

Université Abderrahmane MIRA Bejaïa



جامعة بجاية  
Tasdawit n Bgayet  
Université de Béjaïa

**FACULTE DES SCIENCES ECONOMIQUES, COMMERCIALES ET  
DES SCIENCES DE GESTION**

**Département des Sciences Économiques**

**Mémoire de fin de cycle**

**Pour l'obtention du diplôme de master en Sciences Économiques**

**Option: Économie Quantitative**

# **La planification de la production Cas de l'entreprise Cevital**

**Réalisé par:**

**IKHLEF Bochra**

**ISSAD Chahinez**

**Devant le jury composé de :**

**Encadré par : Mr LAOUAR Abdelhak**

**Président : Mr MANAA Boumediene**

**Examineur : Mr BOUAISSAOUI Samir**

**Année Universitaire 2018-2019**

# REMERCEMENTS

*Le grand merci s'adresse au bon DIEU, le Tout Puissant, qui nous a donné le courage,  
La force et la volonté pour réaliser ce modeste travail.*

*La réalisation de ce mémoire a été possible grâce au concours de plusieurs personnes à qui  
Nous voudrions témoigner toute notre reconnaissance.*

*Nous voudrions tout d'abord adresser toute notre gratitude à notre encadreur Mr Laouer  
Abdelhak pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont  
Contribué à alimenter notre réflexion.*

*Aussi nous tenons à remercier nos familles et en particulier nos parents pour tous les efforts  
Qu'ils ont faits pour nous.*

*Nos remerciements vont à tout le personnel qu'on a contacté durant notre stage au sein de  
Cevital « SPA » de Bejaia, auprès desquelles on a trouvé l'accueil chaleureux, l'aide et  
L'assistance dont on a besoin, à sa tête Monsieur Khirredine Samir pour ses Précieuses  
Orientations, qui nous ont aidés à faire notre stage au sein de Cevital « SPA ».*

*Sans oublier nos chères sœurs et frères que nous avons trouvés à nos côtés pendant les  
Moments difficiles et nous ont encouragés à dépasser ces étapes.*

*Nous tenons également à remercier le président et les membres du jury pour nous avoir fait  
L'honneur d'évaluer notre travail.*

*Nous remercions tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin dans l'accomplissement de  
Ce travail.*

# **DÉDICACE**

*JE DÉDIE CE MODESTE TRAVAIL À MES PARENTS ;À MA MÈRE QUI A SACRIFIÉE SA VIE POUR MON BIEN ÊTRE, À MON PÈRE QUI JE VOUE UN PROFOND RESPECT POUR TOUT LE DÉVOUEMENT QU'IL MA CONSACRÉ ;A MES SŒURS A MES FRÈRES ; A MON FIANCÉ ET SA FAMILLE ;A MA BINÔME CHAHINEZ ET SA FAMILLE ; A MES AMIS.*

*JE DÉDIE CE MODESTE TRAVAIL À MES PARENTS ;À MA MÈRE QUI A SACRIFIÉE SA VIE POUR MON BIEN ÊTRE, À MON PÈRE QUI JE VOUE UN PROFOND RESPECT POUR TOUT LE DÉVOUEMENT QU'IL MA CONSACRÉ. A MES SŒURS ET A MON FRÈRE ;A MA BINÔME BOCHRA ET SA FAMILLE ;A MES AMIS .*



***BOCHRA & CHAHINEZ***



# **LISTE DES ABREVIATIONS**

## *Liste des Abréviations*

---

### Liste des Abréviations

<b>L'abréviation</b>	<b>L'intitulé de l'abréviation</b>
<b>MRP</b>	Materials Ressources Planning
<b>PIC</b>	Plan Industriel et Commercial
<b>PDP</b>	Plan Directeur de Production
<b>PC</b>	Plan de charge
<b>SPA</b>	Société par action
<b>VB</b>	Variables de base
<b>VHB</b>	Variable hors base

# **SOMMAIRE**

# Sommaire

<b>Introduction Générale.....</b>	<b>1</b>
<b>Chapitre I : Généralités sur la planification de la production .....</b>	<b>4</b>
<b>Introduction .....</b>	<b>4</b>
<b>I. La gestion de la production .....</b>	<b>4</b>
<b>II. Notion sur la planification de production .....</b>	<b>10</b>
<b>III. L'ordonnancement .....</b>	<b>15</b>
<b>Conclusion.....</b>	<b>17</b>
<b>Chapitre II : Les techniques de la programmation linéaire.....</b>	<b>18</b>
<b>Introduction.....</b>	<b>18</b>
<b>I. Notion sur la programmation linéaire .....</b>	<b>18</b>
<b>II. formulation d'un programme linéaire .....</b>	<b>21</b>
<b>III. Résolution d'un programme linéaire .....</b>	<b>25</b>
<b>Conclusion.....</b>	<b>31</b>
<b>Chapitre III : Gestion de la production au sein de Cevital.....</b>	<b>32</b>
<b>Introduction .....</b>	<b>32</b>
<b>I. L'organisme d'accueil .....</b>	<b>32</b>
<b>II. L'approche globale au conditionnement d'huile .....</b>	<b>41</b>
<b>III. Présentation des données .....</b>	<b>43</b>
<b>Conclusion .....</b>	<b>45</b>
<b>Chapitre IV : Modélisation d'un problème sous forme d'un programme linéaire .....</b>	<b>46</b>
<b>Introduction .....</b>	<b>46</b>
<b>I. Les étapes de la modélisation .....</b>	<b>46</b>
<b>II. Présentation de logiciel utilisé (MATLAB).....</b>	<b>50</b>
<b>III. Les interprétations des résultats obtenus.....</b>	<b>51</b>
<b>Conclusion .....</b>	<b>70</b>
<b>Conclusion Générale.....</b>	<b>72</b>

# *Sommaire*

---

# **Introduction générale**

# *Introduction Générale*

---

## **Introduction Générale**

Les entreprises industrielles ont connu de profondes mutations au service d'une productivité sans cesse accru. Les meilleures ont adapté une nouvelle logique industrielle, souvent appelée système de production au plus juste, cette approche nécessite une nouvelle façon de concevoir la gestion de production.

Ces dernières années, la gestion de la production a évolué progressivement vers une activité visant à coordonner et à faire circuler des flux de création de valeurs, le plus rapidement possible sur un périmètre de plus en plus large à travers des ressources ajustées et optimisées tout en assurant dynamiquement la ponctualité des rendez-vous avec la demande des clients. Ce qui permet d'améliorer le fonctionnement global de la chaîne logistique depuis les fournisseurs de la matière jusqu'au client.

Dans un monde concurrentiel, les entreprises cherchent à optimiser leurs ressources de façon à assurer leur pérennité, leur développement et leur compétitivité, ce qui les oblige à créer les meilleures conditions de production et par conséquent la mise en place d'un processus de gestion pertinent en jumelant une analyse basée sur le plan d'expérience, avec les différents outils de gestion.

En effet, les gestionnaires s'intéressent à la planification de la production, qui consiste à mettre en application des méthodes et techniques dans le but d'accomplir la transformation des matières en produit fini, elle se résume en la combinaison des ressources, de production dans un planning avec pour but d'assurer la fabrication du produit en qualité et en quantité définie. « Gérer une entité économique, c'est utiliser au mieux les ressources rares disponibles afin d'atteindre les objectifs de cette entité<sup>1</sup> ». Donc, l'entreprise est amenée, à prendre des décisions interdépendantes, car son fonctionnement consomme des ressources qu'il convient de partager, les ressources disponibles sont des contraintes à respecter.

De ce fait, l'entreprise tendait à organiser ses activités pour assurer le bon fonctionnement de ses ressources en utilisant des outils et des techniques afin de maîtriser les coûts de revient au sein de l'entreprise, qui est considérée comme l'une des composantes essentielles de la politique et de la stratégie de l'entreprise.

---

<sup>1</sup>LECLERE Dédier, l'essentiel de la comptabilité analytique, analyser les coûts pour bien décider, 4eme édition, groupe Eyrolles, Paris 1997, P6.

## *Introduction Générale*

---

La Programmation Linéaire est un cadre mathématique général permettant de modéliser et de résoudre certains problèmes d'optimisation. Mathématiquement, le problème consiste à optimiser une fonction linéaire sous des contraintes linéaires liant les variables. Historiquement, la programmation linéaire a été développée en 1947 par George Bernard Dantzig.

Un programme linéaire est un modèle mathématique qui est utilisé dans la prise de décision quand le décideur a affaire à un problème d'optimisation. Un modèle mathématique a pour but de représenter la réalité, ainsi un manager utilisera un modèle mathématique pour déterminer la fonction de la production de son entreprise. Donc, il est important que le modèle qui ne traduit pas la réalité puisse être à l'origine de prises de décisions incorrectes qui aboutissent à des résultats erronés. Ainsi la construction d'un modèle réel nécessite l'utilisation de données et informations non seulement fiables mais aussi complètes sur tous les aspects de l'activité économique de l'entreprise.

L'entreprise CEVITAL est parmi les grandes entreprises privées algériennes qui contribuent largement au développement de l'industrie agroalimentaire nationale, nous avons choisi d'étudier le cas de l'entreprise CEVITAL de Bejaia, car cette dernière étant l'une des entreprises privées de grande envergure en Algérie. Pendant plusieurs années, CEVITAL est connue comme leader sur le marché national de l'agroalimentaire et surtout dans la production des huiles, les margarines et le sucre.

L'unité de conditionnement d'huiles à CEVITAL compte parmi les plus importantes unités de production du complexe qui a donné une large ampleur à ce groupe. Actuellement, au sein de ce complexe, tout comme le monde industriel doit offrir des produits de qualité, dans des délais courts et des prix compétitifs. Cependant, le maintien des équipements de production est un enjeu très important dans des organisations aujourd'hui devant répondre à de fortes exigences de juste-à temps, et éviter par conséquent des arrêts de production trop longs ou trop fréquents. Ceci est un défi industriel impliquant la remise en cause des structures figées actuelles et la promotion de méthodes adaptées à la nature nouvelle des matériels.

L'objectif de notre mémoire est de planifier la production de l'unité de conditionnement des huiles de CEVITAL par l'application des techniques de la programmation linéaire.

Ce travail sera divisé en quatre (04) chapitres comme suit :

## *Introduction Générale*

---

A travers le premier chapitre, nous allons présenter le cadre conceptuel et théorique de notre travail sur la gestion de la production, en commençant par la définition des concepts clés de la production, la gestion de la production et la planification de la production, ces niveaux et ces différents plans.

Le deuxième chapitre traite les techniques de la programmation linéaire (PL) dans lequel on a familiarisé avec les notions relatives à la programmation linéaire, où on s'intéresse principalement aux conditions de formulation d'un PL, étapes de formulation d'un PL ainsi qu'aux méthodes de résolution.

Le troisième chapitre sera consacré à la présentation générale de l'entreprise CEVITAL et de l'unité de conditionnement d'huile ainsi que les données recueillies.

Enfin, nous terminons avec un quatrième chapitre, réservé au cas pratique, où on présentera une modélisation de l'unité de conditionnement d'huile de CEVITAL sous forme d'un programme linéaire ainsi qu'aux résultats obtenus avec le modèle proposé pour la période allant du mois de janvier 2019 jusqu'au mois d'aout 2019. Ce modèle permet d'optimiser les six lignes de production de cette dernière.

Nous terminons notre travail par une conclusion générale.

# **CHAPITRE I**

## **Généralité Sur la planification de la Production**

## **Chapitre 01 : Généralités sur planification de la production**

### **Introduction**

Pour gérer la production, les entreprises disposent aujourd'hui de toutes sortes d'outils de gestion relevant des problématiques et d'objectifs différents : il s'agit d'une part, des Outils comptables (comptabilité analytique, contrôle de gestion, etc.). Ces outils connaissent des améliorations interrompues pour tenir compte notamment de la généralisation de la production de gammes de produits, de l'importance croissante du recours à la sous-traitance ou encore de la croissance des coûts indirectes dans les entreprises. Au-delà des outils strictement comptables mais en relation avec eux se sont développés des outils (et des méthodes) de chiffrage et de sélection des produits à fabriquer. Faisant intervenir le consommateur.

De l'autre part, d'un outil d'optimisation des processus, Dans ce cas, au cœur de la gestion de la production, il y a nécessité d'optimiser les consommations, de réduire ou supprimer les stocks etc. La gestion de la production a donc développé ou mis en application.

### **Section 1 : la gestion de la production**

La gestion de la production est l'ensemble des activités qui participent à la conception et la planification des ressources (matérielles, financières, et humaines), ainsi que l'ordonnancement et l'enregistrement des activités de production. L'objectif est d'optimiser les processus de valeur ajoutée en améliorant de manière continue les flux allant des fournisseurs aux clients.

Dans les entreprises de services, la production ne peut par définition pas être stockée de fait de son caractère immatériel. De plus, d'autres caractéristiques des services, comme l'inséparabilité, qui tient à ce que la consommation et la production aient lieu forcément ensemble et que le client soit de ce fait fortement impliqué dans la production du service, imposent aux entreprises du secteur tertiaire des formes spécifiques de la gestion de production des services.

L'ensemble de ces activités doit être réalisé dans le respect des procédures établies (implicitement ou explicitement) par l'entreprise et doit tenir compte à la fois de la qualité de ses produits ou services, mais aussi de la sécurité de ses salariés ou de son environnement.

Pour mener à bien ces différentes tâches, les entreprises s'aident d'outils informatiques, de la gestion de la production assistée par ordinateur aux progiciels de gestion intégrés, en passant par la supervision.

### **1. concepts de base de la gestion de production**

#### **1.1. Définition de la gestion**

Selon différents auteurs<sup>1</sup> :

La plus ancienne des définitions est celle de H. Fayol, qui, pour lui, gérer c'est Prévoir, Organiser, Commander, Coordonner et Contrôler les activités au sein d'une entreprise.

Selon MARINET et A. SILEM, la gestion peut être définie comme étant une science permettant de déterminer la combinaison la plus satisfaisante en termes de rendement et de productivité des moyens matériels et de la ressource humaine dans les organisations.

De tout ce qui précède, nous pouvons enfin retenir que gérer est la manière de mettre en œuvre les ressources humaine, matérielles et les facteurs organisationnels dans le but d'aboutir aux objectifs assignés.

#### **1.2. Les objectifs de la gestion**

Parmi les objectifs de la gestion, on distingue les suivants :

- Pilotage des actions permettant d'atteindre les objectifs fixés, basées sur l'anticipation et la mesure des résultats.
- Méthode de contrôle de l'entreprise pour améliorer sa performance, sa qualité, son image et bien sûr, les revenus du patron qui la dirige.

#### **1.3. Définition de La production**

C'est l'ensemble des activités qui transforment des matières premières et composants en produits vendus aux clients. Suivant la nature de la production, on distingue plusieurs types de production :

- Production en continu : les produits sont transformés par des opérations successives non des coupables (comme dans la chimie).

---

<sup>1</sup>[www.economie.gouv.fr/facileco/fonction-production](http://www.economie.gouv.fr/facileco/fonction-production), consultée (02-05-2019,14h35).

- Production en discontinu : les opérations successives peuvent être interrompues (comme dans la fabrication des voitures ou ordinateurs).
- Production par projet : les opérations sont réalisées pour la production d'un seul bien ou service (fusée, film...).

### **1.4. Définition de la gestion de la production**

La gestion de production regroupe les différentes activités liées à la préparation de la production (budget hommes et machines, mise à disposition d'équipements prêts à produire), l'ordonnancement (mise des ordres de fabrication sur machines), la production elle-même avec son lot de tâches annexes<sup>2</sup> : contrôle des produits en ligne, l'enregistrement ou déclaration des produits qui entrent en stock, des produits consommés (sorties de stock), des heures....

### **2. La gestion de production et les flux**

Quand on parle de gestion de production dans les entreprises, on fait constamment référence à des notions de flux : implantation en flux, flux poussés, flux tirés, flux tendus, flux logistiques... La notion de flux est synonyme de mouvement, de circulation, d'évolution, de rapidité et donc d'efficacité.

En gestion de production, on s'intéresse plus particulièrement aux<sup>3</sup> :

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

La préoccupation majeure de la gestion de production étant la satisfaction des clients, celle-ci se doit de chercher à maîtriser ses flux. Pour cela, elle doit :

- Simplifier les flux physiques en supprimant les opérations non génératrices de valeur vendable au sens valeur utile pour le client (par réimplantation des moyens de production).

---

<sup>2</sup>BERNARD et COLLI, Dictionnaire économique et financier, édition du Seuil, Paris, 1996, p 67.

<sup>3</sup> Alain. C, Maurice. P, Chantal Martin. B, Gestion de la production, 4<sup>ème</sup> édition d'organisation, Paris, p5.

- Fluidifier et accélérer les flux physiques en évitant les pannes machines, en diminuant les temps de changements de série, en améliorant la qualité des pièces, en développant tant la polyvalence des hommes que le partenariat avec les fournisseurs et les distributeurs, en maîtrisant les flux de transports externes des produits...
- Créer un système d'informations de gestion de production cohérent et pertinent par un dialogue et une mise au point pour connaître et répondre aux besoins et aux attentes de chacun.

### **3. Place de la gestion de production dans les entreprises**

En relation avec les diverses fonctions de l'entreprise, la gestion de production se trouve fréquemment confrontée à des objectifs contradictoires. Examinons, par exemple, les contraintes liées à l'interface fonction commerciale-fonction de production<sup>4</sup>.

#### **Contraintes au niveau du temps :**

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

#### **Contraintes de qualité ;**

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

#### **Contraintes de prix ;**

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

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

Une solution tout à fait actuelle, face aux risques de dispersion, consiste à rassembler dans une même direction, appelée logistique, toutes les fonctions qui concourent directement à la

---

<sup>4</sup>Alain(c), Maurice (p), Chantal martin(b), op-cit, p10.

## *Chapitre 01 : Généralités sur la planification de la production*

---

maîtrise des flux se rapportant aux matières (gestion des commandes, élaboration du programme de production, ordonnancement, lancement, approvisionnements, achats, tenue des différents stocks, manutention et transport, expédition).

Elle entraîne une simplification des grands objectifs de l'entreprise : ventes, recherche et développement, production, efficacité et performance de l'utilisation des moyens<sup>5</sup>.

### **4. Gestion de production et aspect financier**

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

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

- La fourniture de produits utiles aux clients ;
- La création de richesses économiques ;
- La distribution de ces richesses au personnel (salaires, intéressement aux résultats), aux fournisseurs (achats), aux collectivités (locales, régionales ou État, sous forme d'impôts, de taxes) et aux actionnaires (dividendes) ;
- Le financement du futur de l'entreprise (investissements, recherches et développements...) et la possibilité de faire face à des aléas conjoncturels extérieurs politiques ou économiques (comme un krach boursier).

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

**Coût de revient + marge bénéficiaire = prix de vente**

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

**Prix de vente – coût de revient = marge bénéficiaire**

Voire :

**Prix de vente – marge souhaitée = coût de revient cible**

---

<sup>5</sup>Alain(c), Maurice (p), Chantal martin(b), op-cit, p6.

## *Chapitre 01 : Généralités sur la planification de la production*

---

Si ces trois relations sont équivalentes d'un point de vue mathématique, il en va tout autrement au plan de la philosophie de l'entreprise et de sa gestion de production.

L'entreprise a une marge de manœuvre très limitée au niveau de la fixation de son prix de vente produit, celui-ci étant quasi imposé par le marché. Par ailleurs, si l'entreprise veut assurer sa pérennité, elle se doit de réaliser une certaine marge sur le produit pour pouvoir assurer ses investissements futurs, son développement.

Cela signifie donc que si l'entreprise veut continuer à exister elle doit supporter un coût de revient au maximum égal au coût de revient cible. Si ce n'est pas le cas, elle se doit de réfléchir à toutes les améliorations qu'elle peut réaliser pour rester dans l'enveloppe définie par le coût de revient cible. Toutes les améliorations, c'est-à-dire tout ce qui est possible à tous les niveaux :

Conception, industrialisation, approvisionnements, distribution, production, logistique, qualité...

### **5. La prévision de la demande**

L'idéal pour une entreprise serait évidemment de produire exactement les produits que ses clients vont acheter mais, sauf dans le cas très spécial où l'entreprise commence à fabriquer à partir de la réception de la commande du client.

Ainsi, afin de prendre les décisions relatives à son bon fonctionnement et à sa pérennité, toute entreprise, quelle que soient sa nature et sa typologie commerciale, doit s'appuyer sur un système de prévisions fiable.

Selon le type de décisions à prendre, il devra être à long, moyen ou court terme. On distingue trois types de prévision ; les prévisions à long terme, à moyen terme et à court terme. Son objectif est comme suivant<sup>6</sup> :

Les prévisions **à long terme** ont un rôle au niveau stratégique de l'entreprise à savoir : diversification, produits nouveaux, investissement ou désinvestissement en équipements.

**A moyen terme**, les prévisions permettront de définir et maîtriser les capacités globales de production et d'approvisionnement.

---

<sup>6</sup>Ibid, p66.

## *Chapitre 01 : Généralités sur la planification de la production*

---

Les prévisions à **court terme** serviront à l'activité opérationnelle de production. Plus les prévisions concernent le court terme, plus elles sont fiables car elles se réfèrent à un futur proche. Au contraire, des prévisions à plus long terme seront plus incertaines.

Remarquerons immédiatement que la notion de court, moyen ou long terme dépend du type d'activité et des produits de l'entreprise.

