



**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**  
**Université Abou bakrBelkaid – Tlemcen**  
**Faculté de Technologie**  
**Département de Génie Électrique et Électronique**

## **Mémoire**

**Pour l'obtention du diplôme de Master en génie industriel**

**Spécialité : « Génie productique »**

## **Thème**

**Gestion des stocks dans un réseau de distribution en adoptant  
plusieurs moyens de transport**

**Soutenu le 25/05/2016**

**Présenté par :**

**AZZEDDINE Soraya**

**GOUMIDI Siham**

**CHERIER Mohamed Amine**

**Option :**

**Ingénierie de la production**

**Ingénierie de la production**

**Ingénierie des systèmes**

**Devant le jury :**

**M<sup>elle</sup> GHOMRI Latéfa**

**MCA Université de Tlemcen**

**Présidente**

**Mr. BENSMAN Abderrahmane**

**MCB Université de Tlemcen**

**Examineur**

**Mr. MEKKAMCHA Khalid**

**MAA Université de Tlemcen**

**Examineur**

**Mme. SARI Lamia**

**MCB Université de Tlemcen**

**Encadrant**

**Mr. BENEKROUF Mohamed**

**MCB Université de Tlemcen**

**Co-encadrant**

**Année Universitaire : 2015/2016**

## Table de matière

Remerciement .....	4
La Liste des figures et des tableaux .....	5
Introduction générale .....	7
<b>Chapitre 1 : Chaîne logistique et réseaux de distribution</b>	
1.1 Introduction .....	8
1.2 Chaîne logistique et la distribution.....	8
1.2.1 Centre de distribution .....	9
1.2.2 Les canaux de distribution .....	9
1.2.3 Le circuit de distribution .....	10
1.2.4 Réseau de distribution .....	11
1.3 Le transport .....	13
1.4 Les modes de transport.....	13
1.4.1 Transport aérien.....	13
1.4.2 Transport maritimes .....	14
1.4.3 Transport ferroviaire .....	14
1.4.4 Transport routier .....	14
1.5 Le Coût de transport .....	15
1.6 Les enjeux du transport.....	15
1.6.1 Les prix / les coûts .....	15
1.6.2 La qualité des produits .....	15
1.6.3 Les délais .....	16
1.6.4 La fiabilité .....	16
1.6.5 Le risque.....	16
1.6.6 La sécurité.....	16
1.6.7 Rapidité .....	17
1.7 Le stock.....	17
1.7.1. Un stock.....	17
1.7.2 La Gestion de stock .....	17
1.7.3. Sur-stockage.....	18
1.7.4. Rupture de stock .....	18
1.7.4.1. Le coût de rupture .....	18
1.7.4.2. Commande retardée .....	19
1.7.4.3. Commande perdue .....	19
1.8 Divers modèles de gestion de stock sont utilisé .....	19
1.8.1 Le modèle de Wilson .....	19
1.8.2. Politique de gestion de stock classique .....	20
1.8.3. Le modèle ABC, modèle de gestion par exception .....	21
1.8.4. Méthode de KANBAN .....	21
1.8.5. Politiques de besoin futur MRP .....	22
1.8.6. Stock sous incertitude .....	23

<b>1.9 Conclusions .....</b>	<b>24</b>
<b>Chapitre 2 : présentation de l'entreprise et formulation du problème</b>	
<b>2.1 Introduction .....</b>	<b>25</b>
<b>2.2 Présentation de l'entreprise.....</b>	<b>25</b>
<b>2.2.1 Chaîne de production LIT-MAG.....</b>	<b>25</b>
<b>2.2.2 La structure de l'entreprise .....</b>	<b>26</b>
<b>2.2.3 Le réseau de distribution .....</b>	<b>27</b>
<b>2.3 Description du probleme .....</b>	<b>29</b>
<b>2.4 Problématique .....</b>	<b>30</b>
<b>2.4.1 Hypothèse .....</b>	<b>30</b>
<b>2.4.2 Formulation du problème.....</b>	<b>31</b>
<b>2.4.3 Les paramètres utilisés.....</b>	<b>31</b>
<b>2.4.4 Modélisation de problématique.....</b>	<b>32</b>
<b>2.4.4.1 Modelisation de problématique sans fourgon.....</b>	<b>32</b>
<b>2.4.4.2 Modélisation de problématique avec fourgon .....</b>	<b>33</b>
<b>2.5 Conclusion.....</b>	<b>34</b>
<b>chapitre 3 : Evaluation de réseau de transport</b>	
<b>3.1 Intoduction .....</b>	<b>35</b>
<b>3.2 Présentation du logiciel .....</b>	<b>35</b>
<b>3.2.1 Qu'est-ce que LINGO .....</b>	<b>35</b>
<b>3.2.2 Exemple sous LINGO .....</b>	<b>36</b>
<b>3.3 Résultats numérique .....</b>	<b>39</b>
<b>3.3.1 Données du réseau étudié .....</b>	<b>39</b>
<b>3.3.1.1 Demande.....</b>	<b>39</b>
<b>3.3.1.2 Influence du coût unitaire de transport .....</b>	<b>40</b>
<b>3.4 Les résultats obtenus.....</b>	<b>40</b>
<b>3.4.1 La Variation des coûts de transport .....</b>	<b>41</b>
<b>3.4.1.1 La Variation des coûts de transport dans le sous-réseau .....</b>	<b>41</b>
<b>3.4.1.2 Variation des coûts de transport pour le réseau global .....</b>	<b>43</b>
<b>3.4.2 La Variation du coût de sur-stockage .....</b>	<b>46</b>
<b>3.4.3 Variation des coûts de rupture.....</b>	<b>49</b>
<b>3.5 Conclusions .....</b>	<b>52</b>
<b>Conclusion générale</b>	

## *Remerciement*

*Au-delà d'un directeur de recherche qu'a su révéler le meilleur de chacun de nous, Mme Sari Lamia née Triqui, a su nous diriger tout au long de notre parcours, comme elle a pu optimiser les différents obstacles que nous avons rencontrés. Notre enseignante, pour que nous devions tout le respect, nous la remercions infiniment.*

*Un grand merci M. Benkrouf Mohammed chargé de cours à l'Université de Tlemcen a pour le temps qu'il nous 'a consacré à qui nous voudrions témoigner toute notre reconnaissance.*

*Nous tenons à exprimer nos remerciements à Melle Ghomri Latéfa chargé de cours à l'Université de Tlemcen, d'avoir accepté de présider le jury de ce mémoire.*

*Un grand merci à M. Bensmaine Abderahmmane chargé de cours à l'Université de Tlemcen, pour l'honneur d'avoir accepté d'évaluer notre travail*

*Un grand merci à M. Mekkamcha Khalid maitre-assistant à l'université de Tlemcen pour l'honneur d'avoir accepté d'examiner notre travail*

*Un grand merci s'adresse au groupe LI-MAG pour l'accueil chaleureux et pour leur participation à la réalisation de cette étude.*

*Un vif remerciement a nos enseignants qui ont contribué à notre formation durant tout notre cursus.*

*Merci*

## *La liste des figures & des tableaux*

## La liste des figures

### Chapitre 01

Figure 1.1 chaîne logistique .....	8
Figure 1.2. Les types de canaux de distribution .....	10
Figure 1.3. Les circuits de distribution.....	11
Figure 1.4. Le réseau de distribution.....	11
Figure 1.5. divergente ou de distribution .....	12
Figure 1.6. convergente ou d'assemblage .....	12
Figure 1.7. séquentielle ou linéaire .....	12
Figure 1.8 : Architecture MRP.....	23

### Chapitre 02

Figure 2.1 : Structure de l'entreprise .....	26
Figure 2.2 : processus de fabrication .....	27
Figure 2.3 : le réseau de distribution de l'entreprise Lit Mag .....	28
Figure 2.4 : le réseau de distribution de l'entreprise Lit Mag .....	29
Figure 2.5 : le réseau de distribution de l'entreprise Lit Mag avec les échanges entre les dépôts .....	32
Figure 2.6 : le réseau de distribution de l'entreprise Lit Mag sans échanges entre les dépôts.	33

### Chapitre 03

Figure 3.1 : la relation entre les entrepôts et les clients .....	36
Figure 3.2 : l'influence de la variation des coûts de transport sur la fonction objectif .....	42
figure 3.3 : influence de variation de coûts de transport sur la fonction objectif transport (avec et sans fourgons).....	44
Figure 3.4 : l'influence de la variation de coût de transport sur les quantités en stock dans les deux configurations .....	45
Figure 3.5 : l'influence de la variation de coût de transport sur les quantités en stock dans les deux configurations .....	45
Figure 3.6 : l'influence de la variation du coût de sur-stockage sur la fonction objectif dans les deux configurations (avec et sans fourgon).....	47
Figure 3.7 : l'influence de la variation de coût de sur-stockage sur la quantité en stock .....	49
Figure 3.8 : Fonction objectif avec et sans fourgon après le changement de coût rupture .....	50
Figure 3.9 : l'influence de la variation du coût de rupture sur la quantité de rupture avec et sans fourgon .....	52

## La liste des tableaux

### Chapitre 01

Tableau 1.1 : avantages et inconvénients de transport aérien .....	13
Tableau 1.2 : avantages et inconvénients de transport maritime.....	14
Tableau 1.3 : avantages et inconvénients de transport ferroviaire .....	14
Tableau 1.4 : avantages et inconvénients de transport routier .....	15
Tableau 1.5 : politiques d'approvisionnement .....	20

### Chapitre 03

Tableau 3.1 : la capacité de chaque entrepôt.....	36
Tableau 3.2 : la demande de chaque clients .....	36
Tableau 3.3:le coût unitaire entre les entrepôts et les clients .....	36
Tableau 3.4 : la demande moyenne pour chaque centre.....	39
Tableau 3.5 : représente les coûts unitaires de transport "ci " .....	40
Tableau 3.6 : Coûts unitaires de transport associés au déplacement entre les entrepôts eux-mêmes.....	40
Tableau 3.7: comparaison entre le profit total un model avec un échange et pour un model sans fourgons .....	41
Tableau 3.8 la variation du cout de transport des fourgons et son influence sur le profit .....	41
Tableau 3.9 : les variations des coûts de transport par camions.....	43
tableau 3.10 variation de couts de transport et son influence sur le profit dans les deux configurations.....	43
Tableau 3.11 : les quantités totale de rupture et de sur-stockage de chaque dépôt avec et sans fourgons.....	45
Tableau 3.12 : variation de cout de sur-stockage et son influence sur le profit dans la première configuration (avec échange) .....	46
Tableau 3.13 : variation de cout de sur-stockage et son influence sur le profit dans la deuxième configuration (sans échange) .....	46
Tableau 3.14 : la quantité en stock après la variation du coût de sur-stockage dans les deux configurations .....	48
Tableau 3.15: l'influence de la variation du cout de rupture dans les deux configurations (avec et sans fourgons) sur le profit. ....	50
Tableau 3.16 : les quantités de rupture après la variation de coût de rupture dans les deux configurations .....	51

# *Introduction générale*



## Introduction générale

La concurrence dans le monde d'industrie est confrontée à une augmentation jour par jour. Pour avoir un grand part dans le marché, il faut combiner entre les paramètres : le prix, la qualité et le délai.

Le prix de vente d'un produit se compose des différents couts de revient (prix d'achat de matières premières, coût de main-d'œuvre, coût des charges administratives...etc.), plus la marge bénéficiaire.

Un problème auquel sont confrontées de nombreuses entreprises est la réduction des coûts de revient, cette minimisation du coût se fait par la minimisation des charges (négocier les prix des quantités de matières premières, optimisation de l'utilisation des équipements et des ressources, réduction des couts de transport, ...etc.)

Dans ce travail on s'intéresse au problème du transport au sein d'un réseau de distribution qui demeure une problématique très complexe, d'une certaine manière aussi complexe que l'organisation de la fabrication industrielle elle-même. De nombreuses décisions doivent en effet être prises, en intégrant des contraintes de nature variée, selon les caractéristiques du produit et les quantités en jeu, leurs destinations en choisissant les moyens de transport les mieux adapter et le plus profitable.

La question du choix du moyen de transport se pose fréquemment et peut avoir une incidence significative sur les coûts et sa mise en œuvre. Sachant que l'évolution des coûts d'exploitation des véhicules de l'entreprise ou de ses transporteurs dépend de la distance parcourue et de la quantité transportée, c'est pour cela qu'il faut bien adapter le moyen de transport le plus rentable.

Notre défi dans ce travail est de proposer un algorithme de choix de moyen de transport en fonction de la demande au niveau de chaque centre de distribution qui permet de minimiser le coût de transport dans le réseau tout en garantissant la satisfaction des commandes clients, en respectant les contraintes de délais de livraison, la capacité des dépôts et la capacité de chargement.

# ***Chapitre 1***

## *Chaine logistique et réseau de distribution*

### 1.1.Introduction

Le but de la chaîne logistique consiste à planifier stratégiquement ses opérations : approvisionnement, production, vente et distribution en élaborant de bonnes approches de communication et de collaboration aussi bien à l'intérieur de la chaîne entre ses différents maillons et avec ses partenaires extérieurs, fournisseurs et distributeurs, dans le but de fournir le produit désiré tout en garantissons les niveaux de services.

Dans ce chapitre nous nous intéressons à présenter des généralités sur les chaînes logistiques et les réseaux de distribution plus précisément on s'intéresse principalement sur la gestion des stocks et la planification des livraisons.

### 1.2. Chaîne logistique et la distribution

La chaîne logistique englobe l'ensemble des opérations réalisées pour fabrication d'un produit ou d'un service allant de l'approvisionnement de la matière première jusqu'à sa livraison au client final. En passant par les étapes d'approvisionnement, de transformation, de stockage, et de distribution.[1]

Une chaîne logistique est considérée comme une succession de processus, qui contribuent aux différentes activités au sein d'une entreprise à travers les interactions entre les différents maillons qui la constituent.

La chaîne logistique peut être vue comme deux processus concaténés : un processus amont qui concerne la partie production et réalisation de produits et qui couvre l'approvisionnement en matières premières, la planification de la production et enfin la gestion des stocks, et un processus aval qui assurent le cheminement des produits depuis l'entreprise jusqu'aux détaillants et aux clients finaux. Dans la partie avalée, on s'occupe principalement de la distribution ainsi que du transport et de la livraison des produits finis comme présentés par la figure1.1

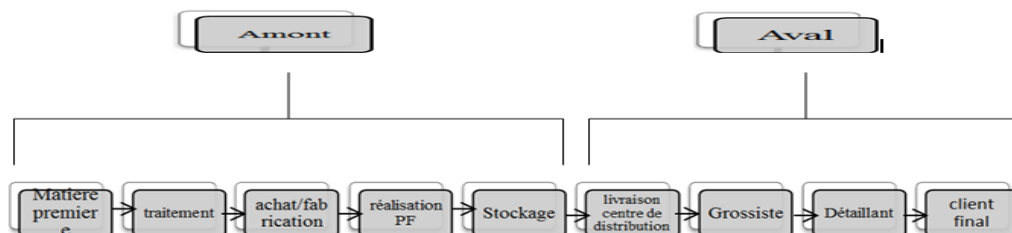


Figure1.1 chaîne logistique

Nous remarquons bien que le centre de distribution a un rôle important dans la chaîne logistique, c'est le maillon qui assure la communication et la synchronisation entre la partie amont (production et fabrication) et la partie aval (distribution).

### 1.2.1 Centre de distribution

Un centre de distribution consiste à utiliser et à gérer avec cohérence des moyens de stockage, de manutention et de transport pour que les biens et services soient disponibles au bon endroit, en quantité suffisante, au bon moment et dans les meilleures conditions pour la vente. Le but d'un centre de distribution est accélérer le mouvement des produits, plutôt que de favoriser leur accumulation. La centralisation des commandes permet de bénéficier de remises sur quantité offertes par les fournisseurs. [2]

Schématiquement, la distribution fait intervenir les notions de canal de distribution, de circuit de distribution, et de réseau de distribution. Ces notions vont maintenant être détaillées.

### 1.2.2 Les canaux de distribution

Un canal de distribution peut être défini comme une voie ou une conduite d'acheminement de biens et de services entre le producteur et le consommateur, avec ou sans intermédiaires.

