$

On remarque que le RD trouvé appartient à la zone 3 du tableau présenté dans la figure précédente, c'est-à-dire que la classe A va représenter les premiers 20% des articles cumulés, la classe B les 20% qui suivent la classe A et la classe C les 60% qui restent du tableau.

Mais tout d'abord, on doit vérifier la pertinence de ce critère par le calcul de l'indice de Gini :

$$Y = \frac{[(\sum \text{des pourcentages des valeurs cumulés}) * \text{le pourcentage d'un seul produit}] - 5000}{5000}$$

$$Y = \frac{(847,74 * 10) - 5000}{5000} = 0,70 \rightarrow 0,6 < Y < 1$$

On déduit alors que ce critère est suffisamment pertinent et donc on peut entamer l'étape de l'analyse et de l'interprétation de la courbe.

- On note que 20 % du nombre total des réparations (Les réparations F et A) représentent 64 % des défauts totales → Ces défauts pourraient constituer la classe A.
- Les réparations constitués des autres 20 % du nombre d'articles (Les réparations I et G) représentant 23 % des défauts totales (87 % - 64 %) → Ces défauts pourraient constituer la classe B.
- Les 6 dernières réparations (les derniers 60 %) (Les réparations B, D, E, H, C et J) formeraient la classe C représentant 13 % (100 % - 87 %) des défauts totales.

**Exercice 2**

| Référence | Produits         | Quantité / semaine | Prix d'achat unitaire (da) | Prix de vente unitaire (da) | Total Prix de vente (da) / semaine |
|-----------|------------------|--------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------------------|
| <b>A</b>  | Diodes           | 30                 | 22                         | 32                          | <b>960</b>                         |
| <b>B</b>  | Diodes Led       | 460                | 25                         | 42                          | <b>19 320</b>                      |
| <b>C</b>  | Résistances      | 820                | 34                         | 48                          | <b>39 360</b>                      |
| <b>D</b>  | Condensateurs    | 15                 | 21                         | 38                          | <b>570</b>                         |
| <b>E</b>  | Inductances      | 4                  | 43                         | 50                          | <b>200</b>                         |
| <b>F</b>  | Transistors      | 35                 | 42                         | 50                          | <b>1 750</b>                       |
| <b>G</b>  | Afficheurs à Led | 128                | 34                         | 40                          | <b>5 120</b>                       |
| <b>H</b>  | potentiomètres   | 45                 | 50                         | 60                          | <b>2 700</b>                       |

| Référence | Total  | Total cumulé | % Total cumulé | % Référence cumulée |
|-----------|--------|--------------|----------------|---------------------|
| <b>C</b>  | 39 360 | 39 360       | 56,25          | 12,5                |
| <b>B</b>  | 19 320 | 58 680       | 83,85          | 25                  |
| <b>G</b>  | 5 120  | 63 800       | 91,17          | 37,5                |
| <b>H</b>  | 2 700  | 66 500       | 95,03          | 50                  |
| <b>F</b>  | 1 750  | 68 250       | 98,61          | 62,5                |
| <b>A</b>  | 960    | 69 210       | 98,90          | 75                  |
| <b>D</b>  | 570    | 69 780       | 99,71          | 87,5                |
| <b>E</b>  | 200    | 69 980       | 100            | 100                 |

Avant d'analyser le tableau selon la loi de Pareto, on vérifie d'abord la pertinence de ce critère par le calcul de l'indice de Gini :

$$Y = \frac{[\sum \text{des pourcentages des valeurs cumulés}] * \text{le pourcentage d'un seul produit} - 5000}{5000}$$

$$Y = \frac{(723,52 * 12,5) - 5000}{5000} = 0,81 \rightarrow 0,6 < Y < 1$$

On déduit alors que ce critère est suffisamment pertinent et donc on peut entamer l'étape de l'analyse et de l'interprétation de la courbe.

Les pourcentages (%) de la classification ABC selon la « loi de Pareto » sont :

La classe A : 20% des références représentent 80% des ventes.

La classe B : les 30% des références qui suivent (de 20 à 50%) représentent 15% (de 80 à 95%) des ventes.

La classe C : représente 50% des références les 50% des références qui restent (de 50 à 100%) représentent 5% (de 95 à 100%) des ventes.

En observant les résultats du tableau, on remarque que 25% des références (on est pas loin des 20%) représentent 83,85% des ventes (on est pas loin aussi des 80%). On constate qu'on est pas loin des 20/80 de Pareto et ceci confirme que la répartition n'est pas toujours une répartition exacte des 20/80. Ainsi les 3 zones (A, B et C) vont être choisis comme suit :

**La classe A :** le gérant du magasin doit accorder une gestion toute particulière aux **références C et B** qui à eux deux font quasiment 84% des prix de ventes du magasin.

**La classe B :** Les **composants G et H** qui représentent les 25% de références (presque 30%) qui suivent et qui totalisent à eux deux 11,18% (presque 15%) des ventes (95,03 - 83,85).

**La classe C :** Les **composants F, A, D et E** (les 50% qui restent) représentent 4,97% (presque 5%) des ventes du magasin (100 - 95,03).

Le composant qui rapporte le plus d'argent au magasin est : **la résistance**

### Exercice 3

| Référence | Saveur   | Quantité/semaine | Prix unitaire (da) | Total  |
|-----------|----------|------------------|--------------------|--------|
| A         | Chocolat | 1 500            | 30                 | 45 000 |
| B         | Vanille  | 200              | 25                 | 5 000  |
| C         | Fraise   | 100              | 40                 | 4 000  |
| D         | Caramel  | 1 600            | 40                 | 64 000 |
| E         | Pistache | 120              | 50                 | 6 000  |
| F         | Citron   | 140              | 50                 | 7 000  |
| G         | Miel     | 200              | 50                 | 10 000 |
| H         | Café     | 200              | 40                 | 8 000  |

