

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'enseignement supérieur et  
la recherche scientifique

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ecole Supérieure des Sciences Appliquées  
-tlemcen-



المدرسة العليا في العلوم التطبيقية  
École Supérieure en  
Sciences Appliquées

المدرسة العليا للعلوم التطبيقية- تلمسان-

## Mémoire de fin d'études

Pour l'obtention d'un diplôme de Master

Filière : Génie industriel

Option : Management Industriel et Logistique

Présenter par : Lina LAZZOUNI

**Thème :**

***Optimisation de la distribution des  
produits de l'entreprise CANAL PLAST***

Soutenu publiquement le 04 juillet 2022, devant le jury compos de :

- Mr . Mustapha Anwer BRAHAMI MCA ESSA – Tlamcen Président
- Mr. Mohammed BENNEKROUF MCA ESSA – Tlamcen Directeur de mémoire
- Mr. Fouad MALIKI MCB ESSA – Tlamcen Examineur 1
- Mme. Amina OUHOUD MCB ESSA – Tlamcen Examineur 2

**Année universitaire :**

2021-2022

## Remerciement :

*Je tiens à remercier tout d'abord Dieu qui m'a donné la force et la patience d'accomplir ce travail ;*

*Je tiens à remercier mes encadrants Mr. Mohammed BENNEKROUF et Mr Fouad MALIKI pour leur aide et soutien pendant toute cette période ;*

*Je tiens à remercier aussi tout l'ensemble des enseignants et responsables de l'école supérieure des sciences appliquées - tlemcen- pour leur aide durant les cinq ans de notre formation ;*

*Je tiens à remercier aussi madame Naïma LEBBED qui m'a encadré au cours de ce stage, ainsi que tout l'ensemble de l'entreprise CANAL PLAST pour leur aide ;*

*Enfin ; je tiens à remercier toutes les personnes qui ont participé de près et de loin à la réalisation de ce travail ;*

*Merci à vous tous ;*

## Dédicace

*Je dédie ce modeste travail à ma famille ; mes chers parents , ma sœur et mes frères pour leur encouragement, leur soutien durant mes années d'études ;*

*A mes chers amies ;*

*A mes professeurs sans exception pour leur effort durant ces cinq ans d'étude afin d'assurer une formation solide ;*

*A toute la promo 2022*

# Table de matières :

• Remerciement.....	2
• Dédicace.....	3
• Table des matières.....	4
• Table des figures.....	7
• Table des tableaux.....	8
• Introduction générale.....	9

## Chapitre 1 :

### Présentation de l'entreprise CANAL PLAST

• présentation de l'entreprise CANAL PLAST.....	13
• organigramme de l'entreprise CANAL PLAST.....	14
• la direction.....	15
• SMQ (système management qualité).....	15
• service commercial.....	16
• département ressources humaines.....	17
• département d'approvisionnement.....	17
• département de la production.....	18
✓ atelier PVC.....	19
✓ atelier PEHD.....	21
• service maintenance.....	23
• département contrôle de qualité.....	24

## Chapitre 2 :

### Gestion de stock et de transport

• Prévisions et approvisionnements;	
✓ Définition.....	27
✓ Mission et objectifs.....	27
✓ Méthodes d'approvisionnement.....	27

- **Concept de la gestion de la production ;**
  - ✓ Définition.....33
  - ✓ Niveaux de stock.....33
  - ✓ Rôle de la gestion de stock.....34
  - ✓ Logiciel de gestion de stock.....35
  - ✓ Valorisation du stock.....36
  - ✓ Outils de gestion du stock.....36
  - ✓ La notion d'entreposage.....39
- **La fonction commerciale et la gestion de transport ;**
  - **la fonction commerciale ;**
    - ✓ Définition.....40
    - ✓ Objectifs de la fonction commerciale.....40
    - ✓ Lois du marché.....40
    - ✓ Administrations des ventes.....41
    - ✓ Documents contractuel aux clients.....41
  - **la gestion de transport ;**
    - ✓ définition .....42
    - ✓ matériel utilisé pour le transport.....42
    - ✓ modes de transport.....43
- **conclusion.....44**

### Chapitre 3 :

#### Problème de tourné de véhicule avec fenêtre de temps VRPTW : cas de l'entreprise CANAL PLAST

- **Problème d'optimisation linéaire ;**
  - ✓ Définition.....47
  - ✓ Modélisation mathématique des problèmes  
linéaire.....47

✓ Exemples sur les problèmes d'optimisation linéaire.....	48
✓ Langage de programmation linéaire CPLEX .....	48
✓	
• Problème de tourné de véhicule avec fenêtre de temps VRPTW ;	
✓ Définition de la problématique.....	49
✓ Modélisation mathématique de problème ;	
▪ Indices.....	50
▪ Paramètres.....	50
▪ Variables de décisions.....	50
▪ Fonction objectif.....	51
▪ Contraintes.....	51
• programmation CPLEX ;	
✓ fichier.mod.....	52
✓ fichier .data.....	53
• interprétation des résultats.....	54
• conclusion générale.....	57
• références et bibliographie.....	59

## Table des figures :

---

- figure 1.1 : composition d'un tube.
- Figure 1.2 : processus de production des tubes PVC.
- Figure 1.3 : processus de production des tubes PEHD.
- Figure 2.1 : la QEC graphiquement
- Figure 2.2 : quantité et période fixes
- Figure 2.3 : quantité variable et période fixes
- Figure 2.4 : point de commande
- Figure 2.5 : niveaux de stocks
- Figure 2.6 : consommation constante
- Figure 2.7 : consommation croissante sans saisonnalité
- Figure 2.8 : saisonnalité à tendance croissante
- Figure 3.1 : indices
- Figure 3.2 : paramètres
- Figure 3.3 : variables de décisions
- Figure 3.4 : fonction objectif
- Figure 3.5 : contraintes
- Figure 3.6 : valeurs des paramètres

## Table des tableaux :

---

- tableau 1.1 : diamètres des tubes PVC.
- Tableau 1.2 : débits et temps de changements des ligne de production des tubes PVC.
- tableau 1.3 : diamètres des tubes PEHD.
- Tableau 1.4 : débits et temps de changements des ligne de production des tubes PEHD.
- Tableau 2.1 : méthodes d'approvisionnements.
- Tableau 2.2 : valeur de RD et le classement ABC.
- Tableau 3.1 : matrice de distance.
- Tableau 3. 2 : valeurs de la variable Ta.
- Tableau 3. 3 : chemin du premier camion.
- Tableau 3. 4 : chemin du deuxième camion.
- Tableau 3. 5 : chemin du troisième camion.



# Introduction générale

Durant ces dernières années, les entreprises ont subi de nombreux changements qui ont modifié leur mode de gestion. Cette gestion est devenue un problème, qui consiste à gérer de façon intégrée les différents systèmes de l'entreprise, en maximisant ses performances en fonction des objectifs établis ;

La gestion de stock est d'un point de vue économique ; une des fonctions principales de l'entreprise. Une bonne gestion de stock est un facteur de flexibilité de l'entreprise, elle joue un rôle très important ; dont elle permet de réduire les coûts de la logistique ; en minimisant les coûts de stockage, ainsi que la satisfaction des demandes clients et éviter la rupture de stock ;

Ainsi que la gestion de transport qui est une fonction importante ; qui joue un rôle très important dans la commercialisation des produits et qui permet de livrer les produits finis et la marchandise dans les meilleures conditions de sécurité et de qualité aux clients ;

Dans ce travail ; on aura trois chapitres ;

Un premier chapitre de présentation de l'entreprise CANAL PLAST ; ces différents processus et leur rôle dans l'entreprise ; ainsi que la fonction principale et l'objectif de chaque un de ses processus et surtout le service commerciale ; dont on va travailler dans cette thèse sur le côté de livraison et satisfaction des clients ;

Un deuxième chapitre qui contient la partie théorique ; dont on va parler de la notion de la gestion de stock et d'approvisionnement ( les définitions, méthodes et logiciels..) et aussi de la gestion de transport( la notion de transport, modes de transport, ..) ;

Et un troisième chapitre qui contient la partie pratique ; dont on va résoudre un problème fréquemment rencontré dans la vie réelle ; c'est le problème de tournée de véhicule avec fenêtre de temps VRPTW(Vehicule Routing Problem with Time Window) dans une entreprise de production des tubes PVC et PEHD « CANAL PLAST » ; dont on va définir les paramètres du problème, les variables de décisions, la fonction objectif sous des contraintes de capacité et de temps bien définis ; et on le résoudra avec le logiciel de programmation linéaire CPLEX ;

# **Chapitre 1 :**

## **Présentation de l'entreprise CANAL PLAST**

# **Chapitre 1 :**

## **Présentation de l'entreprise CANAL PLAST**

- **présentation de l'entreprise CANAL PLAST.**
- **organigramme de l'entreprise CANAL PLAST.**
- **la direction**
- **SMQ (système management qualité).**
- **service commercial.**
- **département ressources humaines.**
- **département d'approvisionnement.**
- **département de la production.**
  - ✓ **atelier PVC.**
  - ✓ **atelier PEHD.**
- **service maintenance.**
- **département contrôle de qualité.**

## Présentation de l'entreprise CANAL PLAST :

---

L'entreprise CANAL PLAST est une entreprise créée en 2006 ; responsable sur la production des tubes PVC (polychlorure de vinyle) et PEHD ( polyéthylène ) utilisé dans les réseaux d'assainissement , de l'eau, gaz et télécommunication.

