



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A. Mira de Béjaïa
Faculté des Sciences Exactes
Département de Recherche Opérationnelle

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Recherche
Opérationnelle
Option : *Modélisation Mathématique et Techniques de Décision*

Mémoire

Optimisation du réseau logistique de distribution : cas des huiles au niveau de Cevital

Présenté par : M^{elle} Mebarki Saloua et M^{elle} Tahir Lobna

Soutenu devant le jury composé de :

Président :	M ^r Ahror. Belaid	MCA	Université. Béjaïa.
Encadré par :	M ^r Belkacem. Brahmi	MCB	Université. Béjaïa.
Examineurs :	M ^r Nourddine. Khimoum	MAA	Université. Béjaïa.
	M ^{me} Salima. Kendi	MAA	Université. Béjaïa.

Promotion 2014/2015

Remerciements

Louange A Dieu, le miséricordieux, sans Lui rien de tout cela n'aurait pu être.

Nous adressons nos plus vifs remerciements à notre promoteurs D^r Brahmi Belkacem pour avoir proposé et dirigé ce travail et pour ces conseils qui nous ont été très précieux.

Nous remercions également M^r Atman Amine directeur de service commercial, M^r Zaidi Samir directeur de service planification et distribution de l'entreprise CEVITAL agro-industrielle pour leurs accueils et aides effectives.

Que le président et les membres de jury trouvent ici nos vifs remerciements pour avoir accepté de juger notre travail.

Notre reconnaissance va également à nos familles pour leurs soutiens morales et financiers et de nous avoir encouragé et accompagné durant notre cursus d'étude.

Enfin, nos remerciements et gratitude vont aussi à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire.

Dedicace

Je dédie ce modeste travail à :

Mon père qui m'a inculqué la discipline, les valeurs de la réussite et du respect d'autrui.

Ma tendre mère qui m'a enseigné la tendresse, la douceur et l'amour des autres.

Mon agréable frère kheyreddine.

Mes très chères soeurs : Samiha, Rahma et son mari Boubker, Samra et son fiancé

Nassim et ma belle Niama.

A ma moitié égale "Brahim Azzouz", qui ma constamment soutenu et a permis la réalisation de ce mémoire. Je le remercie ici de son amour et lui dédie ce travail, et à sa famille.

Ma chère binôme "Saloua", merci pour les bons moments qu'on a partagés ensemble, et plein d'amour, de joie, de santé à l'avenir.

L'ensemble de mes amies, et mes copines de chambre.

LOBNA TAHIR

Dedicace

Je dédie ce mémoire

A mes chers parents ma mère et mon père.

Pour leur patience, leur amour, leur soutien et leurs encouragements.

A mes frères : Faouzi et Bilal.

A mon moitié égale : Nadjib et sa famille.

A ma chère binôme : Lobna.

A mes amies et mes camarades.

Sans oublier tout les professeurs que ce soit du primaire, du moyen, du secondaire ou de l'enseignement supérieur.

SALOUA MEBARKI

Table des matières

Introduction générale	9
1 Présentation de l'entreprise d'accueil Cevital agro- industriel	11
1.1 Historique	11
1.2 Situation géographique	12
1.3 Missions et objectifs	13
1.4 Activités	14
1.5 Les produits et la flexibilité de conditionnement de Cevital	14
1.5.1 Les produits de Cevital	15
1.5.2 La flexibilité de conditionnement	18
1.6 La structure organisationnelle de Cevital	19
1.7 Le choix stratégique de Cevital	24
1.8 Position du problème	25
2 Réseaux logistiques de la distribution	26
2.1 Introduction	26
2.2 Généralités sur la logistique	26
2.2.1 Définition	26
2.2.2 Le rôle de la logistique	27
2.2.3 Les enjeux d'optimisation	28
2.2.4 Les contraintes prise en compte par les modèles d'optimisation	28
2.2.5 Les différents types de la logistique	28
2.2.6 La logistique de distribution	29
2.3 La relation entre la logistique et le transport	32
2.4 Modèles de base de la logistique	32
2.4.1 Formulation mathématique des modèles logistiques	33
2.5 Les logiciels de gestion des réseaux logistiques	45