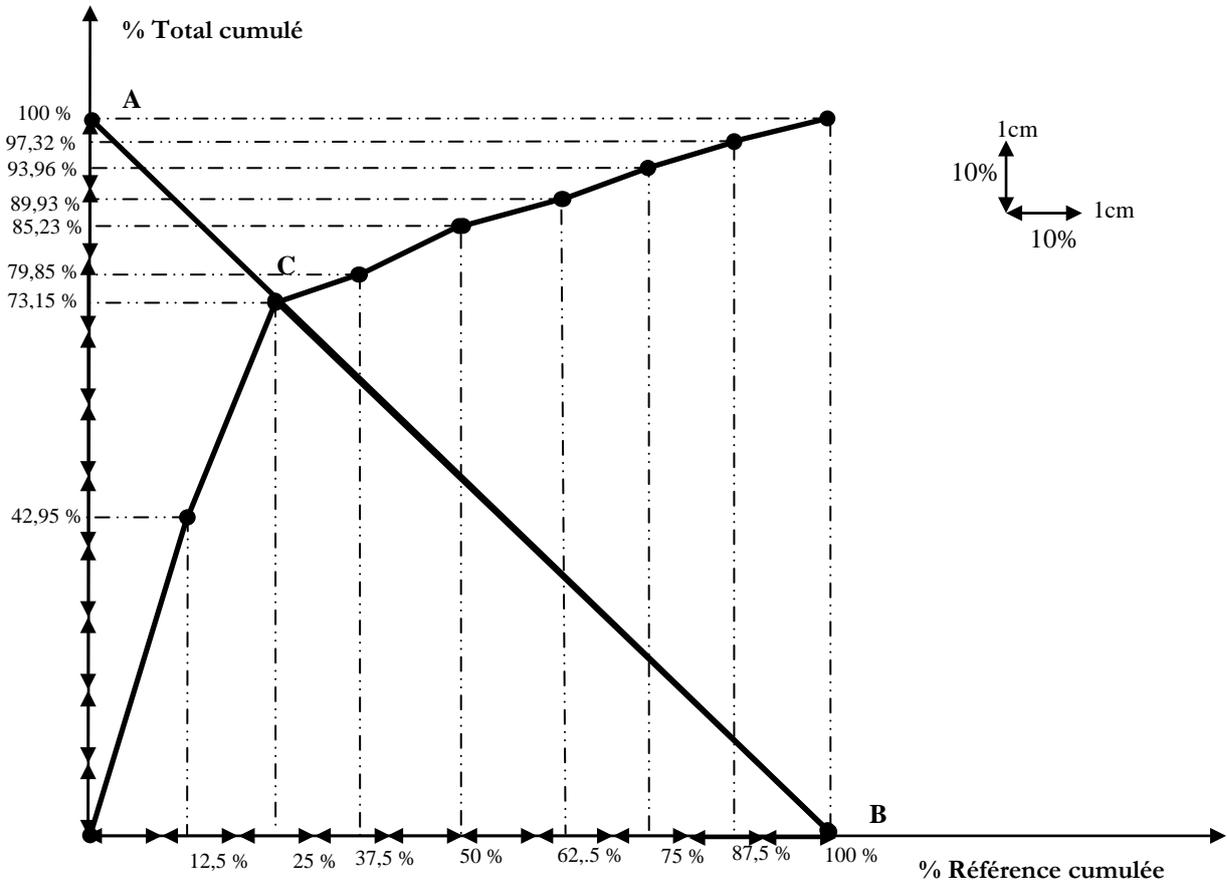
| Référence | Total  | Total cumulé | % Total cumulé | % Référence cumulée |
|-----------|--------|--------------|----------------|---------------------|
| D         | 64 000 | 64 000       | 42,95          | 12,5                |
| A         | 45 000 | 109 000      | 73,15          | 25                  |
| G         | 10 000 | 119 000      | 79,87          | 37,5                |
| H         | 8 000  | 127 000      | 85,23          | 50                  |
| F         | 7 000  | 134 000      | 89,93          | 62,5                |
| E         | 6 000  | 140 000      | 93,96          | 75                  |
| B         | 5 000  | 145 000      | 97,32          | 87,5                |
| C         | 4 000  | 149 000      | 100            | 100                 |

Avant d'analyser le tableau, on vérifie d'abord la pertinence de ce critère par le calcul de l'indice de Gini :

$$Y = \frac{[(\sum \text{des pourcentages des valeurs cumulés}) * \text{le pourcentage d'un seul produit}] - 5000}{5000}$$

$$Y = \frac{(662,41 * 12,5) - 5000}{5000} = 0,66 \rightarrow 0,6 < Y < 1$$

On déduit alors que ce critère est suffisamment pertinent et donc on peut entamer l'étape de l'analyse et de l'interprétation de la courbe.



$$RD = \frac{\text{Longueur du segment CB}}{\text{Longueur du segment AB}} = \frac{10,3}{13,78} = 0,7474$$

On remarque que le RD trouvé appartient à la zone 4 du tableau présenté dans la figure précédente, c'est-à-dire que la classe A va représenter les premiers 20% des articles cumulés, la classe B les 30% qui suivent la classe A et la classe C les 50% qui restent du tableau.

| Valeur du ratio de discrimination | Zone | A                 | B  | C  |
|-----------------------------------|------|-------------------|----|----|
| $1 > RD \geq 0,90$                | 1    | 10                | 10 | 80 |
| $0,90 > RD \geq 0,85$             | 2    | 10                | 20 | 70 |
| $0,85 > RD \geq 0,75$             | 3    | 20                | 20 | 60 |
| $0,75 > RD \geq 0,65$             | 4    | 20                | 30 | 50 |
| $0,65 > RD$                       | 5    | Non interprétable |    |    |

Résultats :

La classe A : Le gâteau D.

La classe B : Les gâteaux A, G et H.

La classe C : Les gâteaux F, E, B, et C.

La saveur qui rapporte le plus d'argent à la pâtisserie est le gâteau au caramel.

## Solution TD N°3

## La gestion de stocks – Les Méthodes de Réapprovisionnement

### Exercice 1

$$Q_m = C \times (D + d) + SS$$

$Q_m$  : la valeur ou le niveau de rechargement.

$C$  : la consommation moyenne par unité de temps.

$D$  : le délai de réalisation ou d'approvisionnement de l'article.

$d$  : la période de rechargement.

$SS$  : le stock de sécurité.

- 1- Calcul de «  $C$  », la consommation moyenne par jour :

$$C = \frac{80000}{365} = 220 \text{ cartons / jour}$$

- 2- Calcul du délai d'approvisionnement de l'article «  $D$  » :

$$D = 2 \text{ jours} + 3 \text{ jours} + 1 \text{ jour} = 6 \text{ jours}$$

- 3- La commande est lancée chaque bimestre donc la période de rechargement

$$d = 60 \text{ jours}$$

Sachant que le stock de sécurité  $SS = 400 \text{ cartons}$

$$Q_m = 220 \times (6 + 60) + 400 = 14920 \text{ cartons}$$

### Exercice 2

$$Q_m = C \times (D + d) + SS$$

$C$  : la consommation moyenne par unité de temps

$D$  : le délai de réalisation ou d'approvisionnement de l'article

$d$  : la période de rechargement

$SS$  : le stock de sécurité

- 1- Calcul de «  $C$  », la consommation moyenne par jours :

La superette vend en moyenne 1800 cartons de lait par bimestre donc 1800 cartons de lait par 2 mois.

01 bimestre = 02 mois et 01 mois = 30 jours et donc  $C = \frac{1800}{60} = 30$

**$C = 30$  cartons de lait par jour**

2- Calcul de la période de reapprovisionnement « d » :

$$Q_m = C \times (D + d) + SS \implies d = \frac{Q_m - SS}{C} - D \implies d = \frac{2000 - 200}{30} - 10$$

$$d = 50 \text{ jours}$$

La période de reapprovisionnement est alors égale à 50 jours.

### Exercice 3

$$Q_m = C \times (D + d) + SS$$

$$C = \frac{6000}{30} = 200 \text{ Sacs / jours}$$

$$D + d = 8 + 30 = 38 \text{ jours}$$

$$SS = 200 \times 5 \text{ jours} = 1000 \text{ Sachets}$$

$$Q_m = 200 \times (8 + 30) + 1000 = 8600 \text{ Sachets}$$

$$Q_m = 8\ 600 \text{ Sachets}$$

- L'état de stock de l'entreprise au moment de passer chaque commande est :

| Mois       | 1    | 2  | 3   | 4    | 5    | 6    | 7 | 8    | 9   | 10   | 11   | 12   |
|------------|------|----|-----|------|------|------|---|------|-----|------|------|------|
| Etat Stock | 1200 | 50 | 800 | 2500 | 4200 | 3000 | 0 | 5200 | 600 | 8600 | 2200 | 1000 |

- Quelle est la quantité à commander à chaque trimestre?

$$Q_i = Q_m - \text{Etat du stock de l'article au moment de passer la commande}$$

| Mois       | 1    | 2    | 3    | 4    | 5 | 6    | 7    | 8 | 9    | 10 | 11   | 12   |
|------------|------|------|------|------|---|------|------|---|------|----|------|------|
| Etat Stock | 7400 | 8550 | 7800 | 6100 | 0 | 5600 | 8600 | 0 | 8000 | 0  | 6400 | 7600 |

#### Exercice 4

Cette méthode consiste à reconstituer de façon régulière le stock pour atteindre une valeur de reconstituration appelée ici  $Q_m$ .