L'activité de prévision est le point de départ de la planification. Toute activité de production est fondée sur des commandes fermes et des prévisions de commandes. Le plus souvent, le deuxième point est très majoritaire surtout lorsqu'on s'éloigne dans l'horizon de planification. L'objection de ces prévisions est, pour l'entreprise, de définir ce qu'il faudra produire et quand il faudra le produire.

Précisons que dans un environnement instable – comme c'est le cas aujourd'hui – la prévision est difficile. Toutefois, mieux vaut prévoir même avec incertitude que de ne pas le faire.

### **Section 2 : Notions sur la planification de la production**

La planification de la production vise, pour un horizon de planification en général de quelques mois, à optimiser l'utilisation des facteurs productifs disponibles pour la production d'un ou plusieurs produits répondant à des caractéristiques précises. Il s'agit d'un processus de traitement d'informations aboutissant à une programmation prévisionnelle s'appuyant sur une démarche d'optimisation (Giard, 2000).

En d'autres termes, la planification de la production permet d'une part d'anticiper pour satisfaire la demande, de prévoir les approvisionnements, et de planifier l'utilisation des moyens de production. D'autre part, elle peut aussi être utilisée comme un moyen d'optimiser la production en cherchant, par exemple, à minimiser les coûts tout en respectant les délais.

## 1. Généralités

La planification est un "processus qui fixe (pour un individu, une entreprise, une institution, une collectivité territoriale ou un État), après études et réflexion prospective, les objectifs à atteindre, les éléments fondamentaux de suivi de celle-ci."<sup>7</sup>

### 1.1. Les objectifs

- Déterminer le niveau global de production à chaque période, de manière à rencontrer au mieux la demande prévue.
- Choisir parmi les différentes stratégies possibles pour la production celles auxquelles on aura recours.
- La nature des opérations à planifier, unité de mesure de la demande.
- Les ressources prises en compte (argent, moyens de production, personnels, etc.).
- Souvent, des mesures de performance.

### 1. 2. Les éléments fondamentaux

Toute opération de planification des opérations doit être vue comme la planification de trois éléments fondamentaux :

- L'approvisionnement ;
- La réalisation ;
- La distribution.

## 2. Les niveaux de planification de la production

La planification d'une entreprise se fait selon trois niveaux :

### 2.1. La planification à long terme

La planification à long terme, appelée planification stratégique, couvre un horizon de 2 à 5 ans. Elle formalise la direction du développement de l'entreprise, ses grandes orientations stratégiques telles que les marchés à pénétrer, les technologies à maîtriser ou à développer, les augmentations de capacités de production, le chiffre d'affaire et le profit à réaliser...<sup>8</sup>

---

<sup>7</sup> Pierre Merlin, Françoise Choay, Dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement, PUF, octobre 2010 p 6.

<sup>8</sup> Georges Javel, organisation et gestion de la production, 4<sup>ème</sup> édition, éditions Dunod, Paris 2004, p 153

À ce niveau, la direction élabore la stratégie d'entreprise déployée en stratégie optimale de production, de financement et commerciale. Elle se présente sous forme d'un plan stratégique ou plan global obtenu à partir de prévisions commerciales agrégées, par grande famille de produits, et en cohérence avec la stratégie de l'entreprise<sup>9</sup>.

### **2.2. La planification à moyen terme**

La planification à moyen terme, appelée planification tactique ou « planification opérationnelle moyen terme » couvre un horizon de 3 à 18 mois et :

- Formalise l'objectif annuel de facturation,
- Permet d'élaborer un ensemble de plans interdépendants pour les services opérationnels,
- Planifie, analyse les ressources clés de l'entreprise afin de mettre en œuvre les actions nécessaires à la réalisation des objectifs (gestion de ressources critiques).

À ce niveau de planification, on élabore le plan industriel et commercial et le plan directeur de production moyen terme à partir de prévisions commerciales, du carnet de commandes, et en cohérence avec le plan stratégique.

Cette planification est un facteur clé de succès de pilotage pour atteindre des objectifs de l'entreprise. De ce fait, cet exercice doit être répétitif et régulier. Généralement sa périodicité est mensuelle.

### **2.3. La planification à court terme et à très court terme**

La planification à court terme, appelée également planification opérationnelle ou ordonnancement, couvre un horizon de la journée à un mois. Elle est située au plus près de l'activité quotidienne de l'entreprise, gère l'allocation des commandes et détermine le déploiement optimal des ressources et moyens de production pour satisfaire la demande immédiate.

À ce niveau de planification, on élabore les plans par unités de production (plans directeurs court terme) à partir du carnet de commandes, et en cohérence avec le plan directeur moyen terme.

---

<sup>9</sup>Georges Javel, organisation et gestion de la production, op-cit, p154.

Cela signifie une interdépendance à la fois des plans et des décisions prises à chaque niveau d'agrégation.

### **3. Les étapes de planification de production**

La planification de production se décompose en différentes étapes successives qui sont :

- La première étape, le PIC consiste à planifier à moyen et long terme en tenant compte des prévisions de ventes et des quantités à produire.
- La seconde étape le PDP reprend les données issues du PIC sur une vision à plus court terme et les convertit en données de production.
- La troisième étape de la planification industrielle se traduit par la réalisation d'un plan de charge afin de vérifier les capacités de production par rapport à la charge de travail. Le plan de charge permet donc de piloter les ateliers en établissant un planning des quantités à fabriquer ainsi que les dates de lancement et de livraison. Ce planning est réalisé à court terme et sa mise à jour est quotidienne.

#### **3.1. Définition de plan industrielle et commercial (PIC)**

Le Plan Industriel et Commercial est l'élément de base de la planification. Il est établi conjointement par la direction générale, la direction de la production et la direction commerciale et la direction logistique à partir du carnet de commandes et des prévisions commerciales. L'entreprise doit essayer d'adapter son niveau de stocks et de main d'œuvre pour satisfaire la demande en termes de quantité.

#### **Son objectif**

Le PIC a pour objet un cadrage global par famille de produits : 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. La maîtrise du PIC impose un nombre limité de familles de produits (entre 5 et 20 selon la taille de l'entreprise). Le caractère global se retrouve dans la taille des périodes utilisées : le mois et même le trimestre; l'horizon sera de 18 mois à 2ans selon les délais de production et les délais d'acquisition des équipements. Conçu au niveau stratégique de l'entreprise, le PIC est une représentation future des activités de production et vente des produits fabriqués. Il permet de prévoir sur un horizon de deux à trois ans l'évolution du marché et donc de la demande. De ce fait, le PIC aide à

prendre des décisions à long terme sur la gestion de l'ensemble des ressources et aide à trouver l'adéquation entre ces ressources, les moyens financiers et les objectifs de vente.

### **3.2. Définition de plan directeur de production (PDP)**

Il sert d'interface entre le PIC et le calcul des besoins et permet de définir pour la production le besoin en produits réels finis (et non plus en famille de produits) à partir du PDP on peut ensuite décliner grâce aux nomenclatures les besoins en composants en utilisant le calcul des besoins alors que le PIC a des périodes mensuelles voir trimestrielles, le PDP est plutôt de l'ordre de la semaine voire de la journée, mais l'horizon peut être beaucoup plus long.

#### **Son objectif**

Le Plan Directeur de Production a pour objectif de planifier les besoins en produits afin de satisfaire la demande finale. C'est un contrat qui définit, à partir du PIC, l'échéancier des quantités à produire pour chaque produit fini. Alors que le Plan Industriel et Commercial propose une vision à long terme des activités, le PDP reprend les données commerciales du PIC sur un horizon plus court et les convertit en données de production. Les prévisions chiffrées de chaque famille de produit sont décomposées par produits finis et les quantités de chaque produit fini sont affectées à l'aide de clefs de répartition. La première phase de la gestion des capacités de production consiste à planifier les besoins en moyens de production à long terme. Ce processus est similaire à celui du MRP, excepté qu'au lieu de planifier les besoins en composants, on planifie les besoins en ressources humaines, matérielles et financières nécessaires à la réalisation du plan de production (PDP). En revanche, à la différence du MRP, cette planification porte sur l'ensemble des périodes du PDP et utilise des familles d'articles sans notion de niveaux de nomenclature (Planification hiérarchisée).

### **3.3. Définition et l'objectif de plan de charge (PC)**

Le plan de charge détermine l'adéquation entre la quantité de travail à affecté et la capacité nominale des ressources de production. Dans le cas d'un dépassement de cette capacité, on peut :

- Procéder par un lissage en transférant une partie des tâches sur des périodes précédentes moins pleines ;

## *Chapitre 01 : Généralités sur la planification de la production*

---

- Augmenter la capacité de certaines ressources (augmenter la capacité de production pour les machines recrutement de personnel, augmentation du nombre de magasin pour le stockage, acquisition de nouveaux équipements...);
- Avoir recours à la sous-traitance d'une partie de la production ou seulement de certaines opérations jugées peu critiques.

Le Calcul des Besoins Nets détermine les besoins en matières et composants si les stocks disponibles ne permettent pas de couvrir entièrement les besoins bruts.

Pour les produits fabriqués en interne, la troisième étape de la planification industrielle se traduit par la réalisation d'un plan de charge afin de vérifier les capacités de production par rapport à la charge de travail. Le plan de charge permet donc de piloter les ateliers en établissant un planning des quantités à fabriquer ainsi que les dates de lancement et de livraison. Ce planning est réalisé à court terme et sa mise à jour est quotidienne.

### **Son objectif**

Le but est ici de détecter tout problème de surcharge qui se poserait suite à l'établissement du programme de production prévisionnel (ensemble des ordres proposés par le Calcul des Besoins).

### **Section 3 : L'ordonnancement**

La théorie de l'ordonnancement est une branche de la recherche opérationnelle qui s'intéresse au calcul de dates d'exécution optimales des tâches. Pour cela, il est très souvent nécessaire d'affecter en même temps les ressources nécessaires à l'exécution de ces tâches. Un problème d'ordonnancement peut être considéré comme un sous-problème de planification dans lequel il s'agit de décider de l'exécution opérationnelle des tâches planifiées.

#### **1. Définition**

L'ordonnancement de la planification consiste à déterminer le calendrier prévisionnel de fabrication, préparer et distribuer les documents nécessaires au lancement et à la bonne exécution des fabrications, (suivi de production), et tenant compte des prévisions, des commandes des clients et de la disponibilité des ressources de la production (matière première, composant, ressources matérielles, ressources humaines,...)<sup>10</sup>.

---

<sup>10</sup>Esquirol .P et Lopez P, «L'ordonnancement », 2<sup>ème</sup> édition, Economica, Paris, 1999.

## *Chapitre 01 : Généralités sur la planification de la production*

---

Ce calendrier de fabrication doit préciser : quels produits fabriqués, dans quels ateliers et sur quelles machines, A quel moment va-t-on démarrer la fabrication ? Et pour quel délai ?

- Le temps total d'exécution ou le temps moyen d'achèvement d'un ensemble de tâches ;
- Le stock d'en-cours de traitement ;
- Différents retards (maximum, moyen, somme, nombre, etc.) ou avances par rapport aux dates limites fixées.

### **2. Le but de l'ordonnancement**

Le but de l'ordonnancement est de déterminer le programme de fabrication optimal, qui permet la satisfaction des clients et l'utilisation rationnelle des moyens de production.

En plus l'ordonnancement doit tenir compte d'un certain nombre d'éléments économiques aux quels l'entreprise est soumise : la minimisation des stocks, la minimisation des coûts de production, la diminution des délais de fabrication, le plein emploi ressources.

### **3. Les différences entre ordonnancement et planification**

Planification et ordonnancement sont deux notions distinctes. Si la planification se rattache plutôt au domaine organisationnel, l'ordonnancement relève du domaine de la gestion des informations et à l'organisation des tâches du processus de production suivant les contraintes de temps et de ressources disponible.

La planification des opérations est devenue, de nos jours, un exercice assez complexe avec la volatilité des marchés et l'extrême concurrence. Il ya encore quelques années, les plans se faisaient à 5 ou 10 ans, alors que ces derniers temps, ils se font sur des périodes n'excédant pas 3 ans dans la pluparts des cas.

## **4. Types d'ordonnancement**

### **4.1. Pilotage de la production**

L'objectif final de l'ordonnancement est avant tout de piloter la production de l'entreprise. Ce pilotage peut être<sup>11</sup> :

---

<sup>11</sup>Georges Javel, organisation et gestion de la production, op-cit, p193.

- **Centralisé**, dans ce cas, il est réalisé par la fonction ordonnancement de l'entreprise.
- **Décentralisé**, dans ce cas, il est réalisé au pied de chaque poste de travail.

### **4.2. Ordonnancement centralisé**

Dans le cas d'un ordonnancement centralisé, qui correspond au type le plus répandu dans les entreprises, la structure de fonctionnement correspond à la figure précédente. Cette solution a l'avantage de proposer un planning d'atelier très complet mais a l'inconvénient de centraliser la prise de décision.

### **4.3. Ordonnancement décentralisé**

Dans un ordonnancement décentralisé, ou local, la décision est prise en fonction d'informations sur les lots en attente devant un poste de charge sans avoir à considérer la situation des autres files d'attente. Cette solution a l'avantage de réduire, quelquefois, les délais de réalisation mais a l'inconvénient de ne pas régler le problème de la gestion des capacités des postes et de ne pas fournir un planning d'atelier de synthèse.

## **Conclusion**

Le domaine de production fait appel à des méthodes afin d'améliorer le fonctionnement et donc la production d'une entreprise. Prévoir une production selon les contraintes données c'est planifier cette production. La modélisation permet de faciliter et de mettre en évidence le problème ainsi que ses contraintes.

Le principe de la planification consiste en l'organisation à l'avance de toutes les ressources et moyens nécessaires pour produire un produit ou un service en termes de temps, coûts, et qualité souhaitée. Planifier correctement la production d'une usine c'est manier l'un des puissants outils de gestion permettant d'obtenir des gains au niveau de la cadence et donc de la productivité.

# **CHAPITRE II**

**Les techniques de la programmation**

**Linéaire**

### Chapitre 2 : Les techniques de la programmation linéaire

#### Introduction

La programmation linéaire peut se définir comme une technique mathématique permettant de résoudre des problèmes de gestion et particulièrement ceux où le gestionnaire doit déterminer face à différentes possibilités, l'utilisation optimale des ressources de l'entreprise pour atteindre un objectif spécifique comme la maximisation des bénéfices ou la minimisation des coûts.

Dans la plupart des cas, les problèmes de l'entreprise peuvent être traités par la programmation linéaire comportant un certain nombre de ressources comme par exemple, main-d'œuvre, matières premières, capitaux, espace...qui sont disponibles en quantité limitée et qu'on veut répartir d'une façon optimale entre un certain nombre de processus de fabrication.

De ce fait, ce chapitre est décomposé en trois sections : la première section sera réservée aux notions et définitions d'un programme linéaire, la deuxième section traitera la formulation d'un programme linéaire ; la troisième section abordera la résolution d'un modèle linéaire.

#### Section 01 : Notion sur la programmation linéaire

##### 1. Définition de la programmation linéaire

Du point de vue mathématique, on appelle problème de programmation linéaire tout problème dans lequel il s'agit d'optimiser (maximiser ou minimiser) une fonction de plusieurs variables, linéaires par rapport à l'ensemble de ces variables, celles-ci devant satisfaire à un ensemble des contraintes linéaires<sup>1</sup>.

Selon Gérard BAILLARGEON : « la programmation linéaire peut se définir comme un outil mathématique qui permet d'analyser divers types de situations dans lesquelles nous retrouvons une fonction linéaire d'un certain nombre de variables, appelée fonction objectif (on utilise également dans la littérature les termes fonction économique) que l'on désire optimiser, c'est-à-dire maximiser ou minimiser<sup>2</sup> ». Ces variables appelées variables d'activité, puis après la résolution, on les qualifie de variables de décision (dont on veut en déterminer

---

<sup>1</sup>MVIBUDULU K., Initiations aux modèles, méthodes et pratiques de la recherche opérationnelle, 2ème édition CRSAT, 2007, p78.

<sup>2</sup>BAILLARGEON Gérard, programmation linéaire appliqué, outils d'optimisation et d'aide à la décision, copyright © 1996, édition SMG, p5



## Chapitre 2 : Les techniques de la programmation linéaire

---

➤ Supposons que ces variables d'activités doivent vérifier un système d'équations linéaires défini par (m) inégalités et (n) variables ; où les coefficients techniques sous la forme de la matrice A de dimension (m×n) définie comme suit :

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1j} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2j} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{i1} & a_{i2} & \cdots & a_{ij} & \cdots & a_{in} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mj} & \cdots & a_{mn} \end{pmatrix}$$

Le vecteur colonne  $[b_1, b_2, \dots, b_i, \dots, b_m]$  qui, doit avoir une valeur bien déterminée (avec certitude) et peut être positif ou nul. Le paramètre ( $b_i$ ) représente la quantité des ressources disponibles dont le bien ( $X_j$ ) utilise une quantité égale à  $[a_{ij}x_j]$ . Les constants (à savoir, les coefficients et les côtés de droite) dans les contraintes et la fonction objectif sont appelés les paramètres du modèle<sup>3</sup>.

### 3. Le But de la programmation linéaire

Le but de la programmation linéaire est de déterminer la valeur à affecter à un ensemble des variables :

- En vue d'optimiser (maximiser ou minimiser) une fonction linéaire de ces variables
- Compte tenu de certaines contraintes (équation ou inéquations linéaires) auxquelles sont soumises les valeurs de ces variables.

Signalons que les problèmes de la programmation linéaire se posent lorsque l'on cherche à rendre optimale une fonction linéaire de plusieurs variables, ces variables étant assujetties à des contraintes linéaires, c'est-à-dire, du premier degré. Soulignons à ce propos qu'une contrainte est linéaire, lorsqu'elle s'exprime par une égalité ou une inégalité dont le premier membre est une combinaison linéaire et le second membre, est un nombre réel<sup>4</sup>.

---

<sup>3</sup>S.HILLIER Frederick, J. LIEBERMAN Gerald, seventh édition, introduction to operation research, édition Library of Congress cataloging-in-Publication Data, New York 2001, p11.

<sup>4</sup>GAUJET, C et NICOLAS, C. : Mathématiques appliquées, initiation à la recherche opérationnelle, Dunod, 3<sup>ème</sup> édition révisée, Paris, 1988.P.169

### 4. Les conditions de formulation d'un programme linéaire

La programmation linéaire comme étant un modèle admet des hypothèses (des conditions) que le décideur doit valider avant de pouvoir les utiliser pour modéliser son problème. Ces hypothèses sont<sup>5</sup>:

- Les variables de décision du problème sont positives ; on ne peut pas attribuer des valeurs négatives pour la quantité, la surface, etc.
- Le critère de sélection de la solution optimale est décrit par une fonction linéaire de ces variables, c'est-à-dire que les variables ne sont pas élevées au carré, ne servent pas d'exposant, ne sont pas multipliées entre elles. La fonction qui représente le critère de sélection est dite fonction objectif (ou fonction économique).
- Les restrictions relatives à l'activité de l'entreprise (exemple : limitations des ressources) peuvent être exprimées par un ensemble d'équations linéaires. Ces équations forment l'ensemble des contraintes.
- Les paramètres du problème en dehors des variables de décision ont une valeur connue avec certitude.

### Section 2 : Formulation d'un programme linéaire

Un modèle est un moyen pour mieux comprendre la réalité d'un phénomène quelconque. Un modèle linéaire est un système d'équations ou d'inéquations appelées contraintes, qui sont linéaires. Et à partir de ces contraintes, on doit optimiser une fonction également linéaire appelée objectif.

La formulation du modèle mathématique est l'étape la plus délicate de la résolution d'un problème. Elle nécessite un effort de conception qui doit aboutir à la détermination des trois éléments suivants<sup>6</sup>:

- Les variables de décision pour lesquelles on doit décider du niveau à atteindre, tel que le niveau d'activité dans l'entreprise. On suppose que ces variables peuvent prendre n'importe quelle valeur positive.
- La fonction d'objectif qui décrit la relation linéaire représentant l'objectif de l'entreprise, à l'aide des variables de décision.

---

<sup>5</sup>Ces hypothèses résument celles qui ont été données par g. b. Dantzig : la proportionnalité, la non-négativité, l'additivité et la linéarité de la fonction objectif.

<sup>6</sup>MELLOULI. K, EL KAMEL. A, BORNE.P, programmation linéaire et applications, édition Technip, Paris 2004, P2.