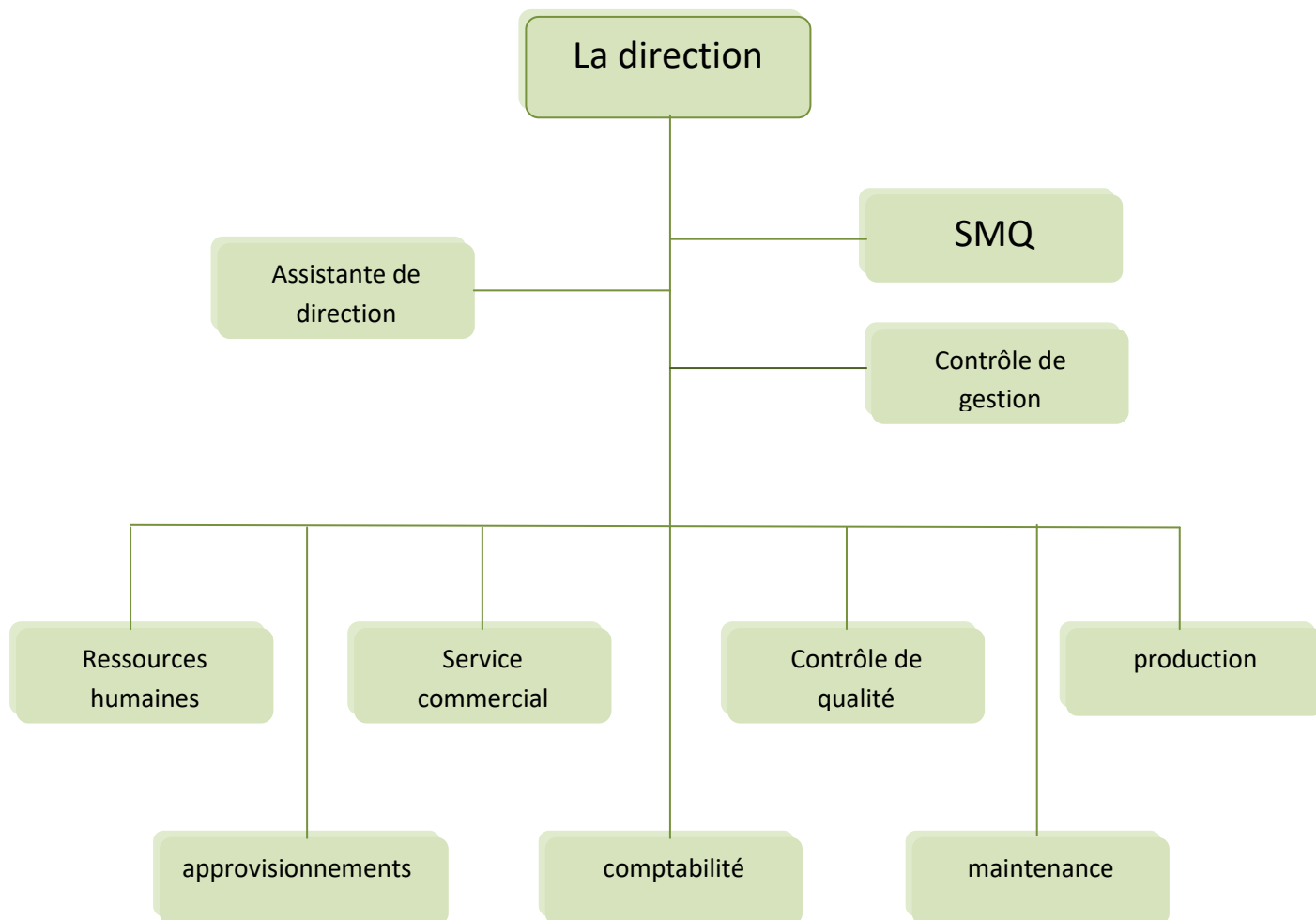
Elle est certifiée de ISO9001 version 2015 et de tadj aussi.

### **Fiche technique :**

- Raison social :CANAL PLAST.
- Date de création : 2006.
- Adresse : Zone industrielle lot 06 Desserte n°3 CHETOUANE – TLEMCEM.
- Email : canalplast@groupekherbouche.com.
- Site web : www.gkgroupe.com

L'entreprise CANAL PLAST à huit processus principaux :

- ✚ La direction.
- ✚ SMQ ( système management qualité).
- ✚ Service commercial.
- ✚ Département ressources humaines.
- ✚ Département d'approvisionnement.
- ✚ Département de la production.
- ✚ Service maintenance.
- ✚ Département contrôle de qualité.



## Organigramme de l'entreprise CANAL PLAST

## 1. La direction :

La fonction principale de la direction et l'administration générale consiste à :

- ✓ Définir les objectifs principaux de l'entreprise.
- ✓ Planifier les actions futures.
- ✓ Organiser le fonctionnement des différentes tâches de l'entreprise (production, gestion de stock, approvisionnement, contrôle de qualité, ventes,...).
- ✓ Contrôler leur réalisation afin de pouvoir corriger les erreurs le plus vite possible.

## 2. SMQ (système management qualité) :

Le système management qualité est le système dont ;

- ✓ il vérifie les différentes tâches de l'entreprise et les actions réalisées ou pas .
- ✓ de vérifier le degré de réalisation des objectifs qualité.
- ✓ Faire un plan d'action pour l'amélioration de l'entreprise.
- ✓ Faire la gestion des risques.
- ✓ Définir les différents besoins de l'entreprise.

De façon générale le SMQ (système management qualité) est un complément de la direction ; dont ils définissent les objectifs et faire de leur mieux pour l'amélioration ; en tenant compte les écarts et les besoins des différents processus de l'entreprise.

## 3. Service commercial :

### 1. Définition :

La fonction commerciale dans une entreprise a pour objectif de développer un portefeuille de clients afin de générer du chiffre d'affaire essentiel pour le fonctionnement de l'entreprise .

### 2. Objectif :

Ce service a comme objectif :

- ✓ Satisfaire le client.
- ✓ Gestion des commandes clients.

### 3. Fonction :

Ce service est chargé de la commercialisation des produits finis ( tubes PVC et PEHD ) et accessoire .

Dans ce service , on s'intéresse aux appels d'offre que l'état lance , il a aussi pour mission de renforcer l'équipe et répondre aux sollicitations des clients, ceci est appelé vente en comptoir et à chaque appel d'un client ils établissent une facture pro-format, après que le client confirme la commande ;ils établissent un bon de commande et un ordre de fabrication et les envoient au département de production pour le lancement de fabrication de cette commande.

Ils établissent aussi un tableau de bord mensuel chaque fin de mois, trimestriel chaque fin de trimestre et annuel chaque fin d'année.

### 4. Logiciel « FACGES » :

Le logiciel « FACGES » est un logiciel de gestion des produits finis ,semi-finis et matière première, utilisé pour enregistrer les commandes clients, les quantités en stock et gérer les délais de livraison.

Dans l'entreprise CANAL PLAST ,le logiciel « FACGES » est utilisé par le service commerciale afin d'enregistrer les commandes clients et établir les factures pro-formats, ainsi l'autorisation de livraison plus un bon de livraison transmis au gestionnaire de stock .



## **4.Département ressources humaines :**

Les ressources humaines font partie des fonctions support de l'entreprise, c'est-à-dire qu'elle participent de manière non direct à la création de valeur .

Ce service contribue au bon fonctionnement de l'entreprise par la bonne gestion de personnel ; il a deux fonctions principales :

✓ **La gestion administratif du personnel :**

C'est-à-dire tout ce qui concerne l'administration : les contrats ,..

✓ **Le recrutement et la formation :**

Recrutement en cas de besoins de travailleur et la formation en cas de besoins de formation pour l'amélioration les compétences des travailleurs.

Ce service RH est aussi responsable sur le suivi du personnel et le calcul de la paie.

## **5.Département d'approvisionnement :**

L'approvisionnement a pour but de répondre aux besoins de l'entreprise en matière de produits ou de service nécessaire à son fonctionnement .

En d'autre terme ,l'approvisionnement consiste en achat des marchandises , matières premières ,pièces , accessoires .. qui seront revendues , transformé ou encore stockées.

Cela se fait selon un tableau comparatif des offres après une analyses des prévisions faites et la quantité en stock.

## 6.Département de production :

L'entreprise CANAL PLAST est responsable sur la production de deux types de produits :



**PVC**

Utiliser dans les réseaux  
d'assainissements



**PEHD**

Utiliser dans les réseaux de :

- L'eau
- Télécommunication
- gaz

Donc elle contient deux ateliers de production ; dont chaque atelier à son process, ses lignes de production, sa façon de gestion de production ;

Aussi chaqu' un des deux ateliers a trois équipes de travail ; Une équipe de 6h jusqu'à 14h, la deuxième de 14h jusqu'à 22h et la dernière du 22h jusqu'à 6h.

Ils font la production 7j/7 et 24h/24.

Les missions principales de ce département de production est de faire :

- ✓ la bonne gestion de la production des deux ateliers (PVC et PEHD) ; dont on vérifie quotidiennement les quantités en court de fabrication, les demandes clients à produire , les quantités des produits finis stocker, et aussi vérifier les quantités hors normes et la quantité de déchet à recycler .
- ✓ Un rapport d'activité.
- ✓ Une cartographie des risques et un plan d'action face aux risques.
- ✓ Un tableau de maitrise des risques et opportunités.
- ✓ Un tableau de bord mensuel, trimestriel et annuel.

## 6.1. Atelier pvc :

les tubes PVC sont des tubes utiliser dans les réseaux d'assainissement.

La fabrication de ces tubes nécessite trois types de matière première ( craie + stabilisant + poudre PVC) avec un pourcentage qui dépend de poids du tube.

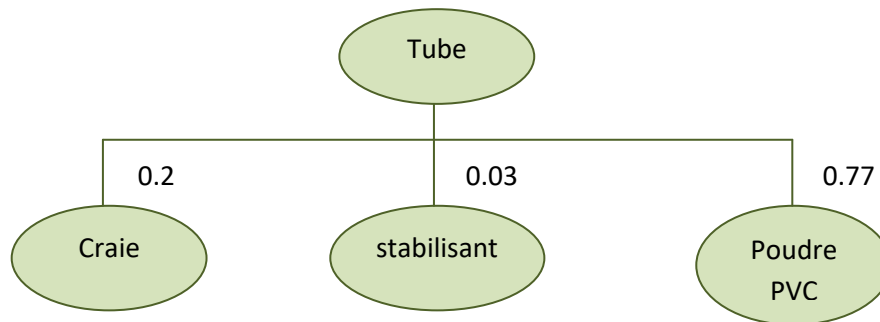


Figure 1.1 : composition d'un tube

### 6.1.1. Processus de production :

La production des tubes PVC nécessite la combinaison des trois matières premières ( poudre PVC + craie + stabilisant) qui seront mélanger dans un mélangeur à température ambiante .