- Calcul du niveau de reconstituration

$$Q_m = C \times (D + d) + SS$$

C est la consommation moyenne par unité de temps

$$C = 700 \text{ sachets par semaine} \rightarrow 1 \text{ semaine} = 7 \text{ jours}$$

$$C = \frac{700}{7} = 100 \text{ Sachets par jours}$$

- D est le délai de réalisation ou d'approvisionnement de l'article → le temps passé depuis le lancement de la commande et l'arrivée de la marchandise.

$$D = 2 + 4 = 6 \text{ jours}$$

- d est la période de reconstituration

$$d = 28 \text{ jours}$$

- SS est le stock de sécurité → 100 sachets par jours et 2 jours de sécurité

$$SS = 100 \times 2 \text{ jours} = 200 \text{ Sachets}$$

$$Q_m = 100 \times (6 + 28) + 200 = \mathbf{3\ 600 \text{ sachets}}$$

- Calcul de la quantité à commander

$$Q_i = Q_m - \text{Etat du stock de l'article au moment de passer la commande}$$

- $Q_i$  est la quantité à commander
- Seuil = 2 000 sachets → si la quantité disponible dans l'état de stock est supérieur à 2 000 sachets, le magasin n'effectue pas de commande auprès de l'usine.

| Mois                 | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   |
|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <b>Stock</b>         | 1000 | 2500 | 800  | 0    | 3000 | 2100 | 900  | 0    | 0    | 1900 | 250  | 2900 |
| <b>Qi (Qm-Stock)</b> | 2600 | 0    | 2800 | 3600 | 0    | 0    | 2700 | 3600 | 3600 | 1700 | 3350 | 0    |

### Exercice 5

Cette méthode consiste à reconstituer de façon régulière le stock pour atteindre une valeur de reconstituration appelée ici  $Q_m$ .

- Calcul du niveau de reconstituration

$$Q_m = C \times (D + d) + SS$$

- C'est la consommation moyenne par unité de temps  $\rightarrow C = 9\,000$  sachets par trimestre  $\rightarrow 1$  trimestre = 3 mois  $\rightarrow 1$  mois = 30 jours  $\rightarrow 1$  trimestre = 3 x 30  $\rightarrow 1$  trimestre = 90 jours

$$C = \frac{9000}{90} = 100 \text{ Sachets par jours}$$

- D est le délai de réalisation ou d'approvisionnement de l'article  $\rightarrow$  le temps passé depuis le lancement de la commande et l'arrivée de la marchandise.

$$D = 3 + 3 = 6 \text{ jours}$$

- d est la période de reconstituration

$$d = 30 \text{ jours}$$

- SS est le stock de sécurité  $\rightarrow 100$  sachets par jours et 7 jours de sécurité

$$SS = 100 \times 7 \text{ jours} = 700 \text{ sachets}$$

$$Q_m = 100 \times (6 + 30) + 700 = \mathbf{4\,300 \text{ sachets}}$$

- Calcul de la quantité à commander

$$Q_i = Q_m - \text{Etat du stock de l'article au moment de passer la commande}$$

- $Q_i$  est la quantité à commander sachant que le niveau de reconstituration est égal à 4 300 sachets.
- Seuil = 2 800 sachets  $\rightarrow$  si la quantité disponible dans l'état de stock est supérieur à 2 800 sachets, le magasin n'effectue pas de commande auprès de l'usine.

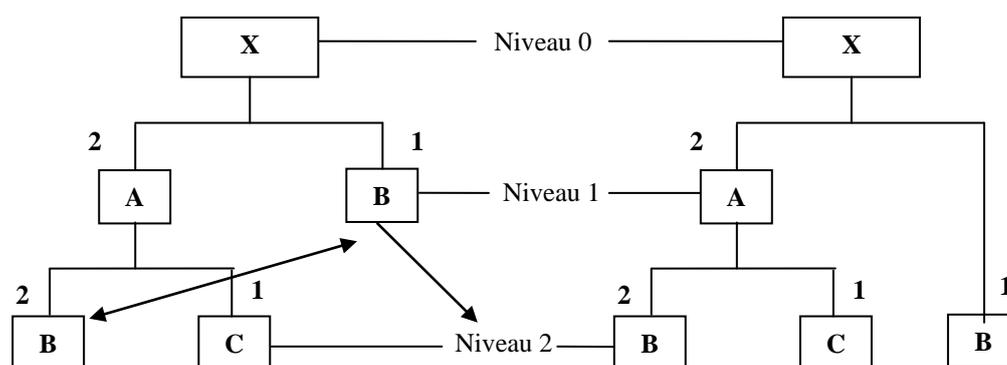
| Mois                   | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Stock                  | 1000 | 2500 | 800  | 0    | 3100 | 2100 | 900  | 0    | 2850 | 1900 | 250  | 2900 |
| $Q_i$ ( $Q_m$ - Stock) | 3300 | 1800 | 3500 | 4300 | 0    | 2200 | 3400 | 4300 | 0    | 2400 | 4050 | 0    |

# Solution TD N°4

## Le MRP

### Exercice 1

- La nomenclature du produit X est donnée comme suit :



- **Le produit X**

| Semaine                       | 0  | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  |
|-------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|
| Demande ou Besoin Brut (BB)   |    | 10 | 8  | 12 | 8  | 5  | 9  |
| Stock Prévisionnel (SP)       | 25 | 15 | 7  | 5  | 7  | 2  | 3  |
| Plan de Production OP (fin)   |    |    |    | 10 | 10 |    | 10 |
| Plan de Production OP (début) |    |    | 10 | 10 |    | 10 |    |

- **La pièce A**

| Semaine                       | 0  | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6 |
|-------------------------------|----|----|----|----|----|----|---|
| Demande ou Besoin Brut (BB)   |    |    | 20 | 20 |    | 20 |   |
| Stock Prévisionnel (SP)       | 26 | 26 | 6  | 4  | 4  | 2  | 2 |
| Plan de Production OP (fin)   |    |    |    | 18 |    | 18 |   |
| Plan de Production OP (début) |    |    | 18 |    | 18 |    |   |