## *Chapitre 2 : Les techniques de la programmation linéaire*

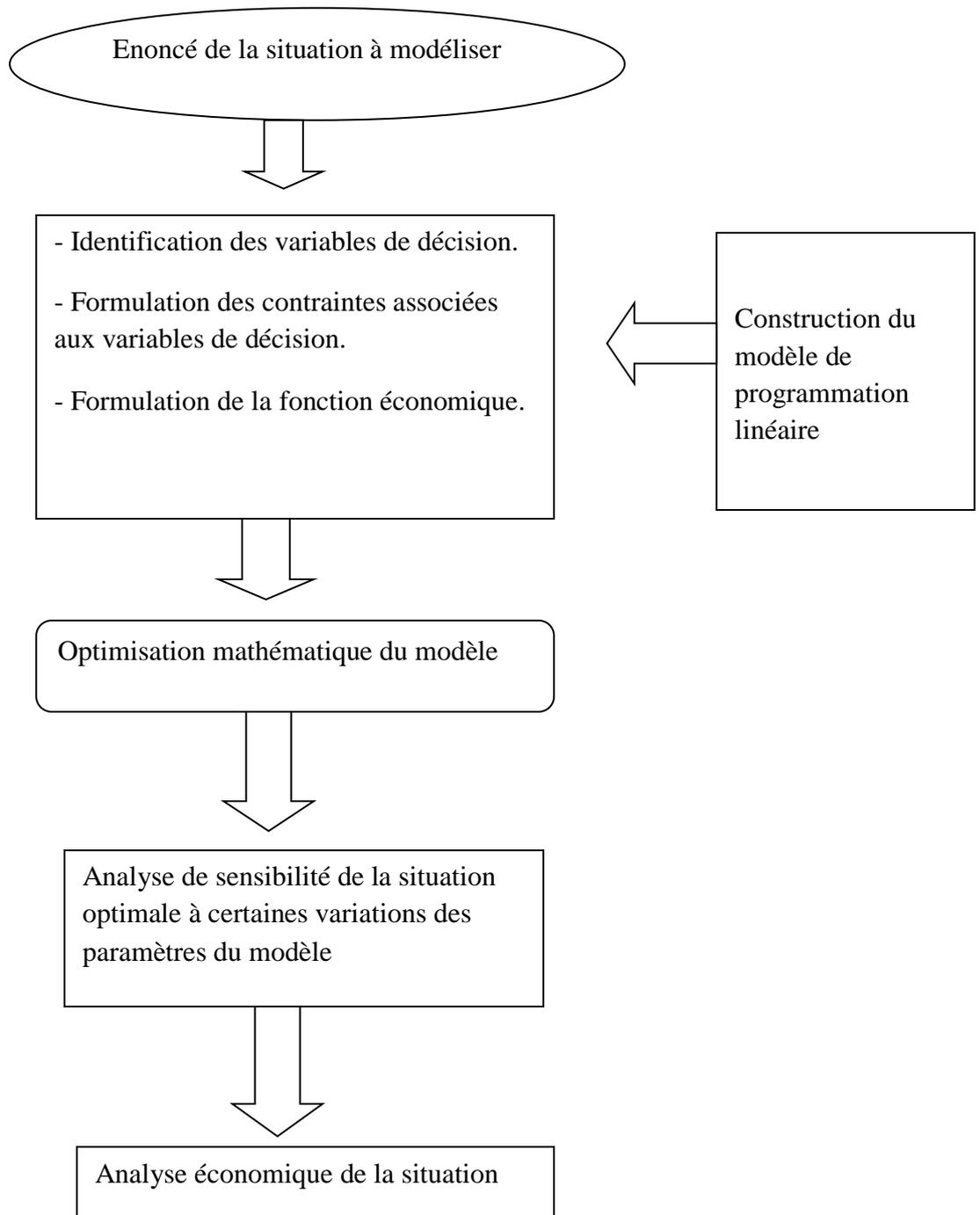
---

- Les contraintes du modèle qui décrivent les relations linéaires entre les variables de décision représentant les restrictions auxquelles est soumise l'entreprise.

Donc, la formulation d'un modèle linéaire consiste à identifier les variables d'activité du problème posé, c'est-à-dire, désigner l'activité de l'entreprise par des variables  $X_j$  [ $X_1, X_2, \dots, X_j, \dots, X_n$ ], ces variables appelées aussi variables de décision après la résolution de programme, lorsque la valeur des inconnus est déterminée dans le modèle. Pour pouvoir traduire l'objectif poursuivi par l'entreprise sous forme d'une fonction économique, il s'agit de calculer les coefficients économiques qui indiquent la contribution à cet objectif. Ces variables d'activités sont associées à des contraintes linéaires.

Nous allons présenter une démarche qui permettra dans la plupart des cas, de structurer sans trop de difficultés un modèle linéaire. Bien que la démarche soit simple, mais la complexité de la modélisation provient du contexte même de la situation à modéliser. Dans le cas où la situation que l'on veut analyser se prête à l'utilisation de la programmation linéaire comme outil d'aide à la prise de décision, la méthode à suivre dans l'application de cette optimisation est la suivante :

Figure N° 01: La démarche à suivre dans l'optimisation d'un programme linéaire.



**Source** : Cours de recherche opérationnelle 3eme année management<sup>7</sup>

Le schéma ci-dessus montre la méthodologie pour étudier un phénomène par la technique de la programmation linéaire. On remarque que la construction d'un modèle linéaire comporte trois éléments importants :

<sup>7</sup>CHABI Tayeb, cours de recherche opérationnelle 3<sup>ème</sup> année management, 2009-2010, p3.

1. Les variables de décision ;
2. La fonction économique ;
3. Les contraintes linéaires.

### 2.1. L'identification des variables d'activité

Selon Daniel DEWOLF : «On appelle variable toute quantité utile à la résolution du problème dont le modèle doit déterminer la valeur<sup>8</sup> ». La première étape dans le processus de modélisation est d'identifier correctement toutes les variables de décision (inconnues) de la situation à modéliser. Ces variables indiquent la codification de l'activité de l'entreprise, il s'agit pour l'entreprise de sélectionner le meilleur programme d'activité  $X_j$  [ $X_1, X_2, \dots, X_j, \dots, X_n$ ]. Ces variables permettent, suite à la résolution du modèle, la décodification de la solution optimale, une interprétation de la situation est une prise de décision adéquate compatible à l'aspect pratique de la situation. Ces variables peuvent prendre n'importe quelle valeur positive ou nulle ; c'est la condition de non-négativité des variables de décision. On note ( $X_j$ ) les variables de décision avec  $j = 1, 2, \dots, n$ . On distingue trois cas possibles : 1. ( $X_j$ ) peut prendre des valeurs relatives, c'est-à-dire  $X_j \geq 0$  ; 2. ( $X_j$ ) ne peut prendre que des valeurs entières, c'est-à-dire ( $X_j \in \mathbb{IN}$ ), dans ce cas on parle de la programmation linéaire en nombres entiers et sa résolution peut se faire par des méthodes ou des algorithmes très spécifiques. ( $X_j$ ) ne peut prendre que des valeurs binaires, c'est-à-dire  $X_j = \{0,1\}$ , par exemple les problèmes d'affectation.

### 2.2. La fonction économique

Une fonction objective, dite aussi, fonction économique ou fonction critère, elle décrit la relation linéaire représentant l'objectif de l'entreprise. Par exemple : maximisation du profit global, minimisation du coût de transport, maximisation du chiffre d'affaires, minimisation des achats, etc. « On appelle fonction objective d'un problème d'optimisation le critère de choix entre les diverses solutions possibles ». La fonction objective est une forme linéaire en fonction des variables de décision est de type :

$$\text{Max ou Min (Z)} = \sum C_j X_j = C_1 X_1 + C_2 X_2 + \dots + C_j X_j + \dots + C_n X_n. \quad C_j :$$

---

<sup>8</sup>DEWOLF Daniel, recherche opérationnelle, université de la littorale côte d'opale, master 2 en sciences économiques et de gestion, édition Dunkerque, septembre 2006, p10.

C'est le coefficient de contribution de la variable ( $X_j$ ) dans la fonction objective, ce coefficient a une valeur connue avec certitude et peut prendre n'importe quelle valeur (positive ou négative). Par exemple, ce coefficient de contribution peut représenter : un profit unitaire ou un coût de transport unitaire, le prix de vente unitaire ou le prix d'achat, etc. Cette fonction nous permet de traduire l'objectif poursuivi par l'entreprise en équation linéaire. Elle constitue des variables d'activité et des coefficients économiques. Chaque variable de décision identifiée dans le modèle, correspond à un coefficient indiquant la contribution unitaire de la variable correspondante à l'objectif.

### 2.3. Les contraintes d'activité

Selon Daniel DEWOLF : « On appelle contraintes du problème toutes les relations limitant le choix des valeurs possibles des variables<sup>9</sup> ». Dans la problématique de la situation, il faut être en mesure d'identifier toutes les contraintes imposées par la disponibilité des facteurs de production, elles présentent les éléments qui limitent le calcul économique de l'entreprise comme (capacité de production limitée, les ventes potentielles, main-d'œuvre, espace, budget, etc.). Dans tout problème formulé sous forme d'un programme linéaire il faut prendre en considération un vecteur des ressources disponibles  $b_i$  [ $b_1, b_2, \dots, b_i, \dots, b_n$ ]. La forme générale d'une contrainte :  $[a_{ij}x_j] \leq = \geq [b_i]$  avec: (i) : c'est le nombre des contraintes; ( $a_{ij}$ ) : c'est le coefficient technique de la variable ( $X_j$ ) dans la  $i$ ème contrainte ; ( $b_i$ ) : c'est le second membre (ressources disponibles). D'une façon générale, formuler un programme linéaire consiste à identifier les variables de décision (d'activité), d'exprimer ensuite la relation linéaire en formulant l'objectif de l'entreprise et de traduire les limites des facteurs de production disponibles sous des inéquations ou d'équations linéaires. La forme générale du modèle formulé sous forme d'un programme linéaire est composée d'une fonction économique et d'un sous-système de contrainte. Toutefois, le responsable d'une décision ne dispose que de ses compétences pour réaliser une formulation correcte du problème posé, puisqu'il n'existe pas de méthode de formulation.

### Section 3 : La résolution d'un modèle linéaire.

#### 1. La résolution des programmes linéaires par la méthode graphique.

Cette méthode de résolution n'est applicable que dans le cas où il n'y a que deux variables de décision, « appelée aussi résolution géométrique, elle est possible pour un programme linéaire

---

<sup>9</sup>DEWOLF Daniel, recherche opérationnelle, op.cit, p10.

sous forme canonique avec (n) égale à deux ou trois variables<sup>10</sup> ». Et selon George b. DANTZIG, Mukund n. THAPA : « lorsque des problèmes linéaires ont exactement deux variables soumises à des contraintes d'inégalités, il est possible de les résoudre graphiquement<sup>11</sup> ». Son avantage est de pouvoir comprendre ce que fait la méthode générale du simplexe, sans entrer dans la technique purement mathématique. Nous allons citer quelques concepts relatifs à cette méthode de résolution :

### 1.1. Région des solutions réalisables (ou région admissible)

Selon Ali DERBALA : « On appelle solution réalisable (ou possible), tout vecteur (X) satisfaisant à toutes les contraintes du problème (y) y compris celle de la non-négativité ». Tous ensemble (Xi) qui satisfait les contraintes fonctionnelles et les contraintes de non-négativité est appelé une solution réalisable au modèle de programmation linéaire. « La solution réalisable satisfait toutes les contraintes<sup>12</sup> ». La région des solutions réalisables est l'ensemble des solutions réalisables du modèle de programmation linéaire, c'est-à-dire l'ensemble des solutions qui satisfait simultanément les contraintes fonctionnelles et les contraintes de non-négativité. « On appelle région réalisable, l'ensemble des valeurs de variable de décision qui satisfont toutes les contraintes<sup>13</sup> ».

### 1.2. Solution non réalisable (ou programme non admissible)

On appelle programme non admissible toute solution qui n'est pas située dans la région des solutions réalisables. Une telle solution ne respecte pas une ou plusieurs contraintes fonctionnelles ou encore ne satisfait pas les contraintes de non-négativité.

### 1.3. Solution réalisable optimale (ou programme optimal)

Toute solution réalisable qui optimise (maximise ou minimise) la fonction objective est appelée solution réalisable optimale ou simplement solution optimale pour un problème d'optimisation. Une solution optimale au modèle de programmation linéaire est une solution réalisable qui donne la plus grande valeur pour la fonction objective pour un programme de maximisation, alors que dans le cas d'un problème de minimisation, une solution optimale est une solution réalisable qui donne la plus petite valeur pour la fonction objective. « La solution

---

<sup>10</sup>GUERE Christian, PRINS Christelle, SEVAUX Marc, programmation linéaire, 65 problèmes d'optimisation modélisés et résolus avec visualxpress, édition Eyrolles, Paris, 2<sup>eme</sup> tirage 2003, p8.

<sup>11</sup>DANTZIG George B, THAPA Mukund N, linear programming, introduction, New York, january 1997, P35

<sup>12</sup>FORTZ Bernard, recherche opérationnelle et applications, 2012-2013, P7.

<sup>13</sup>DEWOLF Daniel, théorie et pratique de l'optimisation, villeneuve d'ascq, octobre 2002, P12.

## Chapitre 2 : Les techniques de la programmation linéaire

---

optimale est un point réalisable qui optimise (maximise ou minimise)  $Z(X)$ <sup>14</sup>»; et selon H. GABOW et FALL «une solution optimale est faisable et atteint la valeur objective de l'optimum<sup>15</sup> ».

La méthode graphique consiste en la détermination de l'intersection des demi-plans représentant les inéquations des contraintes. Et en la recherche sur le bord de ce domaine des points donnant l'optimum de la fonction objectif.

Donc, on doit chercher à optimiser la fonction objective sous les contraintes économiques et les contraintes de signe  $X_j \geq 0$ , les inconnues sont les  $(X_j)$  qui sont appelées variables d'activité. Les contraintes économiques sont représentées graphiquement par des demi-plans dont l'intersection est un ensemble convexe (c'est-à-dire, tout segment de droite dont les extrémités appartiennent à l'ensemble est entièrement inclus dans cet ensemble).

Les solutions, si elles existent, appartiennent à cet ensemble appelé région des solutions admissibles, donc, il s'agit de chercher à l'intérieur de ce domaine, le couple  $(X_j)$  optimisant la fonction objective.

On pourra utiliser, à la place de l'énumération de tous les points du polygone d'acceptabilité, le procédé qui consiste à déplacer la droite de la fonction économique parallèlement à son inclinaison à l'origine et en chacun des sommets du domaine d'acceptabilité.

En général, pour chercher le minimum, on optera pour le point le plus voisin de l'origine, alors que pour le maximum ce sera le point le plus éloigné.

La méthode graphique présente des limites dans son application, tel qu'elle devienne difficile à réaliser lorsqu'il y a plus de deux variables, et impossible s'il y a plus de trois (03) variables d'activité.

### **2. La résolution des programmes linéaires par la méthode simplexe.**

L'algorithme du simplexe a été développé par l'américain George Dantzig en 1947. Le principe de la méthode est de passer d'une solution de base réalisable à une autre tout en améliorant la valeur de la fonction objective.

---

<sup>14</sup>FREDET Anne, recherche opérationnelle : programmation linéaire à plusieurs variables (simplexe), P2.

<sup>15</sup>GABOW.H, fall 2007, linear programmingunit: overview cscisg54, P2.

### 2.1. Illustration algébrique de la méthode du simplexe

- Déterminer une première solution de base réalisable initiale ;
- Si la solution obtenue en 1 n'est pas optimale, déterminer une autre solution de base réalisable qui permettrait d'améliorer la fonction objective ;
- On répète cette procédure itérative jusqu' à ce qu'il ne soit plus possible d'améliorer la fonction objective.

La dernière solution de base réalisable obtenue constitue la solution optimale du problème<sup>16</sup>.

#### 2.1.1. Déterminer la solution de base réalisable de départ

Considérons un système d'équations à  $n$  variables et  $m$  équations ou  $n \geq m$ . Une solution de base pour ce système est obtenue de la manière suivante :

- a) On pose  $(n-m)$  variables égales à 0. Ces variables sont appelées variables hors base (V.H.B.).
- b) On résout le système pour les  $n$  variables restantes. Ces variables sont appelées les variables de base (V. B.).

#### 2.1.2. Une itération simplexe

Il y'a deux choix des variables :

##### 2.1.2.1. Choix de la variable hors base candidate à rentrer dans la base

Le critère de sélection de la variable entrante est de prendre la variable hors base qui fournit le plus fort taux d'augmentation de la fonction objectif (on choisit la variable avec le coefficient objectif le plus élevé).

##### 2.1.2.2. Choix de la variable de base candidate à quitter la base

Géométriquement, on se dirige sur l'axe  $x_i$  et on s'arrête en  $P_i$ , c-à-d à la première contrainte rencontrée. Algébriquement, on constate qu'en ce point la variable d'écarte  $s_i$  s'annule et aller au delà la conduirait à la rendre négative. On va donc pousser  $x_2$  le plus loin possible, tant que les variables de base restent non négatives. Il s'agit donc de prendre comme variable sortante la première variable de base à s'annuler.

---

<sup>16</sup>Mr LAOUAR Abdelhek, Support du cours Mathématiques d'entreprises, 2011 –2012, page 17.

### 2.1.3. Le critère d'arrêt

La solution de base courante est optimale si tous les coefficients objectifs sont négatifs ou nuls lorsque Z est exprimée en fonction des seules variables hors base.

### 2.2. L'algorithme du simplexe en tableaux

Dans chaque itération simplexe il faut <sup>17</sup>:

- Choisir une variable entrante, celle de coefficient le plus élevé dans la ligne objectif (ce qui correspond à choisir la direction assurant un plus grand taux d'accroissement de la fonction objectif) ;
- Choisir comme variable sortante, la première variable de base à s'annuler (ce qui correspond à la rencontre de la première contrainte dans la direction choisie) ;
- Faire le pivotage, pour que la variable entrante prend la colonne de la variable sortante dans le système d'équations.

#### 2.2.1. Critère d'entrée

La variable hors base  $x_r$  candidate à entrer en base est celle qui possède le coefficient le plus élevé dans la fonction objective.

$$\text{Max } \{(c_j - z_j), j \in \text{HB avec } (c_j - z_j) > 0\}$$

#### 2.2.2. Critère de sortie

La variable de base  $x_s$  devant quitter la base est celle qui s'annule la première.

- Dans le cas où le coefficient dans la colonne entrante est négatif ou nul, la ligne n'entre pas en compte dans le calcul du minimum.
- Dans le cas où les coefficients de la variable entrante sont tous négatifs ou nuls, il n'y aura aucune variable sortante. Ainsi la variable entrante et l'objectif filent à l'infini. On parle alors de problème non borne.

#### 2.2.3. Renouvellement des tableaux (opération de pivotage)

On commence par la transformation des contraintes d'inégalité en contraintes d'égalité en introduisant des variables d'écart<sup>18</sup>.

---

<sup>17</sup>Mr LAOUAR Abdelhek, Support du cours Mathématiques d'entreprises, 2011 – 2012, p19.

<sup>18</sup>TRIQUI Lamia Polycopié du cours " Recherche Opérationnelle " 2016 page 27.

### Étape 1

On construit un tableau à deux dimensions  $r_{xs}$  où le nombre de colonnes  $r$  est égal au nombre de variables (les variables de décision plus les variables d'écart) dans le système plus une colonne de solution. Le nombre de lignes est égal au nombre d'équation dans le système sans considération des contraintes de positivité.

A la première itération, on sélectionne la variable qui a le coefficient le plus élevé dans la ligne objective (fonction objective). On encadre la colonne de la variable entrante que l'on appelle "**colonne pivot**".

### Étape 2

On calcule le minimum du rapport du coefficient du membre de droite de chaque contrainte sur le coefficient correspondant à la colonne. Dans le cas où le coefficient dans la colonne entrante est négatif ou infini, on ne le compte pas dans le calcul du minimum. On encadre alors la ligne où le minimum se produit. Cette ligne reçoit le nom de "**ligne pivot**".

Le coefficient qui se trouve à l'intersection de la colonne pivot et de la ligne pivot est appelé "**élément pivot**".

### Étape 3

On reconstruit le tableau du simplexe (il faut conserver la même dimension du tableau). On commence, d'abord, par construire la nouvelle ligne pivot qui se calcule de la manière suivante :

$$\text{Nouvelle ligne pivot} = \text{Ancienne ligne pivot} / \text{Élément pivot}$$

Puis, on calcule les autres lignes par la formule suivante :

**Toutes les autres lignes y compris z=**

$$(\text{Ligne actuelle}) - (\text{l'élément de sa colonne pivot}) * (\text{nouvelle ligne pivot})$$

#### 2.2.4. Critère d'arrêt

Nous arrêtons lorsque nous obtenons le critère d'optimalité. L'algorithme du simplexe s'arrête lorsque :

- $c_j - z_j \leq 0$  pour un problème de max
- $c_j - z_j \geq 0$  pour un problème de min

### 2.3. Problèmes linéaires particuliers

#### 2.3.1. Le problème non réalisable

Un programme linéaire est dit non réalisable si certaines de ses contraintes sont contradictoires. Lorsqu'un tel cas se présente, la formulation doit être revue, on reconnaît tel modèle, à la fin de la phase 1 de la méthode des deux phases ou la méthode des big M par la présence d'une variable artificielle non nulle.

#### 2.3.2. Le problème non borne

Un programme linéaire est dit non borne si son optimum est infini. On reconnaît un tel cas, lorsqu'à une itération donnée du simplexe, tous les éléments de la colonne de la variable entrante sont négatifs ou nuls.

#### 2.3.3. Le problème linéaire à infinité de solutions optimales

Ce type de modèle apparaît lorsqu'à la fin de résolution par la méthode du simplexe, une variable hors base possède un coefficient nul dans la fonction objectif. Dans ce cas une itération supplémentaire donnera le second point extrême.

### Conclusion

Les techniques de la programmation linéaire ont trouvé de nombreuses applications dans le domaine de l'aide à la décision en matière de stratégie de production et, en particulier, de conception d'un plan de production.

La Programmation Linéaire a pour objet l'étude théorique de problèmes d'optimisation de fonctions linéaires sous contraintes linéaires, ainsi que la conception d'algorithmes de résolution de ces problèmes. En particulier, l'algorithme du simplexe est généralement utilisé pour résoudre un problème d'optimisation linéaire.

# **CHAPITRE III**

**Gestions de production au sein de  
CEVITAL**

### **Chapitre 03 : Gestion de production au sein de CEVITAL**

#### **Introduction**

CEVITAL est le premier complexe agroalimentaire en Algérie, dans ce présent chapitre nous allons parler de sa situations géographique, ses missions et objectifs, ses différents produits et activités industrielles, sa flexibilité de conditionnement, ainsi que l'organigramme décrivant ses différentes directions, enfin nous présenterons l'unité de conditionnement d'huile et les données de CEVITAL.