2.5.1	Les Entreprises Ressource Planning (ERP)	45
2.5.2	Les Advanced Planning and Scheduling APS	46
2.5.3	Comparaison entre les ERP et les APS	47
3	Modélisation du problème et application	49
	Modélisation et application	49
3.1	Introduction	49
3.2	Les éléments d'un problème mathématique	49
3.3	Récoltes des données	50
3.3.1	Données liées à la production	50
3.3.2	Données récoltées auprès du service commercial	50
3.3.3	Données récoltées auprès du service Béjaia logistique	53
3.4	Modélisation mathématique du problème	53
3.5	Etapes pratiquées	53
3.5.1	Définition du problème	54
3.5.2	Construction du modèle	55
3.5.3	Résolution du problème	57
3.5.4	Interprétation des résultats	62
3.6	Conclusion	65
	Conclusion générale	67

Liste des tableaux

1.1	L'évolution du capital social de Cevital depuis sa création	12
1.2	Tableau récapitulatif de l'activité de l'entreprise Cevital	18
1.3	Produits d'emballages fabriqués par Cevital	19
3.1	Les capacités et les demandes des plates-formes	51
3.2	Les clients et leurs demandes par semaine	52
3.3	Matrice des coûts du transport des palettes sur le territoire national	53
3.4	Nombre des palettes envoyées du centre de production vers les plates-formes	63
3.5	Nombre de palettes envoyées du centre de production vers les cinq wilayas .	63
3.6	Nombre de palettes envoyées du plate-forme Constantine vers les autres wilayas	64
3.7	Nombre de palettes envoyées du plate-forme Bouira vers les autres wilayas .	64
3.8	Nombre de palettes envoyées du plate-forme Oran vers les autres wilayas . .	65

Table des figures

1.1	Situation géographique de Cevital	13
1.2	Fleuriel	15
1.3	Elio	15
1.4	Les margarines et graisses végétales	16
1.5	Sucre"SKOR"	17
1.6	Eaux minéraux"Lalla khedidja"	17
1.7	Jus"Tchina"	17
1.8	L'organigramme général de Cevital	20
2.1	Logistique	27
2.2	Circuit direct	30
2.3	Circuit court	30
2.4	Circuit long	31
2.5	La logistique de distribution	32
2.6	Problème de transport	34
2.7	Modèle traditionnel du réseau logistique à plusieurs étages (TMLN)	42
2.8	Modèle logistique flexible	44
2.9	Relation entre les ERP et les APS	48
3.1	Réseau de distribution de l'entreprise Cevital	54
3.2	Attribution des noms de variables aux cellules	58
3.3	Équation de la fonction objectif	58
3.4	Équations des contraintes	59
3.5	Boîte de dialogue du Solveur	59
3.6	Boîte de dialogue du Solveur	60

Introduction générale

La logistique est un ensemble d'opérations mises en oeuvre pour l'acheminement des marchandises du lieu de vente au lieu de consommation et elle est la source de nombreux coûts que l'on appelle usuellement coûts logistiques.

La fonction logistique a pour finalité la satisfaction des besoins aux meilleures conditions économiques et pour un niveau de service déterminé [1].

La Recherche Opérationnelle peut être définie comme étant l'ensemble des méthodes et techniques rationnelles d'analyse et de synthèse des phénomènes d'organisation utilisables pour élaborer de meilleures décisions [2]. Elle propose des modèles conceptuels pour analyser des situations complexes et permet aux décideurs de faire les choix les plus efficaces.

Les problèmes de transport demeurent les plus étudiés par les spécialistes de la recherche opérationnelle. Transporter sur de grandes et moyennes distances des quantités très importantes de produits engendre des coûts de transport pouvant représenter plus de 30% du prix de revient du produit. D'où l'importance de la réduction de ses coûts.

Lors de notre stage effectué dans l'entreprise Cevital, nous avons d'abord visité les différentes directions et identifier les différents problèmes existants et nous avons constaté que le problème de transport occupe une place majeure dans l'entreprise, car il induit des coûts énormes.

L'entreprise Cevital envisage d'établir un plan de distribution optimal des palettes d'huile transportées afin de couvrir la demande de sa clientèle d'une part et de minimiser les coûts d'une autre part. Ainsi, elle permet de maintenir son activité et faire face à une concurrence accrue des autres entreprises.

Cette étude est composée d'une introduction générale, trois chapitres et une conclusion générale.

-Le premier chapitre est consacré à la présentation de l'entreprise Cevital et son organisme, ainsi que la position du problème.