- **La pièce B**

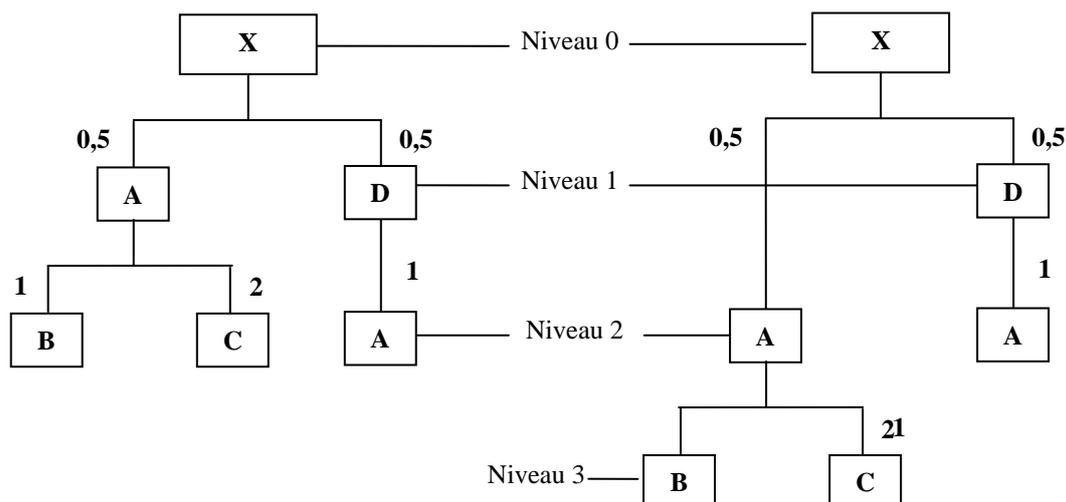
| Semaine                       | 0  | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6 |
|-------------------------------|----|----|----|----|----|----|---|
| Demande ou Besoin Brut (BB)   |    |    | 46 | 10 | 36 | 10 |   |
| Stock Prévisionnel (SP)       | 27 | 27 | 6  | 21 | 10 | 0  | 0 |
| Plan de Production OP (fin)   |    |    | 25 | 25 | 25 |    |   |
| Plan de Production OP (début) |    | 25 | 25 | 25 |    |    |   |

- La pièce C

| Semaine                       | 0  | 1  | 2  | 3  | 4  | 5 | 6 |
|-------------------------------|----|----|----|----|----|---|---|
| Demande ou Besoin Brut (BB)   |    |    | 18 |    | 18 |   |   |
| Stock Prévisionnel (SP)       | 28 | 28 | 10 | 10 | 2  | 2 | 2 |
| Plan de Production OP (fin)   |    |    |    |    | 10 |   |   |
| Plan de Production OP (début) |    |    | 10 |    |    |   |   |

Exercice 2

- La nomenclature du produit X est donnée comme suit :



1- Produit « X » :

| Semaines                       | 0  | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   |
|--------------------------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Demandes ou Besoins Bruts (BB) |    | 20  | 18  | 58  | 34  | 15  | 12  | 22  | 30  |
| Stocks Prévisionnels (SP)      | 60 | 40  | 22  | 14  | 30  | 15  | 03  | 31  | 01  |
| Besoins Nets (BN)              |    | -40 | -22 | +36 | +20 | -15 | -03 | +19 | -01 |
| Plan de Production OP (fin)    |    |     |     | 50  | 50  |     |     | 50  |     |
| Plan de Production OP (Début)  |    | 50  | 50  |     |     | 50  |     |     |     |

2- Article « D » : (0,5\*X)

| Semaines                       | 0  | 1   | 2   | 3  | 4  | 5   | 6  | 7  | 8  |
|--------------------------------|----|-----|-----|----|----|-----|----|----|----|
| Demandes ou Besoins Bruts (BB) |    | 25  | 25  |    |    | 25  |    |    |    |
| Stocks Prévisionnels (SP)      | 40 | 15  | 20  | 20 | 20 | 25  | 25 | 25 | 25 |
| Besoins Nets (BN)              |    | -15 | +10 |    |    | +05 |    |    |    |
| Plan de Production OP (fin)    |    |     | 30  |    |    | 30  |    |    |    |
| Plan de Production OP (Début)  |    | 30  |     |    | 30 |     |    |    |    |

**3- Article « A » :  $(0,5*X+1*D)$**

| Semaines                       | 0  | 1  | 2  | 3  | 4   | 5  | 6  | 7  | 8  |
|--------------------------------|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|
| Demandes ou Besoins Bruts (BB) |    | 55 | 25 |    | 30  | 25 |    |    |    |
| Stocks Prévisionnels (SP)      | 80 | 25 | 0  | 0  | 30  | 05 | 05 | 05 | 05 |
| Besoins Nets (BN)              |    | 0  |    |    | +55 |    |    |    |    |
| Plan de Production OP (fin)    |    |    |    |    | 60  |    |    |    |    |
| Plan de Production OP (Début)  |    |    |    | 60 |     |    |    |    |    |

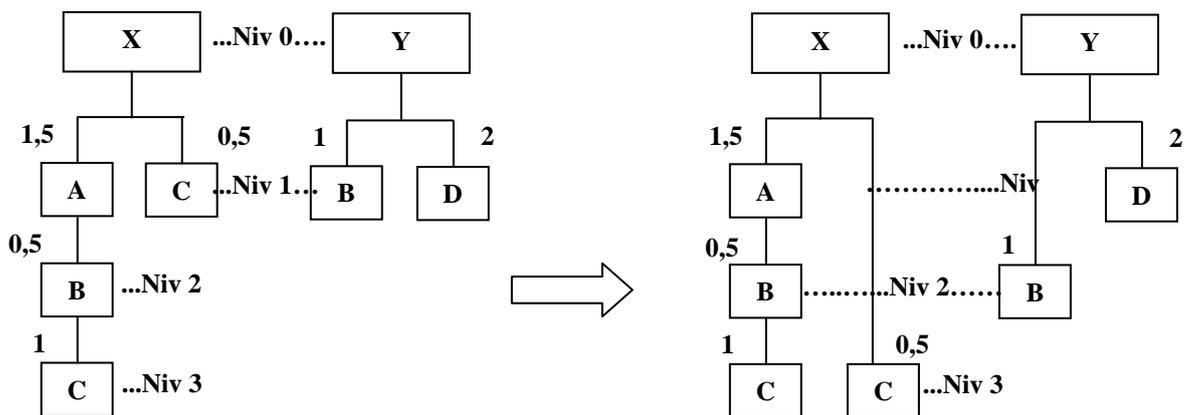
**4- Article « B » :  $(1*A)$**

| Semaines                       | 0  | 1  | 2  | 3  | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|--------------------------------|----|----|----|----|---|---|---|---|---|
| Demandes ou Besoins Bruts (BB) |    |    |    | 60 |   |   |   |   |   |
| Stocks Prévisionnels (SP)      | 60 | 60 | 60 | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Besoins Nets (BN)              |    |    |    | 0  |   |   |   |   |   |
| Plan de Production OP (fin)    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |
| Plan de Production OP (Début)  |    |    |    |    |   |   |   |   |   |

**5- Article « C » :  $(2*A)$**

| Semaines                       | 0  | 1  | 2  | 3   | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|--------------------------------|----|----|----|-----|---|---|---|---|---|
| Demandes ou Besoins Bruts (BB) |    |    |    | 120 |   |   |   |   |   |
| Stocks Prévisionnels (SP)      | 60 | 60 | 60 | 0   | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Besoins Nets (BN)              |    |    |    | +60 |   |   |   |   |   |
| Plan de Production OP (fin)    |    |    |    | 60  |   |   |   |   |   |
| Plan de Production OP (Début)  |    | 60 |    |     |   |   |   |   |   |

**Exercice 3 :**



**1- Produit « X » :**

| Semaines                       | 0  | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   |
|--------------------------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Demandes ou Besoins Bruts (BB) |    | 20  | 10  | 26  | 15  | 28  | 24  | 10  | 20  |
| Stocks Prévisionnels (SP)      | 40 | 20  | 10  | 14  | 29  | 01  | 07  | 27  | 07  |
| Besoins Nets (BN)              |    | -20 | -10 | +16 | +01 | -01 | +23 | +03 | -07 |
| Plan de Production OP (fin)    |    |     |     | 30  | 30  |     | 30  | 30  |     |
| Plan de Production OP (Début)  |    | 30  | 30  |     | 30  | 30  |     |     |     |