Chaque canal de distribution est constitué par des ensembles de magasins ou des méthodes de vente d'un même type. [3] Les canaux de distribution sont au nombre de trois et se caractérisent par leur longueur comme le schématise la figure 1.2 :

**a) Canal ultra court** : il n'existe aucun intermédiaire entre le producteur et le consommateur. [2] Nous pouvons citer comme exemple le cas d'un agriculteur qui vend directement sa marchandise au consommateur.

**b) Canal court** : Il n'y a qu'un seul intermédiaire entre le producteur et le consommateur (Producteur - Détaillant - Consommateur). C'est par exemple le cas de la vente de vêtements dans une boutique. [2]

**c) Canal long** : le nombre d'intermédiaires est égal ou supérieur à deux (producteur - grossiste - détaillant), [2] comme le cas de la vente de médicaments dans les pharmacies.

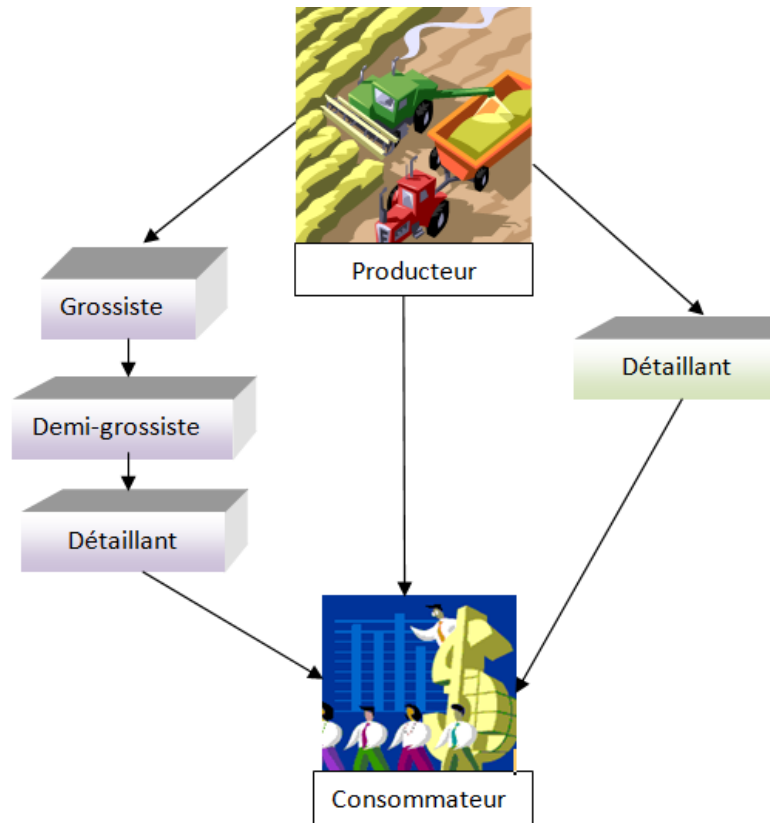


Figure 1.2. Les types de canaux de distribution

Le choix de tel ou tel type de canal est fonction de nombreux critères comme le marché cible (entreprises ou particuliers), l'appareil commercial à mettre en œuvre (magasins ou catalogues) et la réglementation.

### 1.2.3 Le circuit de distribution

Le circuit de distribution réunit un ensemble de canaux permettant d'écouler une catégorie de biens entre le producteur et le consommateur. Il est notamment caractérisé par sa longueur, et par le nombre des acteurs intermédiaires différents qui y participent.<sup>[3]</sup>

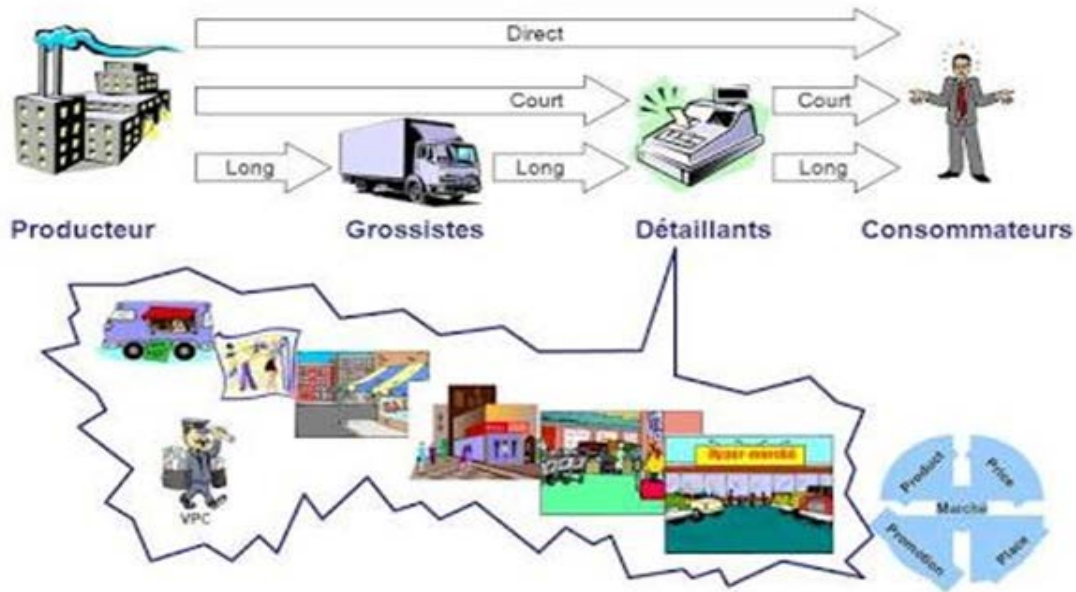


Figure 1.3. Les circuits de distribution [4]

### 1.2.4 Réseau de distribution

Le réseau de distribution est composé de l'ensemble des acteurs distributeurs permettant d'acheminer les produits ou services du producteur aux consommateurs. [5]

Un réseau de distribution comprend généralement les acheteurs, les grossistes et semi-grossistes et les détaillants tels qu'il est présenté par la figure suivante :

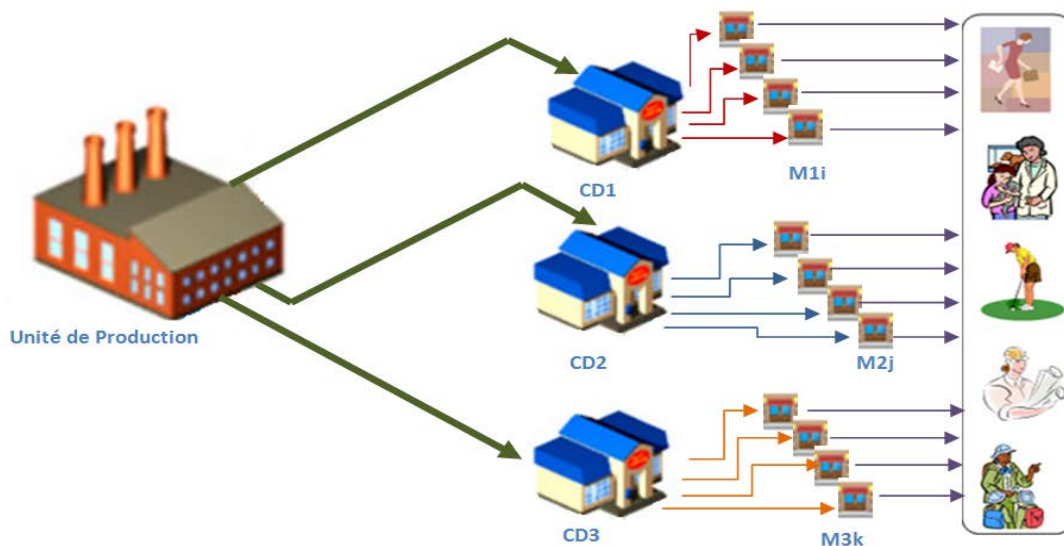


Figure 1.4. Le réseau de distribution

Dans le cadre de des réseaux de distribution on peut distinguer plusieurs configurations :

- **Divergente** : si un centre de distribution alimente plusieurs clients, ou plusieurs magasins. [6]

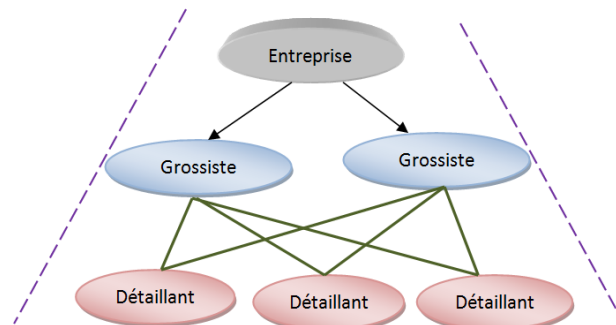


Figure 1.5. divergente ou de distribution

- **Convergente** : si plusieurs centres de distribution livre les produits dans la même plateforme. Cette structure est également présente dans les systèmes de recyclage. [6]

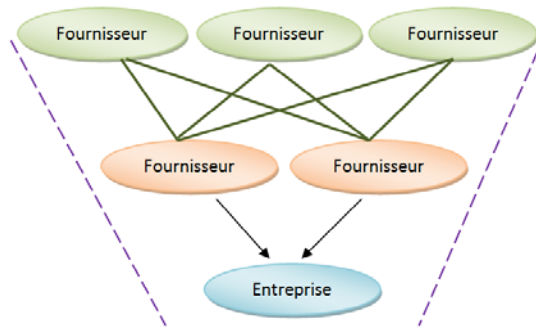


Figure 1.6. convergente ou d'assemblage

- **Séquentielle ou linéaire** : lorsque le centre alimente livre le produit directement au client final ou lorsque le transfert s'effectuent par un seul intermédiaire. [6]

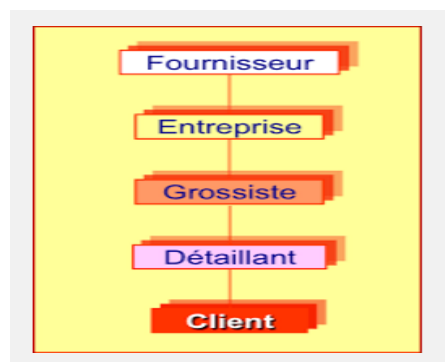


Figure 1.7. séquentielle ou linéaire. [7]

On peut aussi trouver plusieurs structures qui sont des combinaisons des celles-ci.

Notre travail s'intéresse principalement sur l'aspect distribution dans les chaînes logistiques.

### 1.3 Le transport

Le transport de quelque chose est le déplacement de marchandises d'un endroit à un autre. L'évolution des coûts d'exploitation des transporteurs dépend de la distance parcourue et de la quantité transportée, c'est pour cela qu'il faut bien adapter le moyen de transport utilisé.

Tout transfert de marchandise nécessite un moyen de transport (routier, ferroviaire, aérien), un délai et un coût d'approvisionnement, celui-ci pouvant être proportionnel à la quantité transportée ou fixe par chargement.

La fonction transport tout en étant essentielle au sein de l'entreprise, elle peut se révéler très coûteuse si elle n'est pas intégrée dans le plan stratégique de celle-ci. D'où la nécessité d'instaurer des synoptiques et d'explorer des mécanismes permettant de réduire leur coût tout en garantissant un niveau de service.

Le transport apparaît donc comme un maillon indispensable de la chaîne logistique qui assure la liaison entre les différents étages du système logistique. Ce transport peut se faire suivant différents modes : routier, aérien, maritime, ferroviaire [8]...

### 1.4 Les modes de transport

#### 1.4.1 Transport aérien

Le secteur du transport aérien est maintenant important et essentiel à de nombreuses activités. Il joue un rôle capital dans le transport de chargements peu volumineux à forte valeur ajoutée. L'aviation internationale achemine environ 40% des biens échangés dans le monde en valeur marchande, mais nettement moins en termes physiques. [9]

Avantages	Inconvénient
Assur une bonne rapidité et haute sécurité. faible coût de maintenance et de l'emballage. Délais de paiement est plus court.	Coût du fret est élevé et capacité limitée. Certaines marchandises sont interdites (marchandises dangereuses). Rupture de charge

Tableau 1.1 : avantages et inconvénients de transport aérien.[9]



### 1.4.2 Transport maritimes

Le transport maritime offre des avantages de sûreté, de moindre pollution et de fiabilité. En fait, il a le niveau d'insécurité le plus faible par rapport aux autres modes de transport au regard des accidents aux personnes et il offre des garanties de sûreté maximale pour les chargements et déchargements des marchandises. [9]

Avantages	Inconvénients
Un fret très bénéfique avec une quantité énorme. -Possibilité de livrer dans le monde entier.	Manque de sécurité au niveau de port. -Long Délais du transport. -la fluidité des marchandises au niveau de port est fiable.

Tableau 1.2 : avantages et inconvénients de transport maritime

### 1.4.3 Transport ferroviaire

Le transport ferroviaire est généralement plus réglementé que le transport routier et très souvent les pouvoirs publics participent directement à la fourniture des services, en sus de leurs responsabilités en matière de gestion des infrastructures. [9]

Avantages	Inconvénients
Il n'est pas cher, et il est sécurisé. Adapté aux tonnages et volumes importants.	Le réseau ferroviaire est limité. Le transport est lent. Inadapté aux courtes distances. Obligation de remplir tous les wagons.

Tableau 1.3 : avantages et inconvénients de transport ferroviaire. [9]

### 1.4.4 Transport routier

Le transport routier est une activité essentielle et multiforme dont la souplesse inimitable, le faible coût de revient, la capacité d'adaptation sont indispensables à notre économie. [10]

La construction et la modernisation des infrastructures routières jouent un rôle important dans le développement du transport international de marchandises par route, d'autres facteurs sont également essentiels à l'établissement d'un réseau routier efficient et prospère. [9]

<b>Avantages</b>	<b>Inconvénients</b>
La livraison est point à point sans rupture de charge. -Un délai de livraison relativement rapide.	Sécurité et délais varient selon les distances parcourus et les conditions climatiques -Risque d'accident.

Tableau 1.4 : avantages et inconvénients de transport routier.<sup>[9]</sup>

## 1.5 Le coût de transport

L'activité de transport ne se résume pas à des simples déplacements physiques des biens qu'il conviendrait d'optimiser en termes de coûts, de temps ou de coûts non monétaires (sécurité, confort...). Les situations de transport sont aussi fortement conditionnées par les acteurs qui participent directement ou indirectement à cette transaction d'une part, et aux transformations structurelles de l'économie d'autre part.

Au même titre des opérations de fabrication, les opérations de transport devront être optimisées parce que susceptibles d'induire des coûts considérables. En Effet, même si ces coûts peuvent varier considérablement selon les produits et destinations, on estime qu'en moyenne les coûts de transport représentent entre 5 et 10 percent de la valeur du produit fini livré.

## 1.6 Les enjeux du transport

### 1.6.1 Les prix / les coûts

Le cout de transport est un paramètre très sensible pour la société qui affecte directement le prix de produit et le bénéfice engendré par le produit lui-même. Ce qui oblige les réseaux de transport à améliorer régulièrement leur circuit de distribution et à revoir leur organisation industrielle. Cette tendance les a amenés à agir sur la minimisation de tous les coûts relative à la distribution et qui peuvent avoir une influence importante. Donc il faut bien savoir optimiser la distribution et la livraison pour rester dans le monde de concurrence. <sup>[11]</sup>

### 1.6.2 La qualité des produits

La qualité n'est plus vraiment un objectif dans la mesure où elle se présente comme un prérequis pour pouvoir être compétitive. L'unité de mesure utilisée reflète bien les progrès

réalisés dans ce domaine : du pourcent, le niveau de qualité est passé au «pour mille» puis plus récemment au PPM (pièces défectueuses par million).

La question ne se pose plus sous la forme du niveau de qualité à atteindre mais plutôt du coût pour y parvenir. [9]

### **1.6.3 Les délais**

Le délai se définit comme le temps s'écoulant entre la demande du client et la réception du produit commandé. Dans l'entreprise, industrielle ou non, pour l'utilisateur, il est plus souvent perçu comme le temps entre la constatation du besoin et le moment où il peut commencer à l'utiliser. Cet écart intègre des opérations réalisées par le fournisseur (préparation de la commande, expédition, etc.) mais également des tâches internes (constatation du besoin, contact avec le service Achats, passation de la commande, puis réception et contrôle).