Ensuite le mélange passe dans une extrudeuse qui sera transmis par la suite dans la tête ou le moule de différents diamètres sont placés et un calibreur pour régler le diamètre qui passe par la suite par des bacs de refroidissements .

Après le tube passe par une imprimante à laser pour faire le marquage( date et heure de fabrication, numéro de lot, le diamètre et le nom de l'entreprise).

Et enfin un scie pour découper le tube selon la longueur désirer ; pour les tubes PVC la longueur est de six mètres.

Dans cette atelier de production ,on a quatre ligne de production ; cela dépend de diamètre de tube,



Figure 1.2 : processus de production des tubes PVC

# Chapitre 01 : présentation de l'entreprise CANAL PLAST

Dans cette atelier de production des tubes PVC , on a quatre ligne de production ; cela dépend du diamètre des tubes ;

ligne	Diamètre
LPV1	315 , 400, 500, 630
LPV2	400, 315
LPV3	250,200,160,125,110
LPV4	100,110,90,80,63,50,40,32,20,16,75

Tableau 1.1 : diamètre des tubes PVC

Dont chaque ligne a un débit ( quantité produite dans une heure) et un temps de changements ;

Ligne de production	Débit (kg/h)	Temps de changement (par heure)
LPV1	400	5
LPV2	300	5
LPV3	250-300	2
LPV4	100-150	2

Tableau 1.2 : débit et temps de changement des lignes de production des tubes PVC

On a trois type d'assemblage des tubes PVC :

- ✚ A coller.
- ✚ A joint.
- ✚ A bague (BEI).

Les tubes PVC peuvent être transformés en tube forage pour le filtrage et crépinage.

## 6.2. Atelier PEHD :

Les tubes PEHD sont utilisés dans réseaux de :

- L'eau.
- Télécommunication.
- Gaz.

### 6.2.1. Processus de production :

La fabrication de ces tubes nécessite une seule matière première (polyéthylène) ; qui passe dans l'extrudeuse et puis une co-extrudeuse qui donne la bande colorée qui sera par la suite transmis dans la tête où le moule de différents diamètres sont placer et un calibreur pour régler le diamètre selon le diamètre de produit voulu .

Ensuite les tubes passent par un bac de refroidissement , et après par une imprimante à laser pour faire le marquage( référence de matière première, numéro de lot , date et heure de fabrication, nom de l'entreprise).

Et enfin un scie pour découper le tube selon la longueur désirée ; pour les tubes PEHD la longueur est de 12 mètres.

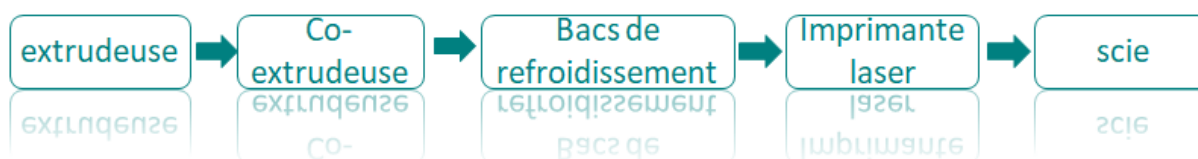


Figure 1.3 : processus de production des tubes PEHD

Dans l'atelier de production des tubes PEHD ; on a six lignes de production ; cela dépend du diamètre de tube ;

Ligne	Diamètres
LPE1	630 ,500,400,315,250
LPE2	400,500,315
LPE3	110,125,160,90,75
LPE4	200,250
LPE5	20,25,40,63
LPE6	75,40,32,20,16

Tableau 1.3 : diamètre des tubes PEHD

# Chapitre 01 : présentation de l'entreprise CANAL PLAST

## Remarque :

Pour les tubes GAZ peuvent être produit que dans les lignes 3,4 et 5.

Et les tubes PEBD peuvent être produit que dans les lignes 5 et 6.

Dont chaque ligne a un débit ( quantité produite dans une heure) et un temps de changements ;

Ligne de production	Débit (kg/h)	Temps de changement (par heure)
LPE1	400-600	5
LPE2	300	5
LPE3	300	5
LPE4	350	2
LPE5	200	2
LPE6	100-200	1

Tableau 1.4 : débit et temps de changement des lignes de production des tubes PEHD

Pour la coloration des tubes on a :

- ✚ Bleu pour les tubes de l'eau.
- ✚ Vert pour les tubes de télécommunication.
- ✚ Jaunes pour les tubes de gaz.

Et parfois la couleur de la bande est exigé par les clients selon leur besoin.

Il existe aussi des accessoires qui consistent à relier plusieurs tubes afin d'avoir en forme de T,I ou Y.

## **7.Service maintenance :**

### **1.Définition :**

La maintenance est de maintenir un bien afin d'assurer un service déterminé ;dont elle regroupe tous les actions de dépannage ,de réglage , de réparation, de révision ,de contrôle et de vérification des équipements matériel (machine..) ou immatériel ( logiciel..).

### **2.Types de maintenance :**

#### **5.2.1.La maintenance préventif :**

Elle consiste a intervenir sur un équipement avant qu'il soit défaillant , afin de prévenir tout les pannes pour des raisons de sureté de fonctionnement ou des raisons économiques.

Elle a pour but ; d'augmenter la duré de vie de l'équipement et de diminuer la probabilité des défaillance en service.

Elle se subdivise en :

##### **5.2.1.1.Maintenance systématique :**

Suivant un planning, un calendrier (chaque période fixe) ou une période d'usage ( selon les heures de fonctionnement , les unités produites).

##### **5.2.1.2.Maintenance conditionnelle :**

Réaliser à la suite de contrôle de l'état de l'équipement.

##### **5.2.1.3.Maintenance préventif :**

Réaliser suite à l'analyse de l'évolution de l'état d'équipement ;dont ils font une vérification et un nettoyage quotidien des machines dans les différents lignes avant de lancer la production ;

#### **5.2.2.La maintenance correctif :**

Elle consiste a intervenir sur un équipement après qu'il soit défaillant, elle se subdivise en :

##### **5.2.2.1.Maintenance palliative :**

Dépannage de l'équipement afin d'assurer une partie d'une fonction requise.

##### **5.2.2.2.Maintenance curative :**

Réparation ou remise en état initial pour atteindre une fonction requise.

## **8.Département contrôle de qualité :**

### **8.1.Définition :**

Le département de contrôle de qualité a pour mission de contrôler et assurer la qualité , il se concentrent non seulement sur la qualité des produits et services mais aussi sur les moyens de l'atteindre.

### **8.2.Le rôle de département de contrôle de qualité dans le système de qualité de l'entreprise :**

- ✓ Contrôle de qualité de tous types de matières premières utilisées dans l'entreprise.
- ✓ Contrôle de qualité à tous stades de processus de production et classifier les produits finis ( bonne qualité, hors norme ou déchet).
- ✓ Contrôle des conditions sanitaires de production.
- ✓ Etude des demandes de consommateurs et distributeurs .
- ✓ Test et vérification des méthodes d'analyse de préparation de contrôle de qualité.
- ✓ Le développement et la validation des méthodes analytique.





# **Chapitre 2 :**

**Gestion de stock et de transport**

# Chapitre 2 :

## Gestion de stock et de transport

- **Prévisions et approvisionnements;**
  - ✓ Définition
  - ✓ Mission et objectifs
  - ✓ Méthodes d'approvisionnement
- **Concept de la gestion de la production ;**
  - ✓ Définition
  - ✓ Niveaux de stock
  - ✓ Rôle de la gestion de stock
  - ✓ Logiciel de gestion de stock
  - ✓ Valorisation du stock
  - ✓ Outils de gestion du stock
  - ✓ La notion d'entreposage
- **La fonction commerciale et la gestion de transport ;**
  - **la fonction commerciale ;**
    - ✓ Définition
    - ✓ Objectifs de la fonction commerciale
    - ✓ Lois du marché
    - ✓ Administrations des ventes
    - ✓ Documents contractuel aux clients
  - **la gestion de transport ;**
    - ✓ définition
    - ✓ matériel utilisé pour le transport
    - ✓ modes de transport
- **conclusion**

## 01 prévision et approvisionnement

### 1. Définitions :

L'approvisionnement pour une entreprise est le fait d'acheter des produits et services qui sont nécessaires à son fonctionnement, il doit être régulier et doit maîtriser les prix ; cette fonction est liée à la production, service commercial et le système financier.

### 2. Missions et objectifs :

La fonction approvisionnement a deux missions principales :

#### 2.1. Mission d'achat :

C'est la première étape du processus d'approvisionnement ; qui a pour objectif de créer et entretenir les relations avec les fournisseurs afin de fournir à l'entreprise les biens et les services dont elle a besoin ; cela dépend notamment de prix, qualité et conditions de livraison.

#### 2.2. Mission logistique :

La livraison des marchandises n'est pas toujours régulière et satisfaisante ; pour cela cette mission a pour objectif d'organiser le flux et le stockage des produits au moindre coût et maximum de sécurité afin d'éviter la rupture des produits.

### 3. Méthodes d'approvisionnement :

#### 3.1. Introduction :

Optimiser les approvisionnements, c'est gagner de l'argent.

Tout comme la gestion de stock, la gestion des approvisionnements doit être optimisée afin de minimiser les risques de sur-stockage ainsi que les coûts.

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

**Quels produits** est nécessaire d'approvisionner?

## Chapitre 02 : gestion de stock et de transport

**Quand ?** , pour savoir si l'approvisionnement sera à date fixe ou variable.

**Combien ?** , pour savoir si on demande toujours la même quantité (fixe) où selon le besoin (variable).

Après avoir les réponses ,on peut regarder la matrice si dessous :

	période fixe	période variable
quantité fixe	méthode de réapprovisionnement	méthode à point de commande
quantité variable	Méthode de recombplètement	méthode à quantité et période variable

Tableau 2.1 : méthodes d'approvisionnements

### 3.2.La quantité économique à commander :

D'abord il faut savoir la quantité à approvisionner ; pour ce faire, on utilise ce qu'on appelle la formule de « wilson » ou la QEC ;qui est une méthode visant à optimiser les couts de gestion de stock en trouvant un milieu entre les frais de gestion de stock et les frais de passation de commande.

La formule de wilson permet de répondre à cette question :

$$QEC = \sqrt{\frac{2 * D * L}{t * p}}$$

Dont :

L : cout unitaire de lancement de commande.