**2- Produit « Y » :**

| Semaines                       | 0  | 1   | 2   | 3   | 4  | 5   | 6  | 7   | 8  |
|--------------------------------|----|-----|-----|-----|----|-----|----|-----|----|
| Demandes ou Besoins Bruts (BB) |    | 10  | 20  | 28  | 16 | 10  | 18 | 15  | 16 |
| Stocks Prévisionnels (SP)      | 50 | 40  | 20  | 22  | 06 | 26  | 08 | 23  | 07 |
| Besoins Nets (BN)              |    | -40 | -20 | +24 |    | +22 |    | +23 |    |
| Plan de Production OP (fin)    |    |     |     | 30  |    | 30  |    | 30  |    |
| Plan de Production OP (Début)  |    |     | 30  |     | 30 |     | 30 |     |    |

**3- Article « A » : (1,5\*X)**

| Semaines                       | 0  | 1   | 2   | 3  | 4   | 5  | 6  | 7  | 8  |
|--------------------------------|----|-----|-----|----|-----|----|----|----|----|
| Demandes ou Besoins Bruts (BB) |    | 45  | 45  |    | 45  | 45 |    |    |    |
| Stocks Prévisionnels (SP)      | 80 | 35  | 60  | 60 | 15  | 40 | 40 | 40 | 40 |
| Besoins Nets (BN)              |    | -35 | +10 |    | -15 | 30 |    |    |    |
| Plan de Production OP (fin)    |    |     | 70  |    |     | 70 |    |    |    |
| Plan de Production OP (Début)  |    | 70  |     |    | 70  |    |    |    |    |

**4- Article « D » : (02\*Y)**

| Semaines                       | 0  | 1  | 2   | 3  | 4   | 5  | 6   | 7  | 8  |
|--------------------------------|----|----|-----|----|-----|----|-----|----|----|
| Demandes ou Besoins Bruts (BB) |    |    | 60  |    | 60  |    | 60  |    |    |
| Stocks Prévisionnels (SP)      | 80 | 80 | 20  | 20 | 30  | 30 | 40  | 40 | 40 |
| Besoins Nets (BN)              |    |    | -20 |    | +40 |    | +30 |    |    |
| Plan de Production OP (fin)    |    |    |     |    | 70  |    | 70  |    |    |
| Plan de Production OP (Début)  |    |    | 70  |    | 70  |    |     |    |    |

**5- Article « B » : (0,5\*A+01\*Y)**

| Semaines                       | 0  | 1   | 2   | 3  | 4   | 5  | 6   | 7  | 8  |
|--------------------------------|----|-----|-----|----|-----|----|-----|----|----|
| Demandes ou Besoins Bruts (BB) |    | 35  | 30  |    | 65  |    | 30  |    |    |
| Stocks Prévisionnels (SP)      | 40 | 05  | 25  | 25 | 10  | 10 | 30  | 30 | 30 |
| Besoins Nets (BN)              |    | -05 | +25 |    | +40 |    | +20 |    |    |
| Plan de Production OP (fin)    |    |     | 50  |    | 50  |    | 50  |    |    |
| Plan de Production OP (Début)  |    | 50  |     | 50 |     | 50 |     |    |    |

**6- Article « C » : (01\*B+0,5\*X)**

| Semaines                       | 0  | 1         | 2         | 3         | 4         | 5         | 6  | 7  | 8  |
|--------------------------------|----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----|----|----|
| Demandes ou Besoins Bruts (BB) |    | <b>65</b> | <b>15</b> | <b>50</b> | <b>15</b> | <b>65</b> |    |    |    |
| Stocks Prévisionnels (SP)      | 80 | 15        | 0         | 0         | 35        | 20        | 20 | 20 | 20 |
| Besoins Nets (BN)              |    | -15       | 0         | +50       | +15       | +30       |    |    |    |
| Plan de Production OP (fin)    |    |           |           | 50        | 50        | 50        |    |    |    |
| Plan de Production OP (Début)  |    | <b>50</b> | <b>50</b> | <b>50</b> |           |           |    |    |    |

**Exercice 4****1- Table**

| Semaines                       | 0  | 1  | 2         | 3  | 4         | 5         | 6  | 7         | 8  |
|--------------------------------|----|----|-----------|----|-----------|-----------|----|-----------|----|
| Demandes ou Besoins Bruts (BB) |    | 20 | 10        | 16 | 12        | 20        | 14 | 24        | 08 |
| Stocks Prévisionnels (SP)      | 30 | 10 | 00        | 14 | 02        | 12        | 28 | 04        | 26 |
| Plan de Production OP (fin)    |    |    |           | 30 |           | 30        | 30 |           | 30 |
| Plan de Production OP (Début)  |    |    | <b>30</b> |    | <b>30</b> | <b>30</b> |    | <b>30</b> |    |

**2- Pied de Table**

| Semaines                       | 0   | 1   | 2   | 3          | 4   | 5   | 6          | 7   | 8   |
|--------------------------------|-----|-----|-----|------------|-----|-----|------------|-----|-----|
| Demandes ou Besoins Bruts (BB) |     |     | 120 |            | 120 | 120 |            | 120 |     |
| Stocks Prévisionnels (SP)      | 200 | 200 | 80  | 80         | 160 | 40  | 40         | 120 | 120 |
| Plan de Production OP (fin)    |     |     |     |            | 200 |     |            | 200 |     |
| Plan de Production OP (Début)  |     |     |     | <b>200</b> |     |     | <b>200</b> |     |     |

**3- Planche de Table**

| Semaines                       | 0  | 1  | 2         | 3         | 4  | 5  | 6  | 7  | 8 |
|--------------------------------|----|----|-----------|-----------|----|----|----|----|---|
| Demandes ou Besoins Bruts (BB) |    |    | 30        |           | 30 | 30 |    | 30 |   |
| Stocks Prévisionnels (SP)      | 40 | 40 | 10        | 10        | 20 | 30 | 30 | 0  | 0 |
| Plan de Production OP (fin)    |    |    |           |           | 40 | 40 |    |    |   |
| Plan de Production OP (Début)  |    |    | <b>40</b> | <b>40</b> |    |    |    |    |   |

**4- Banc**

| Semaines                       | 0  | 1  | 2         | 3  | 4         | 5  | 6         | 7  | 8  |
|--------------------------------|----|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|----|
| Demandes ou Besoins Bruts (BB) |    | 10 | 20        | 18 | 12        | 16 | 20        | 08 | 06 |
| Stocks Prévisionnels (SP)      | 40 | 30 | 10        | 22 | 10        | 24 | 04        | 26 | 20 |
| Plan de Production OP (fin)    |    |    |           | 30 |           | 30 |           | 30 |    |
| Plan de Production OP (Début)  |    |    | <b>30</b> |    | <b>30</b> |    | <b>30</b> |    |    |

**5- Pied du Banc**

| Semaines                       | 0   | 1   | 2   | 3          | 4   | 5   | 6   | 7  | 8  |
|--------------------------------|-----|-----|-----|------------|-----|-----|-----|----|----|
| Demandes ou Besoins Bruts (BB) |     |     | 120 |            | 120 |     | 120 |    |    |
| Stocks Prévisionnels (SP)      | 200 | 200 | 80  | 80         | 160 | 160 | 40  | 40 | 40 |
| Plan de Production OP (fin)    |     |     |     |            | 200 |     |     |    |    |
| Plan de Production OP (Début)  |     |     |     | <b>200</b> |     |     |     |    |    |