### **1.6.4 La fiabilité**

La fiabilité dans les réseaux de transport est une notion essentielle et d'une importance majeure pour l'optimisation et la meilleure sélection. Une route plus longue peut être plus fiable qu'une route courte qui est confrontée à plusieurs aléas (grande circulation, mauvais tapissage, route non goudronnée, mal éclairée pour les voyages nuitée ....etc.).

### **1.6.5 Le risque**

Le progrès technologique a permis de faire un très grand pas vers l'avenir et instaurer une évolution majeure dans tous les domaines et particulièrement dans les systèmes industriels.

Un critère qui était largement exigé par de nombreuses entreprises et la minimisation tous genres de risques (les retards, les erreurs, les pannes, détérioration, la défaillance des produits...etc).

On analyse ainsi successivement les risques potentiels externes provenant du marché, de la concurrence, des changes, de la législation, etc.... et les risques internes liés à l'organisation, la technique utilisée, le niveau de la main-d'œuvre, la gamme de produits et son renouvellement.

Le transport est très sensible aux différents risques puisque celui-ci influence directement sur la fonction de transport.

### **1.6.6 La sécurité**

La sécurité varie selon la nature des produits transportés qui dépend du moyen de transport utilisé, la qualité de packaging de produit lui-même et des moyens de manutention utilisés pour le chargement et déchargement.

### **1.6.7 Rapidité**

La rapidité permet de mesurer et respecter les délais de livraison sans dépasser les échéances prévues cela dit une livraison précoce peut entraîner des coûts de sur-stockage il faut trouver le compromis adéquat qui favorise l'équilibre.

## **1.7 Le stock**

Le passage de produit dans le processus de fabrication ou distribution dans une chaîne exige une entrée et une sortie de matière dans chaque maillon de chaîne. La présence de cette substance sur ses différentes formes (matière première, semi-fini, produit fini) à l'entrée de chaque compartiment se visualise sous forme d'un stock. [12]

### **1.7.1 Un stock**

Un stock peut être défini comme un ensemble de marchandises, d'articles, accumulés dans l'attente d'une utilisation ultérieure et qui permet d'alimenter régulièrement les utilisateurs sans leur imposer les à-coups d'une fabrication ou les délais de livraison des fournisseurs. [13]

La présence de ce stock est indispensable pour le bon fonctionnement de la chaîne cela dit une présence massive peuvent entraîner des pertes considérable à l'entreprise. [10]

### **1.7.2 La Gestion de stock**

Une bonne gestion de stock consiste à avoir la quantité nécessaire au bon moment. D'une manière générale, chaque revendeur qu'il soit : un centre de distribution, un grossiste, un ou un détaillant préfère avoir une quantité de produit dans son magasin avant l'arrivée du client.

Pour ce faire, le revendeur doit estimer les ventes d'une période selon sa propre loi de consommation ou de son historique des ventes. Cette estimation permet de déterminer les quantités d'approvisionnement avant la manifestation des demandes réelles. [12]

Dans ce cas le vendeur peut être confronté à trois configurations possibles :

La première est lorsque la quantité approvisionnée est égale exactement à la quantité commandée par les clients. Dans ce cas le vendeur se trouve dans une situation idéal puisqu'il a vendu tout ce qu'il a commandé, mais cette situation idéaliste est rarement rencontrée dans la réalité vu que les demandes clients son incertaine et imprévisible.

La deuxième possibilité rencontrée chez le revendeur est que la quantité approvisionnée dépasse la quantité commandée par les clients, dans ce cas on parle de produit en sur-stockage.

Dans la troisième situation, la demande n'est pas satisfaite entièrement ou satisfaite partiellement, dans ce cas on parle de rupture de stock.

Une bonne gestion des stocks consiste donc à trouver un équilibre entre la rupture et le sur-stockage qui permet de maximiser le profit tout en minimisant les coûts de dépenses.

### 1.7.3 Sur-stockage

Le sur-stockage peut être défini par la possession d'un article sur une période donnée avant sa livraison au client final. Cette action bloque de la liquidité financière par article stocké. La diminution des charges liées à un produit stocké nécessite la réduction des coûts de possession et les durées de séjour.

- ✓ Le coût de possession de stock est l'ensemble des coûts issus du maintien d'un article en stock :
  - Coût d'entreposage et le coût de dévaluation du stock
  - Coûts de fonctionnement des magasins (salaire, loyer, chauffage).
  - Coûts divers (entretien des locaux, informatique, assurance ...etc.).

Il est exprimé soit en unité monétaire par produit stocké et par unité de temps, soit en pourcentage du prix du produit sur une période donnée calculée sur une année. <sup>[12]</sup>

$$CP = CP * IP$$

Avec IP : nombre de stock possédé au cours d'une période et CP : coût de possession.

La durée de séjours est le temps pendant lequel le produit est en attente sa livraison. Le temps de séjour d'un article est déterminé par l'intervalle de temps entre l'entrée d'un article dans l'espace du stockage et le moment de sa sortie pour être livré au destinataire.

### 1.7.4 Rupture de stock

La rupture de stock peut être définie comme étant l'insatisfaction partielle ou totale d'une demande. Cette notion de rupture est très valorisante et de poids significatifs sur la performance de l'activité commerciale en-cours.

#### 1.7.4.1 Le coût de rupture

Le coût de rupture est le coût occasionné par une vente manquée. Il correspond à la marge unitaire multipliée par le nombre de produits dont la vente n'a pu être réalisée. Lorsque la vente est simplement retardée dans le temps, son calcul est plus complexe et

spécifique à la procédure mise en place par l'entreprise pour conserver son client en attente. Il est parfois nommé « coût de pénalité » ou « coût de pénurie. »

L'entreprise doit déterminer un niveau de stock de sécurité pour éviter toute rupture de stock. Ce stock est calculé à partir de rythme et volume des commandes, des prévisions des valeurs extrêmes compte tenu des variations aléatoires de la demande et des retards éventuels d'approvisionnement.

#### **1.7.4.2 Commande retardée**

La commande retardée est due à une insatisfaction immédiate de la totalité ou une partie de la demande et qui sera desservie dans un futur proche. Cette situation de pénurie ne se présente que lorsque la demande ou le délai de réapprovisionnement sont supérieurs aux valeurs moyennes utilisées dans les paramètres de gestion du système de réapprovisionnement.

#### **1.7.4.3 Commande perdue**

La commande perdue est une situation plus délicate que la demande ne sera jamais satisfaite ce qui donne des conséquences négatives sur la satisfaction des clients voire les pertes et qui entraîne des déficits importants dans le chiffre d'affaires.

### **1.8 Divers modèles de gestion de stock sont utilisés**

La gestion des stocks est une façon particulière pour manipuler les "approvisionnements. Dans la littérature on peut trouver plusieurs méthodes proposées pour la gestion des stocks ou chaque méthode a ses avantages et ses inconvénients. Il est important de noter que le choix d'une telle ou telle méthode exige une analyse préalable des consommations afin d'identifier la méthode de gestion la plus appropriée. [12]

#### **1.8.1 Le modèle de Wilson**

Le modèle Wilson destiné à déterminer la quantité optimale de la commande, la cadence optimale d'approvisionnement, c'est-à-dire celle qui minimise le coût de stockage. Ce modèle fonctionne en univers certain (la demande, les prix, les délais, sont connus). [13]

Cette formule constitue un modèle mathématique simplificateur, dans lequel on suppose que :

- La consommation est régulière
- Les coûts sont proportionnels au nombre d'articles.
- Il n'y a pas de pénurie.
- Les coûts de stockage et de commande sont définis et constants.

On peut également faire intervenir le coût de pénurie, mais pour des raisons pratiques (coût difficile à évaluer), il est intéressant de faire l'hypothèse que ce coût n'intervient pas pour le calcul des quantités économique. [12]

La formule suivante dite formule de Wilson : [12]

$$Q_e = \sqrt{\frac{2 D c_a}{P \cdot i}}$$

Avec :

**Ca**: le coût de passation (lancement). **D** : La demande annuelle.

**i** : Le Taux de possession du stock. **P**: Le prix unitaire de l'élément.

### 1.8.2 Politique de gestion de stock classique

Les politiques de gestion des stocks les plus utilisés dans le milieu industriel selon leur évolution temporelle et leur consommation via le marché sont résumons dans le tableau suivant : [12]

Combinaison des politiques	Date fixe	Date variable
Quantité fixe	Méthode calendrier	Méthode de point de commande
Quantité variable	Méthode de ré-complètement	Achats opportunistes

Tableau 1.5 : politiques d'approvisionnement

#### ➤ La méthode calendrier (quantité fixe/date fixe)

La gestion calendaire suppose l'examen du stock à intervalles de temps réguliers, par exemple, le de chaque mois. À ces dates fixes, il faudra passer une commande d'un volume égal à ce qui a été consommé pendant la période précédente. Cette méthode peut s'appliquer aux produits : [12]

- ✓ Dont la consommation est régulière.
- ✓ De faible valeur.
- ✓ De classe C.

➤ **La méthode point de commande (quantité fixe/ date variable)**

Cette méthode, plus connue sous le nom de méthode du point de commande, son principe est le suivant : une commande est déclenchée dès que le niveau du stock devient inférieur ou égal au stock d'alerte.

Cette technique est utilisée essentiellement pour les articles qui demandent un suivi permanent des stocks (c'est-à-dire savoir à tout moment où en est le niveau du stock), ce qui peut entraîner un coût de gestion élevé. [12]

➤ **Les méthodes de ré-complètement (quantité variable/ date fixe)**

Selon cette méthode, appelée également méthode de ré-complètement, on définit pour chaque produit un niveau de stock optimum. À période fixe, le magasinier analyse son stock et commande une quantité permettant de retrouver le niveau voulu. Cette méthode s'applique notamment aux produits dont la consommation est régulière. [12]

➤ **Méthode des opportunités (quantité variable/date variable)**

Cette méthode est principalement utilisée pour les produits dont les prix de revient varient fortement ou dont la disponibilité n'est pas permanente (exemple : bois exotiques). [12]

### **1.8.3 Le modèle ABC, modèle de gestion par exception**

Les articles dont dispose une entreprise n'ont pas la même importance, et il est impossible d'attribuer la même priorité à chaque article dans sa gestion, car cela devienne trop coûteux.

Parmi les solutions proposées, une méthode connue par la méthode ABC qui s'effectue en utilisant l'ordre décroissant des valeurs de consommation annuelle des articles, calcule par la consommation annuelle d'un article par rapport à la consommation totale. À partir de ce classement, les produits sont regroupés en trois familles (A, B et C). [12] Selon une étude, 10% des produits A représentent 60% en valeur, tandis que 40% des produits B représentent 30% en valeur et 50% des produits C représentent 10%. Les produits A feront l'objet d'une gestion rigoureuse compte tenu de leur valeur ; [13]

### **1.8.4 Méthode de KANBAN**

Le kanban peut se définir comme un mode de pilotage de la production destiné à éliminer tous les stocks inutiles surtout ceux qui concernent les encours de production. L'objectif global du kanban est d'atteindre le zéro stock que l'on a souvent associé au zéro défaut et ceci avec la mise en place de procédures de contrôle total de la qualité.



Le principe du kanban est le suivant : il s'agit de produire et livrer des produits finis juste à temps pour être vendus, fabriquer des produits intermédiaires justes à temps pour être transformés en produits finis, acheter des matières premières justes à temps pour la fabrication.

Elle gère les flux d'approvisionnement, de fabrication ou de distribution et leur lancement à très court terme. Elle est surtout utilisée pour des fabrications de grande série à flux réguliers, et vise à atteindre la rationalisation des flux d'informations et donc à supprimer les gaspillages. [14]

### **1.8.5 Politiques de besoin futur MRP**

La méthode du MRP consiste à déterminer, pour chaque produit (matière première, composant, produit intermédiaire, produit fini, etc.), les dates et les quantités desancements de production ou des commandes d'approvisionnement sur un horizon de planification donné dans le but de satisfaire les besoins exprimés dans le Plan Directeur de Production (PDP) pour chaque période.

C'est une technique de gestion industrielle qui répond aux besoins suivants :

- ✓ Donné au client le meilleur service.
- ✓ Définir un programme de production.
- ✓ Réaliser au mieux l'adéquation charge/capacité résultant de ce programme de production.
- ✓ Maîtriser les coûts de production.

M.R.P. est devenu plus qu'une technique, c'est un concept de gestion industrielle qui se trouve aujourd'hui à la base de la plupart des systèmes de (G.P.A.O). [15]

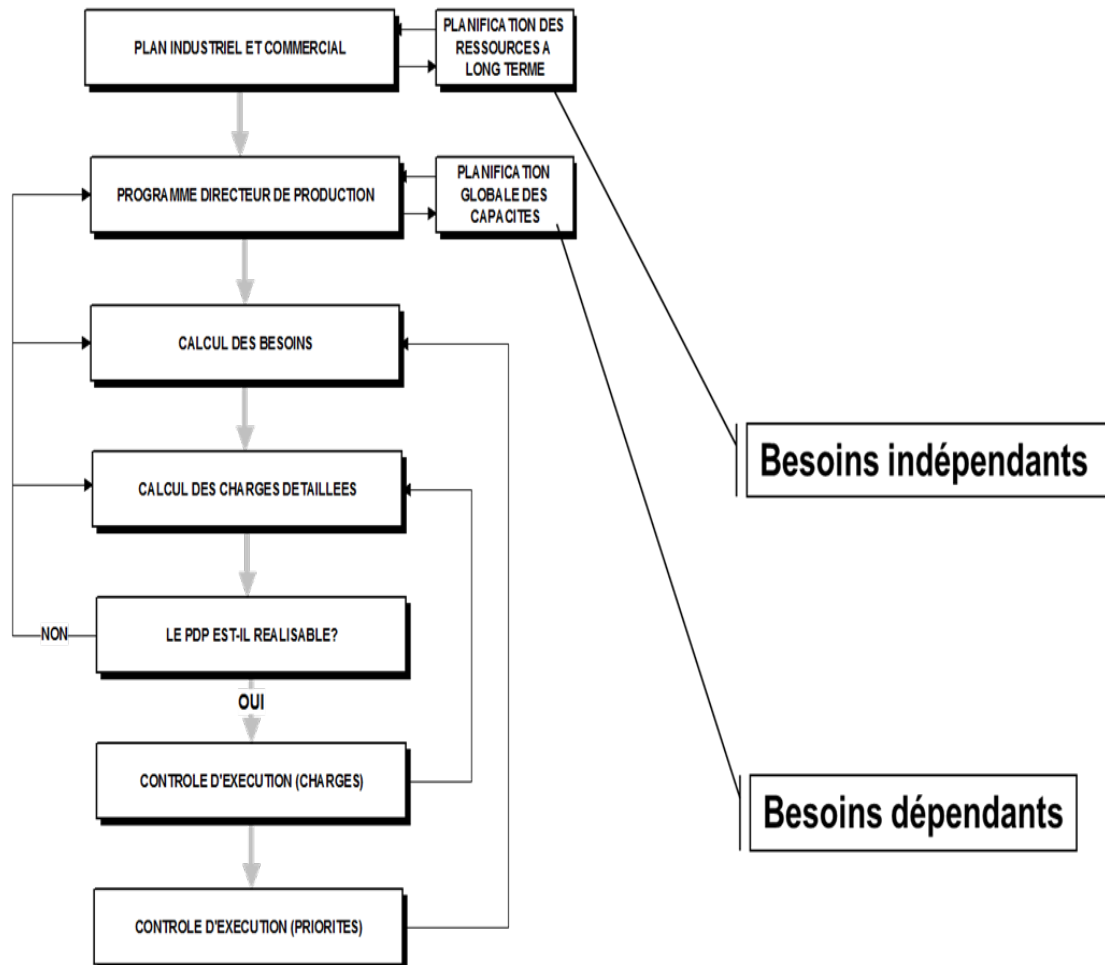


Figure 1.8 : Architecture MRP. [15]

L’objectif de la planification MRP est de commander les articles et les fabriquer en limitant au maximum les surplus et les ruptures de stocks. [15]

### 1.8.6 Stock sous incertitude

Une des principales incertitudes en gestion de stock est l’écart entre la quantité en stock lue dans le système d’information et la quantité réellement disponible dans le système physique. En gestion des stocks ou la demande est incertaine, on parle de niveau de service lorsqu’on estime ne pas pouvoir répondre toujours à toutes les demandes et qu’on se fixe une probabilité de satisfaction à atteindre.