D : nombre d'article commandé ou fabriquer par an.

t : taux de possession annuel.

p : prix de l'article.

t \* p : cout de stockage annuel d'une unité.

On peut conclure cette quantité économique à commander avec une autre méthode ; dont on calculant le cout de lancement ,le cout de stockage et le cout globale et en traçant les courbes, on peut conclure la QEC.

$$CL = L * N$$

N : nombre de commande à passer dans une année.

Et le **cout globale = CL+ CS**

# Chapitre 02 : gestion de stock et de transport

Après calcul des couts, on trace le graphe pour conclure la QEC.

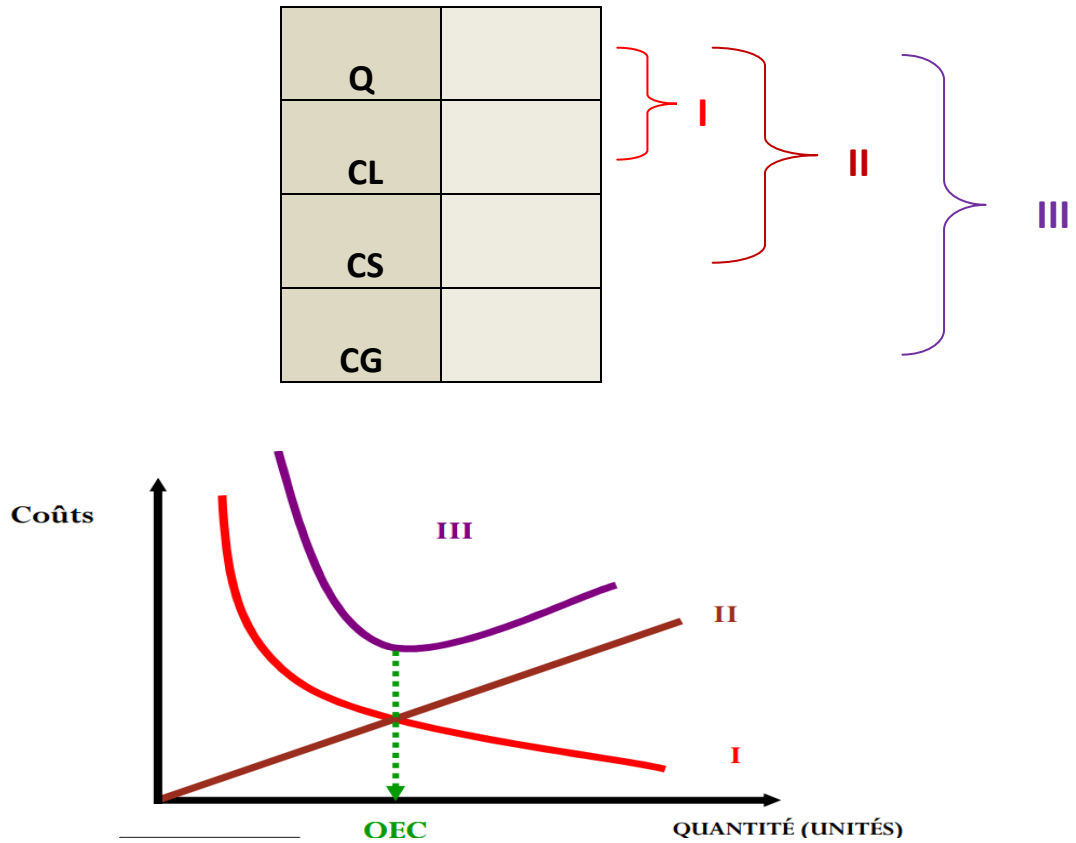


Figure 2.1 : la QEC graphiquement

### 3.4.Méthodes d'approvisionnement :

Chaque politique d'approvisionnement a ces avantages et ces inconvénients ; cela dépend de produits à approvisionner (quantité..) et le délais de livraison.

#### 3.4.1.Méthode de réapprovisionnement ou méthode calendaire :

Cette méthode est utilisée quand on a une quantité de produit fixe à commander dans une période fixe , elle est utilisée pour les articles de faibles valeurs dont la consommation est régulière et qui ne sont pas fabriqués par l'entreprise.

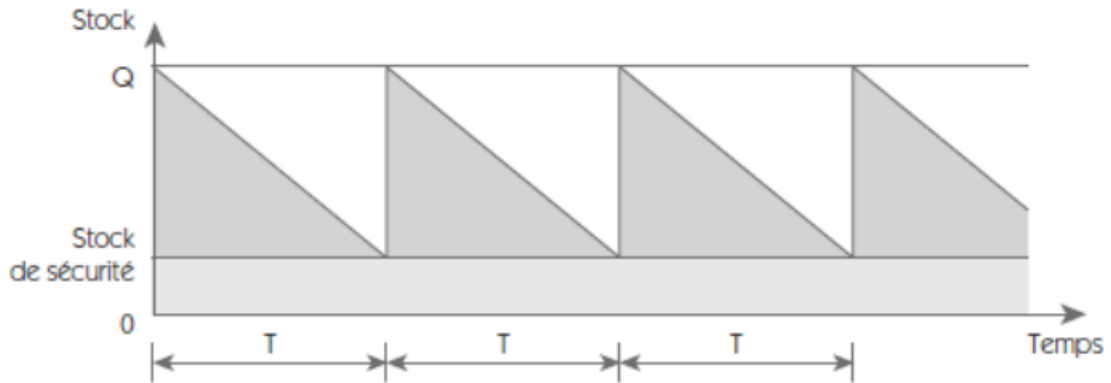


Figure 2.2 : quantité et période fixes

➤ **Avantage :**

- La méthode la plus simple.
- Plus facile à organiser.
- Mise au point d'un plan d'approvisionnement.

➤ **Inconvénients :**

- Risque de rupture de stock.
- Mauvaise maîtrise du stock.

### 3.4.2.Méthode de reapprovisionnement :

C'est une méthode utilisée quand on a une quantité de produit variable dans une durée fixe ; dont on définit un niveau de stock optimum, et à chaque fois on reapprovisionne le stock avec une quantité  $Q_m$  jusqu'à le niveau voulu.

$$Q_m = C * (D+d) + SS$$

C : consommation moyen par unité de temps

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

d : période de reapprovisionnement.

SS : stock de sécurité.

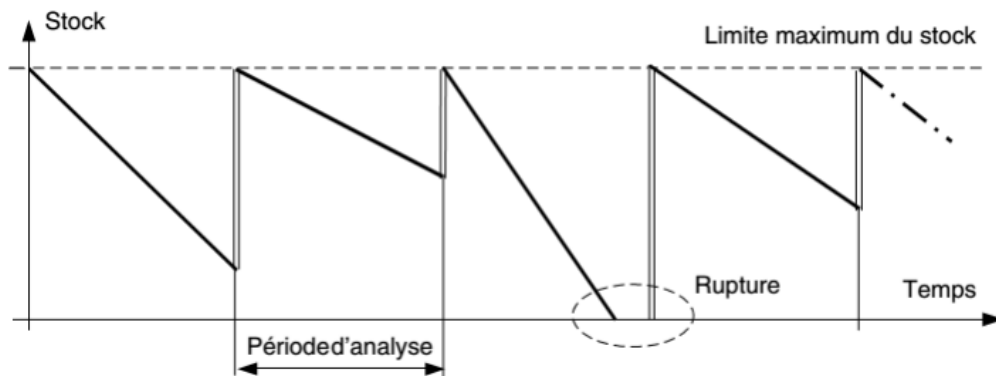


Figure 2.3 : quantité variable et période fixes

➤ **Avantages :**

- Gestion de stock simple.
- Une immobilisation financière faible.

➤ **Inconvénients :**

- Risque de rupture de stock

### 3.4.3.Méthode du point de commande :

Cette méthode est utilisée quand on a une quantité de demande de produit fixe dans une période variable ; on peut définir cette méthode sous le concept de just à temps (JAT) ; dont le niveau de stock doit permettre de satisfaire la demande pendant un délai allant de la date de connaissance de ce niveau à la date de livraison ;

Le point de commande ou comme on peut l'appeler seuil de réapprovisionnement peut être calculé en multipliant la consommation moyenne journalière et le délai de livraison.

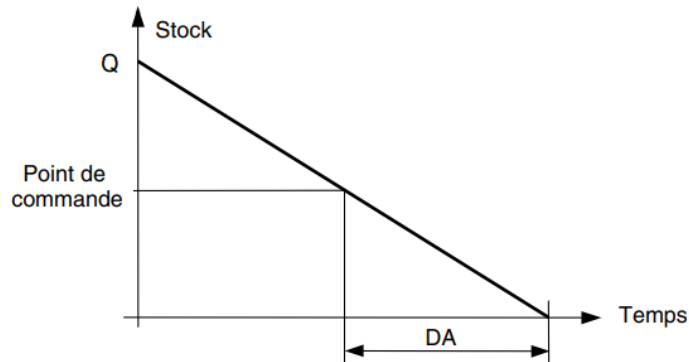


Figure 2.4 : point de commande

➤ **Avantage :**

-Permet d'éviter les ruptures de stock.

➤ **Inconvénients :**

-Peut entraîner des couts administratifs importantes.

### 3.4.4.Méthode d'approvisionnement à date variable et quantité variable :

C'est de acheter n'importe quoi , n'importe quand ;

Cette méthode est utilisé principalement pour deux catégorie de produit :

- 1.Produit à forte variation de prix d'achat.
- 2.Produit pour fabrication unitaire à la commande.

➤ **Avantage :**

-Ne pas avoir des produits ayant un risque de ne pas être vendues.

➤ **Inconvénient :**

- Elle est utile que pour un nombre réduit d'article.
- Il faut tenir compte au cout de passation de la commande.
- Répondre à une demande aléatoire dans un temps rapide.





## concept de la Gestion de stock

### 1. Définition :

La gestion de stock est une tâche essentielle à l'entreprise ; elle consiste à organiser l'entreposage des :

\* **matières premières** ; à l'utiliser dans la production et la transformer en produits finis

\* **produits semi-fini** ; il s'agit des produits en cours de production

\* **produits finis** ; matière première transformée prête à être consommée

\* **l'emballage** : il s'agit d'emballages vides tels que des caisses, des palettes...