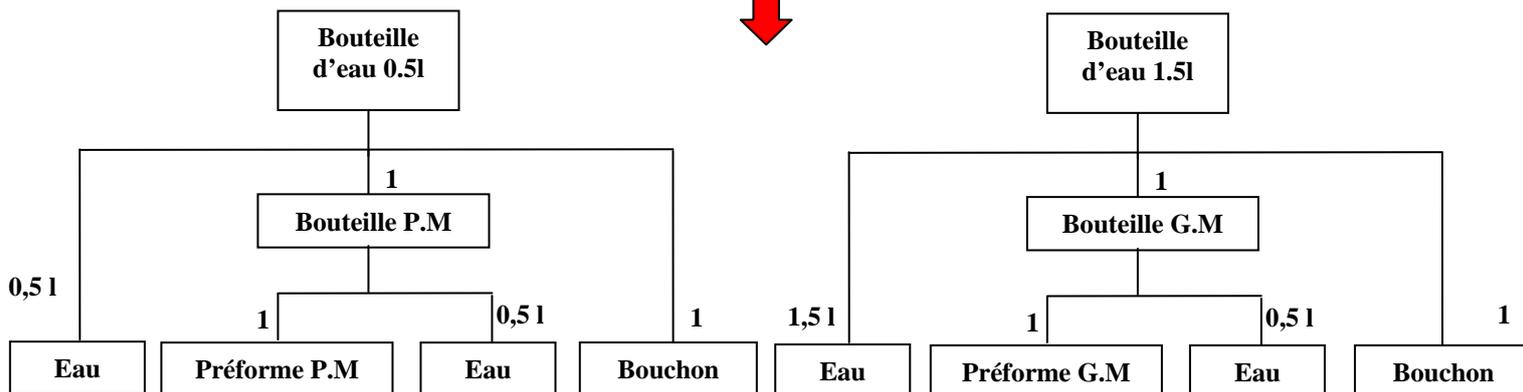
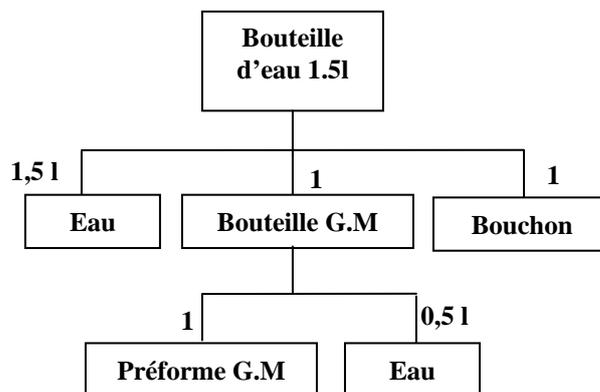
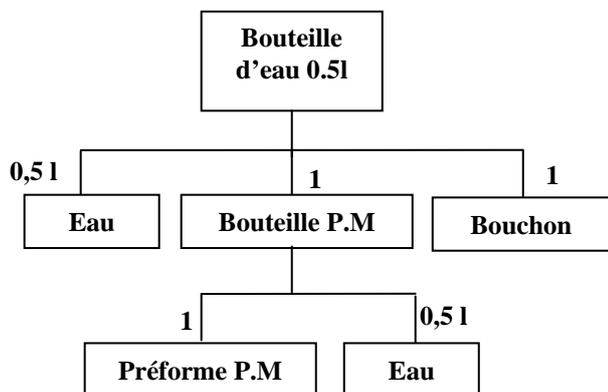
### 6- Siège du Banc

| Semaines                       | 0  | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  |
|--------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Demandes ou Besoins Bruts (BB) |    |    | 30 |    | 30 |    | 30 |    |    |
| Stocks Prévisionnels (SP)      | 40 | 40 | 10 | 10 | 20 | 20 | 30 | 30 | 30 |
| Plan de Production OP (fin)    |    |    |    |    | 40 |    | 40 |    |    |
| Plan de Production OP (Début)  |    |    | 40 |    | 40 |    |    |    |    |

### 7- Planche en bois

| Semaines                       | 0  | 1  | 2     | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  |
|--------------------------------|----|----|-------|----|----|----|----|----|----|
| Demandes ou Besoins Bruts (BB) |    |    | 10+40 | 40 | 10 |    |    |    |    |
| Stocks Prévisionnels (SP)      | 60 | 60 | 10    | 00 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Plan de Production OP (fin)    |    |    |       | 30 | 30 |    |    |    |    |
| Plan de Production OP (Début)  |    | 30 | 30    |    |    |    |    |    |    |

### Exercice 5



**1- Produit « Bouteille d'eau 0.5l » :**

| Semaines                       | 0     | 1            | 2            | 3          | 4            | 5          | 6          |
|--------------------------------|-------|--------------|--------------|------------|--------------|------------|------------|
| Demandes ou Besoins Bruts (BB) |       | <b>400</b>   | <b>600</b>   | <b>400</b> | <b>800</b>   | <b>500</b> | <b>900</b> |
| Stocks Prévisionnels (SP)      | 1 000 | 600          | 0            | 600        | 800          | 300        | 400        |
| Besoins Nets (BN)              |       | 0            | 0            | 400        | 200          | 0          | 600        |
| Plan de Production OP (fin)    |       |              |              | 1 000      | 1 000        |            | 1 000      |
| Plan de Production OP (Début)  |       | <b>1 000</b> | <b>1 000</b> |            | <b>1 000</b> |            |            |

**2- Produit « Bouteille d'eau 1.5l » :**

| Semaines                       | 0     | 1            | 2            | 3            | 4            | 5            | 6            |
|--------------------------------|-------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Demandes ou Besoins Bruts (BB) |       | <b>900</b>   | <b>1 400</b> | <b>1 000</b> | <b>1 300</b> | <b>800</b>   | <b>1 200</b> |
| Stocks Prévisionnels (SP)      | 1 400 | 500          | 1 100        | 100          | 800          | 0            | 800          |
| Besoins Nets (BN)              |       | 0            | 900          | 0            | 1 200        | 0            | 1 200        |
| Plan de Production OP (fin)    |       |              | 2 000        |              | 2 000        |              | 2 000        |
| Plan de Production OP (Début)  |       | <b>2 000</b> |              | <b>2 000</b> |              | <b>2 000</b> |              |

**3- Article « Bouteille P.M » : (1\* Bouteille d'eau 0.5l )**

| Semaines                       | 0     | 1            | 2            | 3            | 4            | 5 | 6 |
|--------------------------------|-------|--------------|--------------|--------------|--------------|---|---|
| Demandes ou Besoins Bruts (BB) |       | <b>1 000</b> | <b>1 000</b> |              | <b>1 000</b> |   |   |
| Stocks Prévisionnels (SP)      | 1 800 | 800          | 0            | 0            | 0            | 0 | 0 |
| Besoins Nets (BN)              |       | 0            | 200          |              | 1 000        |   |   |
| Plan de Production OP (fin)    |       |              | 200          |              | 1 000        |   |   |
| Plan de Production OP (Début)  |       | <b>200</b>   |              | <b>1 000</b> |              |   |   |