Une préoccupation majeure des chercheurs est de lancer un défi dans le but de gérer au mieux les demande incertaine ou au moins rétrécir au maximum le spectre de sur stockage et la rupture.

Dans ce cadre nous avons étudié un réseau de distribution composé d'un entrepôt central et plusieurs centres de distribution ou la demande dans chaque centre est incertaine, d'un côté il

faut répondre aux demandes client et d'un autre côté il faut livrait la marchandise à moindre cout.

## **1.9 Conclusions**

Dans ce chapitre, nous avons présenté les concepts généraux relatifs aux chaînes logistiques et au réseau de distribution plus précisément nous avons pointé notre réflexion sur les politiques de gestion des stocks et le transport dans les réseaux de distribution.

Les principaux concepts de chaque politique ont été présentés dans le but de mettre en évidence leurs similarités et leurs différences ainsi que les avantages et inconvénients.

## ***Chapitre 2***

*Présentation de l'entreprise et formulation  
du problème*

## 2.1 Introduction

L'amélioration des systèmes industriels exige de l'innovation et la proposition des nouvelles techniques afin d'assurer sa compétitivité concurrentielle sur le marché. Pour survivre à un tel environnement l'entreprise actuelle tente d'établir des formes de communication et d'échange d'informations, de matière, de produit et de ressources etc... dans le but d'augmenter son rendement.

Dans ce travail nous allons proposer une forme de collaboration dans le réseau de distribution de l'entreprise literie Maghrébine qui sert de cadre applicatif à nos résultats.

La première partie contient la présentation globale de l'entreprise, en spécifiant son processus de fabrication, et son le réseau de distribution. La deuxième partie est dédiée à la formulation de la problématique abordée, avec une description détaillée des paramètres utilisés.

## 2.2 Présentation de l'entreprise

L'entreprise LIT-MAG (Literie Maghrébine) est une société spécialisée dans le domaine de la literie. Située à Tlemcen Algérie. Dotée d'une capacité de production de 400 matelas/ jour et d'un effectif de 110 employés. L'entreprise LIT-MAG est dédiée à la fabrication des matelas de différentes dimensions, ainsi que les oreillers et les couettes.

Une fois réalisation des produits ces derniers son envoyé vers des centres de distributions en respectant la demande de chaque centre et en utilisant un moyen de transport adapté à la quantité livré.

L'entreprise LIT-MAG est constituée de deux compartimente production et distribution.

### 2.2.1 Chaîne de production LIT-MAG

Les produits réalisés par l'entreprise sont classés en trois catégories : une famille de matelas, une seconde famille qui contient : couette, draps et couvre lit et enfin la famille des oreillers et traversins. Dans la famille des matelas, on trouve une large variété de produits (matelas en mousse souple, matelas en mousse avec une grande résistance ou matelas injectés mousse et ressort) et une diversification de dimension. Ça peut aller d'un simple matelas pour bébé, au matelas deux places avec plusieurs dimensions [16].

La famille des couettes, draps et couvre lit est une spécialité très récente de l'entreprise. Elle consiste en la fabrication des couettes d'une et deux places, dans des formats multiples ainsi que de voiles de rideaux et couvre-lits haut de gamme à dimensions multiples. Et enfin la production comprend la famille des oreillers et traversins de différentes dimensions [16].



### 2.2.2 La structure de l'entreprise

L'unité de production de l'entreprise literie Maghrébine est constituée principalement de trois zones telles qu'il est présenté par la figure suivante :

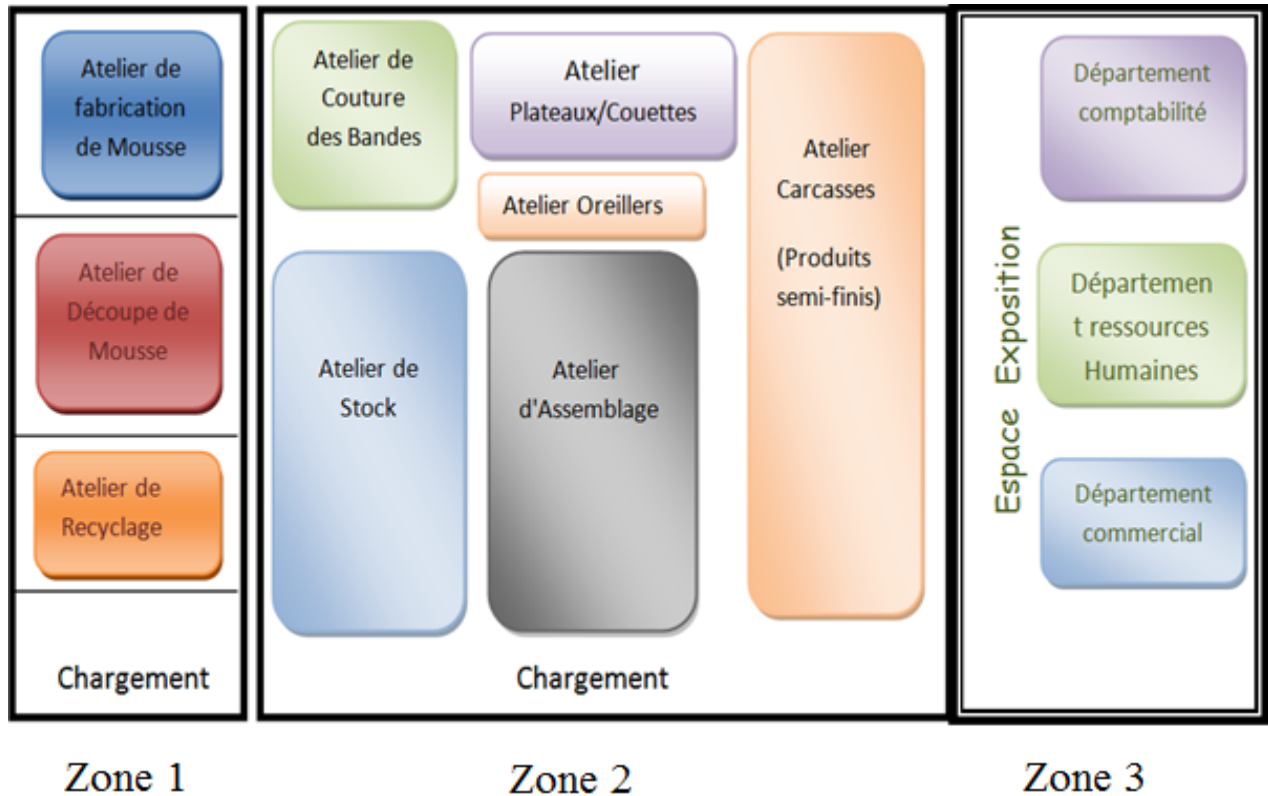


Figure 2.1 : structure de l'entreprise. [16]

La réalisation de tels produits nécessite un certain nombre de matières premières comme : fils d'acier, colle, fil à coudre, tissu, ouate, ruban, fibre, grise, plastique d'emballage, produits chimiques...plus un savoir-faire des employés [16].



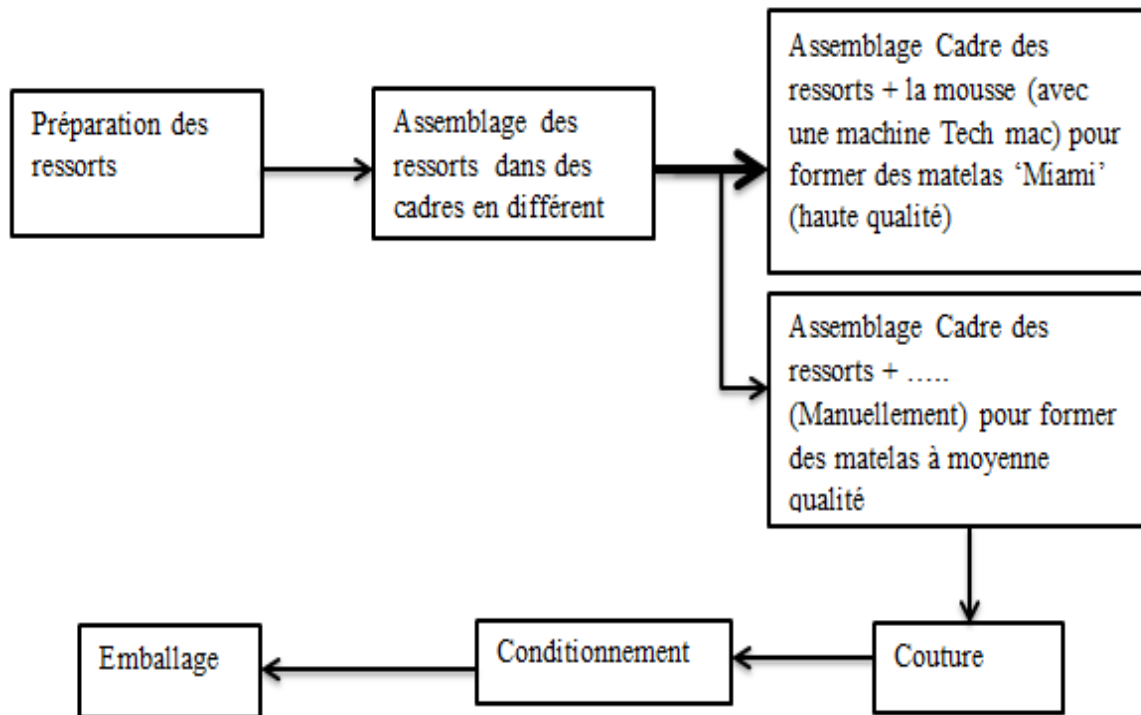


Figure 2.2 : processus de fabrication. [16]

### 2.2.3 Le réseau de distribution LIT-MAG

L'entreprise de Lit-Mag a un réseau de distribution assez complexe, pour avoir une idée globale sur ce réseau, on va présenter les différentes principales parties.

Le réseau de distribution LIT-MAG est constitué d'un entrepôt central situé à Tlemcen, mitoyen avec l'unité de production, et qui alimente plusieurs centres de distribution, identifiés par leurs zones de localisation sur le territoire algérien. A leur tour, les centres alimentent des grossistes dans la région où chaque grossiste est connecté à un ensemble de détaillants et chaque détaillant est connecté à un ensemble de clients finaux c'est à dire qu'un produit passe par plusieurs étapes avant d'arriver au client final. et pour manque d'information nous avons choisi d'étudier le premier échelon qui se compose de l'entreprise mère situer à Tlemcen, et plusieurs centres de distribution localisés aux plusieurs wilayas sur le territoire national (Oran, Blida, Alger1, Alger2, Annaba) tel qu'il est donné par la figure2.3.



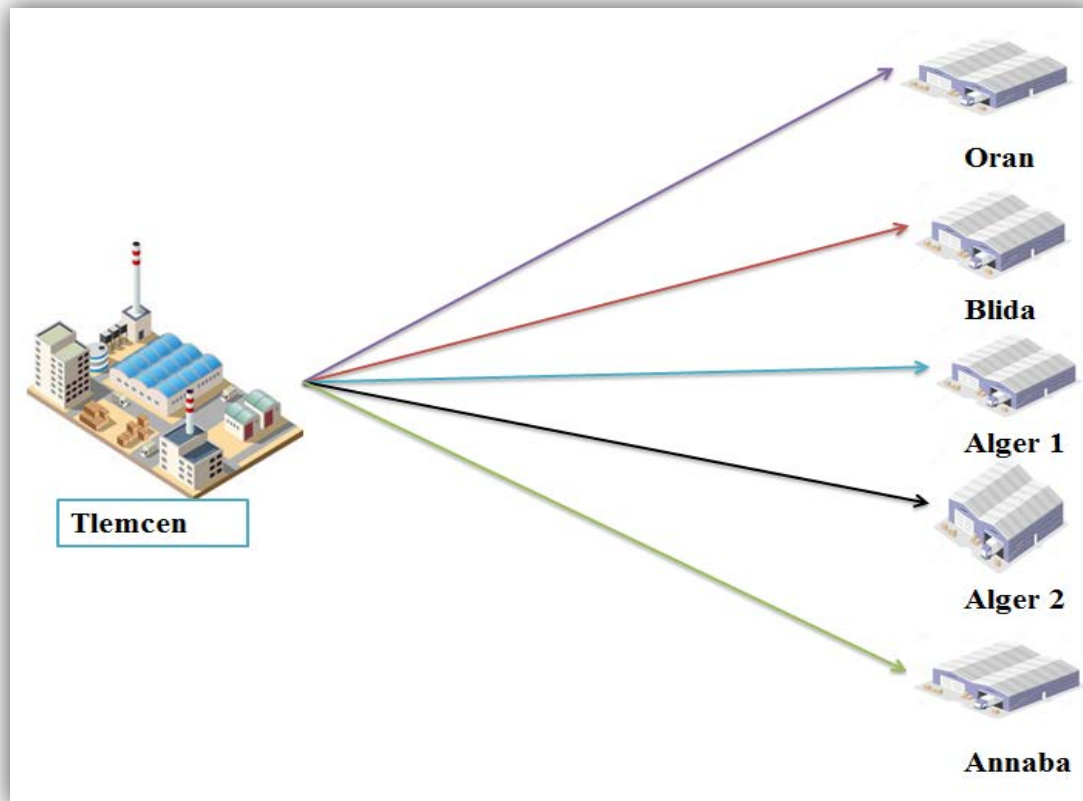


Figure 2.3 : le réseau de distribution de l'entreprise Lit Mag

L'entreprise LIT-MAG approvisionne les détaillants localisés ayant des besoins spécifiques, en utilisant des moyens de transport de différente capacité (petit T, moyen M et grand G).

Chaque moyen de transport visite un seul client et revient à l'entreprise.

Quel que soit la demande de ce dernier l'entreprise exige un chargement complet quelque soit la capacité du camion.





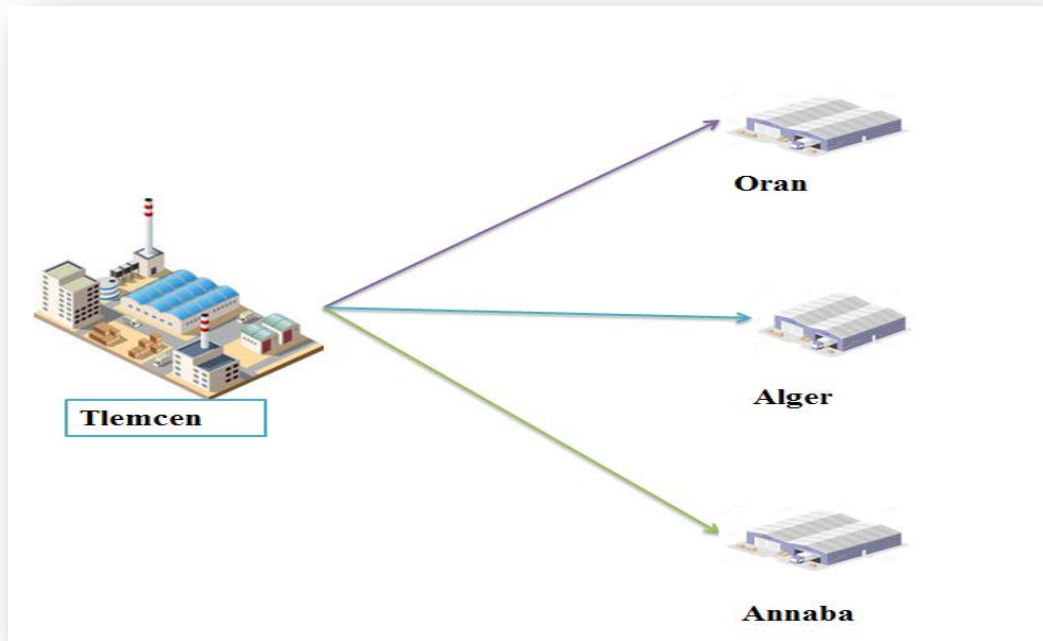


Figure 2.4 : le réseau de distribution de l'entreprise Lit Mag

### 2.3 Description du problème

Dans ce travail nous allons aborder un problème de transport et de livraison dans un réseau de distribution composé d'un entrepôt central et plusieurs grossistes identifiés par leurs zones de localisation situées sur le territoire algérien.