-Le deuxième chapitre traite les réseaux logistiques de la distribution, où les différents

modèles classiques de logistiques seront abordés.

Dans le troisième chapitre, on présentera la modélisation et la résolution du problème de distribution des huiles au niveau de Cevital.

Le plan d'expédition optimal de distribution des palettes d'huile pour l'entreprise Cevital est établi en utilisant le tableur Solveur d'Excel.

Nous clôturons notre travail par une conclusion générale.

Chapitre 1

Présentation de l'entreprise d'accueil Cevital agro- industriel

1.1 Historique

Cevital agro-industriel, filiale du groupe Cevital, est parmi les entreprises algériennes qui ont vu le jour dès l'entrée de notre pays en économie de marché durant les années 90. C'est une société par action (SPA) d'un capital s'élevant à 68 760 milliards de DA et elle a été créée en Mai 1998 par des fonds privés au capital de 970 000 000.00 de dinars. Ses principaux actionnaires sont Issaad REBRAB et ses fils. L'évolution du capital social de Cevital depuis sa création est illustrée dans la Table 1.1.

Année	Montant du capital(DA)
1999	970.000.000
2000	1.250.000.000
2001	2.450.000.000
2003	3.900.000.000
2004	6.000.000.000
2006	18.800.000.000
2007	25.000.000.000
2010	687.600.000.000

TABLE 1.1 – L'évolution du capital social de Cevital depuis sa création

Son activité industrielle contribue largement au développement de l'industrie agroalimentaire nationale en visant la satisfaction du marché national, ainsi que la rentrée dans la phase des exportations du surplus de production et en offrant une large gamme de produits de qualité. En effet, les besoins du marché national sont estimés à 1200T/J en 2008 d'huile, soit équivalent de 12 litres par personne et par an. Les capacités actuelles de Cevital sont de 1800T/j, soit un excédent commercial de 600T/j.

Les nouvelles données économiques nationales sur le marché de l'agroalimentaire, font que les meilleurs sont ceux qui maîtrisent d'une façon efficace les coûts, les charges et ceux qui offrent le meilleur rapport qualité/prix. Pour s'imposer sur le marché, Cevital négocie avec les grandes sociétés commerciales, telles que CARREFOUR et AUCHAIN (en France), ROYAL(en suisse), et autres sociétés spécialisés dans l'import-export en UKRAINE, Russie , . . . Ses produits se vendent également dans différentes villes africaines, à l'exemple de Logos, Niamey, Bamako, Tunis, Lybie, Maghreb, ainsi que le Moyen Orient.

1.2 Situation géographique

Cevital est l'une des plus grandes entreprises de l'Algérie, et le leader du secteur agroalimentaire. Son complexe de production se situe dans le nouveau quai du port de Béjaïa, à 3km Sud-ouest de la ville, à proximité de la RN 26 et la RN 9. Cette situation géographique de l'entreprise lui profite bien étant donné qu'elle lui confère l'avantage de la proximité économique.

En effet, elle se situe très proche du port et de l'aéroport de Béjaïa. Le complexe s'étend sur une superficie de 45 000 m^2 (le plus grand complexe privé en Algérie). Il a une capacité de

stockage de 182 000 tonnes/an (Silos portuaire), et un terminal de déchargement portuaire de 200 000 tonnes/heure (réception de matière première). Comme elle possède un réseau de distribution de plus de 52 000 points de vente sur tout le territoire national (voir la Figure1.1).



FIGURE 1.1 – Situation géographique de Cevital

1.3 Missions et objectifs

L'entreprise a pour mission principale de développer la production et d'assurer la qualité et le conditionnement des huiles, des margarines et du sucre à des prix nettement plus compétitifs, et cela dans le but de satisfaire le client et de le fidéliser.

Les objectifs visés par Cevital peuvent se présenter comme suit :

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

1.4 Activités

a-L'activité de Cevital au niveau de la commune Béjaia :

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

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

b-L'activité de Cevital au niveau de la commune d'EL Kseur :

Réhabilitation de l'unité de production de jus de fruits COJEK. Celle -ci a été mise en exploitation en 1978 sous l'égide de SOGEDIA puis reprise, par ENAJUC en 1982, par cession d'actif au mois de novembre 2006. Elle est régie en société par action au capital de 1007 000 000 DA.