#### **Section 1 : L'organisme d'accueil CEVITAL**

CEVITAL (SPA) est la première entreprise privée dans l'industrie d'huile sur le marché Algérien. Créée en 1998, elle est considérée comme l'un des plus grands complexes agroalimentaires en Algérie. Elle regroupe un silo portuaire de céréales d'une capacité de 182000 tonnes et trois (03) grandes unités de production qui sont :

- La raffinerie de l'huile avec une capacité de production de **1800 tonnes / jour**,
- La margarinerie et graisses végétales avec une capacité de production de **600 tonnes / jour**,
- La raffinerie de sucre avec une importante capacité de production de **5000 tonnes / jour**.

Afin de conquérir rapidement le marché, CEVITAL a fait appel aux leaders mondiaux pour les équipements faisant ainsi de cette société l'une des plus performantes au monde.

#### **1. Présentation**

CEVITAL est une société par action (SPA) créée en 1998 par des fonds privés dans le cadre de développement de l'industrie agroalimentaire sur le territoire national. Elle est conçue pour un régime de travail continu (24H/24H) avec un objectif avoisinant 484 agents.

Le complexe CEVITAL a débuté son activité par le conditionnement des huiles, en décembre 1998. En février 1999, il a lancé la construction de la raffinerie qu'est devenue opérationnelle en septembre 1999.

### 2. Situation géographique



Le complexe CEVITAL est implanté dans l'enceinte portuaire de Bejaia et s'étend sur la superficie de 75000m<sup>2</sup>. Grâce à cette situation géographique exceptionnelle et ses importantes capacités d'accostage, de l'entreposage et de transit.

### 3. Missions et objectifs

L'entreprise a pour mission principale de développer la production et d'assurer la qualité et le conditionnement des huiles, des margarines et du sucre à des prix nettement plus compétitifs, et cela dans le but de satisfaire le client et de le fidéliser. Les objectifs visés par CEVITAL peuvent se présenter comme suit :

- L'élargissement de sa gamme de produits.
- L'extension de ses produits sur tout le territoire national.
- L'implantation de graines oléagineuses pour l'extraction directe des huiles brutes.
- L'encouragement des agriculteurs par des aides financières pour la production locale de graines oléagineuses.
- La modernisation de ses installations industrielles pour augmenter le volume de sa production.
- Positionner ses produits sur le marché international par leurs exportations.

### **4. Activité**

#### **4.1. L'activité de CEVITAL au niveau de la commune Bejaia**

Au niveau de la commune de Bejaia, l'entreprise CEVITAL entreprend une activité diversifiée, mais dans la même branche d'activité (l'industrie agro-alimentaire), cette activité comprend :

- La production de la margarinerie ;
- Le raffinage du sucre ;
- Le raffinage des huiles alimentaires ;

#### **4.2. L'activité de CEVITAL au niveau de la commune D'ELKSEUR**

Réhabilitation de l'unité de production de jus de fruits COJEK. Celle-ci a été mise en exploitation en 1978 sous l'égide de SOGEDIA puis reprise, par ENAJUC en 1982, par cession d'actif au mois de novembre 2006. Elle est régie en société par action au capital de 1007 000000 DA. Sa capacité de production est de 14400Tonnes par an. .

#### **4.3. L'activité de CEVITAL au niveau de la wilaya de TIZI OUZOU**

Plus exactement, au niveau de la commune AGOUNI GUEGHRANE, au cœur du massif montagneux du Djurdjura qui culmine à plus de 2300 Mètres. CEVITAL détient une unité de production et de conditionnement des Eaux Minérales (Lala Khadîdja), cette unité est inaugurée en juin 2007.

### **5. Les produits et la flexibilité de conditionnement de CEVITAL**

CEVITAL, avec une croissance de 50% par an depuis sa première année d'exploitation, a pu occuper la place de leader dans plusieurs filières (agro-alimentaires), couvrant ainsi une importante part des besoins du marché nationale, crée de l'emploi (600 emplois par an), etc. Elle continue de mener une stratégie de croissance et de diversification en se lançant dans la réalisation de plusieurs projets.

CEVITAL Agro-industrie est composée de plusieurs unités de production, telles que : raffinerie d'huile, raffinerie de sucre, margarinerie, unité de conditionnement d'eau minérale, unité de fabrication et de conditionnement de boissons rafraichissantes sans alcool, conserverie, silos portuaires, ainsi qu'un terminal de déchargement portuaire.

### 5.1. Les produits de CEVITAL

CEVITAL contient dans l'output de son activité industrielle une gamme très diversifiée en matière de produits fabriqués. De plus que les huiles alimentaires dans lesquelles elle est spécialisée, l'entreprise produit et commercialise plusieurs autres produits dérivés qu'on va aborder dans ce qui suit :

**5.1.1. Les huiles végétales** : les huiles de CEVITAL sont des produits dont le système qualité de fabrication est certifié ISO22000 par le bureau VERITAS certification. CEVITAL produit deux types d'huile de table de différentes qualité et différentes appellations (logos) à savoir :

**Fleuriel** : 100 % tournesol sans cholestérol, riche en vitamine (A, D, E) et en acides gras essentiels.



**Elio** : c'est une huile 100% végétale et sans cholestérol, contient la vitamine F.



Elles sont issues essentiellement de la graine de tournesol, soja et de palme, conditionnées dans des bouteilles de diverses contenances allant de 1 à 5 litres, aprèsqu'elles aient subis plusieurs étapes de raffinage et d'analyse.

**5.1.2. Margarinerie et graisses végétales** : L'entreprise produit une gamme variée de margarine riche en vitamine A, D et E. Certaines margarines sont destinée sa la consommation directe comme la marque MATINA, Elio, la beure gourmand et FLEURIAL. D'autres sont spécialement produites par les besoins de la pâtisserie moderne ou traditionnelle, à l'exemple de la parisienne et MEDINA "SMEN".



### 5.1.3. Sucre

Il est issu du raffinage du sucre roux de canne et qui est riche en saccharose. Le sucre raffiné est conditionné dans des sachets de 50 kg et aussi commercialisé en détail dans des boîtes ou des sachets de 500 gr. Le sucre blanc de CEVITAL confère une sécurité à toutes les étapes de fabrication et garanti un sucre qui répond à toutes les exigences de qualité. D'autre part, CEVITAL produit aussi du sucre sous la forme liquide pour les clients industriels soucieux de la rentabilité de leur affaire et de la qualité des produits finis.



### 5.1.4. Boissons (Eau minérale et Jus) :

L'eau minérale LALLA KHEDIJA pure et naturelle est directement captée à la source au cœur du massif montagneux du DJURDJURA. Grâce à un savoir-faire considérable, CEVITAL offre aux consommateurs des boissons fruitées à la pulpe d'orange avec une teneur en fruit jusqu'à 25% et bénéficie d'un site de production équipé d'une ligne de production de dernière génération.



L'état de production abordé dans ce qui précède nous permet de synthétiser ses différents produits dans la Table 1.

## Chapitre 03 : Gestion de production au sein de CEVITAL

Produit	Production	Part de marché/exportation
Huiles végétales	570 000T/an	75%
Margarine et graisse végétale	180 000T/an	/
Sucre blanc	2000 000T/an	90% ; Exportation : 50%
Sucre liquide	210 000T/an	/
Eau minérale "Lalla Khadîdja"	3000 000 bouteilles/ jour	/
Jus de fruits "TCHINA"	600 000bouteilles/h	/
Conserverie (tomate et confiture)	80T/j	/
Silos portuaires	182 000 T/an	/
Terminal de d'échargements portuaire	2000T/heure	/

**Table 1** – Tableau récapitulatif de l'activité de l'entreprise CEVITAL

### 5.2. La flexibilité de conditionnement

Grâce à son savoir-faire incontesté en plastique, CEVITAL produit ses propres emballages destinés au conditionnement de ses produits finis, offrant ainsi une large gamme de format : préforme, poignées, bouchons, embouteillage et étiquetage (Table 2).

Produit	Format
Huile	0,75L ; 1L ; 1,8L ; 2L ; 4L ,5L et 10L en forme ronde ou boxée
Margarine	Plaquette : 200gr, 250gr et 500gr et barquette : 400gr, 500gr, (a poignée) 900gr et 1,8Kg
Sucre	Cristallise : 1kg, 10kg, 50kg et Bigbang 1000kg ; liquide : camion-citerne, flexy Tank aseptique de 18000L, BIBO (navire vraquier).
Eau minéral et boisson fruitée	Bouteilles : 0,33L ; 0,5L; 1L; 1,5L ; 2L.

**Table 2** – Produits d'emballages fabriqués par CEVITAL

### 5.3. La Structure organisationnelle de CEVITAL

La structure organisationnelle du complexe, repose sur un modèle hiérarchique classique représentée par l'organigramme **Annexe 1**.

### **6. Les directions de CEVITAL**

#### **6.1. Direction des ressources humaine**

Avec l'ouverture économique et la mise en compétitivité des produits avec ceux d'importation et ceux des entreprises concurrentes, CEVITAL est consciente qu'elle doit améliorer la qualité de ses produits et la performance de son personnel pour développer sa production.

La direction « ressources humaines » de CEVITAL gère un potentiel humain important, constitué de différentes catégories socioprofessionnelles et de qualification multiple. Elle est chargée de la gestion du personnel aussi bien au point de vue administratif que social, de la formation ainsi que la gestion des moyens généraux.

#### **6.2. Direction comptabilité et finances**

Le service comptabilité et finance, collecte, traite et interprète les informations relatives au fait matériel, juridique et économique ayant une incidence patrimoniale pour l'entreprise. Il a également pour mission de mesurer le résultat global obtenu par l'entreprise dans son ensemble et pour la totalité de l'exercice (année) ; et pour décrire la situation patrimoniale de l'entreprise à l'instant finale de l'exercice.

#### **6.3. Direction technique**

Ce département est chargé de l'organisation et l'exécution des interventions de réparation des équipements du complexe, afin d'assurer au mieux la bonne marche des chaînes de production.

#### **6.4. Direction logistique**

Elle a pour objet l'étude des moyens et des conditions d'exploitation des éléments relatifs aux flux d'entrée et sortie.

#### **6.5. Direction commerciale**

Afin d'atteindre les objectifs de l'entreprise, la direction de CEVITAL pilote les marques et les gammes de produits en s'appuyant sur la connaissance des besoins et usages des consommateurs. Ce département est chargé des opérations de vente et de la production des produits fabriqués par le biais de service marketing et export.

Comme la mission du complexe est stratégique vu la nature du produit indispensable à la population, les responsables du complexe doivent assurer un maximum de disponibilité de leurs produits. Pour faire face à ce problème, la direction commerciale dispose d'un service de gestion de stocks, ayant pour rôle la satisfaction des demandes des ateliers de production.

### **6.6. Direction contrôle qualité**

Ce département est chargé du contrôle et du suivi de la qualité du produit fini soit au niveau du raffinage ou au niveau du conditionnement.

### **6.7. Direction distribution directe**

Son rôle consiste à la distribution directe du produit fini pour les clients et la recherche d'éventuels nouveaux clients.

### **6.8. Direction production**

Le département production est la colonne vertébrale de CEVITAL. Tous les autres départements lui sont en quelque sorte des structures de soutien. Il est chargé du raffinage des huiles brutes, production des bouteilles en plastique d'un litre, de deux litres et de cinq litres, et du conditionnement de ces produits.

#### **1. Service raffinage**

Le raffinage des huiles brutes est l'ensemble des opérations les plus importantes que les raffineries des huiles assurent. C'est opérations consistent en l'élimination de tous les éléments susceptibles d'entraîner la dégradation du produit fini en rendant impropre à la consommation. Pour ce faire, CEVITAL dispose d'une installation composée de deux lignes qui marchent en parallèle.

Le processus de raffinage comprend 4 étapes principales à savoir :

**a) Étape de dégommage :** Elle consiste en élimination des cires.

**b) La neutralisation :** Cette étape consiste à éliminer les impuretés et acides. Elle se fait ai niveau de 4 étape qui sont :

1. Étape de la neutralisation.
2. Étape du premier lavage.
3. Étape du deuxième lavage.

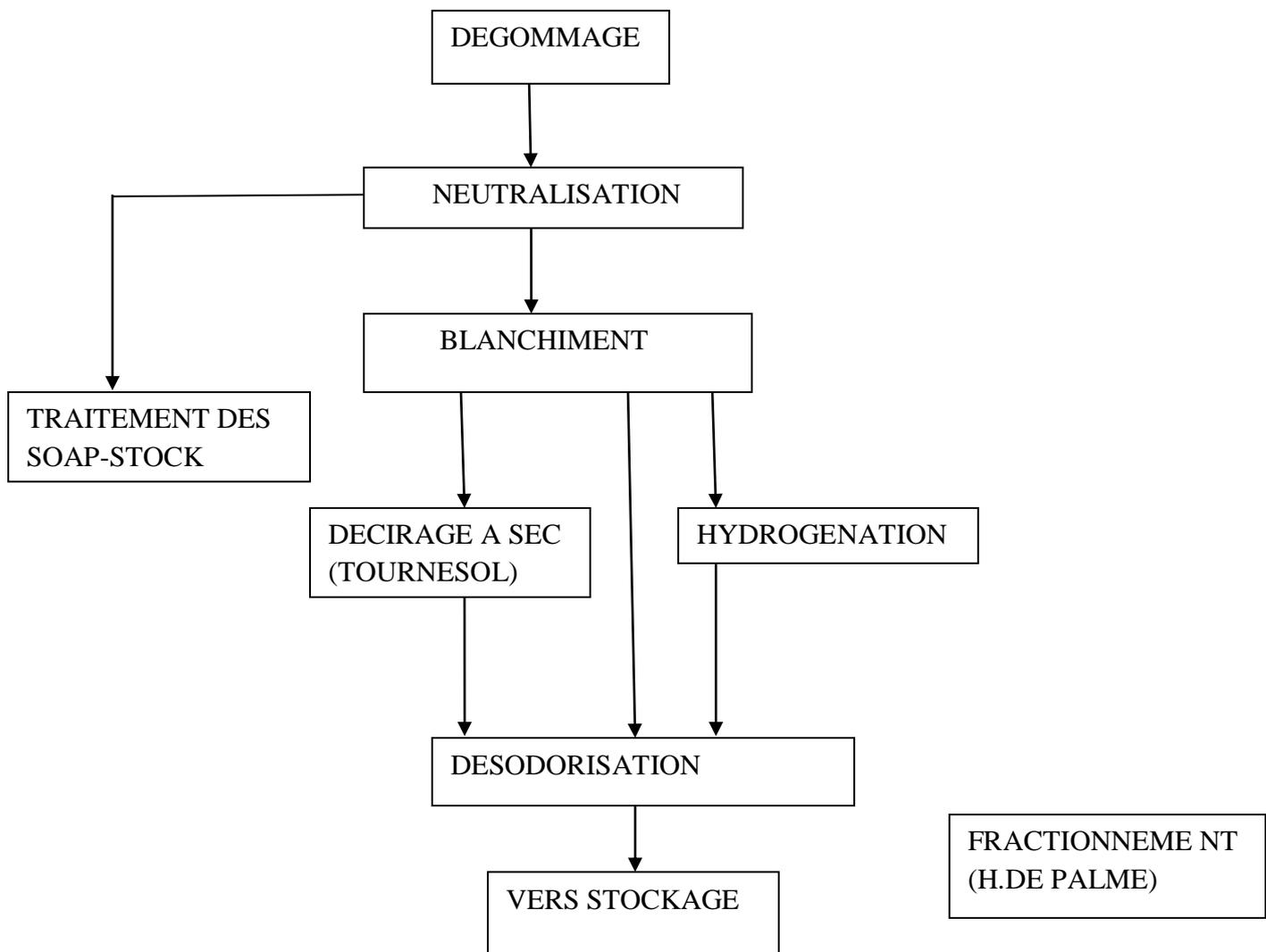
4. Étape de séchage.

c) **Étape du blanchiment (décoloration)** : La décoloration se fait par contact entre l'huile neutralisée et la terre décolorante qui émane les matières colorantes. Après décoloration, Viens la filtration pour séparer l'huile de la terre décolorante.

d) **Étape de la désodorisation** : C'est l'étape ou sont éliminées les odeurs dans l'huile en injectant de la vapeur sous vide à une température de 2400 degrés.

L'enchaînement de c'est différentes étapes est représenté dans la figure suivante :

**Figure N° 2** : L'enchaînement des différentes étapes de désodorisation.



**Source:** Fournie par le complexe CEVITAL.

### **2. Service conditionnement**

Service conditionnement est destiné à fabriquer des bouchons et des bouteilles en plastique par la raffinerie en huiles concrètes qui composent.

### **3. Service margarine**

Ce service s'occupe de la fabrication de la margarine. La margarine est alimentée par la raffinerie en huiles concrètes qui composent essentiellement la margarine.

### **Section 2 : Approche globale au conditionnement d'huile**

L'unité conditionnement d'huile de CEVITAL a pour rôle de la mise en enveloppe matérielle permettant d'assurer dans les meilleures conditions de sécurité, la présentation, la manutention, le transport, le stockage et la conservation des produits.

#### **1. Présentation de l'unité conditionnement d'huile**

L'unité de conditionnement d'huile de CEVITAL est constituée actuellement de six (06) lignes de production, deux (02) lignes pour la production des bouteilles de 5 litres, une ligne pour la production des bouteilles de 4 ou 5 litres, une ligne pour la production des bouteilles de 1 litre, une ligne pour la production des bouteilles de 2 litres et une ligne pour la production des bouteilles de 1.8 litres.

En termes d'équipement, chaque ligne est constituée de plusieurs machines assurant des tâches précises dans le but d'avoir un produit fini complètement emballé et prêt à être vendu. La mise en bouteilles sur chaque ligne des huiles raffinées s'effectue par la transformation du PET (polyéthylène téréphtalate) en préformes pour bouteilles à l'aide des presses injections des capacités différentes.

Après transformation, les préformes passent par les étapes suivantes :

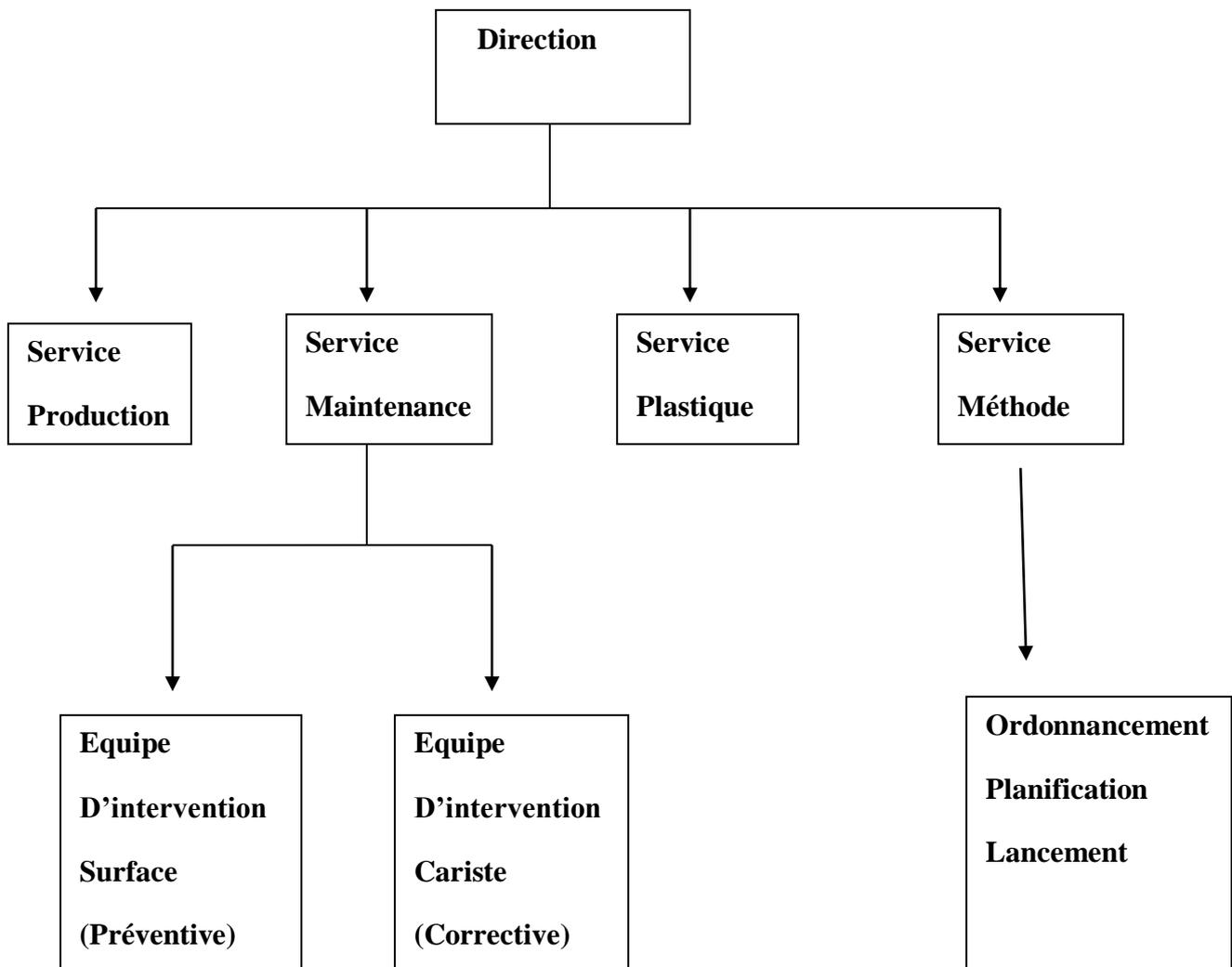
- **La souffleuse** : qui est une machine destinée à la fabrication des bouteilles à partir des préformes qui ont une structure de tube, fabriquées dans l'unité plastique.
- **Convoyeur aéraulique rafale** : c'est un dispositif destiné au transport des petites bouteilles en PET de la souffleuse jusqu'à la remplisseuse. Le transport est assuré par un soufflage d'air produit par les colonnes de ventilation équipées des filtres garantissant un air propre.