Notre problème a une structure particulière constituée de deux phases : la première phase concerne la distribution entre l'unité de production et les différents entrepôts, la deuxième phase concerne les échanges de produits entre les entrepôts eux-mêmes. Le problème dans ce réseau est double d'un côté il faut livrer les produits aux centres de distributions au bon moment et dans les meilleures conditions qui optimisent l'utilisation de moyen de transport, d'autre part il faut gérer au mieux les stocks chez les revendeurs qui permettent de réduire le sur-stockage tout en satisfaisant les clients.



## 2.4 Problématique

Le problème considéré dans ce travail consiste à la minimisation du coût de transport dans un réseau de distribution constitué d'un entrepôt central et plusieurs centres de distribution en utilisant plusieurs moyens de transport de types différents (petit, moyen, grand).

Plus précisément nous allons étudier un entrepôt central et trois centres de distribution où chaque centre de distribution s'approvisionne auprès de l'entrepôt central avec des demandes incertaines et variées sur un horizon de temps donné. Cette incertitude sur la demande peut être expliquée par trois situations : soit la quantité commandée auprès de l'entrepôt est la quantité voulue exactement par les clients, la demande est en parfaite équilibre, comme il peut y avoir la situation de sur-stockage lorsque les produits livraient son Supérieur à la demande des clients ou une situation de rupture lorsque les produits livraient son inférieur à la demande des clients.

La livraison des produits depuis l'entrepôt central et le centre s'effectue en utilisant un moyen de transport bien déterminé avec une capacité finie. Sachant que l'entreprise possède trois moyens de transport de taille (capacité) différente. Notre challenge dans ce travail est de proposer des circuits de livraison en choisissant le moyen de transport approprié tout en minimisant les coûts de transport et les coûts de stockage en assurant la satisfaction des clients.

Dans ce contexte nous nous focaliserons principalement sur les coûts relatifs aux transports, en prenant en compte tous les coûts directs et indirects, qui comprennent le coût de transport, le coût de stockage, le coût de charge et décharge, le coût de rupture.

### 2.4.1 Hypothèses

Nous nous situons dans le cadre mono-produit, où les marchandises stockées par les distributeurs sont de même type ou la demande est supposée incertaine dans un premier temps puis elle devient connue où les échanges de produits peuvent transiter entre les vendeurs.

Dans notre modèle on a :

- les demandes de produits sont d'abord estimées à partir des statistiques.
- Les quantités de produit initial de tous les centres sont nulles.
- L'entrepôt central a une capacité infinie (peut satisfaire tous les ordres des centres de distribution).
- Tous les produits sont du même type et les périodes de livraison sont les mêmes pour tous les centres de distribution.
- Les commandes des centres de distribution sont satisfaites par l'entrepôt central. Ensuite, lorsque les demandes des clients se réalisent, la demande excédentaire d'un



## Chapitre 2 : Présentation de l'entreprise et formulation du problème

centre peut éventuellement être satisfaite par les autres centres de distributions voisines.

- Plusieurs connexions de transport existent entre les différentes zones de distribution et le coût de transport dépend de la distance parcourue, nous supposons que le coût de transport ne dépend que de la distance parcourue, et qu'il est proportionnel aux quantités transportées.

### 2.4.2 Formulation du problème

Cette problématique est identifiée par un certain nombre d'informations des variables de décisions.

les quantités commandées  $X(j)$  de l'entrepôt ( $j$ ) vers l'unité de production qui est utilisée pour satisfaire la demande local  $D(j)$  en utilisant un nombre fini de moyen de transport( $k$ ) notée  $N(j, k)$  qui a une capacité ( $cap$ ) et un cout de transport  $C(j, k)$ .

Au cours de la livraison on est confronté à plusieurs situations :

#### ➤ Premier cas

La quantité livrée  $X(j)$  est égale à la demande  $D(j)$  ou le centre est en parfait équilibré.

#### ➤ Deuxième cas

La quantité livrée  $X(j)$  est supérieure à la demande  $D(j)$  ou le centre est face à une situation de sur-stockage avec une quantité  $Qs(j)$  en stock ou chaque article stocké est valorisé par un cout de stockage  $H(j)$ .

#### ➤ Troisième cas

La quantité livrée  $X(j)$  est inférieure à la demande  $D(j)$  ou le centre est face à une situation de rupture de stock avec une quantité  $Qr(j)$  et un cout de rupture  $R(j)$ .

Pour régler les problèmes de sur-stockage et la rupture on ajoute des fourgons  $K1$  qui assure le transit de marchandise  $Qt(j, j1, k1)$ d'un centre vers un autre avec une capacité ( $cap2$ ) et un coût (cout).

### 2.4.3 Les paramètres utilisés

- $j$  : l'ensemble des entrepôts.
- $k$  : l'ensemble des camions.
- $Qr1(j)$  : la quantité des articles en rupture avant l'approvisionnement.
- $Qs1(j)$  : la quantité des articles de sur-stockage avant l'approvisionnement.
- $Qr2(j)$  : la quantité des articles en rupture après l'approvisionnement.
- $Qs2(j)$  : la quantité des articles de sur-stockage après l'approvisionnement.
- $Qt(j, j1, k1)$ : la quantité des articles transportés d'un entrepôt à un autre.



## Chapitre 2 : Présentation de l'entreprise et formulation du problème

- $C(j,k)$  : le cout de transport de l'usine à l'entrepôt (j) pas le camion (k).
- $N(j,k)$  : le nombre de camion (k) .
- $H(j)$  : le cout de sur-stockage par article par période (semaine) .
- $k1$  : l'ensemble de fourgon.
- **Cout** : le cout de transport entres les entrepôts.
- $X(j)$  : la quantité transportée de l'usine à l'entrepôt (j).
- $D(j)$  : la demande de l'entrepôt (j).
- **Cap** : la capacité de camion (k).
- **Cap1** : la capacité de fourgon (k1).
- $R(j)$  : le cout de rupture par article par période.
- $P_a$  : prix d'achat.
- $P_v$  : prix de vente.
- Les variables de décision :  $Qs1(j)$ ,  $Qr1(j)$ ,  $Qr2(j)$ ,  $Qs2(j)$ ,  $X(j)$ .

### 2.4.4 Modélisation de problématique

#### 2.4.4.1 Modélisation de problématique sans fourgon

##### ➤ La fonction objective

$$\text{Max } Z = \sum_j (D_j * (P_v - P_a)) - \left( \sum_j \sum_k C_j^k * N_{j,k} + \sum_j H_j * Qs2_j + \sum_j R_j * Qr2_j \right)$$

##### ➤ Les contraintes :

$$X_j - \sum_k \text{Cap}_k * N_{j,k} = 0 \quad \forall_j, \forall_k, N_{j,k} \in \mathbb{N}^+$$

$$X_j + Qs1_j - Qr1_j - Qs2_j + Qr2_j = D_j \quad \forall_j$$

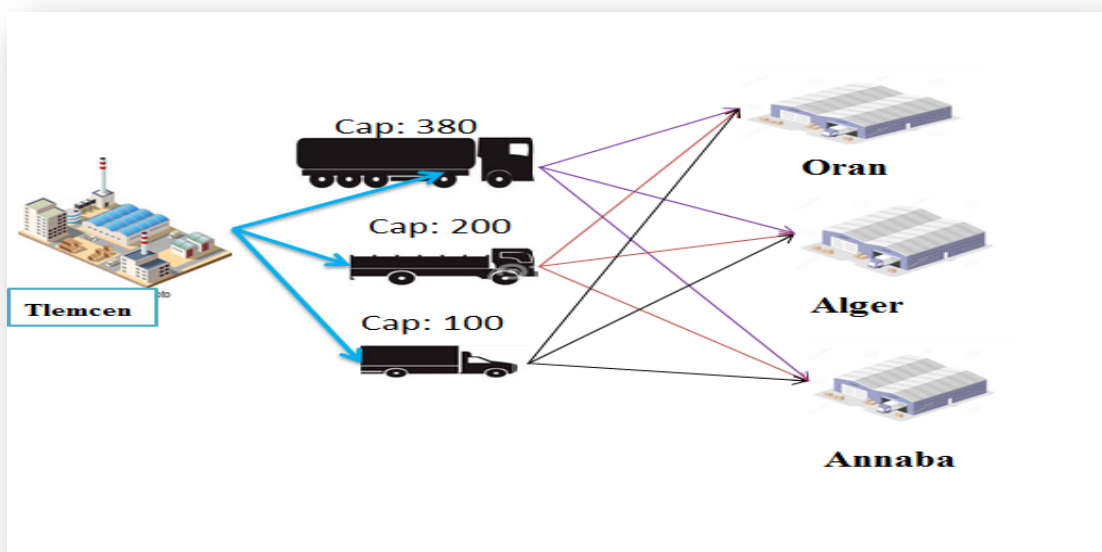


Figure 2.5 : le réseau de distribution de l'entreprise Lit Mag sans échanges entre les dépôts

### 2.4.4.2 Modélisation de problématique avec fourgon

➤ **La fonction objective**

Max Z =

$$\sum_j (D_j * (Pv - Pa)) - (\sum_j \sum_k C_j^k * N_j + \sum_j H_j * Qs2_j + \sum_j R_j * Qr2_j + \sum_j \sum_{kl} \sum_{j \neq j1} Qt_{j,j1,kl} * Cout)$$

➤ **Les contraintes :**

$$X_j - \sum_k Cap_k * N_{j,k} = 0 \quad \forall_j, \forall_k, N_{j,k} \in N^+$$

$$X_j + Qs1_j - Qr1_j + \sum_{j1 \neq j} Qt_{j1,j,k1} - Qs2_j + Qr2_j - \sum_{j \neq j1} Qt_{j,j1,k1} = D_j \quad \forall_j$$

$$Qt_{j,j1,k1} \leq Cap_{k1} \quad \forall_j \forall_{j1 \neq j}$$

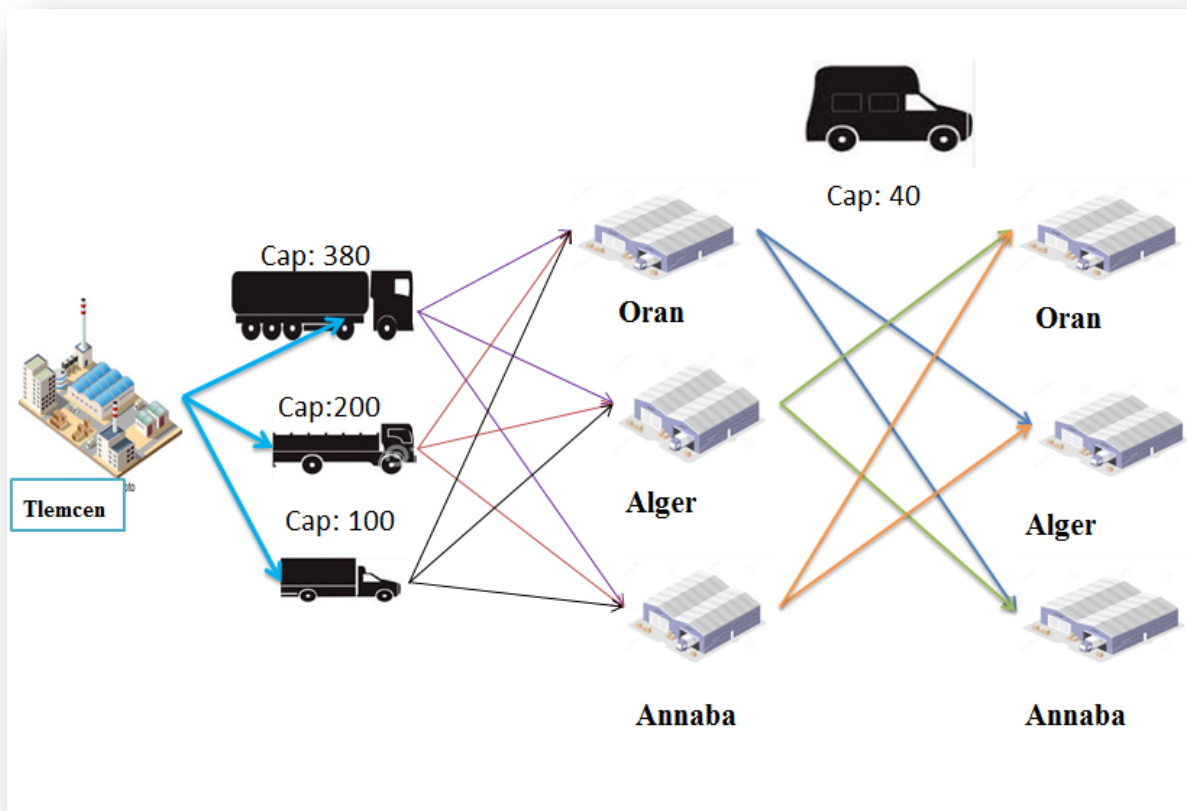


Figure 2.6 : le réseau de distribution de l'entreprise Lit-Mag avec les échanges entre les dépôts



## 2.5 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté l'entreprise literie Maghrébine LIT-MAG en s'intéressant principalement sur la fonction de transport dans le réseau de distribution entre l'usine-mère et les entrepôts en utilisant des camions de différentes tailles d'un côté et des fourgons entre les entrepôts eux-mêmes d'un autre côté.

Ensuite, nous avons donné une vision générale sur notre problématique avec des différentes hypothèses et des paramètres utilisés pour la formulation de notre problème.

Finalement, on a modélisé la problématique avec et sans fourgons on précise dans chaque cas la fonction objective et ces contraintes.



## ***Chapitre 3***

### *Evaluation de réseau de transport*

### 3.1 Introduction

Le progrès technologique a donné naissance à plusieurs techniques pour appréhender et améliorer le comportement des systèmes industriels. Ces techniques sont basées principalement sur des outils et des moyens informatiques sophistiqués aussi bien que pour le software et le hardware.

Dans ce travail nous allons utiliser le logiciel LINGO qui permet de modéliser et optimiser le fonctionnement d'un grand nombre de systèmes productifs services (gestion des hôpitaux, gestion des emplois des temps, planifications commerciales, planification touristique...etc.) et évaluer les performances de l'organisation industrielle (systèmes de la production, ordonnancement des tâches, rotation de livraison des articles ...etc.).

Dans ce chapitre nous allons commencer par donner un bref aperçu du logiciel LINGO utiliser suivi par une présentation des résultats obtenue.

### 3.2 Présentation du logiciel

Il existe de nos jours, une multitude de solveurs de résolution des programmes non linéaires. Ils sont généralement fournis sous forme de programmes sources. En effet les logiciels tels que LINGO, CPLEX ou MAPLE sont des programmes d'optimisation conçu pour résoudre les modèles d'optimisation linéaires, non linéaires, en nombres entiers....

Parmi plusieurs logiciels, nous allons utiliser << LINGO >> pour résoudre notre problème. Le choix d'utiliser ce logiciel nous a permis d'implémenter les algorithmes développer et adaptés au problème posé. Tout en introduisant les données et les statistiques nécessaires qui sont indispensable dans notre étude.

#### 3.2.1 Qu'est-ce que LINGO ?

LINGO est un outil complet conçu pour formuler rapidement, facilement et efficacement les problèmes d'optimisation de modèles linéaires, non linéaires, stochastiques. LINGO met à notre disposition : un langage puissant et un environnement complet pour construire et éditer nos modèles, le tout complété d'un jeu de solveurs ultra-performants.<sup>[17]</sup>

- LINGO fournit toutes les commandes nécessaires pour la programmation et les outils pour l'exploration des résultats qui sont exprimés de manière transparente à l'aide de sommes et de variables indicées.
- L'utilisation de ce logiciel peut présenter d'autres avantages qui facilitent sa manipulation puisque il permet d'importer ou d'exporter des informations vers les bases de données en se servant d'une bibliothèque de lien dynamique, ou d'une feuille de calcul, comme il a la possibilité d'exportés les résultats vers n'importe quelle base de données et/ou feuille de calcul, facilitant ainsi l'édition de rapports et la présentation des résultats dans l'application de notre choix.