Sa capacité de production est de 14400T par an. Le plan de développement de cette unité portera à 150 000T/an en 2010.

c-L'activité de Cevital au niveau de la wilaya de TIZI OUZOU :

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

1.5 Les produits et la flexibilité de conditionnement de Cevital

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

Cevital Agro-industrie est composée de plusieurs unités de production, telles que : raffinerie d'huile, raffinerie de sucre, margarinerie, unité de conditionnement d'eau minérale,

unité de fabrication et de conditionnement de boissons rafraîchissantes sans alcool, conserverie, silos portuaires, ainsi qu'un terminal de déchargement portuaire.

1.5.1 Les produits de Cevital

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

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

- **Fleuriel :** 100 % tournesol sans cholestérol, riche en vitamine (A, D, E) et en acides gras essentiels (Figure1.2).
- **Elio :** c'est un huile 100% végétale et sans cholestérol, contient la vitamine F (Figure1.3).



FIGURE 1.2 – Fleuriel



FIGURE 1.3 – Elio

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

b-Margarinerie et graisses végétales :

L'entreprise produit une gamme variée de margarine riche en vitamine A, D et E. Certaines margarines sont destinées à la consommation directe comme la marque MATINA, elio, la beure gourmande et FLEURIAL. D'autres sont spécialement produites par les besoins de la pâtisserie moderne ou traditionnelle, à l'exemple de la parisienne et MEDINA "SMEN" (Figure1.4).



FIGURE 1.4 – Les margarines et graisses végétales

c-Sucre

Il est issu du raffinage du sucre roux de canne et qui est riche en saccharose. Le sucre raffiné est conditionné dans des sachets de 50 kg et aussi commercialisé en détail dans des boites ou des sachets de 500 gr.

Le sucre blanc de Cevital confère une sécurité à toutes les étapes de fabrication et garanti un sucre qui répond à toutes les exigences de qualité.

D'autre part, Cevital produit aussi du sucre sous la forme liquide pour les clients industriels soucieux de la rentabilité de leur affaire et de la qualité des produits finis (Figure1.5).



FIGURE 1.5 – Sucre”SKOR”

d-Boissons (Eau minérale et Jus) :

L'eau minérale LALLA KHEDIJA pure et naturelle est directement captée à la source au coeur du massif montagneux du DJURDJURA.

Grâce à un savoir faire considérable, Cevital offre aux consommateurs des boissons fruitées à la pulpe d'orange avec une teneur en fruit jusqu'à 25% et bénéficie d'un site de production équipé d'une ligne de production de dernière génération (Figure1.6), (Figure1.7).



FIGURE 1.6 – Eaux minérales”Lalla khedidja”



FIGURE 1.7 – Jus”Tchina”

L'état de production abordé dans se qui précède nous permet de synthétiser ses différents produits dans la Table 1.2.

Produit	Production	Part de marché/exportation
Huiles végétales	570 000T/an	75%
Margarine et graisse végétale	180 000T/an	/
Sucre blanc	2000 000T/an	90% ;Exportation : 50%
Sucre liquide	210 000T/an	/
Eau minérale" Lalla Khedidja"	3000 000 bouteilles/ jour	/
Jus de fruits" TCHINA"	600 000bouteilles/h	/
Conserverie (tomate et confiture)	80T/j	/
Silos portuaires	182 000 T/an	/
Terminal de déchargements portuaire	2000T/heure	/

TABLE 1.2 – Tableau récapitulatif du l'activité de l'entreprise Cevital

1.5.2 La flexibilité de conditionnement

Grâce à son savoir faire incontesté en plastique, Cevital produit ses propres emballages destinés au conditionnement de ses produits finis, offrant ainsi une large gamme de format : préforme, poignées, bouchons, embouteillage et étiquetage (Table 1.3).

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

TABLE 1.3 – Produits d’emballages fabriqués par Cevital

1.6 La structure organisationnelle de Cevital

Cevital est hiérarchisée selon différentes structures et dirigée par un directeur général qui veille à la sécurité et la gestion optimale de ses ressources. Pour assurer une telle mission, le directeur général est subordonné par deux directions assistantes : le secrétariat de la direction et la direction d’hygiène et de sécurité.