- **Remplisseuse et bouchonneuse** : la remplisseuse est l'unité chargée du remplissage des bouteilles du produit fini (huile) dont la vitesse du remplissage peut être variée.
- **La bouchonneuse** se trouve encastrée dans la remplisseuse pour permettre le bouchage des bouteilles juste à la fin du remplissage pour éviter le débordement. Les bouchons sont fabriqués et préparés par une autre unité.
- **Étiqueteuse** : elle est destinée à coller les étiquettes enveloppantes sur les récipients cylindriques portant des informations sur le produit et le fabriquant.
- **Dateur** : le dateur sert à mentionner la date et l'heure de fabrication du produit. Chaque ligne dispose de deux types de dateurs, soit celle qui utilise l'impression à jet d'encre ou celle qui emploie la gravure directe sur la bouteille à l'aide d'un laser.
- **Déviateur de bouteilles** : c'est un mécanisme destiné à répartir les bouteilles sur différents couloirs d'une manière homogène pour qu'elles soient regroupées dans des paquets enveloppés par la suite.
- **Fardeleuse** : la fardeleuse est la machine qui reçoit les bouteilles et les enveloppe dans un film en silicone.
- **Poseuse poignée** : on trouve ce type de machine uniquement dans les lignes de 4 ou 5 litres. Elle a pour rôle le placement et la fixation des poignées sur les bouteilles.
- **Palettiseur** : cette machine est conçue pour superposer sur une palette plusieurs étages de fardeaux.
- **Banderoleuse** : son rôle est d'entourer la charge d'un film en silicone dans le but d'assurer la bonne tenue des bouteilles pour tout déplacement.
- **Tapis roulant** : c'est un moyen de transport des fardeaux de la sortie de la fardeleuse jusqu'à l'entrée du palettiseur.

### 2. Services de conditionnement d'huile

Cette direction est chargée du conditionnement, c'est-à-dire de la mise en bouteille de l'huile. Elle est composée de plusieurs services représentés ci dessous :

**Figure N° 3 :** Organigramme de la direction du conditionnement d'huile



**Source:** Fournie par le complexe CEVITAL.

### Section 03 : Présentation des Données

Durant notre stage, on s'est intéressé à l'unité de conditionnement des huiles de Cevital composée de six lignes de production qui sont comme suit :

## Chapitre 03 : Gestion de production au sein de CEVITAL

---

- **Ligne SIPA**, sur laquelle on peut produire Elio5L, Fleurial 5L, Fridor 5L et Fridor 10L.
- **Ligne 5LA**, sur laquelle on peut produire Elio 5L et Fridor 5L.
- **Ligne 4L**, sur laquelle on produit Fleurial 4L seulement.
- **Ligne 2L**, sur laquelle on produit Elio 2L.
- **Ligne 1,8L**, sur laquelle on produit Fleurial 1.8L
- **Ligne 1L**, sur laquelle on produit Elio 1L.

**Tableau 3** – Données de production

Ligne	Capacité théorique (palette/h)	Rendement	Capacité réel (palette/h)
<b>5LA Elio/Fridor</b>	54	65%	35,10
<b>SIPA 5L Elio/Fridor</b>	26	40%	10,40
<b>SIPA 5L MDN/Fleurial</b>		35%	9,10
<b>SIPA 10L Fridor</b>	18	55%	9,90
<b>Elio1L</b>	14	80%	11,2
<b>Elio2L</b>	24	70%	16,8
<b>Fleurial1,8L</b>	5,6	72%	4
<b>Fleurial4L</b>	12,5	64%	8

**Source** : Réalisé par nos soins à partir des données de CEVITAL

Le système de travail (temps d'ouverture) utilisés sur les lignes est :

1 \*8, 2\*8 et 3\*8.

## Chapitre 03 : Gestion de production au sein de CEVITAL

---

**Tableau 4** – Donnée technique (maintenance)

Ligne	Préventif (h/s)	Changement format (h)	Changement produit (h)
5LA	8	0	0,5
SIPA	8	8	0,5
4L, 2L	8	0	0
1.8L ,1L	8	0	0

**Source** : Réalisé par nos soins à partir des données de CEVITAL

**Tableaux 5** – Données commerciale

Produit	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	juillet	Aout
<b>Elio5L</b>	23000	23000	25000	30000	29000	16 170	18 480	16 170
<b>Fleural MDN 5L</b>	-	1000	-	16000	-	-	-	-
<b>Fridor 10 L</b>	2300	2300	30000	35000	4000	2 520	2 520	2 520
<b>Fridor 5 L</b>	-	-	-	26000	26000	-	-	-
<b>Elio1L</b>	7000	7000	7500	9000	8500	4 795	5 480	4 795
<b>Elio2L</b>	12000	12000	13000	16000	15000	8 960	10 240	8 960
<b>1,8L</b>	1200	1200	1350	1650	1500	385	440	385
<b>4L</b>	440	440	495	605	550	1 050	1 200	1 050

**Source** : Réalisé par nos soins à partir des données de CEVITAL

### Conclusion

Le groupe « CEVITAL » a consacré ses efforts sur une gestion de la production ; pour avoir un produit de bonnes qualités, qui répandent aux besoins des clientèles. Par ailleurs, pour satisfaire les besoins des clients, il faut optimiser la distribution des produits et aussi les services dans l'entreprise.

# **CHAPITRE IV**

**Modélisation de problème sous forme  
D'un programme linéaire**

## **Chapitre 4 : Modélisation de problème sous forme d'un programme linéaire**

### **Introduction**

Dans ce chapitre on va passer par les différentes étapes de modélisation qui consiste à modéliser un problème sous forme d'un PL, tout d'abord on va déterminer quel sont les variables de décision et les contraintes du problème, chercher à savoir la fonction objectif, on à montrer aussi logiciel utilisé, enfin nous interpréterons les résultats obtenus.

### **Section 01 : Les étapes de la modélisation**

On va modéliser le problème sous forme d'un PL :

#### **1 .Les variables de décision**

On propose une modélisation avec **30** variables de décision données comme suit :

- **X<sub>1</sub>** : Le nombre de jours de travail sur la première ligne de production (**SIPA**), consacrés pour la production d'**ELIO 5L**, avec le système (**1\* 8**) par mois.
- **X<sub>2</sub>** : Le nombre de jours de travail sur la première ligne de production (**SIPA**), consacrés pour la production d'**ELIO 5L**, avec le système (**2\* 8**) par mois.
- **X<sub>3</sub>** : Le nombre de jours de travail sur la première ligne de production (**SIPA**), consacrés pour la production d'**ELIO 5L**, avec le système (**3\* 8**) par mois.
- **X<sub>4</sub>** : Le nombre de jours de travail sur la première ligne de production (**SIPA**), consacrés pour la production de **FLEURIAL 5L**, avec le système (**1\* 8**) par mois.
- **X<sub>5</sub>** : Le nombre de jours de travail sur la première ligne de production (**SIPA**), consacrés pour la production de **FLEURIAL 5L**, avec le système (**2\* 8**) par mois.
- **X<sub>6</sub>** : Le nombre de jours de travail sur la première ligne de production (**SIPA**), consacrés pour la production de **FLEURIAL 5L**, avec le système (**3\* 8**) par mois.
- **X<sub>7</sub>** : Le nombre de jours de travail sur la première ligne de production (**SIPA**), consacrés pour la production de **FRIDOR 5L**, avec le système (**1\* 8**) par mois.
- **X<sub>8</sub>** : Le nombre de jours de travail sur la première ligne de production (**SIPA**), consacrés pour la production de **FRIDOR 5L**, avec le système (**2\* 8**) par mois.
- **X<sub>9</sub>** : Le nombre de jours de travail sur la première ligne de production (**SIPA**), consacrés pour la production de **FRIDOR 5L**, avec le système (**3\* 8**) par mois.
- **X<sub>10</sub>** : Le nombre de jours de travail sur la première ligne de production (**SIPA**), consacrés pour la production de **FRIDOR 10L**, avec le système (**1\* 8**) par mois.

- **X<sub>11</sub>** : Le nombre de jours de travail sur la première ligne de production (**SIPA**), consacrés pour la production de **FRIDOR 10L**, avec le système (**2\* 8**) par mois.
- **X<sub>12</sub>** : Le nombre de jours de travail sur la première ligne de production (**SIPA**), consacrés pour la production de **FRIDOR 10L**, avec le système (**3\* 8**) par mois.
- **X<sub>13</sub>** : Le nombre de jours de travail sur la deuxième ligne de production (**5LA**), consacrés pour la production d'**ELIO 5L**, avec le système (**1\* 8**) par mois.
- **X<sub>14</sub>** : Le nombre de jours de travail sur la deuxième ligne de production (**5LA**), consacrés pour la production d'**ELIO 5L**, avec le système (**2\* 8**) par mois.
- **X<sub>15</sub>** : Le nombre de jours de travail sur la deuxième ligne de production (**5LA**), consacrés pour la production d'**ELIO 5L**, avec le système (**3\* 8**) par mois.
- **X<sub>16</sub>** : Le nombre de jours de travail sur la deuxième ligne de production (**5LA**), consacrés pour la production de **FRIDOR 5L**, avec le système (**1\* 8**) par mois.
- **X<sub>17</sub>** : Le nombre de jours de travail sur la deuxième ligne de production (**5LA**), consacrés pour la production de **FRIDOR 5L**, avec le système (**2\* 8**) par mois.
- **X<sub>18</sub>** : Le nombre de jours de travail sur la deuxième ligne de production (**5LA**), consacrés pour la production de **FRIDOR 5L**, avec le système (**3\* 8**) par mois.
- **X<sub>19</sub>** : Le nombre de jours de travail sur la troisième ligne de production (**4 Litres**), consacrés pour la production de **FLEURIAL 4L**, avec le système (**1\* 8**) par mois.
- **X<sub>20</sub>** : Le nombre de jours de travail sur la troisième ligne de production (**4 Litres**), consacrés pour la production de **FLEURIAL 4L**, avec le système (**2\* 8**) par mois.
- **X<sub>21</sub>** : Le nombre de jours de travail sur la troisième ligne de production (**4 Litres**), consacrés pour la production de **FLEURIAL 4L**, avec le système (**3\* 8**) par mois.
- **X<sub>22</sub>** : Le nombre de jours de travail sur la quatrième ligne de production (**2 Litres**), consacrés pour la production d'**ELIO 2L**, avec le système (**1\* 8**) par mois.
- **X<sub>23</sub>** : Le nombre de jours de travail sur la quatrième ligne de production (**2 Litres**), consacrés pour la production d'**ELIO 2L**, avec le système (**2\* 8**) par mois.
- **X<sub>24</sub>** : Le nombre de jours de travail sur la quatrième ligne de production (**2 Litres**), consacrés pour la production d'**ELIO 2L**, avec le système (**3\* 8**) par mois.
- **X<sub>25</sub>** : Le nombre de jours de travail sur la cinquième ligne de production (**1.8 Litres**), consacrés pour la production de **FLEURIAL 1.8L**, avec le système (**1\* 8**) par mois.
- **X<sub>26</sub>** : Le nombre de jours de travail sur la cinquième ligne de production (**1.8 Litres**), consacrés pour la production de **FLEURIAL 1.8L**, avec le système (**2\* 8**) par mois.

- $X_{27}$  : Le nombre de jours de travail sur la cinquième ligne de production (**1.8 Litres**), consacrés pour la production de **FLEURIAL 1.8L**, avec le système (**3\* 8**) par mois.
- $X_{28}$  : Le nombre de jours de travail sur la sixième ligne de production (**1 Litre**), consacrés pour la production d'**ELIO 1L**, avec le système (**1\* 8**) par mois.
- $X_{29}$  : Le nombre de jours de travail sur la sixième ligne de production (**1 Litre**), consacrés pour la production d'**ELIO 1L**, avec le système (**2\* 8**) par mois.
- $X_{30}$  : Le nombre de jours de travail sur la sixième ligne de production (**1 Litre**), consacrés pour la production d'**ELIO 1L**, avec le système (**3\* 8**) par mois.

## 2. Formulation la fonction objective :

L'objectif consiste à minimiser le nombre total de jours de travail :

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^{30} X_i = \text{Min } Z = X_1 + X_2 + \dots + X_{30}$$

## 3. Les contraintes

### 3.1. Les contraintes de demande

- $8 \times 10.4 \times (X_1 + 2 X_2 + 3 X_3) + 8 \times 35.1 (X_{13} + 2 X_{14} + 3 X_{15}) \geq$   
Quantité demandée ELIO 5L
- $8 \times 9,10 \times (X_4 + 2 X_5 + 3 X_6) \geq$  Quantité demandée Fleurial 5L
- $8 \times 10.4 (X_7 + 2 X_8 + 3 X_9) + 8 \times 35.1 (X_{16} + 2 X_{17} + 3 X_{18}) \geq$   
Quantité demandée Fridor 5L
- $8 \times 9.9 (X_{10} + 2 X_{11} + 3 X_{12}) \geq$  Quantité demandée Fridor 10L
- $8 \times 8 (X_{19} + 2 X_{20} + 3 X_{21}) \geq$  Quantité demandée Fleurial 4L
- $8 \times 19.2 (X_{22} + 2 X_{23} + 3 X_{24}) \geq$  Quantité demandée Elio 2L
- $8 \times 4 (X_{25} + 2 X_{26} + 3 X_{27}) \geq$  Quantité demandée Fleurial 1.8 L
- $8 \times 11.2 (X_{28} + 2 X_{29} + 3 X_{30}) \geq$  Quantité demandée Elio 1L

### 3.2. Contraintes de capacités des lignes de production

Soit  $n$  le nombre de jours du mois considéré, alors chaque ligne de production est exploitée pendant  $n$  jours au maximum par mois.

➤ **La Ligne SIPA :**

$$SIPA \left\{ \begin{array}{l} X1 + X2 + X3 \leq n \\ X4 + X5 + X6 \leq n \\ X7 + X8 + X9 \leq n \\ X10 + X11 + X12 \leq n \\ X1 + 2X2 + 3X3 + X4 + 2X5 + 3X6 + X7 + 2X8 + 3X9 + X10 + 2X11 + 3X12 \leq 3n \end{array} \right.$$

➤ **La ligne 5 LA :**

$$5LA \left\{ \begin{array}{l} X13 + X14 + X15 \leq n \\ X16 + X17 + X18 \leq n \\ X13 + 2X14 + 3X15 + X16 + 2X17 + 3X18 \leq 3n \end{array} \right.$$

➤ **La Ligne 4 Litres :**

$$4L \left\{ \begin{array}{l} X19 + X20 + X21 \leq n \\ X19 + 2X20 + 3X21 \leq 3n \end{array} \right.$$

➤ **La ligne 2 Litres :**

$$2L \left\{ \begin{array}{l} X22 + X23 + X24 \leq n \\ X22 + 2X23 + 3X24 \leq 3n \end{array} \right.$$

➤ **La ligne 1.8 Litre :**

$$1.8L \left\{ \begin{array}{l} X25 + X26 + X27 \leq n \\ X25 + 2X26 + 3X27 \leq 3n \end{array} \right.$$

➤ **La ligne 1 Litre :**

$$1L \left\{ \begin{array}{l} X28 + X29 + X30 \leq n \\ X28 + 2X29 + 3X30 \leq 3n \end{array} \right.$$

### 3.3. Contraintes de maintenance

Le plan de maintenance préventive choisi stipule de consacrer 8 Heures par semaines pour chaque ligne de production. Ceci sera traduit par la condition que le nombre de jours de

travail avec le système 3\*8 sur chaque ligne de production ne doit pas dépasser ( $n - 4$ ) Jours.

$$\begin{cases} X3 + X6 + X9 + X12 \leq n - 4 & (\text{Ligne SIPA}) \\ X15 + X18 \leq n - 4 & (\text{Ligne 5 LA}) \\ X21 \leq n - 4 & (\text{Ligne 4 L}) \\ X24 \leq n - 4 & (\text{Ligne 2L}) \\ X27 \leq n - 4 & (\text{Ligne 1.8 L}) \\ X30 \leq n - 4 & (\text{Ligne 1L}) \end{cases}$$

### Section 02 : Présentation de logiciel utilisé MATLAB

MATLAB est un logiciel parfaitement dédié à la résolution de problèmes d'analyse numérique ou de traitement du signal. Permet d'effectuer des calculs matriciels ou de visualiser les résultats sous forme graphique. La formulation des problèmes s'apparente à la formulation mathématique des problèmes à résoudre. L'utilisation de ce logiciel consiste à lancer des lignes de commandes, qui peuvent le plus souvent ressembler à la programmation en langage C.

Le nom MATLAB vient de MATrixLABoratory, les éléments de données de base manipulés par MATLAB étant des matrices qui ne nécessitent ni dimensionnement ni déclaration de type. Contrairement aux langages de programmation classiques, les fonctions du MATLAB permettent de manipuler directement et interactivement ces données matricielles, rendant ainsi le MATLAB particulièrement efficace en calcul numérique, analyse et visualisation de données en particulier.

#### 2.1. Les modes de fonctionnement sur MATLAB

- **Le mode interactif** : les instructions sont exécutées au fur et à mesure qu'elles sont données par l'utilisateur.
- **Le mode exécutif** : dans ce cas, l'utilisateur utilise un fichier "M-file" contenant toutes les instructions à exécuter.

#### 2.2. Programmation Linéaire sous MATLAB

Pour résoudre un programme linéaire, on fait recours au solveur **linprog**, prédéfini sous

MATLAB (versions ultérieures à 6.5), et permet de résoudre un PL sous la forme :

$$\begin{cases} \text{Min } f(x) = c'x \\ Ax \leq b \text{ (contraintes d'inégalités)} \\ Aeqx = beq \text{ (contraintes d'égalités)} \\ l \leq x \leq u \end{cases}$$

L'appel à la fonction **linprog** se fait comme suit :

$$[X^*, F^*] = \text{LINPROG}(c, A, b, Aeq, beq, l, u)$$

**Avec:**

$x^*$  : La solution optimale

$F^*$  : La meilleure évaluation de la fonction objectif  $F^* = f(x^*)$ .

Pour notre modèle, toutes les contraintes sont des inégalités

$$[X^*, F^*] = \text{LINPROG}(c, A, b, [], [], l, u)$$

Afin de satisfaire les quantités demandées pour les mois d'avril et mai, il est impératif d'augmenter les rendements de quelques lignes de production comme suit :

- **Ligne 1L** : Rendement 95%, c.-à-d. : 13,3 Palettes/ Heure.
- **Ligne 2L** : Rendement 98%, c.-à-d. : 23,52 Palettes/Heure.
- **Ligne 5LA** : Rendement 80%, c.-à-d. : 43,2 Palettes/Heure.
  
- **SIPA** : Rendement 60% :
  - Elio, Fleurial, Fridor (5L) : 15,6 Palettes/heure ;
  - Fridor 10L : 10,8 Palettes/Heure.