### 3.2.2 Exemple sous LINGO

Nous allons vous présenter un exemple pour un **Modèle de transport** qui montre comment écrire un modèle sous la forme compacte sur LINGO.

L'Entrepôt	La Capacité
Reno	35
Chicago	25
Newark	21

Tableau 3.1 : la capacité de chaque entrepôt

Le Client	La Demande
San Francisco	15
Dallas	17
St. Louis	22
Miami	12

Tableau 3.2 : la demande de chaque clients

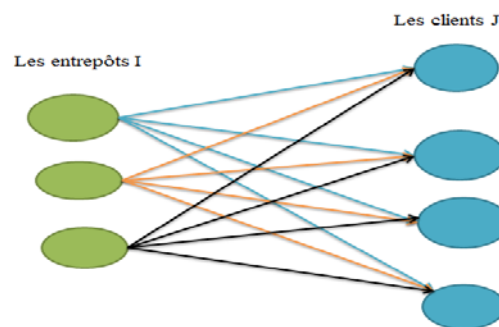


Figure 3.1 : la relation entre les entrepôts et les clients

Le coût unitaire	San Francisco	Dallas	St. Louis	Miami
Reno	2	6	7	10
Chicago	6	4	2	6
Newark	9	5	4	5

Tableau 3.3: le coût unitaire entre les entrepôts et les clients

Pour rédiger le problème qui permet de trouver la quantité à acheminer entre les sites il faut commencer à définir : les ensembles, les paramètres, les variables de décision, la fonction objectif et les contraintes.



• **Les ensembles**

- I: ensemble des entrepôts
- J: ensemble des clients

• **Les paramètres**

- X<sub>ij</sub>: Volume transporté entre l'entrepôt *i* et le client *j*
- C<sub>ij</sub>: coût de transport entre l'entrepôt *i* et le client *j*
- B<sub>i</sub> : capacité de l'entrepôt *i*
- A<sub>j</sub> : la demande du client *j*

• **La fonction objectif**

$$Min Z = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^4 C_{ij} X_{ij}$$

• **Les contraintes**

Contraintes de demande

$$\sum_{i=1}^3 X_{ij} \geq A_j, \forall j = \{1,2,3,4\}$$

Contraintes de capacité

$$\sum_{j=1}^4 X_{ij} \leq b_i, \forall i = \{1,2,3\}$$

**Structure des données sur LINGO**

- Les ensembles et les variables de décision

SETS:

```
ENTREPOT /E1, E2, E3/: Capacite;
Client /C1, C2, C3, C4/ : DEMANDE;
ROUTES ( ENTREPOT, Client) : Cout, VOLUME;
```

Paramètres

Variables de décision

• **Fonction objectif**

```
[OBJ] MIN = @SUM( ROUTES : Cout * VOLUME);
```

• **Contraintes**

– De demande

```
!la demande de client;
```

```
@FOR (Client (J): [DEM]@SUM(ENTREPOT(I): VOLUME (I,J))>= DEMANDE(J));
```

– De capacité

```
!satisfaction du besoin de client;
```

```
@FOR (ENTREPOT (I): [SUP]@SUM(Client(J): VOLUME (I,J))<= Capacite(I));
```

**Lemodèlecomplet**

MODEL:

```
!3 entrepôts, 4 clients, problème de transport;
```

SETS:

```
ENTREPOT /E1, E2, E3/: Capacite;
Client /C1, C2, C3, C4/ : DEMANDE;
ROUTES ( ENTREPOT, Client) : Cout, VOLUME;
ENDSETS
```

```
!la fonction objective;
```

```
[OBJ] MIN = @SUM( ROUTES : Cout * VOLUME);
```

```
!la demande de client;
```

```
@FOR (Client (J): [DEM]@SUM(ENTREPOT(I): VOLUME (I,J))>= DEMANDE(J));
```

```
!satisfaction du besoin de client;
```

```
@FOR (ENTREPOT (I): [SUP]@SUM(Client(J): VOLUME (I,J))<= Capacite(I));
```



## Chapitre 03 : Evaluation de réseau de transport

```
!les parametres ;
DATA:
Capacite = 30, 25, 21;
DEMANDE = 15, 17, 22, 12;
Cout =      6, 2, 6, 7,
           4, 9, 5, 3,
           8, 8, 1, 5;

ENDDATA
END
```

- Solution donnée par LINGO

Global optimal solution found.

Objective value: 161.0000  
Total solver iterations: 0

	Variable	Value	Reduced Cost
CAPACITE( E1)	30.00000	0.000000	
	CAPACITE( E2)	25.00000	0.000000
	CAPACITE( E3)	21.00000	0.000000
	DEMANDE( C1)	15.00000	0.000000
	DEMANDE( C2)	17.00000	0.000000
	DEMANDE( C3)	22.00000	0.000000
	DEMANDE( C4)	12.00000	0.000000
COUT( E1, C1)	6.000000	0.000000	
COUT( E1, C2)	2.000000	0.000000	
COUT( E1, C3)	6.000000	0.000000	
COUT( E1, C4)	7.000000	0.000000	
COUT( E2, C1)	4.000000	0.000000	
COUT( E2, C2)	9.000000	0.000000	
COUT( E2, C3)	5.000000	0.000000	
COUT( E2, C4)	3.000000	0.000000	
COUT( E3, C1)	8.000000	0.000000	
COUT( E3, C2)	8.000000	0.000000	
COUT( E3, C3)	1.000000	0.000000	
COUT( E3, C4)	5.000000	0.000000	
VOLUME( E1, C1)	2.000000	0.000000	
VOLUME( E1, C2)	17.00000	0.000000	
VOLUME( E1, C3)	1.000000	0.000000	
VOLUME( E1, C4)	0.000000	2.000000	
VOLUME( E2, C1)	13.00000	0.000000	
VOLUME( E2, C2)	0.000000	9.000000	
VOLUME( E2, C3)	0.000000	1.000000	
VOLUME( E2, C4)	12.00000	0.000000	
VOLUME( E3, C1)	0.000000	7.000000	
VOLUME( E3, C2)	0.000000	11.00000	
VOLUME( E3, C3)	21.00000	0.000000	
VOLUME( E3, C4)	0.000000	5.000000	

Row	Slack or Surplus	Dual Price	
		OBJ	161.0000
DEM( C1)	0.000000		-6.000000
DEM( C2)	0.000000		-2.000000
DEM( C3)	0.000000		-6.000000
DEM( C4)	0.000000		-5.000000
SUP( E1)	10.00000		0.000000
SUP( E2)	0.000000		2.000000
SUP( E3)	0.000000		5.000000

Dans cette section nous avons présenté un exemple sous LINGO pour expliquer sa manipulation dans la section suivante nous présentons les résultats obtenus par rapport à notre problématique.



### 3.3 Résultats numérique

Pour donner un échantillon des résultats pouvant être obtenus grâce à l'utilisation de notre modèle, nous allons définir dans un premier temps les paramètres utilisés. Bien entendu, ce paramétrage dépend du cas étudié. Dans ces exemples, nous nous restreignons volontairement au cas mono-produit dans un réseau de transport plus particulièrement une entreprise et un ensemble de trois centres de distributions (zones de demande) en utilisant trois moyens de transport de tailles différentes.

Comme il a été présenté dans le chapitre II l'entrepôt central est à capacité infinie, les produits livrés sont supposés identiques pour tous les centres.

Pour déterminer l'efficacité de notre algorithme, nous avons implémenté de manière similaire deux procédures. Dans la première procédure, l'échange entre centres de distribution n'est pas autorisé tandis que dans la seconde procédure, nous autorisons l'échange entre différents centres selon les besoins.

Nous avons considéré aussi qu'un chargement doit respecter la capacité totale du camion pour effectuer une visite dans un centre, en plus il doit respecter un seul aller-retour vers un centre.

Cette section contient deux parties : la première est dédiée à la collecte des données et des informations nécessaires à l'implémentation de notre algorithme, en précisant la demande de chaque centre, les différents coûts de transport, le coût de stockage et le coût de rupture. Dans ce cadre nous allons effectuer une analyse de sensibilité sur la variation du coût de stockage et celle du coût de rupture et leurs impacts sur le système global.

#### 3.3.1 Données du réseau étudié

##### 3.3.1.1 Demande

Les demandes moyennes collectées à partir des données expérimentales de l'entreprise et de l'historique de consommation dans les différents centres du réseau de distribution, sont résumés dans le tableau 3.4 :

Paramètres	Centre1	Centre2	Centre 3
valeur moyenne de la demande $m_i$	113	338	563

Tableau 3.4 : la demande moyenne pour chaque centre



### 3.3.1.2 Influence du coût unitaire de transport

Plusieurs moyens de transport existent entre les différentes zones de distribution. Chaque moyen de transport est doté de deux coûts, un coût de transport unitaire relatif au type de moyen utilisé plus un coût fixe qui dépend des frais de moyen de transport utilisés selon la capacité et la distance parcourue.

Ils peuvent être calculés à partir de la localisation des centres de distribution situés dans des villes différentes. Ces villes sont séparées par des distances géographiques (ORAN, ALGER, ANNABA).

Le tableau 3.5 résume les coûts de transport-ci" associés au déplacement depuis l'usine vers l'entrepôt (j) selon le moyen de transport choisi et le tableau 3.5 représente les coûts unitaires par produit transporté d'un centre (i) vers un centre (j).

	Camion 1 (c1)	Camion 2 (c2)	Camion 3 (c3)
Tlemcen _Oran	2300	4500	7700
Tlemcen _Alger	6500	13000	24000
Tlemcen _Annaba	12500	25000	48000

Tableau 3.5 : représente les coûts unitaires de transport (DA)

Centres	Oran	Alger	Annaba
Oran	0	100	250
Alger	100	0	150
Annaba	250	150	0

Tableau 3.6 : coûts unitaires de transport associés au déplacement entre les entrepôts eux-mêmes (DA)

## 3.4 Les résultats obtenus

Pour évaluer l'impact du profit total de l'entreprise sur la performance globale nous avons effectué plusieurs expérimentations sur le réseau étudié :



## Chapitre 03 : Evaluation de réseau de transport

Dans un premier temps nous avons comparé entré en deux configurations différentes dans la première nous avons autorisé les échanges de produits entre les différents entrepôts, dans la seconde configuration les échanges entre les centres ne sont pas autorisés.

Une deuxième phase qui contient une série d'expériences :

La première consiste à étudier l'impact la variation du cout de transport. Dans ce cadre deux tests était effectué la première variation s'intéresse juste dans le sous-réseau la seconde étudiée la variation du cout de transport sur le réseau global et pour les deux configurations proposées.

Ensuite nous avons étudié la variation du cout de stockage et la variation du cout de rupture pour les deux configurations proposées avec échange et sans échange.

### **Comparaison entre un modèle sans échange et un modèle avec échange :**

Pour pouvoir effectuer la comparaison entre les deux modèles nous avons utilisé les mêmes paramètres de demandes, les couts de transport a aussi utilisé un cout de stockage estimé par l'entreprise à 50 DA par produire stocké et un cout de rupture estimé à 500 DA par produit non satisfait. Nous résumons les résultats obtenus de programme sans et avec l'utilisation de fourgons dans le tableau 3.7 :

	Avec l'utilisation de fourgons	Sans l'utilisation de fourgons	La déférence
Fonction objectif	1925100 Da	1919250 Da	5850 Da

Tableau 3.7: comparaison entre le profit total pour les deux configurations avec et sans échange

Nous constatons une amélioration pour un modèle avec un échange est de l'ordre de 5850 DA ce qui représente une augmentation de 3 %. Cette augmentation est relativement faible mais pour la même quantité commandée le nombre de clients à satisfaire à augmenter ce qui exprime une amélioration de la qualité de service. Ce qui permet d'enduire que notre algorithme résout efficacement notre problématique.

### **3.4.1 La variation des couts de transport**

#### **3.4.1.1 La variation des couts de transport dans le sous-réseau**

Dans cette patrie, nous avons varié le cout de transport unitaire des fourgons qui assurent le déplacement de produits finis entre les déférents entrepôts.



## Chapitre 03 : Evaluation de réseau de transport

Le but de cette étape est de préciser à partir de quel cout unitaire l'entreprise doit opter pour l'utilisation des fourgons sachant que le cout de transport unitaire entre centres coute plus chère que le cout de transport unitaire entre l'entrepôt et un centre et de voir son impact sur le profit du réseau global. Nous résumons l'ensemble des résultats dans le tableau 3.8 et les représentons par la figure 3.2

Cout unitaire sous réseau	5	10	15	20	25	30	35
Profit total	1944878	1939257	1933653	1929262	1927402	1925938	1925340
Cout unitaire sous réseau	40	45	50	55	60	65	70
Profit total	1925188	1925037	1924886	1924734	1924583	1924431	1924280
Cout unitaire sous réseau	80	90	100	150	200	250	300
Profit total	1923977	1923674	1923371	1921856	1920342	1919250	1919250

Tableau 3.8 la variation du cout de transport des fourgons et son influence sur le profit

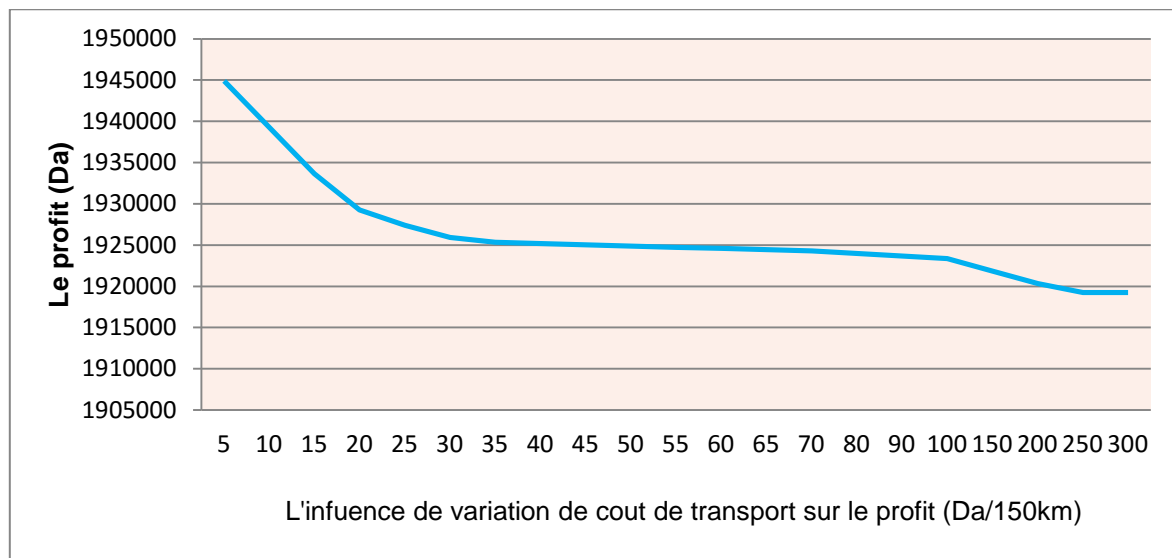


Figure 3.2 : l'influence de la variation des coûts de transport sur la fonction objectif

On observe que le profit est une fonction décroissante qui diminue par l'augmentation du cout de transport de sous réseau. Cette variation nous donne une idée sur la marge où le cout est bénéfique par rapport aux conditions actuelles de l'entreprise. À partir de la courbe nous remarquons que notre courbe peut être partagée en trois zones : la première pour des valeurs allant de 5 à 30 DA ou la fonction objective chute brusquement pour arriver à une zone de stabilisation de 30 jusqu'à 70 qui représente le cout de transport le plus favorable. La fonction objective décroît jusqu'à arriver à un cout de 250 DA ou l'utilisation d'un fourgon pour échanger la marchandise s'avèrent très couteuses et on n'a pas intérêt à l'utiliser.