**4- Article « Bouteille G.M » : (1\* Bouteille d'eau 1.5l )**

| Semaines                       | 0     | 1            | 2            | 3            | 4            | 5            | 6 |
|--------------------------------|-------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---|
| Demandes ou Besoins Bruts (BB) |       | <b>2 000</b> |              | <b>2 000</b> |              | <b>2 000</b> |   |
| Stocks Prévisionnels (SP)      | 2 400 | 400          | 400          | 0            | 0            | 0            | 0 |
| Besoins Nets (BN)              |       | 0            |              | 1 600        |              | 2 000        |   |
| Plan de Production OP (fin)    |       |              |              | 1 600        |              | 2 000        |   |
| Plan de Production OP (Début)  |       |              | <b>1 600</b> |              | <b>2 000</b> |              |   |

**5- Article « Préforme P.M » : (1\* Bouteille P.M )**

| Semaines                       | 0     | 1          | 2   | 3            | 4   | 5   | 6   |
|--------------------------------|-------|------------|-----|--------------|-----|-----|-----|
| Demandes ou Besoins Bruts (BB) |       | <b>200</b> |     | <b>1 000</b> |     |     |     |
| Stocks Prévisionnels (SP)      | 1 000 | 800        | 800 | 400          | 400 | 400 | 400 |
| Besoins Nets (BN)              |       | 0          |     | 200          |     |     |     |
| Plan de Production OP (fin)    |       |            |     | 600          |     |     |     |
| Plan de Production OP (Début)  |       | <b>600</b> |     |              |     |     |     |

**6- Article « Préforme G.M » : (1\* Bouteille G.M )**

| Semaines                       | 0     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5   | 6   |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|
| Demandes ou Besoins Bruts (BB) |       |       | 1 600 |       | 2 000 |     |     |
| Stocks Prévisionnels (SP)      | 1 300 | 1 300 | 1 300 | 1 300 | 900   | 900 | 900 |
| Besoins Nets (BN)              |       |       | 300   |       | 700   |     |     |
| Plan de Production OP (fin)    |       |       | 1 600 |       | 1 600 |     |     |
| Plan de Production OP (Début)  |       | 1 600 |       | 1 600 |       |     |     |

**7- Article « Bouchon » : (1\* Bouteille d'eau 0.5l ) + (1\* Bouteille d'eau 1.5l )**

| Semaines                            | 0 | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6 |
|-------------------------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| OP (Début) Bouteille d'eau 0.5l * 1 |   | 1 000 | 1 000 |       | 1 000 |       |   |
| OP (Début) Bouteille d'eau 1.5l * 1 |   | 2 000 |       | 2 000 |       | 2 000 |   |



| Semaines                       | 0     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6 |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| Demandes ou Besoins Bruts (BB) |       | 3 000 | 1 000 | 2 000 | 1 000 | 2 000 |   |
| Stocks Prévisionnels (SP)      | 5 000 | 2 000 | 1 000 | 1 000 | 0     | 0     | 0 |
| Besoins Nets (BN)              |       | 0     | 0     | 1 000 | 0     | 2 000 |   |
| Plan de Production OP (fin)    |       |       |       | 2 000 |       | 2 000 |   |
| Plan de Production OP (Début)  |       | 2 000 |       | 2 000 |       |       |   |

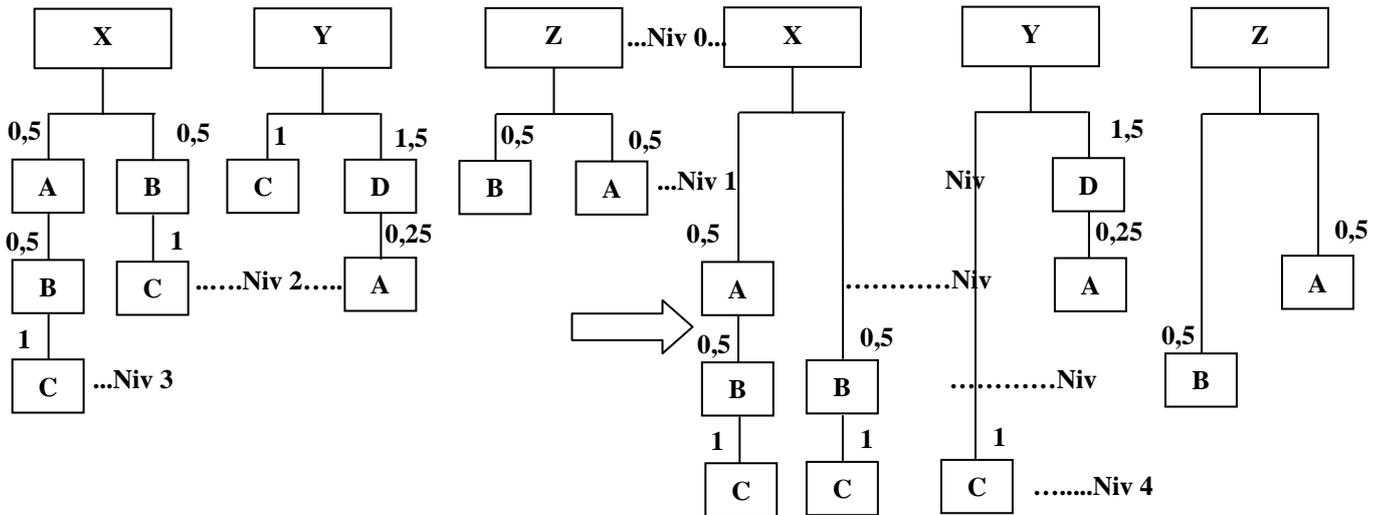
**8- Article « Eau » : (0,5\* Bouteille d'eau 0.5l ) + (1,5\* Bouteille d'eau 1.5l ) + (0,5\* Bouteille P.M ) + (0,5\* Bouteille G.M )**

| Semaines                               | 0 | 1     | 2   | 3     | 4     | 5     | 6 |
|--|---|-------|-----|-------|-------|-------|---|
| OP (Début) Bouteille d'eau 0.5l * 0,5L |   | 500   | 500 |       | 500   |       |   |
| OP (Début) Bouteille d'eau 1.5l * 1,5L |   | 3 000 |     | 3 000 |       | 3 000 |   |
| OP (Début) Bouteille P.M * 0,5         |   | 100   |     | 500   |       |       |   |
| OP (Début) Bouteille G.M * 0,8         |   |       | 800 |       | 1 000 |       |   |



| Semaines                       | 0     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6 |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| Demandes ou Besoins Bruts (BB) |       | 3 600 | 1 300 | 3 500 | 1 500 | 3 000 |   |
| Stocks Prévisionnels (SP)      | 5 000 | 1 400 | 100   | 0     | 0     | 0     | 0 |
| Besoins Nets (BN)              |       | 0     | 0     | 3 400 | 1 500 | 3 000 |   |
| Plan de Production OP (fin)    |       |       |       | 3 400 | 1 500 | 3 000 |   |
| Plan de Production OP (Début)  |       |       | 3 400 | 1 500 | 3 000 |       |   |

**Exercice 5**



**1- Produit « X » :**

| Semaines                       | 0  | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   |
|--------------------------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Demandes ou Besoins Bruts (BB) |    | 20  | 18  | 58  | 34  | 15  | 12  | 22  | 30  |
| Stocks Prévisionnels (SP)      | 60 | 40  | 22  | 14  | 30  | 15  | 03  | 31  | 01  |
| Besoins Nets (BN)              |    | -40 | -22 | +36 | +20 | -15 | -03 | +19 | -01 |
| Plan de Production OP (fin)    |    |     |     | 50  | 50  |     |     | 50  |     |
| Plan de Production OP (Début)  |    | 50  | 50  |     |     | 50  |     |     |     |