\* **de maintenance** ; il s'agit de l'outil de maintenance.

\* et **les accessoires** , aussi à vérifier le niveau de stock et à planifier les fréquences d'approvisionnement .

Une bonne gestion de stock constitue un facteur de flexibilité dans l'entreprise ; pour cela la gestion de stock est très importante pour premièrement répondre à la demande des clients ( la quantité demandée, de délais de livraison ..) cela dépend de la demande de client.

Et deuxièmement de faire des économies ; minimiser les coûts de stockage, éviter la rupture de stock , le sur- stockage et le sous-stockage.

### 2. Niveaux de stock :

Il existe plusieurs niveaux de stock :

- **Stock minimum** : c'est le niveau le plus bas du stock, il permet de couvrir la consommation durant le délai d'approvisionnement.
- **Stock maximum** : c'est le niveau maximal à ne pas dépasser du stock ; il est à définir selon les propres critères de l'entreprise (l'emplacement de stock , coût d'achat..ect=).
- **Stock de sécurité** : c'est une quantité de stock qui est en plus de stock minimum afin d'éviter la rupture de stock.

## Chapitre 02 : gestion de stock et de transport

- **Stock de couverture** : c'est un indicateur qui mesure selon les sorties quotidiennes et du niveau de stock ,il peut être calculer par la relation suivante :

$$\text{Couverture journalière de stock} = \frac{\text{valeur moyen des stocks}}{\text{cout des ventes moyen journalier}}$$

- **Stock d'alerte** : c'est le niveau de stock prédéfini par le gestionnaire, et c'est le entrainant le déclenchement de la commande, il peut être calculer par la relation suivante :

$$\text{Stock d'alerte} = \text{stock minimum} + \text{stock de sécurité}$$

- **Stock moyen** : c'est le  $(\text{stock minimum} + \text{stock maximum})/2$
- **Stock théorique** : c'est le stock défini d'après les entrées et sorties de l'entreprise, il peut être calculer par la relation suivante :

$$\text{Stock final} = \text{stock initial} + \text{entrées} - \text{sorties}.$$

- **Stock disponible** :  $\text{stock réel} - \text{commandes clients reçus}$  .

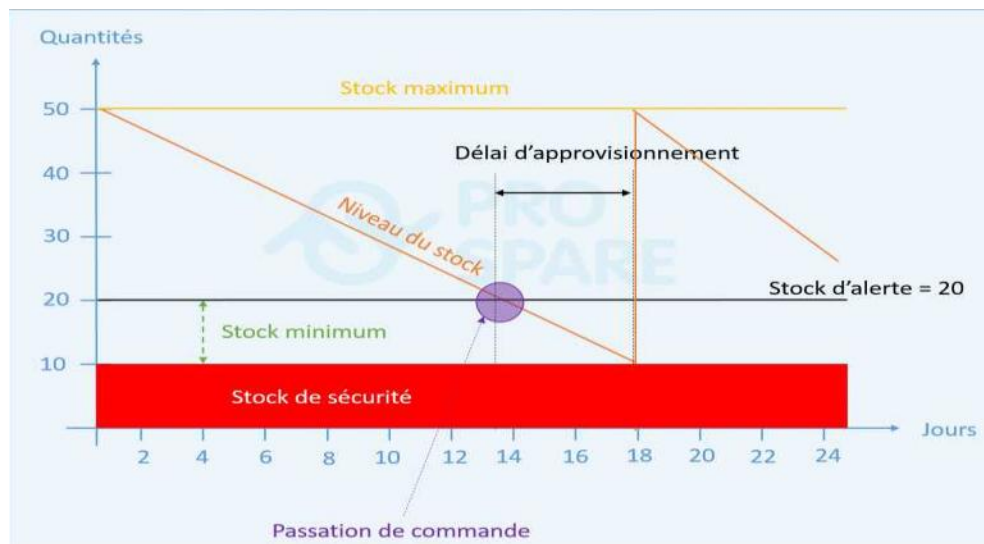


Figure 2.5 : niveaux de stocks

### 3.Rôle de la gestion de stockage :

La gestion de stock joue un rôle très important dans l'entreprise ;

- 1.Pour assurer la demande des clients et éviter le sur-stockage ou la rupture de stock
- 2.Améliorer la logistique ; une bonne organisation des entrepôts pour assurer un stockage et déstockage facile et rapide.
- 3.Réduire les couts liés à la logistique ; une bonne gestion de stock et d'approvisionnement permet de minimiser les couts de stockage et donc d'éviter les pertes financières

### 4. Logiciel de gestion de stock :

Le logiciel optimise la gestion des stocks tout en s'adaptant aux logiciels commerciaux et comptables.

#### 4.1. Principe d'un logiciel de gestion de stockage :

Comme la gestion des stock est très important dans une entreprise ,l'utilisation d'un logiciel est très recommandé.

En effet, grâce aux logiciel de gestion de stock disponible ,les entreprises peuvent :

- Gérer informatiquement leurs stock ; particulièrement les entrées et les sorties de l'entreprise
- Déterminer le stock minimum et maximum et un stock de sécurité si nécessaire.
- Obtenir un historique de mouvement de stocks pour pouvoir faire des prévisions futurs.
- Emettre des bon et des délais de livraison.

#### 4.2. Différents types de logiciel :

Il existe deux grand types de logiciel de gestion de stock :

##### 1. Un logiciel complet :

Qui fonctionne en autonomie et qui peut être utiliser par les gestionnaires de stock ;

Comme logiciel FACGEC pour la gestion des entrées sorties des stock et pour les délais et les bons de livraisons.

##### 2. Une application :

Qui s'ajoute à un système déjà en place et qui peut être utilisé par les différents services comptable ou commercial avec lesquels ils partagent les données.

Comme le progiciel Odoo qui permet de créer des applications selon le besoin de l'entreprise.

#### 4.3. Avantage d'un logiciel de gestion de stock :

Comme la gestion de stock est très importante dans une entreprise ; l'utilisation d'un logiciel est très utiles pour :

- L'étiquetage,
- La gestion des codes barres
- L'aide à la gestion des approvisionnement
- L'aide à l'inventaire de stock

### 5. Valorisation de stock :

Il existe trois méthodes principales de valorisation de stock :

1. La méthode FIFO ( First In First Out) ; dans la pratique de ce principe la première unité entrée est la première unité sortie .

2. La méthode LIFO ( Last In First Out) ; contrairement à la première méthode ; cette méthode permet au dernier produit entré est le premier sortie.

3. La méthode CMPU ( cout moyen unitaire pondéré) ; c'est un cout calculer par le comptable par la relation suivante :

$$\text{CMPU} = \frac{\text{valeur de stock avant l'entrée} + \text{montant d'entrée}}{\text{quantité de stock avant l'entrée} + \text{quantité entrée}}$$

### 6. Outils de gestion de stock :

Ce sont des instruments de mesure du stock qui nous permettent de gérer les délais d'approvisionnement et de livraison ,ainsi d'optimiser les couts de stockage.

#### 6.1. Rotation des stocks :

##### 6.1.1. Enjeux de la rotation des stocks :

La rotation de stock est le renouvellement du contenu de stock d'une entreprise.

Le but de l'entreprise est d'avoir une rotation rapide des stocks afin de minimiser les couts de stockage des matières premières, produits semi-fini et les produits finis.

L'amortissement des frais fixes pourra être réparti sur une plus grande quantité de marchandises.

##### 6.1.2. Rotation de stock et performance :

Une entreprise qui a une rotation rapide de ses stocks est également une entreprise qui a une bonne activité et une bonne gestion de stock.

Avoir une bonne rotation de stock, c'est optimiser :

- ❖ Les achats
- ❖ La gestion de stock
- ❖ La gestion des approvisionnements.

## Calcul de la rotation des stocks :

Le taux de rotation est le nombre de fois que le stock se renouvelle au cours d'une période de référence, plus le taux est élevé plus on est performant.

C'est un indicateur très important pour le point de vente, il permet de savoir combien de jour il faut pour renouveler le stock moyen.

On a deux formules possible pour calculer le taux de rotation :

$$RS = \text{cout d'achat des marchandise} / \text{stock moyen}$$

$$RS = \text{chiffre d'affaire} / \text{stock moyen}$$

## 6.2. La méthode ABC ou loi de PARETO :

### 6.2.1. Définition :

La méthode ABC ou comme elle est connue sous le nom de loi de PARETO ;est une méthode de classification très connue ; qui considère trois classes principales :

- Classe A : élément de forte importance.
- Classe B : élément d'importance normale.
- Classe C : élément de faible importance.

On peut utiliser aussi une classe D qui contient tous les éléments qui échappent à l'analyse.

C'est une méthode développer par « velfredo PARETO » qui permet de vérifier que certain cas 20% des produits en stock représentent 80% de la valeur totale en stock , il suffit de travailler sur ces 20% là , pour influencer fortement.

### 6.2.2. Domaines d'application de la loi de PARETO :

Ce principe peut être appliquer dans plusieurs situations ;comme exemple :

- ✚ La gestion de stock
- ✚ Gestion des ventes
- ✚ Gestion de client
- ✚ Gestion de projet
- ✚ Gestion de production

### 6.2.3. La démarche à suivre dans cette méthode :

#### 1- Déterminer le critère de classification :

il faut d'abord connaître l'objectif visé par cette classification ; par exemple ; la quantité produits, consommation des produits , consommation de matière première..