### 3.4.1.2 Variation des coûts de transport pour le réseau globale

Le tableau 3.9 contient la capacité de chaque camion et ses caractéristiques (les coûts d'utilisation des camions de l'usine vers les entrepôts plus les couts unitaires par kilométrage)

Camion 1 Cap 100 articles	<b>C U (C1) Da/Km</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>20</b>	<b>25</b>
	Tlemcen-Oran	1300	1800	2300	2800	3300
	Tlemcen-Alger	3165	4830	6495	8160	9825
	Tlemcen-Annaba	5830	9160	12490	15820	19150
Camion 2 Cap 200 Articles	<b>C U (C2)</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>20</b>	<b>25</b>
	Tlemcen-Oran	2500	3500	4500	5500	6500
	Tlemcen-Alger	6330	9660	12990	16320	19650
	Tlemcen-Annaba	11660	18320	24980	31640	38300
Camion 3 Cap 380 Articles	<b>C U (C3)</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>20</b>	<b>25</b>
	Tlemcen-Oran	3900	5800	7700	9600	11500
	Tlemcen-Alger	11327	17654	23981	30308	36635
	Tlemcen-Annaba	22654	35308	47962	60616	73270
Camion 1 Cap 100 articles	<b>C U (C1)</b>	<b>30</b>	<b>35</b>	<b>40</b>	<b>45</b>	<b>50</b>
	Tlemcen-Oran	3800	4300	4800	5300	5800
	Tlemcen-Alger	11490	13155	14820	16485	18150
	Tlemcen-Annaba	22480	25810	29140	32470	35800
Camion 2 Cap 200 Articles	<b>C U (C2)</b>	<b>30</b>	<b>35</b>	<b>40</b>	<b>45</b>	<b>50</b>
	Tlemcen-Oran	7500	8500	9500	10500	11500
	Tlemcen-Alger	22980	26310	29640	32970	36300
	Tlemcen-Annaba	44960	51620	58280	64940	71600
Camion 3 Cap 380 Articles	<b>C U (C3)</b>	<b>30</b>	<b>35</b>	<b>40</b>	<b>45</b>	<b>50</b>
	Tlemcen-Oran	13400	15300	17200	19100	21000
	Tlemcen-Alger	42962	49289	55616	61943	68270
	Tlemcen-Annaba	85924	98578	111232	123886	136540

Tableau 3.9 : les variations des coûts de transport par camions

Les profits engendrés après l'exécution du modèle avec échange et sans échange en faisant varier les couts de transport sont donnés dans le tableau 3.10et représentés par la figure3.3 les quantités de stockage et des quantités de rupture sont données dans le tableau 3.11 et représentés par la figure 3.4pour les deux configurations sans et avec fourgon.





Coût DA/Km	Profit modèle Sans fourgons	Profit modèle avec fourgons
5	1972559	1978326
10	1945918	1951752
15	1919327	1925178
20	1893186	1898604
25	1867045	1872030
30	1840904	1845457
35	1814763	1818883
40	1788622	1792309
45	1762481	1765735
50	1736340	1739161

Tableau 3.10 variation de coûts de transport et son influence sur le profit dans les deux configurations

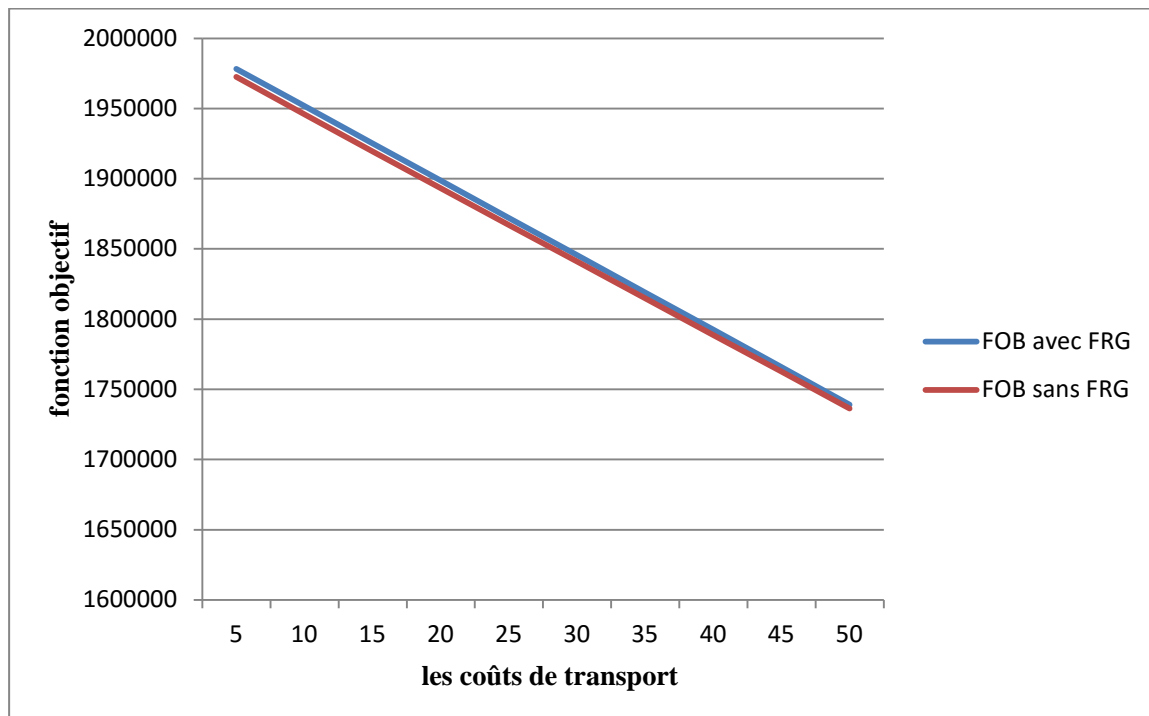


Figure 3.3 : influence de variation de coûts de transport sur la fonction objectif

D'après la figure 3.3 nous constatons que, le profit global pour deux configurations (avec et sans fourgon) est une fonction qui décroît par l'augmentation des couts de transport, et que le profit pour un modèle avec échange est supérieure au profit d'un modèle sans échange pour des couts allant de 1 à 30 DA. Au-delà de 30 DA nous remarquons que l'écart entre les deux courbes à tendance a affaibli cela peut être expliqué le fait que si le transport est trop cher les centres non pas intérêt à échanger de produit puisque le gain engendré par l'article lui-même est moins ce qu'on dépense dans son transport.



Coût DA/Km		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Sans fourgons	QR2 E1	0	0	13	13	13	13	13	13	13	13
	QR2 E2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	QR2 E3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	qte rupture total	0	0	13	13	13	13	13	13	13	13
	QS2 E1	87	87	0	0	0	0	0	0	0	0
	QS2 E2	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
	QS2 E3	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
	qte stockage total	146	146	59	59	59	59	59	59	59	59
QR2 E1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Avec fourgons	QR2 E2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	QR2 E3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	qte rupture total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	QS2 E1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	QS2 E2	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
	QS2 E3	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
	Qte stockage total	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46

Tableau 3.11: les quantités totale de rupture et de sur-stockage de chaque dépôt avec et sans fourgons

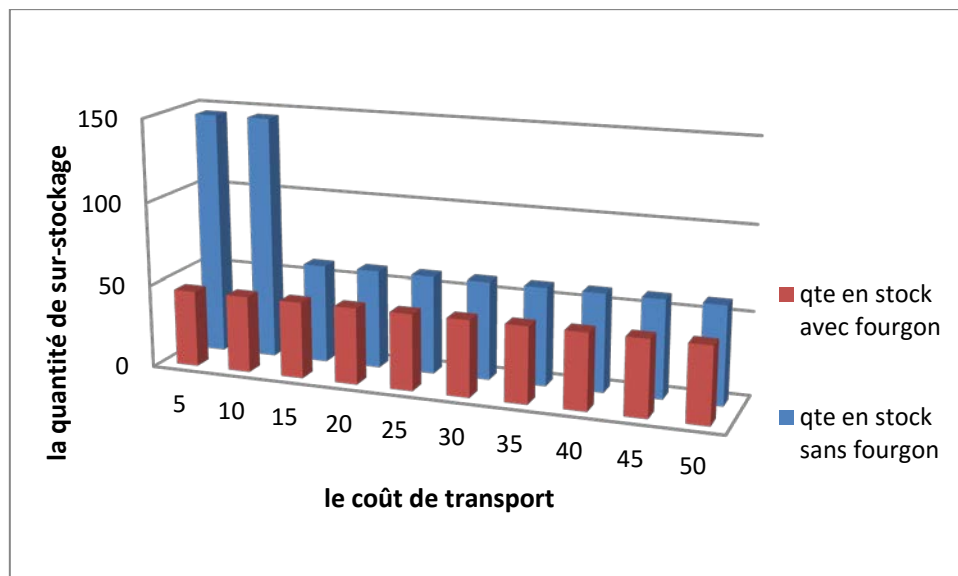


Figure 3.4 : l'influence de la variation de coût de transport sur les quantités en stock dans les deux configurations



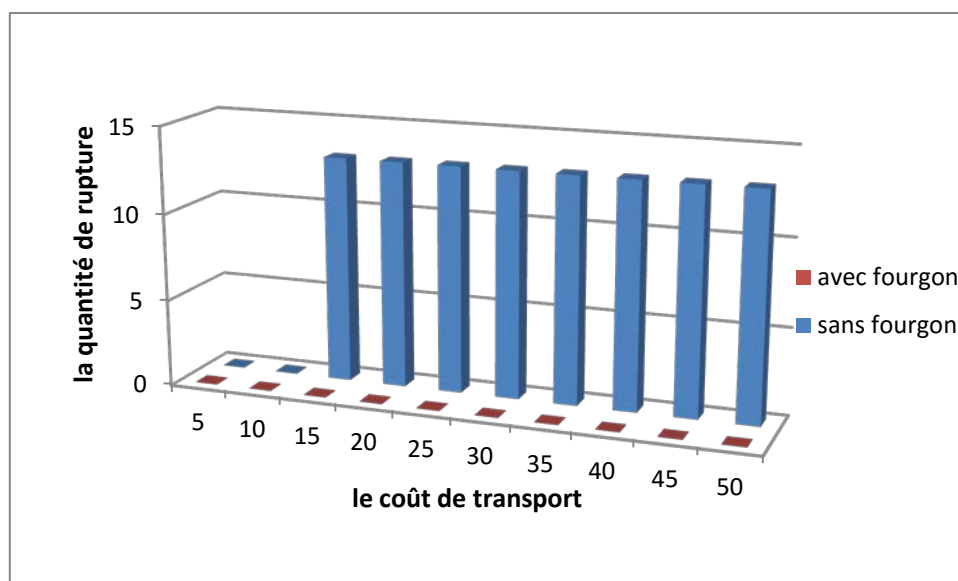


Figure 3.5 : l'influence de la variation de coût de transport sur les quantités en rupture dans les deux configurations

D'après la figure 3.4 nous constatons que dans le système composé des trois centres que la quantité de produit en stock pour un modèle avec fourgon à baisser d'une manière considérable que pour une configuration sans échange cela peut-être expliqué par le transit de produit pour satisfaire une demande voisine ce qui a permis de réduire voir supprimé les ruptures de demande tel qu'il est présenté par la figure 3.5 quelle que soit la variation du cout de transport.

### 3.4.2 La variation du cout de sur-stockage

Une deuxième vague d'expérience, cette fois nous allons varier le cout de stockage appliqué aux deux configurations proposé model avec échange et model sans échange, les résultats obtenue sont donnée dans les deux tableaux 3.12 et 3.13 et représentés par la figure3.6

Cout sur-stockage DA	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>50</b>	<b>60</b>
Profit total avec échange	1927170	1926940	1926480	1926020	1925560	1925100	1924640
Cout sur-stockage DA	<b>70</b>	<b>80</b>	<b>90</b>	<b>100</b>	<b>110</b>	<b>120</b>	<b>130</b>
Profit total avec échange	1924180	1923720	1923260	1922800	1922340	1921880	1921550
Cout sur-stockage DA	<b>140</b>	<b>150</b>	<b>160</b>	<b>170</b>	<b>180</b>	<b>190</b>	<b>200</b>
Profit total avec échange	1921550	1921550	1921550	1921550	1921550	1921550	1921550
Cout sur-stockage DA	<b>210</b>	<b>220</b>	<b>230</b>	<b>240</b>	<b>250</b>		
Profit total avec échange	1921550	1921550	1921550	1921550	1921550		

Tableau 3.12 : variation de cout de sur-stockage et son influence sur le profit dans la première configuration (avec échange)



Cout sur-stockage DA	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>50</b>	<b>60</b>
Profit total sans échange	1925770	1925040	1923580	1922120	1920660	1919250	1918660
Cout sur-stockage DA	<b>70</b>	<b>80</b>	<b>90</b>	<b>100</b>	<b>110</b>	<b>120</b>	<b>130</b>
Profit total sans échange	1918070	1917480	1916890	1916300	1915710	1915120	1914530
Cout sur-stockage DA	<b>140</b>	<b>150</b>	<b>160</b>	<b>170</b>	<b>180</b>	<b>190</b>	<b>200</b>
Profit total sans échange	1913940	1913350	1912760	1912170	1911580	1910990	1910400
Cout sur-stockage DA	<b>210</b>	<b>220</b>	<b>230</b>	<b>240</b>	<b>250</b>		
Profit total sans échange	1909810	1909220	1908630	1908040	1907450		

Tableau 3.13 : variation de cout de sur-stockage et son influence sur le profit dans la deuxième configuration (sans échange)

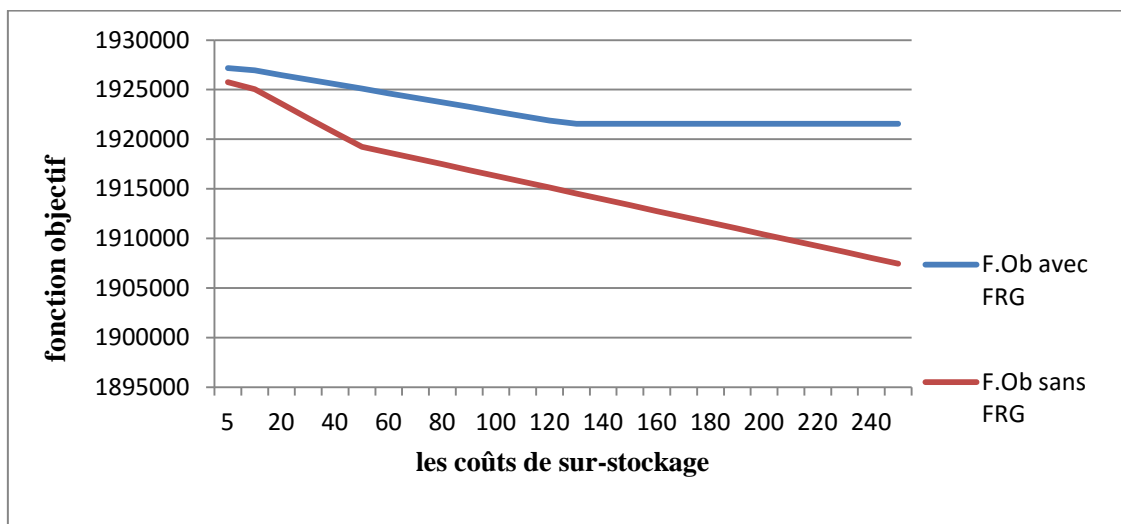


Figure 3.6 : l'influence de la variation du cout de sur-stockage sur la fonction objective dans les deux configurations (avec et sans fourgon)

D'après la figure 3.6 nous observons une diminution de profit lorsque le cout de stockage augmente pour les deux configurations. Pour un modèle avec échange le profit est nettement meilleur que celui pour un modèle sans échange. Aussi pour un modèle avec échange le profit diminue jusqu'à 120 DA après elle se stabilise car chaque centre n'accepte pas de faire l'échange ce qui nous explique qu'il préfère de rester en rupture d'être en surstock par contre pour un modèle sans échange le profit continuera sa diminution avec une grande pente puisque tous les produits reste en stock.

Le tableau 3.14 résume les quantités de sur-stockage dans les deux configurations selon le changement de cout de sur-stockage.