### Section3 : Interprétations des résultats obtenus

#### 3.1. Résultats et discussion

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau N°6 suivant :

## Chapitre 04 : Modélisation du problème sous forme d'un PL

		Janvier 2019	Février 2019	Mars 2019	Avril 2019	Mai 2019	Juin 2019	Juillet 2019	Aout 2019
<b>La solution Optimale <math>x^*</math></b>	$x_1^*$	0	0	0	0	0	0	0	0
	$x_2^*$	0	0	0	0	0	0	0	0
	$x_3^*$	0	2.1474	0.0353	0.74358	0	0	0	0
	$x_4^*$	0	0	0	0	0	0	0	0
	$x_5^*$	0	0	0	0	0	0	0	0
	$x_6^*$	0	4.58	0	4.2735	0	0	0	0
	$x_7^*$	0	0	0	0	0	0	0	0
	$x_8^*$	0	0	0	0	0	0	0	0
	$x_9^*$	0	0	0	6.94444	3.2521	0	0	0
	$x_{10}^*$	0	0	0	0	0	0	0	0
	$x_{11}^*$	0	0	0	0	0	0	0	0
	$x_{12}^*$	9.68	9.68	12.6267	13.5033	15.4333	10.6067	10.6067	10.6067
	$x_{13}^*$	0	0	0	0	0	0	0	0
	$x_{14}^*$	0.4544	4	4	4	1.4560	0	0	0
	$x_{15}^*$	27	24	27	26	27	19.1952	21.9373	19.1952
	$x_{16}^*$	0	0	0	0	0	0	0	0
	$x_{17}^*$	0	0	0	0	0	0	0	0
	$x_{18}^*$	0	0	0	0	2	0	0	0
	$x_{19}^*$	0	0	0	0	0	0	0	0
	$x_{20}^*$	0	0	0	1	0	0	0	0
	$x_{21}^*$	6.25	6.25	7.0312	8	7.8125	5.4700	6.2500	5.4687
	$x_{22}^*$	0	0	0	0	0	0	0	0
	$x_{23}^*$	0	3.065	1.82	3.5150	0	0	0	0
	$x_{24}^*$	26.0433	24	27	26	26.5733	19.4433	22.2233	19.4433
	$x_{25}^*$	0	0	0	0	0	0	0	0
	$x_{26}^*$	0	0	0	0	0	0	0	0
	$x_{27}^*$	4.5833	4.5833	5.1562	6.3021	5.7292	4.01	4.5833	4.01
	$x_{28}^*$	0	0	0	0	0	0	0	0
	$x_{29}^*$	0	3.0625	1.355	3.2950	0	0	0	0
	$x_{30}^*$	26.0433	24	27	26	26.6300	17.8400	20.3867	17.8400
<b>F* = f(x*)</b>		<b>100.0544</b>	<b>109.3683</b>	<b>113.0244</b>	<b>128.6705</b>	<b>115.8864</b>	<b>76.5652</b>	<b>85.9873</b>	<b>76.5639</b>

**Source** : réalisé par nos soins

### 3.2. Arrondi des résultats

Les variables de décision sont restreints à être entières présentés dans le tableau N° 7 suivant :

		Janvier 2019	Février 2019	Mars 2019	Avril 2019	Mai 2019	Juin 2019	Juillet 2019	Aout 2019
<b>La solution Optimale <math>x^*</math></b>	$x_1^*$	0	1	1	0	0	0	0	0
	$x_2^*$	0	0	0	0	0	0	0	0
	$x_3^*$	0	2	0	1	0	0	0	0
	$x_4^*$	0	0	0	1	0	0	0	0
	$x_5^*$	0	1	0	0	0	0	0	0
	$x_6^*$	0	4	0	4	0	0	0	0
	$x_7^*$	0	0	0	0	1	0	0	0
	$x_8^*$	0	0	0	0	0	0	0	0
	$x_9^*$	0	0	0	7	3	0	0	0
	$x_{10}^*$	0	0	0	0	0	0	0	0
	$x_{11}^*$	0	0	1	1	1	1	1	1
	$x_{12}^*$	10	10	12	13	15	10	10	10
	$x_{13}^*$	1	0	0	0	1	1	0	1
	$x_{14}^*$	0	4	4	4	1	0	0	0
	$x_{15}^*$	27	24	27	26	27	19	22	19
	$x_{16}^*$	0	0	0	0	0	0	0	0
	$x_{17}^*$	0	0	0	0	2	0	0	0
	$x_{18}^*$	0	0	0	0	0	0	0	0
	$x_{19}^*$	1	1	1	0	0	0	1	0
	$x_{20}^*$	0	0	0	1	0	1	0	1
	$x_{21}^*$	6	6	7	8	8	5	6	5
	$x_{22}^*$	1	1	0	0	0	0	1	0
	$x_{23}^*$	0	3	2	4	1	1	0	1
	$x_{24}^*$	26	24	27	26	26	19	22	19
	$x_{25}^*$	0	0	1	1	0	1	0	1
	$x_{26}^*$	1	1	0	0	0	0	1	0
	$x_{27}^*$	4	4	5	6	6	4	4	4
	$x_{28}^*$	1	1	1	1	0	0	0	0
	$x_{29}^*$	0	3	1	3	1	0	1	0
	$x_{30}^*$	26	24	27	26	26	18	20	18
<b><math>F^* = f(x^*)</math></b>		<b>104</b>	<b>114</b>	<b>117</b>	<b>133</b>	<b>119</b>	<b>80</b>	<b>89</b>	<b>80</b>

**Source** : réalisé par nos soins

### 3.3. Interprétations

**Janvier 2019 :**

**Elio 5L :** La quantité demandée est de **23000 Palettes**.

La solution optimale obtenue indique de consacrer 27 Jours de travail avec le système 3 \* 8 sur la ligne **5 LA** et 01 jour avec le système 1\* 8 :

- $X_{15}=27$  Jours avec le système 3\*8 :  $35,10 * 24 * 27 = 22744,8$  Palettes,
- $X_{13}=01$  Jour avec le système 1\* 8 :  $35,10 * 8 * 1 = 280,8$  Palettes.

La quantité globale de Elio 5L à produire est alors : **23025,6 Palettes.**

**Fridor 10 L** : La quantité demandée est de **2300 Palettes.**

La solution optimale obtenue indique de consacrer  $X_{12} = 10$  Jours de travail avec le système 3 \* 8 sur la ligne SIPA :

$$9,9 * 24 * 10 = 2376 \text{ Palettes.}$$

**Fleurial 4L** : La quantité demandée est de **1200 Palettes.**

La solution optimale obtenue indique de consacrer 6 Jours de travail avec le système 3 \* 8 sur la ligne **4 L** et 01 jour avec le système 1\* 8 :

- $X_{21}=6$  Jours avec le système 3\*8 :  $8 * 24 * 6 = 1152$  Palettes,
- $X_{19}=01$  Jour avec le système 1\* 8 :  $8 * 8 * 1 = 64$  Palettes.

La quantité globale de Fleurial 4L à produire est alors : **1216 Palettes.**

**Elio 2L** : La quantité demandée est de **12000 Palettes.**

La solution optimale obtenue indique de consacrer 26 Jours de travail avec le système 3 \* 8 et 01 jour avec le système 1\* 8 sur la ligne **2 L** :

- $X_{24}=26$  Jours avec le système 3\*8 :  $19,2 * 24 * 26 = 11980,8$  Palettes,
- $X_{22}=01$  Jour avec le système 1\* 8 :  $19,2 * 8 * 1 = 153,6$  Palettes.

La quantité globale d'Elio 2L à produire est alors : **12134,4 Palettes.**

**Fleurial 1.8L** : La quantité demandée est de **440 Palettes.**

La solution optimale obtenue indique de consacrer 4 Jours de travail avec le système 3 \* 8 et 01 jour avec le système 2\* 8 sur la ligne **1.8 L** :

- $X_{27}=4$  Jours avec le système 3\*8 :  $4 * 24 * 4 = 384$  Palettes,
- $X_{26}=01$  Jour avec le système 2\* 8 :  $4 * 16 * 1 = 64$  Palettes.

La quantité globale de Fleurial 1.8L à produire est alors : **448 Palettes.**

**Elio 1L** : La quantité demandée est de **7000 Palettes.**

## Chapitre 04 : Modélisation du problème sous forme d'un PL

---

La solution optimale obtenue indique de consacrer 26 Jours de travail avec le système 3 \* et 01 jour avec le système 1\* 8 sur la ligne **1 L** :

- $X_{30}=26$  Jours avec le système 3\*8 :  $11,2 * 24 * 26 = 6988,8$  Palettes,
- $X_{28}=01$  Jour avec le système 1\* 8 :  $11,2 * 8 * 1 = 89,6$  Palettes.

La quantité globale d'Elio 1 L à produire est alors : **7078,4 Palettes.**

Durant le mois de janvier 2019, la solution optimale obtenue suggère d'exploiter les lignes de production comme suit :

- **Ligne SIPA** : 10 jours avec le système 3\*8 qui seront consacrés pour la production de Fridor 10L.
- **Ligne 5LA** : 27 jours avec le système 3\*8 et 01 Jour avec le système 1\*8, qui seront consacrés pour la production d'Elio 5L.
- **Ligne4L** : 06 jours avec le système 3\*8 et 01 Jour avec le système 1\*8, qui seront consacrés pour la production de Fleurial 4L.
- **Ligne 2L** : 26 jours avec le système 3\*8 et 01 Jour avec le système 1\*8, qui seront consacrés pour la production d'Elio 2L.
- **Ligne 1.8L** : 04 jours avec le système 3\*8 et 01 Jour avec le système 2\*8, qui seront consacrés pour la production de Fleurial 1.8L.
- **Ligne 1L** : 26 jours avec le système 3\*8 et 01 Jour avec le système 1\*8, qui seront consacrés pour la production d'Elio 1L.

Le nombre totale de jours de travail est  $F^* = 104$  Jours réparties comme suit :

99 Jours avec le système 3\*8, 01 Jour avec le système 2\*8 et 04 Jours avec le système 1\*8.

### Février 2019 :

**Elio 5L** : La quantité demandée est de 23000 Palettes.

La solution optimale obtenue indique de consacrer 24 Jours de travail avec le système 3 \* 8 et 04 jours avec le système 2\* 8 sur la ligne 5 LA ainsi que 02 Jours avec le système 3\*8 et 01 Jours avec le système 1\*8 sur la ligne SIPA:

## Chapitre 04 : Modélisation du problème sous forme d'un PL

---

- $X_{15} = 24$  Jours sur la ligne 5LA, avec le système 3\*8 :  $35,1 * 24 * 24 = 20217,6$  Palettes,
- $X_{14} = 04$  Jours sur la ligne 5LA, avec le système 2\* 8 :  $35,10 * 16 * 4 = 2246,4$  Palettes,
- $X_3 = 02$  Jours sur la ligne SIPA, avec le système 3 \* 8 :  $10,4 * 24 * 2 = 499,2$  Palettes,
- $X_1 = 01$  Jour sur la ligne SIPA, avec le système 1\* 8 :  $10,4 * 8 * 1 = 83,2$  Palettes.

La quantité globale de Elio 5L à produire est alors : **23046,4 Palettes.**

**Fleurial 5 L** : La quantité demandée est de **1000 Palettes.**

La solution optimale obtenue indique de consacrer 04 Jours de travail avec le système 3 \* 8 et 01 Jours avec le système 2\* 8 sur la ligne SIPA :

- $X_6 = 04$  Jours avec le système 3\*8 :  $9,1 * 24 * 4 = 873,6$  Palettes,
- $X_5 = 01$  Jours avec le système 2\* 8 :  $9,1 * 16 * 1 = 145,6$  Palettes.

La quantité globale de Fleurial 5L à produire est alors : **1019,2 Palettes.**

**Fridor 10 L** : La quantité demandée est de **2300 Palettes.**

La solution optimale obtenue indique de consacrer  $X_{12} = 10$  Jours de travail avec le système 3 \* 8 sur la ligne SIPA :

$$9,9 * 24 * 10 = 2376 \text{ Palettes.}$$

**Fleurial 4L** : La quantité demandée est de **1200 Palettes.**

La solution optimale obtenue indique de consacrer 6 Jours de travail avec le système 3 \* 8 sur la ligne **4 L** et 01 journée avec le système 1\* 8 :

- $X_{21} = 06$  Jours avec le système 3\*8 :  $8 * 24 * 6 = 1152$  Palettes,
- $X_{19} = 01$  Jour avec le système 1\* 8 :  $8 * 8 * 1 = 64$  Palettes.

La quantité globale de Fleurial 4L à produire est alors : **1216 Palettes.**

**Elio 2L** : La quantité demandée est de **12000 Palettes.**

La solution optimale obtenue indique de consacrer 24 Jours de travail avec le système 3 \* 8, 03 Jours avec le système 2 \* 8, et 01 jour avec le système 1\* 8 sur la ligne **2 L**:

- $X_{24} = 24$  Jours avec le système 3\*8 :  $19,2 * 24 * 24 = 11059,2$  Palettes,

- $X_{23}=03$  Jours avec le système  $2*8$  :  $19,2 * 16 * 3 = 921,6$  Palettes.
- $X_{22}=01$  Jour avec le système  $1*8$  :  $19,2 * 8 * 3 = 153,6$  Palettes.

La quantité globale d'Elio 2L à produire est alors : **12134,4 Palettes.**

**Fleurial 1.8L** : La quantité demandée est de **440 Palettes.**

La solution optimale obtenue indique de consacrer 4 Jours de travail avec le système  $3*8$  et 01 jour avec le système  $2*8$  sur la ligne **1.8 L**:

- $X_{27}=4$  Jours avec le système  $3*8$  :  $4 * 24 * 4 = 384$  Palettes,
- $X_{26}=01$  Jour avec le système  $2*8$  :  $4 * 16 * 1 = 64$  Palettes.

La quantité globale de Fleurial 1.8L à produire est alors : **448 Palettes.**

**Elio 1L** : La quantité demandée est de **7000 Palettes.**

La solution optimale obtenue indique de consacrer 24 Jours de travail avec le système  $3*8$ , 03 Jours avec le système  $2*8$  et 01 jour avec le système  $1*8$  sur la ligne **1 L**:

- $X_{30}=24$  Jours avec le système  $3*8$  :  $11,2 * 24 * 24 = 6451,2$  Palettes,
- $X_{29}=03$  Jours avec le système  $2*8$  :  $11,2 * 16 * 3 = 537,6$  Palettes.
- $X_{28}=01$  Jour avec le système  $1*8$  :  $11,2 * 8 * 1 = 89,6$  Palettes.

La quantité globale d'Elio 1 L à produire est alors : **7078,4 Palettes.**

Durant le mois de Février 2019, la solution optimale obtenue suggère d'exploiter les lignes de production comme suit :

- **Ligne SIPA** :
  - 02 jours avec le système  $3*8$  et 01 Jour avec le système  $1*8$  qui seront consacrés pour la production d'Elio 5L,
  - 04 jours avec le système  $3*8$  et 01 Jour avec le système  $2*8$  qui seront consacrés pour la production de Fleurial 5L,
  - 10 Jours avec le système  $3*8$  qui seront consacrés pour la production de Fridor 10L.
- **Ligne 5LA** : La ligne 5LA est exploitée à 100% durant le mois de février, 24 jours avec le système  $3*8$  et 04 Jours avec le système  $2*8$ , qui seront consacrés pour la production d'Elio 5L.

- **Ligne 4L** : 06 jours avec le système 3\*8 et 01 Jour avec le système 1\*8, qui seront consacrés pour la production de Fleurial 4L.
- **Ligne 2L** : 24 jours avec le système 3\*8, 03 Jours avec le système 2 \* 8 et 01 Journée avec le système 1\*8, qui seront consacrés pour la production d'Elio 2L.
- **Ligne 1.8L** : 04 jours avec le système 3\*8 et 01 Journée avec le système 2\*8, qui seront consacrés pour la production de Fleurial 1.8L.
- **Ligne 1L** : 24 jours avec le système 3\*8, 03 Jours avec le système 2\*8 et 01 Journée avec le système 1\*8, qui seront consacrés pour la production d'Elio 1L.

Le nombre totale de jours de travail est  $F^* = 114$  Jours réparties comme suit :

98 Jours avec le système 3\*8, 12 Jours avec le système 2\*8 et 04 Jours avec le système 1\*8.

**Mars 2019 :**

**Elio 5L** : La quantité demandée est de 25000 Palettes.

La solution optimale obtenue indique de consacrer 27 Jours de travail avec le système 3 \* 8 et 04 jours avec le système 2 \* 8 sur la ligne 5 LA ainsi que 01 Jour avec le système 1 \* 8 sur la ligne SIPA :

- $X_{15} = 27$  Jours sur la ligne 5LA, avec le système 3\*8 :  $35,1 * 24 * 27 = 22744,8$  Palettes,
- $X_{14} = 04$  Jours sur la ligne 5LA, avec le système 2\* 8 :  $35,10 * 16 * 4 = 2246,4$  Palettes,
- $X_1 = 01$  Jours sur la ligne SIPA, avec le système 1\* 8 :  $10,4 * 8 * 1 = 83,2$  Palettes.

La quantité globale de Elio 5L à produire est alors : **25074,4 Palettes.**

**Fridor 10 L** : La quantité demandée est de **3000 Palettes.**

La solution optimale obtenue indique de consacrer 12 Jours de travail avec le système 3 \* 8 et 01 Jour avec le système 2\*8 sur la ligne SIPA :

- $X_{12} = 12$  Jours avec le système 3\*8 :  $9,9 * 24 * 12 = 2851,2$  Palettes,
- $X_{11} = 01$  Jour avec le système 2\* 8 :  $9,9 * 16 * 1 = 158,4$  Palettes,

La quantité globale de Fridor 10L à produire est alors : **3009,6 Palettes.**

**Fleurial 4L** : La quantité demandée est de **1350 Palettes**.

La solution optimale obtenue indique de consacrer 7 Jours de travail avec le système 3 \* 8 et 01 jour avec le système 1\* 8 sur la ligne **4 L**:

- $X_{21}=07$  Jours avec le système 3\*8 :  $8 * 24 * 7 = 1344$  Palettes,
- $X_{19}=01$  Jour avec le système 1\* 8 :  $8 * 8 * 1 = 64$  Palettes.

La quantité globale de Fleurial 4L à produire est alors : **1408 Palettes**.

**Elio 2L** : La quantité demandée est de **13000 Palettes**.

La solution optimale obtenue indique de consacrer 27 Jours de travail avec le système 3 \* 8 et 02 Jours avec le système 2 \* 8 sur la ligne **2 L**:

- $X_{24}=27$  Jours avec le système 3\*8 :  $19,2 * 24 * 27 = 12441,6$  Palettes,
- $X_{23}=02$  Jours avec le système 2\* 8 :  $19,2 * 16 * 2 = 614,4$  Palettes.

La quantité globale d'Elio 2L à produire est alors : **13056 Palettes**.

**Fleurial 1.8L** : La quantité demandée est de **495 Palettes**.

La solution optimale obtenue indique de consacrer 5 Jours de travail avec le système 3 \* 8 et 01 jour avec le système 1\* 8 sur la ligne **1.8 L**:

- $X_{27}=5$  Jours avec le système 3\*8 :  $4 * 24 * 5 = 480$  Palettes,
- $X_{25}=01$  Jour avec le système 1\* 8 :  $4 * 8 * 1 = 32$  Palettes.

La quantité globale de Fleurial 1.8L à produire est alors : **512 Palettes**.

**Elio 1L** : La quantité demandée est de **7500 Palettes**.

La solution optimale obtenue indique de consacrer 27 Jours de travail avec le système 3 \* 8, 01 Jours avec le système 2 \* 8 et 01 jour avec le système 1\* 8 sur la ligne **1 L**:

- $X_{30}=27$  Jours avec le système 3\*8 :  $11,2 * 24 * 27 = 7257,6$  Palettes,
- $X_{29}=01$  Jour avec le système 2\* 8 :  $11,2 * 16 * 1 = 179,2$  Palettes.
- $X_{28}=01$  Jour avec le système 1\* 8 :  $11,2 * 8 * 1 = 89,6$  Palettes.

La quantité globale d'Elio 1 L à produire est alors : **7526,4 Palettes**.

Durant le mois de Mars 2019, la solution optimale obtenue suggère d'exploiter les lignes de production comme suit :

- **Ligne SIPA :**
  - 01 jour avec le système 1 \* 8 qui sera consacré pour la production d'Elio 5L,
  - 12 Jours avec le système 3\*8 et 01 jour avec le système 2 \*8 qui seront consacrés pour la production de Fridor 10 L.
- **Ligne 5LA :** La ligne 5LA est exploitée à 100% durant le mois de février, 27 jours avec le système 3\*8 et 04 Jours avec le système 2\*8, qui seront consacrés pour la production d'Elio 5L.
- **Ligne4L :** 07 jours avec le système 3\*8 et 01 Jour avec le système 1 \* 8, qui seront consacrés pour la production de Fleurial 4L.
- **Ligne 2L :** 27 jours avec le système 3\*8 et 02 Jours avec le système 2 \* 8 qui seront consacrés pour la production d'Elio 2L.
- **Ligne 1.8L :** 05 jours avec le système 3\*8 et 01 Jour avec le système 1\*8, qui seront consacrés pour la production de Fleurial 1.8L.
- **Ligne 1L :** 27 jours avec le système 3\*8, 01 Jour avec le système 2\*8 et 01 Jour avec le système 1\*8, qui seront consacrés pour la production d'Elio 1L.

Le nombre totale de jours de travail est  $F^* = 117$  **Jours** réparties comme suit :

105 Jours avec le système 3\*8, 08 Jours avec le système 2\*8 et 04 Jours avec le système 1\*8.

**Avril 2019 :**

**Elio 5L :** La quantité demandée est de **30000 Palettes**.

La solution optimale obtenue indique de consacrer 26 Jours de travail avec le système 3 \* 8 et 04 jour avec le système 1 \* 8 sur la ligne 5 LA ainsi que 01 Jours avec le système 3 \* 8 sur la SIPA :

- $X_{15} = 26$  Jours sur la ligne 5LA, avec le système 3\*8 :  $43,2 * 24 * 26 = 26956,8$  Palettes,
- $X_{14} = 04$  Jours sur la ligne 5LA, avec le système 2\* 8 :  $43,10 * 16 * 4 = 2764,8$  Palettes,
- $X_3 = 01$  Jour sur la ligne 5LA, avec le système 3\* 8 :  $15,6 * 24 * 1 = 374,4$  Palettes,

La quantité globale de Elio 5L à produire est alors : **30096 Palettes**.

**Fleurial 5 L :** La quantité demandée est de **1600 Palettes**.

## *Chapitre 04 : Modélisation du problème sous forme d'un PL*

---

La solution optimale obtenue indique de consacrer 04 Jours de travail avec le système 3 \* 8 et 01 Jour avec le système 1\*8 sur la ligne SIPA :

- $X_6=4$  Jours avec le système 3\*8 :  $15,6 * 24 * 4 = 1497,6$  Palettes,
- $X_4=01$  Jour avec le système 2\* 8 :  $15,6* 8 * 1 = 124,8$  Palettes,

La quantité globale de Fleurial 5L à produire est alors : **1622,4 Palettes.**

**Fridor 5L** : La quantité demandée est de **2600 Palettes.**

La solution optimale obtenue indique de consacrer 7 Jours de travail avec le système 3 \* 8 sur la ligne **SIPA**:

$$X_9=07 \text{ Jours avec le système } 3*8 : 15,6 * 24 * 7 = \mathbf{2620,8 \text{ Palettes.}}$$

**Fridor 10 L** : La quantité demandée est de **3500 Palettes.**

La solution optimale obtenue indique de consacrer 13 Jours de travail avec le système 3 \* 8 et 01 Jour avec le système 2\*8 sur la ligne SIPA :

- $X_{12}=13$  Jours avec le système 3\*8 :  $10,8 * 24 * 13 = 3369,6$  Palettes,
- $X_{11}=01$  Jour avec le système 2\* 8 :  $10,8* 16 * 1 = 172,8$  Palettes,

La quantité globale de Fridor 10L à produire est alors : **3542,4 Palettes.**

**Fleurial 4L** : La quantité demandée est de **1650 Palettes.**

La solution optimale obtenue indique de consacrer 08 Jours de travail avec le système 3 \* 8 et 01 jour avec le système 2\* 8 sur la ligne **4 L**:

- $X_{21}=08$  Jours avec le système 3\*8 :  $8 * 24 * 8 = 1536$  Palettes,
- $X_{20}=01$  Jour avec le système 2\* 8 :  $8 * 16 * 1 = 128$  Palettes.