**2- Produit « Y » :**

| Semaines                       | 0  | 1   | 2   | 3   | 4  | 5  | 6   | 7  | 8  |
|--------------------------------|----|-----|-----|-----|----|----|-----|----|----|
| Demandes ou Besoins Bruts (BB) |    | 15  | 50  | 30  | 13 | 22 | 40  | 30 | 10 |
| Stocks Prévisionnels (SP)      | 80 | 65  | 15  | 35  | 22 | 0  | 40  | 10 | 0  |
| Besoins Nets (BN)              |    | -65 | -15 | +50 |    |    | +80 |    |    |
| Plan de Production OP (fin)    |    |     |     | 50  |    |    | 80  |    |    |
| Plan de Production OP (Début)  |    |     | 50  |     |    | 80 |     |    |    |

**3- Produit « Z » :**

| Semaines                       | 0  | 1   | 2   | 3   | 4  | 5   | 6  | 7  | 8  |
|--------------------------------|----|-----|-----|-----|----|-----|----|----|----|
| Demandes ou Besoins Bruts (BB) |    | 30  | 12  | 15  | 42 | 16  | 20 | 08 | 07 |
| Stocks Prévisionnels (SP)      | 50 | 20  | 08  | 43  | 01 | 35  | 15 | 07 | 0  |
| Besoins Nets (BN)              |    | -20 | -08 | +49 |    | +35 |    | 0  |    |
| Plan de Production OP (fin)    |    |     |     | 50  |    | 50  |    |    |    |
| Plan de Production OP (Début)  |    | 50  |     | 50  |    |     |    |    |    |

**4- Article « D » : (1,5\*Y)**

| Semaines                       | 0  | 1         | 2         | 3  | 4         | 5          | 6  | 7  | 8  |
|--------------------------------|----|-----------|-----------|----|-----------|------------|----|----|----|
| Demandes ou Besoins Bruts (BB) |    |           | <b>75</b> |    |           | <b>120</b> |    |    |    |
| Stocks Prévisionnels (SP)      | 50 | 50        | 55        | 55 | 55        | 15         | 15 | 15 | 15 |
| Besoins Nets (BN)              |    |           | +25       |    |           | +65        |    |    |    |
| Plan de Production OP (fin)    |    |           | 80        |    |           | 80         |    |    |    |
| Plan de Production OP (Début)  |    | <b>80</b> |           |    | <b>80</b> |            |    |    |    |

**5- Article « A » : (0,5\*X+0,25\*D+0,5\*Z)**

| Semaines                       | 0  | 1         | 2         | 3         | 4         | 5         | 6  | 7  | 8  |
|--------------------------------|----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----|----|----|
| Demandes ou Besoins Bruts (BB) |    | <b>70</b> | <b>25</b> | <b>25</b> | <b>20</b> | <b>25</b> |    |    |    |
| Stocks Prévisionnels (SP)      | 80 | 10        | 35        | 10        | 40        | 15        | 15 | 15 | 15 |
| Besoins Nets (BN)              |    | -10       | +15       | -10       | +10       | -15       |    |    |    |
| Plan de Production OP (fin)    |    |           | 50        |           | 50        |           |    |    |    |
| Plan de Production OP (Début)  |    | <b>50</b> |           | <b>50</b> |           |           |    |    |    |

**6- Article « B » : (0,5\*A+0,5\*X+0,5\*Z)**

| Semaines                       | 0   | 1          | 2         | 3          | 4        | 5         | 6 | 7 | 8 |
|--------------------------------|-----|------------|-----------|------------|----------|-----------|---|---|---|
| Demandes ou Besoins Bruts (BB) |     | <b>75</b>  | <b>25</b> | <b>50</b>  |          | <b>25</b> |   |   |   |
| Stocks Prévisionnels (SP)      | 100 | <b>25</b>  | <b>0</b>  | <b>0</b>   | <b>0</b> | <b>0</b>  | 0 | 0 | 0 |
| Besoins Nets (BN)              |     | <b>-25</b> | <b>0</b>  | <b>+50</b> |          | +25       |   |   |   |
| Plan de Production OP (fin)    |     |            |           | 50         |          | 25        |   |   |   |
| Plan de Production OP (Début)  |     | <b>50</b>  |           | <b>25</b>  |          |           |   |   |   |

**7- Article « C » : (1\*B+1\*Y)**

| Semaines                       | 0  | 1         | 2         | 3         | 4         | 5         | 6  | 7  | 8  |
|--------------------------------|----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----|----|----|
| Demandes ou Besoins Bruts (BB) |    | <b>50</b> | <b>50</b> | <b>25</b> |           | <b>80</b> |    |    |    |
| Stocks Prévisionnels (SP)      | 60 | 10        | 10        | 35        | 35        | 05        | 05 | 05 | 05 |
| Besoins Nets (BN)              |    | -10       | +40       | +15       |           | +45       |    |    |    |
| Plan de Production OP (fin)    |    |           | 50        | 50        |           | 50        |    |    |    |
| Plan de Production OP (Début)  |    | <b>50</b> | <b>50</b> |           | <b>50</b> |           |    |    |    |

# Références bibliographiques

- [1] G.Bressy et C.Konkuyt ,2000 Economie d'entreprise 5eme édition Gilles Bressy, Christian Konkuyt édition Sirey
- [2] <https://www.slideserve.com/onella/amelioration-de-la-production>
- [3] <http://ingenierieindustrielle.blogspot.com/2014/07/gestion-de-la-production.html>
- [4] [https://www.pairform.fr/doc/39/75/157/web/res/exemple\\_charge.png](https://www.pairform.fr/doc/39/75/157/web/res/exemple_charge.png)
- [5] A.Courtois, M.Pillet et C.Martin-Bonnefous. Gestion de production. 4<sup>ème</sup> édition. Éditions d'Organisation, 1989, 1994, 1995, 2003. ISBN : 2-7081-2986-4.
- [6] M.Pillet, C.Martin-Bonnefous, P.Bonnefous et A.Courtois. Gestion de production – Les fondamentaux et les bonnes pratiques. 5<sup>ème</sup> édition. Groupe Eyrolles, 1989, 1994, 1995, 2003, 2011. ISBN : 978-2-212-54977-5.
- [7] G.Javel. Organisation et gestion de la production - Cours avec exercices corrigés. 4e édition. Dunod, Paris, 2010. ISBN 978-2-10-055497-3.
- [8] F.Gillet-Goinard et L.Maimi. Production. 2<sup>ème</sup> édition. Dunod, 2015. ISBN 978-2-10-072943-2
- [9] P.Bédry. Les basiques du Lean Manufacturing. Groupe Eyrolles, 2009. ISBN : 978-2-212-54314-8
- [10] F.Blondel. Aide-mémoire – Gestion industrielle. 2<sup>ème</sup> édition. Dunod, Paris, 2000, 2006 ISBN 2 10 049685 9
- [11] Amélioration continue : le Lean Management tient-il toutes ses promesses ? <https://www.humanperf.com/fr/blog/amelioration-continue/articles/amelioration-continue-lean-management>
- [12] J.H.Tempelman et R.Schildmeijer. Lean en pratique. The lean Six Sigma Compagny. ISBN: 978-90-821026-1-1