L’ensemble des directions assistantes et le directeur général forme la direction générale du complexe. Elle assure la coordination entre les autres directions, où la décomposition de sa structure organisationnelle est représentée dans la figure 1.8.

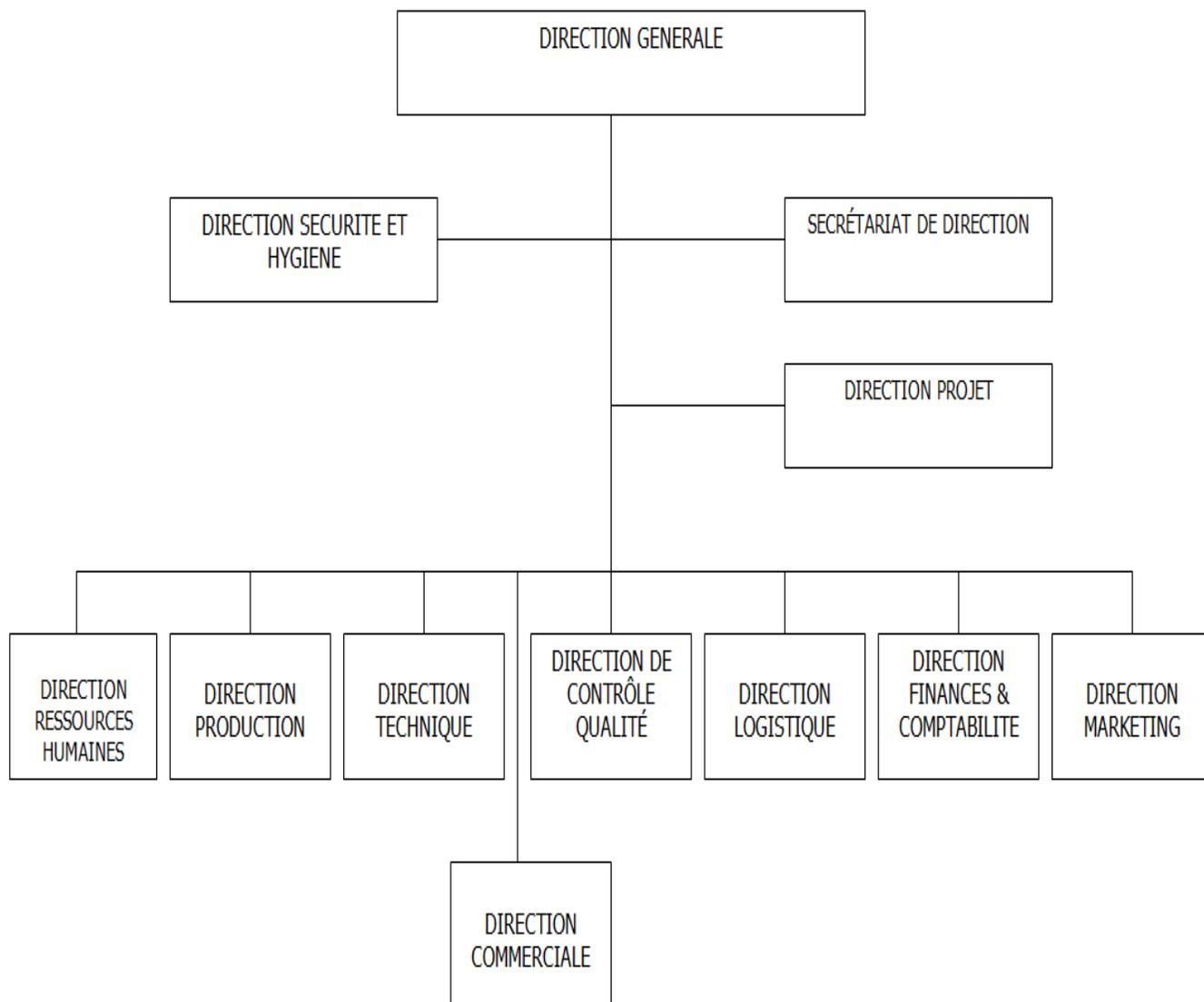


FIGURE 1.8 – L’organigramme général de Cevital

a-La direction générale :

Elle est sous la tutelle d’un directeur général, d’un directeur adjoint, d’un secrétariat chargé de s’assurer du bien être de son personnel, ainsi que de leurs efforts et de leurs sérieux. Sa mission est de combiner entre les différentes directions, de motiver le personnel, gérer, contrôler et décider.

b-Direction de ressource humaine :

✓ **Service paie et sociale :** Ce service a pour mission d’établir les salaires du personnel, de transmettre leurs dossiers médicaux, et d’assurer l’application de la législation en matière d’assurance sociale, de retraite d’allocation familiale et d’accident du travail.