#### 2- Classer les données par ordre décroissant de la valeur du critère

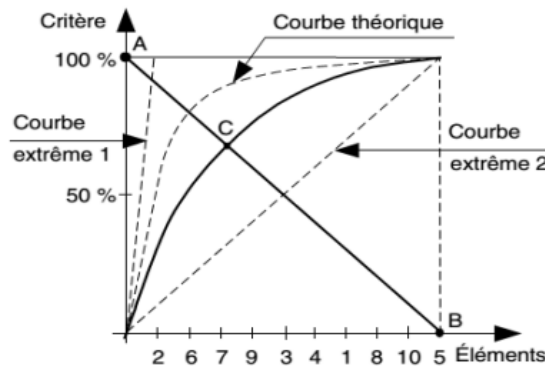
#### 3- Faire la somme des valeurs et du nombre d'articles :

$$\sum_{i=0}^n Xi \text{ ( } n : \text{ nombre d'article)}$$

#### 4- Ramener ces valeurs en % du nombre total : $\frac{\sum_{i=0}^n Xi}{X_{totale}}$

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

6- calculer le ratio de discrimination RD : Afin de pouvoir déterminer les classes de répartition des produits, nous déterminant le ratio de discrimination RD



$$RD = \frac{\text{longueur de segment CB}}{\text{longueur de segment AB}}$$

#### 7- déduire les classes A,B,C , analyser et interpréter la courbe :

Après le calcul du RD en déduit les classes selon le tableau suivant :

Valeur du RD	Zone	A	B	C
$0.95 \leq RD < 1$	1	10	10	80
$0.85 \leq RD < 0.95$	2	10	20	70
$0.75 \leq RD < 0.85$	3	20	20	60
$0.65 \leq RD < 0.75$	4	20	30	50
$RD < 0.65$	5	Non interprétable		

Tableau 2.2 : valeur de RD et le classement ABC

Selon la valeur de RD ,on déduit le nombre d'éléments dans la classe A , B et C.

### 7.La notion d'entreposage :

L'entreposage est un processus qui permet de stocker les produits finis avant de les transporter au consommateur ou vers d'autre site ; elle est un étape très importante que se soit pour les entreprises B2C ( business to consumer) ou B2B ( business to business) ;

L'entreposage à plusieurs avantages pour l'entreprise :

- Une bonne maitrise des flux de produits.
- Réduction des délais de livraison.
- Aide à la bonne gestion de stock.

Il existe plusieurs manières de stockage des produits dans un entrepôt ; stockage sur des palettes , des bac ou dans des cartons, afin de choisir la bonne solution de stockage , il est nécessaire d'évaluer les critères suivantes :

- ✓ Le type de produit stocké.
- ✓ La capacité de stockage.
- ✓ Les couts et les capacités financières.

Aussi ;dans un entrepôt ; les engins de manutentions sont très importants car elles peuvent avoir un impact sur la distribution des installations ; il existe deux types d'engins de manutentions :

- ✚ Les engins manuels ; comme les chariots et les transpalettes.
- ✚ Les engins automatisés ; comme les convoyeurs et les transstockeurs.

### La fonction commerciale et la gestion de transport

Chaque entreprise a besoin d'une activité commerciale et d'une gestion de transport pour la commercialisation et la distribution physique des produits aux consommateurs ou d'autres secteurs.

#### 1. La fonction commerciale

##### 1.1. Définition :

La fonction commerciale est une activité liée à la présentation et la vente des produits finis, ainsi que la gestion de la demande des clients et gérer les délais de livraison des produits finis vers les clients et les consommateurs.

##### 1.2. L'objectif de la fonction commerciale :

Les objectifs de la politique commerciale se situent tout d'abord au niveau du prix et de qualité à partir d'une analyse de valeur et aussi de flexibilité.

Ainsi la maîtrise des coûts qui revient à minimiser les coûts d'acquisition et de possession.

##### 1.3. Lois du marché :

La demande client peut suivre plusieurs lois ; cela dépend du produit et sa consommation dans une période de temps (un jour, une semaine ou un mois) ;

**1. consommation constante** ; quand on a une consommation ou une demande d'un produit qui tourne au tour d'une valeur moyenne stable ;

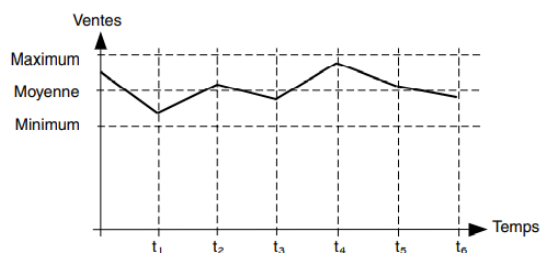


Figure 2.6 : consommation constante



**2. Consommation croissante sans saisonnalité** ; quand on a une consommation ou une demande d'un produit qui est toujours en croissance stable.

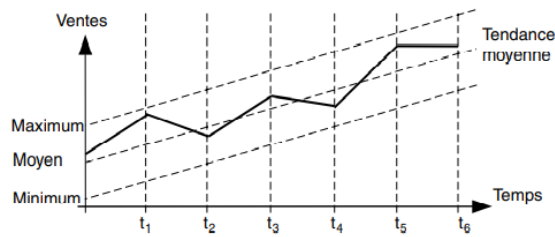


Figure 2.7 : consommation croissante sans saisonnalité

**3. Saisonnalité à tendance croissante** ; c'est quand on a une consommation ou une demande d'un produit croissante pendant une période de temps bien précise.

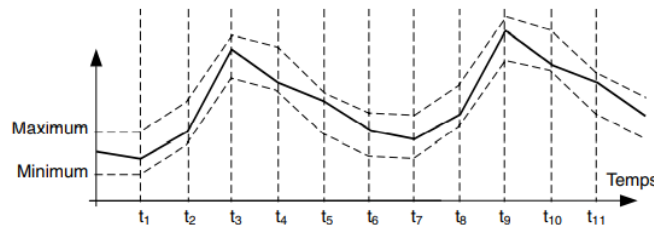


Figure 2.8 : saisonnalité à tendance croissante

### 1.4. Administration des ventes :

L'administration des ventes est l'une des instruments essentiel dans une entreprise ; car elle est le lien entre le client, le commerciale et les autres services de l'entreprise ; elle prend en charge toutes les opérations de gestion des contrats de vente ; depuis l'enregistrement des commandes jusqu'à la livraison des produits finis aux clients.

Et donc l'administration des ventes est aussi de gérer les données relatives aux article et aux clients ; la prise de commande , la facturation et la livraison des produits commandés.

### 1.5. Documents contractuels aux clients :

a. cahier de charge ; qui contient les informations quantitatives et qualitatives de la commande client.

b. devis ; c'est une proposition de prix et de délais de réalisation de la commande client.

c. commande ou contrat.

## 2. Gestion de transport

---

### 2.1. Définition :

Le transport est le fait d'effectuer l'organisation des tournées de livraison afin de livrer les produits ou la marchandise dans les meilleures conditions de qualité et de sécurité, en minimisant les coûts de transport dans les meilleurs délais.

Pour ce faire ; il faut analyser :

- ✓ La localisation du client final.
- ✓ La localisation du départ de la livraison ; s'il est à partir de l'usine, entrepôt ou une plate forme.
- ✓ La nature et la charge de livraison .
- ✓ Le nombre de chauffeurs et le moyen de transport de la marchandise.

### 2.2. Matériel utilisé pour le transport :

**1. Les palettes** : elles sont utilisées pour rassembler les emballages et faciliter les manutentions et le stockage ; il existe deux types de palettes principaux de dimensions : 800 x 1200 et 1000 x 1200.

**2. Les conteneurs ou containers** : ils sont plus sécurisés et ils permettent des économies sur les emballages ; ils existent aussi avec plusieurs dimensions :

\* 2.3 x 2.3 x 5.9

\* 2.3 x 2.7 x 11.9

\* 2.3 x 2.6 x 11.9

**3. Les caisses** : elles peuvent prendre un nombre de palette de différentes dimensions.

### 2.3. Modes de transport :

Il existe plusieurs modes de transport afin d'aider l'entreprise à faire son choix en fonction de quelques critères dont le gestionnaire de transport de la marchandise les évalue ; comme la fragilité de produit, son volume et sa nature ainsi que le délai de livraison .

### **1.Le transport routier :**

C'est le mode de transport le plus utile , car il est simple ,rapide et économique ; pour cela il est le meilleur moyen de transport direct pour les courts trajets ; ainsi que le chargement et le déchargement de la marchandise est plus simple que celle des autres moyens de transport.

### **2.Le transport ferroviaire :**

Le transport ferroviaire est plus utile pour le transport des marchandises pour parcourir des longues distances ; il est le meilleur moyen en matière de rapport qualité-prix.

### **3.Le transport fluvial :**

Le transport fluvial est considéré comme le moyen de transport le plus écologique et environnementale par rapport au autres moyens de transport et le plus sécurisé; il consomme moins d'énergie et il est peut transporter plusieurs types de marchandise.

### **4.Le transport maritime :**

Le transport maritime est le mode de transport le plus important pour la circulation de la marchandise lors des échanges mondiaux , Ce mode de transport couvre l'essentiel des matières premières (pétrole et produits pétroliers, charbon, minerai de fer, céréales, bauxite, alumine, phosphates, etc). À côté de ce transport en vrac, il couvre également le transport de produits préalablement conditionnés se présentant sous forme de cartons, caisses, palettes..., ce qu'on l'appelle la marchandise diverse ou divers .

### **5.Le transport aérien :**

C'est le mode de transport le plus approprié pour transporter la marchandise sur des distances très longues ; sachant que le cout varie selon le poids et le volume de la marchandise à transporter ; le transport aérien est le moyen de transport le plus rapide des autres moyens de transport routier , ferroviaire et fluvial.

### Conclusion :

La gestion de stock est une tâche très importante dans une entreprise pour le placement des différents produits de l'entreprise( matière première, produit semi fini, produit fini, accessoire , matériel maintenance, ..ect).

Une bonne gestion de stock constitue un facteur de flexibilité dans l'entreprise ; pour répondre à la demande client et de faire des économie ; minimiser les couts de stockage ..ect

Pour avoir une bonne gestion de stock ; on peut utiliser des méthodes qui nous aide a faire cette gestion de la bonne manière ; on a citer dans cette partie deux méthodes connus qui aident à la gestion des stocks ;

Premièrement le coefficient de rotation de stock ; c'est un instrument de mesure qui le nombre de fois que le stock se renouvelle au cours d'une période et qui nous permettent de gérer les délais d'approvisionnement et de livraison, ainsi d'optimiser les couts de stockage.

Deuxièmement la méthode ABC ou la loi de PARETO ; c'est une méthode de classification qui permet de savoir le classement des produits et leurs degré d'importance selon un critère bien déterminer ; afin d'avoir une bonne gestion de production et de stock aussi .

De l'autre part la gestion des ventes et de transport sont des activités très importante pour la commercialisation et la distribution physique des produits aux consommateurs et aux autres secteurs.