Chapitre 03 : Evaluation de réseau de transport

Coût de Sur-stockage	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230		
QS2 E1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
QS2 E2	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
QS2 E3	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
qte total	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
QS2 E1 (SF)	87	87	87	87	87	87	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
QS2 E2 (SF)	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
QS2 E3 (SF)	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
qte total	146	146	146	146	146	146	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59

Tableau 3.14 : la quantité en stock après la variation du coût de sur-stockage dans les deux configurations



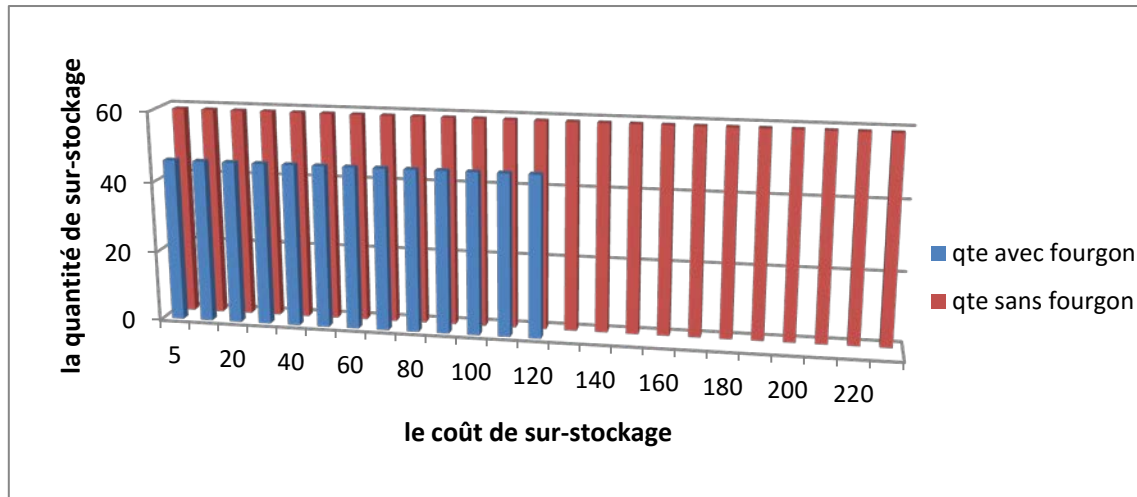


Figure 3.7 : l'influence de la variation de coût de sur-stockage sur la quantité en stock

D'après la figure 3.7 nous remarquons que l'augmentation du cout de stockage influence sur la quantité approvisionner dans le système pour les deux configurations proposées cela peut être expliqué le fait qu'un centre préfère être en rupture que de payer des sommes importantes pour les produits en stock. Nous constatons aussi que les quantités qui restent dans le système en stock pour un modèle avec fourgon sont inférieure aux quantités pour un modèle sans fourgon et cela peut être expliqué par le transit de quantité de produit qui est destinée à la base au stockage pour un centre  $j$  est livré vers un centre demandeur  $J'$ .

### 3.4.3 Variation des couts de rupture

Une dernière vague d'expérience, cette fois nous allons varier le cout de rupture appliqué aux deux configurations proposé model avec échange et model sans échange, les résultats obtenue sont donnée dans le tableau 3.15et représentés par la figure 3.8

	<b>Variation de coût de rupture avec fourgon</b>				
cout de Rupture	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>150</b>	<b>200</b>	<b>250</b>
profit total	1980000	1944800	1928450	1926750	1925100
cout de Rupture	<b>300</b>	<b>350</b>	<b>400</b>	<b>450</b>	<b>500</b>
profit total	1925100	1925100	1925100	1925100	1925100
cout de Rupture	<b>550</b>	<b>600</b>	<b>650</b>	<b>700</b>	<b>750</b>
profit total	1925100	1925100	1925100	1925100	1925100
cout de Rupture	<b>800</b>	<b>850</b>	<b>900</b>	<b>950</b>	<b>1000</b>
profit total	1925100	1925100	1925100	1925100	1925100



<b>Variation de coût de rupture sans fourgon</b>					
cout de Rupture	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>150</b>	<b>200</b>	<b>250</b>
profit total	1980000	1944800	1926600	1923150	1922500
cout de Rupture	<b>300</b>	<b>350</b>	<b>400</b>	<b>450</b>	<b>500</b>
profit total	1921850	1921200	1920550	1919900	1919250
cout de Rupture	<b>550</b>	<b>600</b>	<b>650</b>	<b>700</b>	<b>750</b>
profit total	1919200	1919200	1919200	1919200	1919200
cout de Rupture	<b>800</b>	<b>850</b>	<b>900</b>	<b>950</b>	<b>1000</b>
profit total	1919200	1919200	1919200	1919200	1919200

Tableau 3.15: l'influence de la variation du cout de rupture dans les deux configurations (avec et sans fourgons) sur le profit.

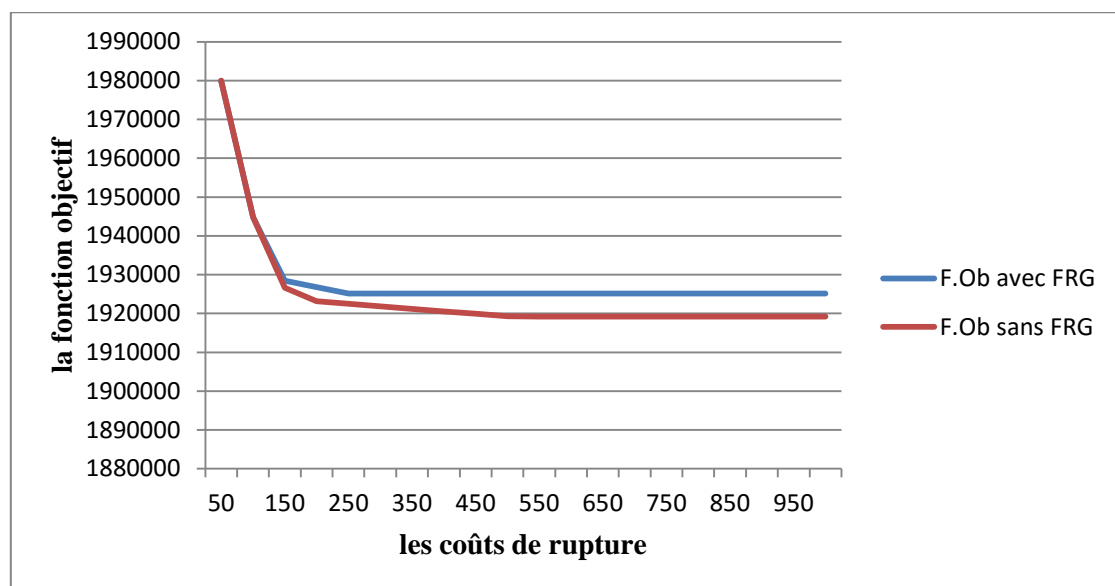


Figure 3.8 : la fonction objectif avec et sans fourgon après le changement de cout rupture

D'après la figure 3.8 nous constatons que la fonction profit décroît lorsque le cout de rupture augmente pour les deux configurations. Pour un modèle avec échange le profit est nettement meilleur que celui pour un modèle sans échange. À partir de la valeur de 500 le profit est plus au moins stable ce qui explique le parallélisme des deux courbes.

Le tableau 3.16 résume les quantités de rupture dans les deux configurations selon le changement de cout de rupture et présenté par la figure 3.9.



	Coût de rupture	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000
<b>Quantité de rupture (avec fourgon)</b>	QR2 E1	13	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	QR2 E2	338	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	QR2 E3	563	563	34	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		914	614	34	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Quantité de rupture (sans fourgon)</b>	QR2 E1 (SF)	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	QR2 E2 (SF)	338	38	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	QR2 E3 (SF)	563	563	63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		914	614	114	13	13	13	13	13	13	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tableau 3.16 : les quantités de rupture après la variation de coût de rupture dans les deux configurations.





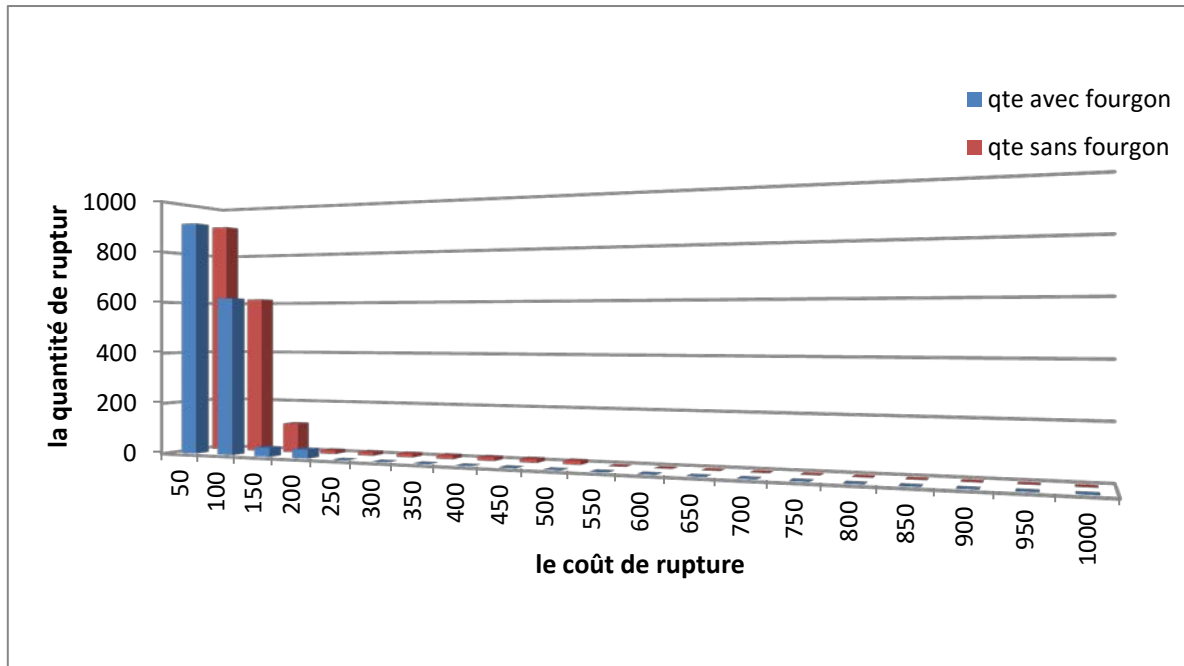


Figure 3.9 :l'influence de la variation du cout de rupture sur la quantité de rupture avec et sans fourgon

Nous remarquons que l'augmentation du cout de rupture influence sur la quantité approvisionnée dans le système pour les deux configurations proposées. On remarque que la quantité de rupture diminue avec l'augmentation du coût de rupture, et cela est dû au fait que chaque centre préfère avoir des stocks qu'être en rupture.

### 3.5 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté le système étudié qui est un réseau de distribution mono-produit, composé d'un entrepôt central et de trois centres de distributions. Dans ce contexte, nous avons comparé plusieurs configurations différentes : une structure sans échange, une structure avec échanges les résultats numériques que nous avons obtenus ont permis d'évaluer l'efficacité de l'algorithme proposé pour chaque configuration. De plus, ils nous indiquent que la configuration avec échange entre centres est nettement plus avantageuse pour le réseau global qu'une organisation sans échanges.



## *Conclusion générale*

## Conclusion général

Au terme de ce mémoire de fin d'études intitulé « Gestion des stocks dans un réseau de distribution en adoptant plusieurs moyens de transport » dont l'objectif était de résoudre le problème du transport et la gestion du stock au sein de l'entreprise literie Maghrébine composé d'un entrepôt central et trois centres en utilisant plusieurs moyens de transport de différentes tailles.

Dans ce contexte nous avons modélisé un support théorique relatif au réseau de transport associé à la gestion des stocks représenté par deux configurations différentes ou dans la première nous avons respecté l'autonomie de chaque centre pour gérer sa propre demande, dans la deuxième nous avons proposé une forme de collaboration entre centres par l'échange de marchandises afin de satisfaire la demande de chaque centre. le problème ainsi formulé et modéliser sous le logiciel LINGO qui nous a permis d'évaluer les résultats.

Les résultats numériques que nous avons obtenus nous ont permis d'évaluer l'efficacité de l'algorithme proposé et nous indique que la configuration ou l'échange entre centres est autorisé et nettement plus avantageux pour le réseau global.

Perspectives :

Dans ce travail nous avons considéré principalement un réseau de distribution mono-produit et qui utilise des moyens de transport de différents types pour le transport de l'entreprise vers les centres et un fourgon pour le transport entre centres.

Notre perspective est de proposer :

- l'étude de réseau avec variation des produits
- L'étude de réseau avec la variation de la capacité des fourgons entre centres.

## *Bibliographie*

## Références bibliographiques

- [1]- [http://docnum.univ-lorraine.fr/public/INPL/2007\\_MOULOUA\\_Z.pdf](http://docnum.univ-lorraine.fr/public/INPL/2007_MOULOUA_Z.pdf)
- [2]- <http://www.centredelanguefrancaise.paris/wp-content/uploads/downloads/2011/10/distribution.pdf>
- [3]- [http://www.pearson.fr/resources/titles/27440100688820/extras/7344\\_chap01.pdf](http://www.pearson.fr/resources/titles/27440100688820/extras/7344_chap01.pdf)
- [4][http://images.slideplayer.fr/1/472504/slides/slide\\_30.jpg](http://images.slideplayer.fr/1/472504/slides/slide_30.jpg)
- [5]- <http://www.definitions-marketing.com/definition/reseau-de-distribution/>
- [6]- 2008\_these\_F\_Hnaien\_final.pdf
- [7]- <http://img.over-blog.com/300x161/4/35/24/22/Sans-titre3.png>
- [8]- <http://www.transport.nsw.gov.au/about/legislation/nsw-passenger-transport-legislation-review>. [En ligne]. [Accès le 2016].
- [9]-R. TOUIL , I. MESMOUDI , A. LANABI , A. AOUS et . N. BENTSAID, «Amélioration de la stratégie de transport dans une chaîne logistique,» Université de Tlemcen , Tlemcen , 2015.
- [10]-[http://www.groupeisf.net/logistique\\_et\\_transports/transport/2/Module%20transport%202.htm](http://www.groupeisf.net/logistique_et_transports/transport/2/Module%20transport%202.htm). [En ligne]. [Accès le 2016].
- [11]- B. Stepien, Problèmes de Transport, Montpellier: Université de Montpellier, 1970.
- [12]- Z. Merzak , S. Abbaz , L. Moumene , Y. Mekki et M. A. Cherier , «Gestion des stocks dans le complexe Denitex sebdu,» Université de Tlemcen , Tlemcen , 2014.
- [13]- livre de :100 fiches pour comprendre le management 4° édition,ALBERIC HOUNOUNOU,Dépôt légal : Août 2013-870 0003/01-N° d'impression : 307389  
Imprimé en France
- [14]- «Le KANBAN,» Logistique de production, 2006.
- [15] -H. AOUAG, Management de la production : Outils et diagnostic Etude de cas : Entreprise Bouteilles A Gaz-Batna, Batna: Université de Batna, 2005.
- [16]- TRIQUI.L 2015, Tlemcen
- [17]- <http://www.ritme.com/fr/product/lingo/description>
- [18]- <https://cours.etsmtl.ca/gpa784/Cours/TP/TP7/TP7.ppt>

# *Résumé*

## **Résumé**

Dans ce travail nous avons étudié la gestion des stocks et le transport multi-moyen dans réseau de distribution appliqué à l'entreprise literie Maghrébine qui est composée d'un entrepôt central et trois centres de distributions identifié par leurs zones de localisation située sur le territoire algérien où la livraison s'effectue à l'aide de plusieurs moyens de transport avec différentes capacités. Le problème traité a une structure particulière constituée de deux parties : la première partie concerne la distribution entre l'entreprise et les différents entrepôts, qui assure la livraison des produits aux entrepôts au bon moment et dans les meilleures conditions qui optimise l'utilisation de moyen de transport. La deuxième partie concerne les échanges de produits entre les entrepôts eux-mêmes, qui permet de gérer au mieux les stocks c'est-à-dire réduire le sur-stockage tout en satisfaisant les commandes clients.

**Mots clés :** réseau de distribution, multi-moyen de transport, optimisation, gestion des stocks.

## **Abstract**

This study addresses the problem of inventory management and the multi transport in distribution network applied to the LIT-Mag company that is composed of a central warehouse and three distribution centers localized in Algeria where the delivery is made using several means of transport with different abilities. The treaty issue has a particular structure composed of two parts: the first part concerns the distribution between the company and the individual warehouses, which ensures the delivery of products to warehouses with using of means transport. The second part organizes the exchange of products between companies based on actual local demands to reduce overall inventory in the distribution networks throughout ensuring a good level of service.

**Keywords :** distribution network, multi-transportation, optimization, inventory management.