La quantité globale de Fleurial 4L à produire est alors : **1664 Palettes.**

**Elio 2L** : La quantité demandée est de **16000 Palettes.**

La solution optimale obtenue indique de consacrer 26 Jours de travail avec le système 3 \* 8 et 04 Jours avec le système 2 \* 8 sur la ligne **2 L**:

- $X_{24}=26$  Jours avec le système 3\*8 :  $23,52 * 24 * 26 = 14676,48$  Palettes,
- $X_{23}=04$  Jours avec le système 2\* 8 :  $23,52 * 16 * 4 = 1505,28$  Palettes.

La quantité globale d'Elio 2L à produire est alors : **16181,76 Palettes.**

**Fleurial 1.8L** : La quantité demandée est de **605 Palettes**.

La solution optimale obtenue indique de consacrer 06 Jours de travail avec le système 3 \* 8 et 01 jour avec le système 1\* 8 sur la ligne **1.8 L**:

- $X_{27}=6$  Jours avec le système 3\*8 :  $4 * 24 * 6 = 576$  Palettes,
- $X_{25}=01$  Jour avec le système 1\* 8 :  $4 * 8 * 1 = 32$  Palettes.

La quantité globale de Fleurial 1.8L à produire est alors : **608 Palettes**.

**Elio 1L** : La quantité demandée est de **9000 Palettes**.

La solution optimale obtenue indique de consacrer 26 Jours de travail avec le système 3\*8 et 03 jours avec le système 2\*8 et 01 Jour avec le système 1\*8 sur la ligne **1 L**:

- $X_{30}=26$  Jours avec le système 3\*8 :  $13,3 * 24 * 26 = 8299,2$  Palettes,
- $X_{29}=03$  Jours avec le système 2\*8 :  $13,3 * 16 * 3 = 638,4$  Palettes,
- $X_{28}=01$  Jour avec le système 1\*8 :  $13,3 * 8 * 1 = 106,4$  Palettes,

La quantité globale d'Elio 1L à produire est alors : **9044 Palettes**.

**Mai 2019 :**

**Elio 5L** : La quantité demandée est de **29000 Palettes**.

La solution optimale obtenue indique de consacrer 27 Jours de travail avec le système 3 \* 8, 01 Jour avec le système 2 \* 8 et 01 Jour avec le système 1\* 8 sur la ligne 5 LA :

- $X_{15}=27$  Jours sur la ligne 5LA, avec le système 3\*8 :  $43,2 * 24 * 27 = 27993,6$  Palettes,
- $X_{14}=01$  Jour sur la ligne 5LA, avec le système 2\* 8 :  $43,2 * 16 * 1 = 961,2$  Palettes,
- $X_{13}=01$  Jour sur la ligne 5LA, avec le système 1\* 8 :  $43,2 * 08 * 1 = 345,6$  Palettes,

La quantité globale de Elio 5L à produire est alors : **29030,4 Palettes**.

**Fridor 5L** : La quantité demandée est de **2600 Palettes**.

La solution optimale obtenue indique de consacrer 02 Jours de travail avec le système 2 \* 8 sur la ligne 5LA ainsi que 3 jours de travail avec le système 3\*8 et 01 Jour avec le système 1\*8 sur la ligne SIPA:

- $X_{17}=02$  Jours sur la ligne 5LA, avec le système 2\*8 :  $43,2 * 16 * 2 = 1382,4$  Palettes.

- $X_9=03$  Jours sur la ligne SIPA, avec le système 3\*8 :  $15,6 * 24 * 3 = 1123,2$  Palettes.
- $X_7=01$  Jour sur la ligne SIPA, avec le système 1\*8 :  $15,6 * 08 * 1 = 124,8$  Palettes.

La quantité globale de Fridor 5L à produire est alors : **2630,4 Palettes.**

**Fridor 10 L** : La quantité demandée est de **4000 Palettes.**

La solution optimale obtenue indique de consacrer 15 Jours de travail avec le système 3 \* 8 et 01 Jour avec le système 2\*8 sur la ligne SIPA :

- $X_{12}=15$  Jours avec le système 3\*8 :  $10,8 * 24 * 15 = 3888$  Palettes,
- $X_{11}=01$  Jour avec le système 2\* 8 :  $10,8* 16 * 1 = 172,8$  Palettes,

La quantité globale de Fridor 10L à produire est alors : **4060,8 Palettes.**

**Fleurial 4L** : La quantité demandée est de **1500 Palettes.**

La solution optimale obtenue indique de consacrer 08 Jours de travail avec le système 3 \* 8 sur la ligne **4 L**:

- $X_{21}=08$  Jours avec le système 3\*8 :  $8 * 24 * 8 = 1536$  Palettes.

**Elio 2L** : La quantité demandée est de **15000 Palettes.**

La solution optimale obtenue indique de consacrer 26 Jours de travail avec le système 3 \* 8 et 01 Jours avec le système 2 \* 8 sur la ligne **2 L**:

- $X_{24}=26$  Jours avec le système 3\*8 :  $23,52 * 24 * 26 = 14676,48$  Palettes,
- $X_{23}=01$  Jours avec le système 2\* 8 :  $23,52 * 16 * 1 = 376,32$  Palettes.

La quantité globale d'Elio 2L à produire est alors : **15052,8 Palettes.**

**Fleurial 1.8L** : La quantité demandée est de **550 Palettes.**

La solution optimale obtenue indique de consacrer 06 Jours de travail avec le système 3 \* 8 sur la ligne **1.8 L**:

- $X_{27}=6$  Jours avec le système 3\*8 :  $4 * 24 * 6 = 576$  Palettes.

**Elio 1L** : La quantité demandée est de **8500 Palettes.**

## Chapitre 04 : Modélisation du problème sous forme d'un PL

---

La solution optimale obtenue indique de consacrer 26 Jours de travail avec le système 3 \* 8 et 01 jour avec le système 2\*8 sur la ligne **1 L**:

- $X_{30}$  = 26 Jours avec le système 3\*8 :  $13,3 * 24 * 26 = 8299,2$  Palettes,
- $X_{29}$  = 01 Jours avec le système 2\*8 :  $13,3 * 16 * 1 = 212,8$  Palettes,

La quantité globale d'Elio 1L à produire est alors : **8512 Palettes**.

Durant le mois de mai 2019, la solution optimale obtenue suggère d'exploiter les lignes de production comme suit :

➤ **Ligne SIPA :**

- 03 Jours avec le système 3\*8 et 01 Jour avec le système 1\*8 qui seront consacrés pour la production de Fridor 5L ;
- 15 Jours avec le système 3\*8 et 01 jour avec le système 2 \* 8 qui seront consacrés pour la production de Fridor 10 L.

➤ **Ligne 5LA :**

- 27 Jours avec le système 3\*8, 01 Jour avec le système 2\*8 et 01 Jour avec le système 1\*8, qui seront consacrés pour la production d'Elio 5L.
- 02 Jours avec le système 2\*8 qui seront consacrés pour la production de Fridor 5L.

➤ **Ligne 4L :** 08 jours avec le système 3\*8 qui seront consacrés pour la production de Fleurial 4L.

➤ **Ligne 2L :** 26 jours avec le système 3\*8 et 01 Jours avec le système 2 \* 8 qui seront consacrés pour la production d'Elio 2L.

➤ **Ligne 1.8L :** 06 jours avec le système 3\*8 qui seront consacrés pour la production de Fleurial 1.8L.

➤ **Ligne 1L :** 26 jours avec le système 3\*8 et 01 jours avec le système 2\*8 qui seront consacrés pour la production d'Elio 1L.

Le nombre totale de jours de travail est  $F^* = 119$  Jours réparties comme suit :

111 Jours avec le système 3\*8, 06 Jours avec le système 2\*8 et 02 Jours avec le système 1\*8.

**Juin 2019 :**

**Elio 5L** : La quantité demandée est de 16170 Palettes.

## *Chapitre 04 : Modélisation du problème sous forme d'un PL*

---

La solution optimale obtenue indique de consacrer 19 Jours de travail avec le système 3 \* 8 et 01 jour avec le système 1 \* 8 sur la ligne 5 LA :

- $X_{15} = 19$  Jours sur la ligne 5LA, avec le système 3\*8 :  $35,1 * 24 * 19 = 16005,6$  Palettes,
- $X_{13} = 01$  Jours sur la ligne 5LA, avec le système 1\* 8 :  $35,10 * 8 * 1 = 280,8$  Palettes,

La quantité globale de Elio 5L à produire est alors : **16286,4 Palettes.**

**Fridor 10 L** : La quantité demandée est de **2520 Palettes.**

La solution optimale obtenue indique de consacrer 10 Jours de travail avec le système 3 \* 8 et 01 Jour avec le système 2\*8 sur la ligne SIPA :

- $X_{12} = 10$  Jours avec le système 3\*8 :  $9,9 * 24 * 10 = 2376$  Palettes,
- $X_{11} = 01$  Jour avec le système 2\* 8 :  $9,9 * 16 * 1 = 158,4$  Palettes,

La quantité globale de Fridor 10L à produire est alors : **2534,4 Palettes.**

**Fleurial 4L** : La quantité demandée est de **1050 Palettes.**

La solution optimale obtenue indique de consacrer 5 Jours de travail avec le système 3 \* 8 et 01 jour avec le système 2\* 8 sur la ligne 4 L:

- $X_{21} = 05$  Jours avec le système 3\*8 :  $8 * 24 * 5 = 960$  Palettes,
- $X_{20} = 01$  Jour avec le système 2\* 8 :  $8 * 16 * 1 = 128$  Palettes.

La quantité globale de Fleurial 4L à produire est alors : **1088 Palettes.**

**Elio 2L** : La quantité demandée est de **8960 Palettes.**

La solution optimale obtenue indique de consacrer 19 Jours de travail avec le système 3 \* 8 et 01 Jour avec le système 2 \* 8 sur la ligne 2 L:

- $X_{24} = 19$  Jours avec le système 3\*8 :  $19,2 * 24 * 19 = 8755,2$  Palettes,
- $X_{23} = 01$  Jour avec le système 2\* 8 :  $19,2 * 16 * 1 = 307,2$  Palettes.

La quantité globale d'Elio 2L à produire est alors : **9062,4 Palettes.**

**Fleurial 1.8L** : La quantité demandée est de **385 Palettes.**

## Chapitre 04 : Modélisation du problème sous forme d'un PL

---

La solution optimale obtenue indique de consacrer 04 Jours de travail avec le système 3 \* 8 et 01 jour avec le système 1\* 8 sur la ligne **1.8 L**:

- $X_{27}=4$  Jours avec le système 3\*8 :  $4 * 24 * 4 = 384$  Palettes,
- $X_{25}=01$  Jour avec le système 1\* 8 :  $4 * 8 * 1 = 32$  Palettes.

La quantité globale de Fleurial 1.8L à produire est alors : **416 Palettes**.

**Elio 1L** : La quantité demandée est de **4795 Palettes**.

La solution optimale obtenue indique de consacrer 18 Jours de travail avec le système 3 \* 8 sur la ligne **1 L**:

$$X_{30}=18 \text{ Jours avec le système } 3*8 : 11,2 * 24 * 18 = 4838,4 \text{ Palettes,}$$

Durant le mois de Juin 2019, la solution optimale obtenue suggère d'exploiter les lignes de production comme suit :

- **Ligne SIPA** : 10 Jours avec le système 3\*8 et 01 jour avec le système 2 \* 8 qui seront consacrés pour la production de Fridor 10 L.
- **Ligne 5LA** : 19 jours avec le système 3\*8 et 01 Jours avec le système 1\*8, qui seront consacrés pour la production d'Elio 5L.
- **Ligne4L** : 05 jours avec le système 3\*8 et 01 Jour avec le système 2 \* 8, qui seront consacrés pour la production de Fleurial 4L.
- **Ligne 2L** : 19 jours avec le système 3\*8 et 01 Jours avec le système 2 \* 8 qui seront consacrés pour la production d'Elio 2L.
- **Ligne 1.8L** : 04 jours avec le système 3\*8 et 01 Jour avec le système 1\*8, qui seront consacrés pour la production de Fleurial 1.8L.
- **Ligne 1L** : 18 jours avec le système 3\*8, qui seront consacrés pour la production d'Elio 1L.

Le nombre totale de jours de travail est  $F^* = 80$  Jours réparties comme suit :

75 Jours avec le système 3\*8, 03 Jours avec le système 2\*8 et 02 Jours avec le système 1\*8.

**Juillet 2019 :**

**Elio 5L** : La quantité demandée est de 18480 Palettes.

## Chapitre 04 : Modélisation du problème sous forme d'un PL

---

La solution optimale obtenue indique de consacrer  $X_{15} = 22$  Jours de travail avec le système 3 \* 8 et \* 8 sur la ligne 5 LA :

$$35,1 * 24 * 22 = \mathbf{18532,8 \text{ Palettes.}}$$

**Fridor 10 L** : La quantité demandée est de **2520 Palettes**.

La solution optimale obtenue indique de consacrer 10 Jours de travail avec le système 3 \* 8 et 01 Jour avec le système 2\*8 sur la ligne SIPA :

- $X_{12} = 10$  Jours avec le système 3\*8 :  $9,9 * 24 * 10 = 2376$  Palettes,
- $X_{11} = 01$  Jour avec le système 2\* 8 :  $9,9 * 16 * 1 = 158,4$  Palettes,

La quantité globale de Fridor 10L à produire est alors : **2534,4 Palettes**.

**Fleurial 4L** : La quantité demandée est de **1200 Palettes**.

La solution optimale obtenue indique de consacrer 06 Jours de travail avec le système 3 \* 8 et 01 jour avec le système 1\* 8 sur la ligne **4 L**:

- $X_{21} = 06$  Jours avec le système 3\*8 :  $8 * 24 * 06 = 1152$  Palettes,
- $X_{19} = 01$  Jour avec le système 2\* 8 :  $8 * 8 * 1 = 64$  Palettes.

La quantité globale de Fleurial 4L à produire est alors : **1216 Palettes**.

**Elio 2L** : La quantité demandée est de **10240 Palettes**.

La solution optimale obtenue indique de consacrer 22 Jours de travail avec le système 3 \* 8 et 01 Jour avec le système 1 \* 8 sur la ligne **2 L**:

- $X_{24} = 22$  Jours avec le système 3\*8 :  $19,2 * 24 * 22 = 10137,6$  Palettes,
- $X_{22} = 01$  Jour avec le système 2\* 8 :  $19,2 * 8 * 1 = 153,6$  Palettes.

La quantité globale d'Elio 2L à produire est alors : **10291,2 Palettes**.

**Fleurial 1.8L** : La quantité demandée est de **440 Palettes**.

La solution optimale obtenue indique de consacrer 04 Jours de travail avec le système 3 \* 8 et 01 jour avec le système 2\* 8 sur la ligne **1.8 L**:

- $X_{27} = 4$  Jours avec le système 3\*8 :  $4 * 24 * 4 = 384$  Palettes,
- $X_{26} = 01$  Jour avec le système 1\* 8 :  $4 * 16 * 1 = 64$  Palettes.

La quantité globale de Fleurial 1.8L à produire est alors : **448 Palettes**.

**Elio 1L** : La quantité demandée est de **5480 Palettes**.

La solution optimale obtenue indique de consacrer 20 Jours de travail avec le système 3 \* 8 et 01 Jour avec le système 1 \* 8 sur la ligne **1 L**:

- $X_{30}=20$  Jours avec le système 3\*8 :  $11,2 * 24 * 20 = 5376$  Palettes,
- $X_{29}=01$  Jour avec le système 2\*8 :  $11,2 * 16 * 1 = 179,2$  Palettes,

La quantité globale d'Elio 1L à produire est alors : **5555,2 Palettes**.

Durant le mois de Juillet 2019, la solution optimale obtenue suggère d'exploiter les lignes de production comme suit :

- **Ligne SIPA** : 10 Jours avec le système 3\*8 et 01 jour avec le système 2 \*8 qui seront consacrés pour la production de Fridor 10 L.
- **Ligne 5LA** : 22 jours avec le système 3\*8 qui seront consacrés pour la production d'Elio 5L.
- **Ligne4L** : 06 jours avec le système 3\*8 et 01 Jour avec le système 1 \* 8, qui seront consacrés pour la production de Fleurial 4L.
- **Ligne 2L** : 22 jours avec le système 3\*8 et 01 Jours avec le système 1 \* 8 qui seront consacrés pour la production d'Elio 2L.
- **Ligne 1.8L** : 04 jours avec le système 3\*8 et 01 Jour avec le système 2\*8, qui seront consacrés pour la production de Fleurial 1.8L.
- **Ligne 1L** : 20 jours avec le système 3\*8 et 01 Jour avec le système 2\*8, qui seront consacrés pour la production d'Elio 1L.

Le nombre totale de jours de travail est  $F^* = 89$  **Jours** réparties comme suit :

84 Jours avec le système 3\*8, 03 Jours avec le système 2\*8 et 02 Jours avec le système 1\*8

**Aout 2019 :**

**Elio 5L** : La quantité demandée est de 16170 Palettes.

La solution optimale obtenue indique de consacrer 19 Jours de travail avec le système 3 \* 8 et 01 jour avec le système 1 \* 8 sur la ligne 5 LA :

- $X_{15}=19$  Jours sur la ligne 5LA, avec le système 3\*8 :  $35,1 * 24 * 19 = 16005,6$  Palettes,

## Chapitre 04 : Modélisation du problème sous forme d'un PL

---

- $X_{13}=01$  Jours sur la ligne 5LA, avec le système  $1*8 : 35,10*8 * 1 = 280,8$  Palettes,

La quantité globale de Elio 5L à produire est alors : **16286,4 Palettes.**

**Fridor 10 L** : La quantité demandée est de **2520 Palettes.**

La solution optimale obtenue indique de consacrer 10 Jours de travail avec le système  $3 * 8$  et 01 Jour avec le système  $2*8$  sur la ligne SIPA :

- $X_{12}=10$  Jours avec le système  $3*8 : 9,9 * 24 * 10 = 2376$  Palettes,
- $X_{11}=01$  Jour avec le système  $2*8 : 9,9*16 * 1 = 158,4$  Palettes,

La quantité globale de Fridor 10L à produire est alors : **2534,4 Palettes.**

**Fleurial 4L** : La quantité demandée est de **1050 Palettes.**

La solution optimale obtenue indique de consacrer 5 Jours de travail avec le système  $3 * 8$  et 01 jour avec le système  $2*8$  sur la ligne **4 L**:

- $X_{21}=05$  Jours avec le système  $3*8 : 8 * 24 * 5 = 960$  Palettes,
- $X_{20}=01$  Jour avec le système  $2*8 : 8 * 16 * 1 = 128$  Palettes.

La quantité globale de Fleurial 4L à produire est alors : **1088 Palettes.**

**Elio 2L** : La quantité demandée est de **8960 Palettes.**

La solution optimale obtenue indique de consacrer 19 Jours de travail avec le système  $3 * 8$  et 01 Jour avec le système  $2 * 8$  sur la ligne **2 L**:

- $X_{24}=19$  Jours avec le système  $3*8 : 19,2 * 24 * 19 = 8755,2$  Palettes,
- $X_{23}=01$  Jour avec le système  $2*8 : 19,2 * 16 * 1 = 307,2$  Palettes.

La quantité globale d'Elio 2L à produire est alors : **9062,4 Palettes.**

**Fleurial 1.8L** : La quantité demandée est de **385 Palettes.**

La solution optimale obtenue indique de consacrer 04 Jours de travail avec le système  $3 * 8$  et 01 jour avec le système  $1*8$  sur la ligne **1.8 L**:

- $X_{27}=4$  Jours avec le système  $3*8 : 4 * 24 * 4 = 384$  Palettes,
- $X_{25}=01$  Jour avec le système  $1*8 : 4 * 8 * 1 = 32$  Palettes.

La quantité globale de Fleurial 1.8L à produire est alors : **416 Palettes**.

**Elio 1L** : La quantité demandée est de **4795 Palettes**.

La solution optimale obtenue indique de consacrer 18 Jours de travail avec le système 3 \* 8 sur la ligne **1 L**:

$$X_{30}=18 \text{ Jours avec le système } 3*8 : 11,2 * 24 * 18 = 4838,4 \text{ Palettes,}$$

Durant le mois d'Aout 2019, la solution optimale obtenue suggère d'exploiter les lignes de production comme suit :

- **Ligne SIPA** : 10 Jours avec le système 3\*8 et 01 jour avec le système 2 \*8 qui seront consacrés pour la production de Fridor 10 L.
- **Ligne 5LA** : 19 jours avec le système 3\*8 et 01 Jours avec le système 1\*8, qui seront consacrés pour la production d'Elio 5L.
- **Ligne4L** : 05 jours avec le système 3\*8 et 01 Jour avec le système 2 \* 8, qui seront consacrés pour la production de Fleurial 4L.
- **Ligne 2L** : 19 jours avec le système 3\*8 et 01 Jours avec le système 2 \* 8 qui seront consacrés pour la production d'Elio 2L.
- **Ligne 1.8L** : 04 jours avec le système 3\*8 et 01 Jour avec le système 1\*8, qui seront consacrés pour la production de Fleurial 1.8L.
- **Ligne 1L** : 18 jours avec le système 3\*8, qui seront consacrés pour la production d'Elio 1L.