# **Chapitre 3 :**

**Problème de tourné de  
véhicule avec fenêtre de temps  
VRPTW : cas de l'entreprise  
CANAL PLAST**

## **Chapitre 3 :**

### **Problème de tourné de véhicule avec fenêtre de temps VRPTW : cas de l'entreprise CANAL PLAST**

- **Problème d'optimisation linéaire ;**
  - ✓ Définition
  - ✓ Modélisation mathématique des problèmes linéaire.
  - ✓ Exemples sur les problèmes d'optimisation linéaire.
  - ✓ Langage de programmation linéaire CPLEX .
- **Problème de tourné de véhicule;**
  - ✓ Définition de la problématique
  - ✓ Modélisation mathématique de problème ;
    - Indices
    - Paramètres
    - Variables de décisions
    - Fonction objectif
    - contraintes
- **programmation CPLEX ;**
  - ✓ fichier.mod
  - ✓ fichier .data
- **interprétation des résultats**

### 1.1.Définition :

En optimisation mathématique, un problème d'optimisation linéaire consiste à minimiser ou maximiser une fonction linéaire de cout sur un polyèdre convexe ;

La fonction à minimiser ou maximiser ainsi que les contraintes sont des fonctions linéaires simple à résoudre numériquement.

Généralement les problèmes de recherche opérationnelle sont des problèmes d'optimisation linéaire .

Dans certains problèmes d'optimisation ; les variables sont des valeurs entiers et aussi des 0 et 1 ; on parle donc de problème d'optimisation linéaire en nombres entiers ; elle sont des problèmes beaucoup plus difficile à résoudre que les problèmes d'optimisation linéaire à variables continues.

La solution des problèmes linéaires sont généralement des solutions optimales qui donnent à la fonction objectif la plus grande valeur dans le cas de maximisation et la plus petite valeur dans le cas de minimisation sur l'ensemble des solutions réalisables.

### 1.2.Modélisation des problèmes linéaires :

Beaucoup de problèmes de recherche opérationnelle et d'algorithmes peuvent être traduits en problèmes d'optimisation linéaire en nombre entier .

Un problème peut être modélisé par un programme linéaire si les décisions peuvent être présentées par des nombres réels généralement positives, aussi les contraintes sur les variables peuvent être présentées par des équations ou inéquations linéaires ; et le critère de choix peut être représenté par une fonction linéaire soit à minimiser ou maximiser.

# Chapitre 03 : problème de tourné de véhicule avec fenêtre de temps VRPTW : cas de l'entreprise CANAL PLAST

---

Une modélisation mathématique d'un problème peut être sous la forme suivante :

$$\begin{aligned} \max z &= \sum_j c_j x_j \\ \text{s.c. } \sum_j a_{ij} x_j &\leq b_i \quad i = 1, 2 \dots m \\ x_j &\geq 0 \quad j = 1, 2 \dots n \end{aligned}$$

## 1.3.Exemples sur les problèmes d'optimisation linéaire :

Comme on a cité dans la définition ; on a beaucoup de problèmes de recherche opérationnelle qui peuvent être traduits en problème d'optimisation linéaire ; donc on cite comme exemples :

- Les problèmes de planification de la production.
- Les problèmes de transport .
- Les problèmes de mélange.
- Les problèmes de maîtrise des couts.
- Les problèmes de stockage.

...

## 1.4.langage de programmation d'optimisation linéaire CPLEX :

Le CPLEX est un langage de modélisation qui permet d'écrire des programmes d'optimisation linéaire facilement grâce à une syntaxe proche à la formulation mathématique, et qui permet aussi de les résoudre en donnant la solution la plus optimale des solutions réalisés.

Pour ce faire l'utilisateur doit créer d'abord un projet OPL dans le CPLEX qui doit contenir au minimum trois fichiers :

- Un fichier modèle (.mod) ; qui contient la modélisation mathématique du problème ; les paramètres, les variables de décisions , la fonction objectif à minimiser ou maximiser et les contraintes.
- Un fichier data (.data) ; qui contient les valeurs des paramètres.
- Un fichier ops (.ops) ; qui permet de paramétrer le solveur CPLEX.



### Problème de tourné de véhicule avec fenêtre de temps VRPTW : cas de l'entreprise CANAL PLAST

#### 2.1.Définition de la problématique :

Dans ce chapitre on va se concentré sur le transport des produits finis par des camions pour satisfaire les demandes d'un client ou plusieurs clients en introduisant une contrainte temporelle ; dont chaque clients dispose une fenêtre de temps à l'intérieure de laquelle il désire être servi ; on appelle ce genre de problème ; un problème de tourné de véhicule avec fenêtre de temps VRPTW ( Vehicule Routing Problem with Time Window) ;

Dans cette partie ; on va résoudre ce problème pour le cas de l'entreprise CANAL PLAST ; qui est une entreprise responsable sur la production des tubes PVC et PEHD utilisés dans les réseaux d'assainissement ,l'eau, gaz et de télécommunication.. ; et donc on va travaillé sur la livraison des tubes PVC et PEHD afin de satisfaire leurs demandes clients ; pour cela ; on a considéré qu'on a trois camion de transport avec leur capacités et on a supposé qu'on a 9 clients de différents wilayas ;dont la distance entre les wilayas est mentionné dans la matrice de distance suivante :

	zone	tlemcen1	tlemcen2	oran	belabas	relizene	saida	maskara	alger	constantine
zone	0	3	13	164	81	227	171	189	503	881
tlemcen1	3	0	10	167	83	229	173	192	506	883
tlemcen2	13	10	0	173	89	235	179	198	512	889
oran	165	167	173	0	95	139	169	101	415	793
belabas	81	83	89	94	0	156	97	118	433	810
relizene	227	229	235	137	157	0	175	107	296	673
saida	171	174	179	167	98	175	0	73	452	829
maskara	188	190	196	98	85	106	72	0	383	760
alger	503	505	511	413	433	296	451	383	0	389
constantine	880	883	888	791	810	673	828	760	388	0

Tableau 3.1 : matrice de distance

## Chapitre 03 : problème de tourné de véhicule avec fenêtré de temps VRPTW : cas de l'entreprise CANAL PLAST

---

Et donc pour résoudre ce problème ; on va tout d'abord définir les paramètres et les variables de décisions, ainsi que la fonctions objectif et les contraintes dans ce problème ;

Un problème VRP avec fenêtré de temps permet de minimiser la distance parcourue par un camion d'un client à un autre et qui prend comme paramètre ; les demandes clients 'D' , les capacités des camions 'C', un temps de transit 'T' entre deux clients, une date d'arrivé plus tôt au client 'a' et un temps de fin de service au plus tard 'b' ;et comme variables de décisions un temps d'arrivé 'Ta' , position de client 'U' et une variable de décision binaire 'Y' qui prend la valeur 1 si le camion transit d'un client i à un autre client j ; sous des contraintes de capacité des camions et la satisfaction des demandes clients ;

### 2.2.Modélisation mathématique du problème :

#### Indices :

$i, j, p$  : indice d'un client ;

$k$  : indice d'un camion ;

#### Paramètre :

$D_i$  : demande d'un client ;

$CAP_k$  : capacité max d'un camion ;

$a_i$  : la date d'arrivé au plus tôt au client ;

$b_j$  : la date de fin de service au plus tard pour un client ;

$T_{ij}$  : temps de transit entre deux clients ;

$T_0$  : temps de démarrage ;

#### Variables de décision :

$Y_{ijk}$  : c'est une variable binaire qui prend la valeur 1 si le camion transite du client à un autre ;

$T_a$  : temps d'arrivé ;

# Chapitre 03 : problème de tourné de véhicule avec fenêtre de temps VRPTW : cas de l'entreprise CANAL PLAST

---

## Fonction objectif :

$$\text{Min } \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^C Y_{ijk} * T_{ij} ;$$

## Contraintes :

1. Un seul départ par camion du premier client ;

$$\sum_{\substack{j=1 \\ j \neq 10}}^N Y_{1jk} = 1 ; \forall k$$

$$\sum_{j=1}^N Y_{10jk} = 0 ; \forall k$$

2. Un seul arrivé par camion au dernier client ;

$$\sum_{i \neq 1}^N Y_{i10k} = 1 ; \forall k$$

$$\sum_{i=1}^N Y_{i1k} = 0 ; \forall k$$

3. Un client ne sera visité que par un seul camion ;

$$\sum_{\substack{j \neq i \\ j \neq 1}}^N \sum_k^C Y_{ijk} = 1 ; \forall i \text{ tq } i \neq 10 \text{ \& } i \neq 1$$

$$\sum_{\substack{i \neq j \\ i \neq 1}}^N \sum_k^C Y_{ijk} = 1 ; \forall j \text{ tq } j \neq 10 \text{ \& } j \neq 1$$

4. La somme des demandes clients transportés doit être inférieure ou égale à la capacité d'un camion c ;

$$\sum_{i=1}^N \sum_{j \neq i}^N D_j * Y_{ijk} \leq \text{CAP}_k ; \forall k$$

5. Le temps d'arrivé au client j doit être supérieure à le temps d'arrivé a un point i tel que i est différent de j ;

$$T_{aj} \geq T_{ai} - 1000000 * (1 - Y_{ijk}) ; \forall k, \forall i \text{ tq } i \neq 10 \text{ \& } j \neq i$$

# Chapitre 03 : problème de tourné de véhicule avec fenêtre de temps VRPTW : cas de l'entreprise CANAL PLAST

6. La date d'arrivé au client  $j$  doit être supérieure ou égale à la date d'arrivé au plus tôt au client  $j$  ;

$$Ta_j \geq a_j ; \forall k$$

7. La date d'arrivé au client  $j$  doit être inférieure à la date de fin de service au plus tard au client  $j$  ;

$$Ta_j \leq b_j ; \forall k$$

8. Cette contrainte nous permet de s'assurer que le camion d'arrivé est celui du départ ;

$$\sum_{\substack{i \neq p \\ i \neq 10}}^N Y_{ipk} = \sum_{\substack{j \neq p \\ j \neq 1}}^N Y_{pjk} ; \forall k , \forall N / p \neq 1 \ \&\& \ p \neq 10 ;$$

## 2.3. Programme CPLEX :

On a deux fichiers principaux :