✓ **Service moyens généraux** : Ce service fournit des prestations d'hôtellerie, il approvisionne les restaurants et cantine du complexe Cevital.

✓ **Service personnel** : Est chargé du suivi et de la gestion des carrières professionnelles, il s'occupe également de l'élaboration du plan de carrière.

En plus de ses trois services, la D.R.H est responsable d'une cellule informatique qui s'occupe de l'administration du réseau locale, ainsi que de l'administration et de la gestion des bases de données du parc informatique.

c-Direction marketing :

Nouvellement créée, dans le cadre des préoccupations stratégiques du groupe d'adopter de mieux en mieux ses politiques et ses objectifs pour satisfaire le marché cible, cette direction devrait alors établir une politique de marketing. Elle permettrait au complexe d'ajuster et de mieux maîtriser ses politiques de produit, de prix, de communication et de distribution. Cette direction permettra de renforcer sensiblement l'efficacité du réseau de distribution des produits. L'interface avec la direction commerciale devrait être judicieusement identifiée.

d-Direction commerciale :

Elle gère toutes les relations avec l'environnement de l'entreprise, ainsi elle assure la commercialisation des produits finis et le suivi des clients qui sont répartis principalement à travers le territoire national et de certains pays étrangers. Cette direction est répartie en deux services, service vente et service exportation.

e-Direction système d'information :

Elle s'occupe de l'installation et de la maintenance des équipements informatique de l'entreprise dans le but d'informatiser le système administratif et les ateliers de production.

f-Direction finance et comptabilité :

Elle collecte, traite et interprète les informations relatives aux faits matériels, juridiques et économique ayant une incidence patrimoniale pour l'entreprise. Elle a pour mission de mesurer le résultat global obtenu par l'entreprise pour décrire sa situation patrimoniale à l'instant final de l'exercice.

g-Direction industrielle :

Chargée de l'évolution industrielle des sites de production et définit, avec la direction générale, les objectifs et le budget de chaque site. Ainsi, elle analyse le dysfonctionnement sur chaque site (équipement, organisation...) et recherche les solutions techniques ou humaines pour améliorer en permanence la productivité, la qualité des produits et des conditions de travail. De même, qu'elle anticipe les besoins en matériel et supervise leur achat (étude technique, tarif, installation...). Elle est responsable de la politique environnementale et

sécuritaire et participe dans l'élaboration des études de faisabilité des nouveaux produits.

h-Direction approvisionnement :

Sa fonction principale est d'établir un lien entre l'environnement interne et externe afin de rechercher des sources d'approvisionnement. Son travail consiste à la réception des commandes et au suivi quotidien des états des stocks et de façon à éviter leurs ruptures. Cette direction étudie la prospection des marchés d'approvisionnement et établit également les états comparatifs en tenant compte de plusieurs paramètres, tels que : la qualité , les prix et les délais.

i-Direction logistique :

La direction logistique a été créée en janvier 2003. Elle est considérée comme le pilier de l'entreprise, car elle joue le rôle de support pour les autres directions en leur fournissant les ressources matérielles, financières et d'information nécessaire. Elle est subdivisée en quatre services :

- **Service approvisionnement :** Sa mission est d'assurer l'approvisionnement en matières premières ; il constitue également un soutien logistique et technique pour les autres structures, puisqu'il les approvisionne en fournitures de bureau et d'équipements.

- **Service magasinage :** Il s'occupe du stockage et du magasinage des produits consommables et fournitures, ainsi que des matières premières.

- **Service expéditions :** Il est chargé de :

-L'expédition des huiles, de la margarine, du sucre et prochainement des céréales.

-La gestion des fichiers.

-L'établissement des bons de consignation.

-La restitution des palettes.

-L'achat de nouvelles palettes et intercalaires.