Le nombre totale de jours de travail est **F\* = 80 Jours** réparties comme suit :

75 ours avec le système 3\*8, 03 Jours avec le système 2\*8 et 02 Jours avec le système 1\*8.

### Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons fait un cas pratique sur un exemple de planification de la production, au sein de l'entreprise CEVITAL pour la ligne SIPA qui produit trois produits différents Elio5L, Fleurial 5L, Fridor 5L et 10L. Pour la Ligne 5LA produit deux produits différents Elio 5 L et Fridor 5L. Pour la Ligne 4L, la Ligne 2L, la Ligne 1,8L et la ligne 1L ils

sont produits un seul produit seulement. Grâce au logiciel MATLAB nous obtenons les résultats, puis nous les interprétons.

# **Conclusion générale**

## *Conclusion Générale*

---

### **Conclusion Générale**

Suite au développement économique et à la complexité des systèmes de production des entreprises modernes, les gestionnaires sont plus que jamais conscients de l'apport d'une organisation scientifique du travail, permettant de suivre le même niveau technologique des installations industrielles. Le problème rencontré au sein de l'usine est un problème qui survient dans la plupart des entreprises qui relève de la production d'un ou plusieurs produits. Ce problème consiste en la planification et l'optimisation de tous les paramètres liés à chaque opération. Étant donné que l'organisation de la production de l'entreprise n'est pas optimale, à cause de plusieurs contraintes liées à l'approvisionnement, la planification de la production est la solution souhaitée par l'entreprise.

Notre problème s'inscrit dans le cadre d'une modélisation de la production afin d'établir un planning de production pour l'unité de conditionnement des huiles de CEVITAL. Il s'agit de déterminer pour chaque ligne de production la quantité de chaque produit à produire ainsi que le système de travail adopté et ce pour un horizon d'un mois. L'objectif principal est de planifier la production de l'unité des conditionnements des huiles de CEVITAL par l'application des techniques de la programmation linéaire.

Dans cet objectif, nous avons fait appel à la programmation linéaire qui constitue un outil efficace à la résolution de plusieurs problèmes de gestion y inclus les problèmes de minimisation ou de maximisation d'une fonction linéaire. La programmation linéaire rend service aux responsables en générant des stratégies optimales pour un ensemble donné de paramètres. Elle est adaptée pour exploiter des problèmes avec de multiples contraintes en fournissant une technique qui conduit à une solution optimale.

La description du système étudié, nous a permis d'élaborer un modèle mathématique permettant de produire les quantités demandées de chaque produit pour chaque mois, en identifiant les lignes de production utilisées ainsi que le système de travail adopté, tout en respectant les contraintes relatives aux productions et aux capacités de chaque ligne de production.

Grâce au logiciel «MATLAB», nous avons dégagé des résultats de résolution des programmes linéaires associés à chaque mois pour la période allant du mois de janvier 2019

## *Conclusion Générale*

---

jusqu'au mois d'aout 2019. Ces résultats obtenus donnent aux responsables de l'entreprise CEVITAL des diagnostics qui vont les aider à établir un plan mensuel de travail de l'ensemble du personnel de l'entreprise ainsi qu'un plan de maintenance préventive pour différentes lignes de production.

### **Perspectives :**

- Exploiter les résultats obtenus par ce modèle afin d'établir un plan de travail pour le personnel de l'entreprise.
- Exploiter les résultats obtenus par ce modèle afin d'établir un plan de maintenance préventive pour différentes lignes de production.
- Étude de la fiabilité et de la disponibilité des différentes lignes de production, et ceci pour se rapprocher des capacités réelles offrant un meilleur plan de production.

# **BIBLIOGRAPHIE**

# Bibliographie

---

## Bibliographie :

### Ouvrages

1. **ALAIN. C, Maurice. P, CHANTAL MARTIN. B**, *Gestion de la production*, 4<sup>ème</sup> édition d'organisation, Paris, 2003.
2. **BAILLARGEON Gérald**, *Programmation linéaire appliqué, outils d'optimisation et d'aide à la décision*, édition SMG, 1996.
3. **BERNARD et COLLI**, *Dictionnaire économique et financier*, édition du Seuil, Paris, 1996.
4. **DANTZIG GEORGE B, THAPA MUKUND N**, *Linear programming, Introduction*, Springer-Verlag New York, LLC January 1997.
5. **DEWOLF Daniel**, *Théorie et pratique de l'optimisation*, Villeneuve d'Ascq, Octobre 2002.
6. **FORTZ Bernard**, Recherche opérationnelle et applications, 2012-2013.
7. **FREDET Anne**, *Recherche opérationnelle : programmation linéaire à plusieurs variables (simplexe)*, 4<sup>ème</sup> édition, Dunod, Paris 2001.
8. **GABOW.H, fall**, *Linear programming unit: overview cscisg*, 2007.
9. **GAUJET, C et NICOLAS, C. :** *Mathématiques appliquées, initiation à la recherche opérationnelle*, Dunod, 3<sup>ème</sup> édition révisée, Paris, 1988.
10. **GEORGES JAVEL**, *Organisation et gestion de la production*, 4<sup>ème</sup> édition, édition Dunod, Paris, 2004.
11. **GUERE Christian, PRINS Christelle, SEVAUX Marc**, *Programmation linéaire, 65 problèmes d'optimisation modélisés et résolus avec visualxpress*, édition Eyrolles, Paris, 2<sup>ème</sup> tirage, 2003.
12. **HEMICI Farouk, BOUNAB Mira**, *Technique de gestion, rappels de cours cas d'application*, 2<sup>ème</sup> édition, édition Dunod, Paris, 2007.
13. **LECLERE Dédier**, *L'essentiel de la comptabilité analytique, analyser les coûts pour bien décider*, 4<sup>ème</sup> édition, groupe Eyrolles, Paris 1997.
14. **MELLOULI. K, EL KAMEL. A, BORNE.P**, *Programmation linéaire et applications*, édition Technip, Paris, 2004.
15. **MVIBUDULU K.**, *Initiations aux modèles, méthodes et pratiques de la recherche opérationnelle*, 2<sup>ème</sup> édition CRSAT, 2007.
16. **P. Esquirol et P. Lopez**, «*L'ordonnancement* », 2<sup>ème</sup> édition, Economica, Paris, 1999.

## Bibliographie

---

17. **Pierre Merlin, Françoise Choay**, *Dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement*, PUF, octobre 2010.
18. **S.HILLIER Frederick, J. LIEBERMAN Gerald**, *Introduction to operation research*, edition Library of Congress cataloging-in-Publication Data, seventh edition, New York, 2001.

### Mémoires :

1. **AKROUR.S**, *Impact du mode de Gestion de la Chaîne Logistique sur la Productivité de l'Entreprise de l'Entreprise CEVITAL de Bejaia*, Projet fin d'étude, université Bejaia, Année 2017- 2018.
2. **AZIZI.R et CHEMALI.R**, *Commande et supervision de l'unité de conditionnement d'huile*, Mémoire de Master, université Bejaia 2009-2010.
3. **DEWOLF Daniel**, *Recherche opérationnelle*, Université du Littoral Côte d'Opale, Master 2 en sciences économiques et de gestion, édition Dunkerque, Septembre 2006.
4. **HIDRA. Y**, *Calcul des besoins en composants pour la gestion des stocks des huiles brutes*. Mémoire de magister, Bejaia 2010.
5. **KENNOUCHE. S**, *L'usage des techniques de la programmation linéaire dans la planification de la production*, Mémoire de magister, Bejaia 2016.
6. **MOUSSA .S**, *Dimensionnement et supervision de deux échangeurs de chaleur à l'unité de conditionnement d'huile de CEVITAL*, Mémoire de Master, Bejaia 2012-2013.
7. **OUKACI .M**, *Planification de la production*, Mémoire de Master, Bejaia 2017-2018.
8. **RAHMANI.L**, *La gestion de la production et l'optimisation de la distribution*, Mémoire de Master, Bejaia 2016-2017.

### Sites internet :

[https://www.coursexamens.org/images/An\\_2013\\_2/Etude\\_superieure/Ingeniorat\\_informatique/ROMontreal/6\\_IFT1575\\_PLModel1\(4\).pdf](https://www.coursexamens.org/images/An_2013_2/Etude_superieure/Ingeniorat_informatique/ROMontreal/6_IFT1575_PLModel1(4).pdf)

<https://www.economie.gouv.fr/facileco/fonction-production>

## Bibliographie

---

# **TABLE DES MATIERES**

# Table des matières

---

## Table des Matières

### La liste des abréviations

### Sommaire

<b>Introduction générale.....</b>	<b>1</b>
<b>Chapitre 1 : Généralités sur la planification de la production .....</b>	<b>4</b>
Introduction.....	4
Section1 : La gestion de production .....	4
1 : Concepts de base de la gestion de production .....	5
1.1. Définition de la gestion.....	5
1.2. Les objectifs de la gestion.....	5
1.3. Définition de la production .....	5
1.4. Définition de la gestion de la production .....	6
2 : La gestion de la production et les flux .....	6
3 : Place de la gestion de la production dans les entreprises .....	7
4 : La gestion et aspect financier .....	8
5 : La prévision de la demande.....	9
Section 2 : Notion sur la planification de production .....	10
1 : Généralité.....	11
1.1. Les objectifs .....	11
1.2. Les éléments fondamentaux .....	11
2 : Les niveaux de planification de la production .....	11
2.1. Planification à long terme .....	11

## *Table des matières*

---

2.2. Planification à moyen terme.....	12
2.3. Planification à court terme et à très court terme .....	12
3 : les étapes de planification de la production .....	13
3.1. Définition de plan industriel et commercial(PIC).....	13
3.2. Définition de plan directeur de production(PDP) .....	14
3.3. Définition et l'objectif de plan de charge (PC).....	14
Section 3 : l'ordonnancement .....	15
1 : Définition.....	15
2 : le but de l'ordonnancement .....	16
3 : Les différences entre la planification et l'ordonnancement .....	16
4 : types de l'ordonnancement.....	16
4 .1. Pilotage de la production.....	16
4.2. Ordonnancement centralisé.....	17
4.3. Ordonnancement Décentralisé .....	17
CONCLUSION .....	17
<b>CHAPITRE 2 : Les techniques de la programmation linéaire .....</b>	<b>18</b>
Introduction .....	18
Section 1 : Notion sur la programmation linéaire .....	18
1: définition de la programmation linéaire .....	18
2 : définition d'un programme linéaire .....	19
3 : Le but de la programmation linéaire .....	20

## *Table des matières*

---

4 : Les conditions de formulation d'un PL .....	21
Section 2 : formulation d'un programme linéaire .....	21
1 : l'identification des variables d'activité.....	24
2 : La fonction économique .....	24
3 : les contraintes d'activité .....	25
Section 3 : Résolution d'un programme linéaire .....	25
1 : La résolution des programmes linéaires par la méthode Graphique .....	25
1.1. Région des solutions réalisables.....	26
1.2. Solution non réalisable.....	26
1.3. Solution réalisable optimale.....	26
2 : La résolution d'un programme linéaire par la méthode Simplexe .....	27
2.1. Illustration algébrique de la méthode du simplexe.....	28
2.1.1. Déterminer la solution de base réalisable de départ.....	28
2.1.2. Une itération simplexe.....	28
2.1.2.1. Choix de la variable hors base candidate à rentrer dans la base .....	28
2.1.2.2. Choix de la variable de base candidate à quitter la base.....	28
2.1. 3. Le critère d'arrêt .....	29
2.2. L'algorithme du simplexe en tableaux.....	29
2.2.1. Critère d'entrée.....	29
2.2.2. Critère de sortie .....	29
2.2.3. Renouvellement des tableaux .....	29
2.2.4. Critère d'arrêt.....	30

## *Table des matières*

---

2.3. Problèmes linéaire particuliers .....	31
2.3.1. Le problème non réalisable .....	31
2.3.2. Le problème non borne .....	31
2.3.3. Le problème linéaire à infinité de solution optimale.....	31
CONCLUSION .....	31
<b>CHAPITRE III : Gestion de la production au sein de l'entreprise Cevital.....</b>	<b>32</b>
Introduction .....	32
Section 1 : L'organisme d'accueil .....	32
1. Présentation.....	32
2. Situation géographique .....	33
3. Missions et objectifs .....	33
4. Activités .....	34
4.1. L'activité de Cevital au niveau de la Commune de Bejaia.....	34
4.2. L'activité de Cevital au niveau de la Commune D'Elkseur.....	34
4.3. L'activité de Cevital au niveau de la Wilaya de Tizi Ouzou.....	34
5. Les produits et la flexibilité de conditionnement de cevital.....	34
5.1. Les produits de Cevital.....	35
5.2. La flexibilité de conditionnement.....	37
5.3. La structure organisationnelle de Cevital .....	37
6. Les directions de Cevital.....	38

## *Table des matières*

---

6.1. Direction des ressources humaine.....	38
6.2. Direction comptabilité et finance.....	38
6.3. Direction technique.....	38
6.4. Direction logistique .....	38
6.5. Direction commerciale .....	38
6.6. Direction contrôle qualité.....	39
6.7. Direction distribution directe .....	39
6.8. Direction production.....	39
6.8.1. Service raffinage .....	39
6.8.2. Service conditionnement .....	41
6.8.3. Service margarine.....	41
Section 2 : L'approche globale au conditionnement d'huile.....	41
1. Présentation de l'unité conditionnement d'huile.....	41
2. Service de conditionnement d'huile.....	43
Section 3 : présentation des données .....	43
Conclusion .....	45
<b>CHAPITRE 4 : Modélisation de problèmes sous forme d'un PL.....</b>	<b>46</b>
<b>Introduction.....</b>	<b>46</b>
Section 1 : les étapes de la modélisation .....	46
1. L'identification des variables d'activités.....	46
2. Formulation de la fonction objective .....	48

## *Table des matières*

---

3. Formulation des contraintes .....	48
3.1. Les contraintes de demande .....	48
3.2. Les contraintes de capacités des lignes de production .....	49
3.3. Les contraintes de maintenance .....	49
Section 2. Présentation de logiciel utilisé (MATLAB).....	50
1. Les modes de fonctionnement sur MATLAB .....	50
2. Programmation linéaire sous MATLAB .....	50
Section 3. Les interprétations des résultats obtenus .....	51
1. Résultats et discussions.....	51
2. Arrondi les résultats .....	52
3. Interprétations.....	53
<b>Conclusion.....</b>	<b>70</b>
<b>Conclusion générale .....</b>	<b>72</b>
<b>Bibliographie</b>	
<b>Liste des tableaux</b>	
<b>Liste des figures</b>	
<b>Annexe</b>	
<b>Résumé</b>	

# **LISTE DES TABLEAUX**

## *Liste des tableaux#*

---

### **Liste des tableaux**

<b>Numéro du tableau</b>	<b>Intitulé du tableau</b>	<b>Numéro de page</b>
Tableau N° 01.	Tableau récapitulatif de l'activité de l'entreprise CEVITAL	37
Tableau N° 02.	Produits d'emballages fabriqués par CEVITAL	37
Tableau N° 03.	Les données de productions	44
Tableau N° 04.	Les données techniques	44
Tableau N° 05.	Les données commerciales	45
Tableau N° 06.	Les Résultats et discussion	52
Tableau N° 07.	Arrondi des résultats	53

# **LISTE DES FIGURES**

## *Liste des Figures#*

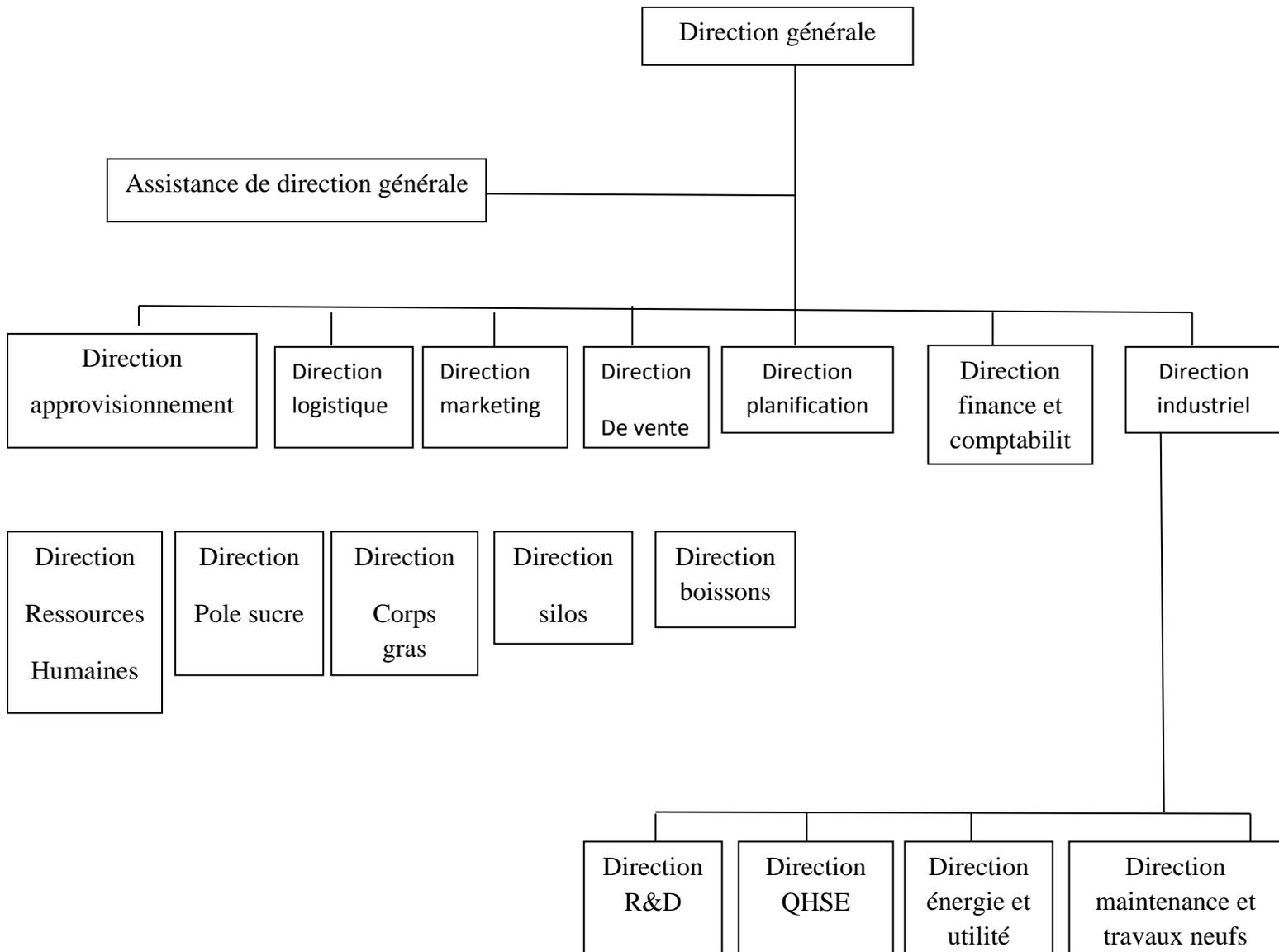
---

### Liste des Figures

<b>Numéro du Figure</b>	<b>Intitulé des Figures</b>	<b>Numéro de page</b>
Figure N° 01.	La démarche à suivre dans l'optimisation d'un programme linéaire.	<b>23</b>
Figure N° 02.	L'enchaînement des différentes étapes de désodorisation.	<b>40</b>
Figure N° 03.	Organigramme de la direction du conditionnement	<b>43</b>

# **ANNEXE**

**Annexe 1 : Organigramme générale de CEVITAL**



**Source :** fournie par Cevital

## **Résumé**

Toute entreprise quel que soit son secteur d'activité a besoin d'une gestion de production résolument moderne et efficace dans un but de compétitivité et donc de pérennité. La planification de production est un processus qui consiste à élaborer et à réviser un ensemble de plans interdépendants et qui doit permettre de garantir le meilleur équilibre possible entre l'offre et la demande en tout point de la chaîne logistique à tout moment.

Ce mémoire s'inscrit dans le cadre d'une modélisation de la production afin d'établir un planning de production pour l'unité de conditionnement des huiles de Cevital. Il s'agit de déterminer pour chaque ligne de production la quantité de chaque produit à produire ainsi que le système de travail adopté et ce pour un horizon d'un mois. L'objectif principal est de montrer comment, en utilisant la programmation linéaire, on peut élaborer un plan optimal de production.

**Mots clés** : programmation linéaire, planification de la production, méthode de simplexe, les contraintes, les variables de décision, MATLAB.

## **Abstract**

Any company whatever its sector of activity needs a production management resolutely modern and effective for the purpose of competitiveness and therefore sustainability. Production planning is a process of developing and revising a set of interrelated plans to ensure the best possible balance between supply and demand at any point in the supply chain at all times.

This thesis is part of a production model to establish a production plan for the Cevital oil packaging unit. It is a question of determining for each line of production the quantity of each product to be produced as well as the system of work adopted and this for a horizon of one month. The main goal is to show how, using linear programming, we can develop an optimal production plan.

**Keywords**: linear programming, production planning, simplex method, constraints, decision variables, MATLAB.