Un fichier (.mod)  ;

qui contient les paramètres, les variables de décisions , la fonction objectifs et les contraintes ;

```
int client=...;
range N=1..client;

int camion=...;
range C=1..camion;
```

Figure 3.1 : indices

```
int CAP[C]=...;
int D[N]=...;
int a[N]=...;
int b[N]=...;
int T[N][N]=...;
```

Figure 3.2 : paramètres

```
// variables de décision
dvar boolean y[N][N][C];
dvar int Ta[N];
```

Figure 3.3 : variables de décision

```
//fonction objectif
minimize sum(i in N, j in N, k in C) y[i][j][k]*T[i][j] ;
```

Figure 3.4 : fonction objectif

## Chapitre 03 : problème de tourné de véhicule avec fenêtre de temps VRPTW : cas de l'entreprise CANAL PLAST

```
//contraintes
subject to {

forall (k in C)
  sum (j in N : j != 10) y[1][j][k]==1;

forall (k in C)
  sum (i in N : i != 1) y[i][10][k]==1;

forall (k in C)
  sum (i in N) y[i][1][k]==0;

forall (k in C)
  sum (j in N) y[10][j][k]==0;

forall (i in N : i != 10 && i != 1)
  sum (j in N : j != i && j != 1, k in C) y[i][j][k]==1;

forall (j in N : j != 10 && j != 1)
  sum (i in N : i != j && i != 10, k in C) y[i][j][k]==1;
```

```
forall (k in C, p in N : p != 1 && p != 10)
  sum (i in N : i != p && i != 10) y[i][p][k]
    == sum (j in N : j != p && j != 1) y[p][j][k];

forall (k in C)
  sum (i in N, j in N : j != i) D[j]*y[i][j][k]<=CAP[k];

forall (i in N : i != 10, k in C, j in N : j != 1 && j != i)
  Ta[j]>=Ta[i]+T[i][j]-1000000*(1-y[i][j][k]);

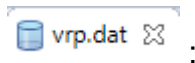
forall (j in N)
  Ta[j]>=a[j];

forall (j in N)
  Ta[j]<=b[j];

}
```

Figure 3.5 : contraintes

Et un fichier (.data)



qui contient les valeurs des paramètres ;

Dans cette partie ; on a considéré qu'on a 10 clients de différents wilayas et on a déterminé la matrice de distance selon la position des clients ;

```
client=10;
```

```
camion=3;
```

```
CAP=[250 250 200];
```

```
D=[10 15 10 5 20 10 15 10 10 20];
```

```
a=[1 1 1 2 2 3 3 3 5 5];
```

```
b=[1000 1000 1000 2000 2000 3000 3000 3500 5500 5500];
```

## Chapitre 03 : problème de tourné de véhicule avec fenêtre de temps VRPTW : cas de l'entreprise CANAL PLAST

---

```

T=[
[0   3   13  164 81  227 171 189 503 881]
[3   0   10  167 83  229 173 192 506 883]
[13  10  0   173 89  235 179 198 512 889]
[164 167 173 0   95  139 169 101 415 793]
[81  83  89  95  0   156 97  118 433 810]
[227 229 235 139 156 0   175 107 296 673]
[171 173 179 169 97  175 0   73  452 829]
[189 192 198 101 118 107 73  0   383 760]
[503 506 512 415 433 296 452 383 0   389]
[881 883 889 793 810 673 829 760 389 0 ]
];

```

Figure 3.6 : valeurs des paramètres

### 2.4. Interprétation des résultats :

Dans un problème de VRPTW ; on a deux variable de décisions ; une variable 'Ta' qui nous donne le temps d'arrivé au client et une variable binaire qui prend la valeur 1 qu'on un camion 'c' transite d'un client 'i' vers un client 'j' sinon elle prend la valeur 0 ;et une valeur de la fonction objectif ;

Le solveur CPLEX nous donne les résultats suivants :

Solution avec l'objectif 2 900

Pour les valeurs de Ta :

N (taille 10)	Valeur
1	1
2	4
3	14
4	165
5	82
6	249
7	179
8	252
9	580
10	5500

Tableau 3.2 : valeurs de la variable Ta

## Chapitre 03 : problème de tourné de véhicule avec fenêtre de temps VRPTW : cas de l'entreprise CANAL PLAST

Les valeurs de la variable de décision  $T_a$  sont généralement inférieure ou égale à la valeur de la date de fin de service aux différents clients ; et donc contrainte de temps vérifier ;

Pour la deuxième variable de décision ; on a trois camion dont chaque camion transport les produits à un nombre de clients ;

### Camion 1 :

↓ N (taille 10)	↓ N (taille 10)	↓ C (taille 3)	↓ Valeur
1	4	1	1
4	9	1	1
9	10	1	1

Tableau 3. 3 : chemin du premier camion

Donc d'après les résultats obtenue par le solveur CPLEX ;le 1éme camion Prend le chemin des clients 1-4-9-10 avec une distance égale à 968 KM ; dont la demande totale est étage à 45 tubes qui inférieure à la capacité du camion 1 qui a une capacité de transporté 250 tubes et donc contrainte de capacité vérifié ;

### Camion 2 :

↓ N (taille 10)	↓ N (taille 10)	↓ C (taille 3)	↓ Valeur
1	5	2	1
5	7	2	1
7	8	2	1
8	10	2	1

Tableau 3. 4 : chemin du deuxième camion

## Chapitre 03 : problème de tourné de véhicule avec fenêtre de temps VRPTW : cas de l'entreprise CANAL PLAST

Donc d'après les résultats obtenue par le solveur CPLEX ;le 2éme camion Prend le chemin des clients 1-5-7-8-10 avec une distance égale à 1000 KM ; dont la demande totale est étage à 75 tubes qui inférieure à la capacité du camion 2 qui a une capacité de transporté 250 tubes et donc contrainte de capacité vérifié ;

### Camion 3 :

N (taille 10)	N (taille 10)	C (taille 3)	Valeur
1	2	3	1
2	3	3	1
3	6	3	1
6	10	3	1

Tableau 3. 5 : chemin du troisième camion

Donc d'après les résultats obtenue par le solveur CPLEX ;le 3éme camion Prend le chemin des clients 1-2-3-6-10 avec une distance égale à 921 KM ; dont la demande totale est étage à 75 tubes qui inférieure à la capacité du camion 3 qui a une capacité de transporté 200 tubes et donc contrainte de capacité vérifié ;



Conclusion  
générale

Dans ce travail nous nous sommes intéressés dans une première partie à la gestion de stock qui est une des fonctions les plus importantes pour l'entreprise ; dont on a parlé de la notion de stockage et les outils qui nous facilitent cette gestion de stock et aussi de la gestion de transport ; dont on a parlé de la fonction commerciale qui joue un rôle très important dans la commercialisation des marchandises et aussi des modes de transport de cette dernière ;

Dans la deuxième partie, nous nous sommes intéressés au problème de tournée de véhicule avec fenêtre de temps pour la commercialisation des produits finis pour l'entreprise de production des tubes PVC et PEHD « CANAL PLAST » ; et donc on a établi un modèle qui nous permet de résoudre ce problème VRPTW avec le solveur CPLEX ;

Les résultats obtenus dans ce travail sont des résultats simulés pour un nombre de clients qu'on a supposé et qui est égale à dix ; en réalité on peut simuler avec le même modèle avec le nombre et la position des clients réels de l'entreprise « CANAL PLAST » ;

## Référence et bibliographie :

---

- [1 ] principes fondamentaux de gestion d'approvisionnement –bahrini oueslati wadiia- « 2018-2019 »
- [2] [La gestion des stocks : définition, enjeux, optimisation \(l-expert-comptable.com\)](#)
- [3] IUT GEA – 841 S4 – Contrôle de gestion et Gestion prévisionnelle – La gestion des approvisionnements et des stocks – Daniel Antraigue –
- [4] <https://blog.scallog.com/gestion-stocks-definition-calcul-methode>
- [5]: [Rotation de stocks : tout savoir sur la rotation des stocks \(ooreka.fr\)](#)
- [6] [Joseph Juran](#), « Universals in Management, Planning and Controlling » (« Les universaux emangement, organisation et contrôle »), *The Management Control*, 1954.
- [7] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Principe\\_de\\_Pareto](https://fr.wikipedia.org/wiki/Principe_de_Pareto)
- [8] ORGANISATION ET GESTION DE LA PRODUCTION – Georges Javel Ancien professeur des universités à l'IUT de Nante-4ém édition 2004
- [9] Thèse du doctorat de l' université d'artois – hoursroum haiyan-2005
- [10] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Transport\\_maritime](https://fr.wikipedia.org/wiki/Transport_maritime)
- [11] Optimisation linéaire — Wikipédia (wikipedia.org)

## Résumé :

la gestion de stock est une tâche très importante dans une entreprise pour le placement des différents produits de l'entrepris et donc une bonne gestion de stock constitue un facteur de flexibilité dans l'entreprise ; pour répondre à la demande client et de faire des économie ; minimiser les couts de stockage ..ect, aussi la gestion des ventes et de transport sont des activités très importante pour la commercialisation et la distribution physique des produits aux consommateurs et aux autres secteurs, et donc l'objectif de ce travail est de faire un modèle qui permet d'optimiser la distribution des produits de l'entreprise CANAL PLAST ;

: ملخص

تعد إدارة المخزون مهمة للغاية في الشركة لوضع المنتجات المختلفة للشركة ، وبالتالي فإن الإدارة الجيدة للمخزون تشكل عاملاً من عوامل المرونة في الشركة ؛ لتلبية طلب العملاء وتوفير المال ؛ التقليل من تكاليف التخزين .. إلخ ، كما أن إدارة المبيعات والنقل هي أنشطة مهمة جداً للتسويق والتوزيع المادي للمنتجات للمستهلكين والقطاعات الأخرى ، وبالتالي فإن الهدف من هذا العمل هو عمل نموذج يحسن التوزيع من منتجات الشركة

## Summary :

Stock management is a very important task in a company for the placement of the various products of the company and therefore good stock management constitutes a factor of flexibility in the company; to meet customer demand and save money; minimizing the costs of storage ..ect, also the management of sales and transport are very important activities for the marketing and physical distribution of products to consumers and other sectors, and therefore the objective of this work is to make a model that optimizes the distribution of the company's products CANAL PLAST;