-**Service transit et transport :** Ce service est chargé de transporter la marchandise et d'assurer le transport du personnel. Il joue également un rôle au niveau des exportations puisqu'il garantit l'acheminement des produits jusqu'à l'acheteur.

j-Direction des silos :

La direction des silos sert au déchargement des matières premières arrivées par navire ou camion vers les points de stockage , leur stockage dans les conditions optimales , leur expédition et le transfert vers les différents utilisateurs de ses produits dont l'alimentation de raffinerie de sucre et l'entretien, ainsi que le maintien en état du service des installations des unités silos.

k-Direction des boissons :

Le pôle boissons et plastiques comprend trois unités industrielles situées en dehors du site Béjaia :

✓ **Unité Lalla Khedidja** : domiciliée à AGOUNI-GUEGHRANE (wilaya de Tizi ousou) a pour vocation principale la production d'eau minérale et boissons carbonatées.

✓ **Unité plastique** : installée dans la même localité et assure la production des besoins en emballages pour les produits de margarine et les huiles et à terme des palettes, les étiquette. . .

✓ **Unité COJEK**, implanté dans la zone industrielle d'EL KSEUR, COJEK est une SPA filiale de Cevital et qui a pour vocation la transformation de fruits et légumes frais en jus, Nectars et Conserves. Le groupe ambitionne d'être leader dans cette activité après la mise en oeuvre d'un important plan de développement.

l-Pôle corps gras :

Il est composé de trois sous directions : la direction raffinage d'huile, la direction margarine et la direction conditionnement d'huile. Ce pôle s'occupe du stockage puis de raffinage de l'huile brute et se charge de la mise en oeuvre du processus de production. En effet il veille au respect des paramètres de production de la margarine, de la fabrication des emballages et de la mise en bouteille de l'huile raffinée. Il fonctionne en continue (24/24) en trois équipes.

m-Pôle de sucre :

Le pôle sucre est constitué de quatre unités de production : une raffinerie de sucre solide 2000T/j, une raffinerie de sucre solide 3000T/j, une unité de sucre liquide 600T/J, et une unité de conditionnement de sucre 2000T/j, qui ont commencés le fonctionnement en mars 2010. Sa vocation est de produire de sucre solide et liquide dans le respect des normes de qualité, de la préservation du milieu naturelle et de sécurité des personnes. Ses produits sont destinés aux industriels et aux particuliers et ce pour le marché local et à l'exportation.

n-Direction QHSE (Qualité, Hygiène, Sécurité et Environnement) :

Depuis sa mise en place, maintien et améliore les différents systèmes de management pour se conformer aux standards internationaux. Ainsi, elle veille au respect des exigences réglementaires des produits, environnement et sécurité des personnes et la pérennité des installations.

o-Direction énergie et utilité :

C'est la production et de la distribution pour les différentes unités, avec en prime une qualité propre à chaque process : d'environ 450 m³/h d'eau (brute, osmose, adoucie, et ultra pure) ; de la vapeur Ultra haute pression 300T/h et basse pression 500T/h.de l'électricité haute tension, moyen tension et basse tension, avec une capacité de 50 MW.

p-Direction maintenance et travaux neufs :

Elle met en place et intègre de nouveaux équipements industriels et procédés, planifie et assure la maintenance pour l'ensemble des installations. Elle est chargée de la gestion et déploiement avec le directeur industriel et les directeurs des pôles les projets d'investissement relatifs aux lignes de production, bâtiments et énergie et utilités (depuis la définition du process jusqu'à la mise en route de la ligne ou de l'atelier). Enfin, elle rédige les cahiers de charges en interne et négocie avec les fournisseurs et les intervenants extérieurs.

1.7 Le choix stratégique de Cevital

Les sociétés modernes connaissent de rapides et profonds changements sous le double effet de la mondialisation qui intensifie les échanges et internationalise l'offre, et de l'évolution technologique qui crée de nouveaux matériaux et de nouveaux modes de fabrication et de communication. À cet effet, le choix stratégique effectué par les entreprises doit correspondre aux programmes d'actions dans lesquels sont fixés les objectifs de pénétration commerciale, qui exigent une mise en relation entre l'entreprise et son marché.

Cependant, Cevital se concentre sur son métier et opte pour une stratégie de diversification :

-Horizontale : en élargissant sa gamme de production.

-Verticale : la recherche de l'accroissement du marché potentiel.

-Conglomérée : elle opte pour un développement dans les activités sans rapport les une avec les autres tel que : l'agroalimentaire, la construction. . .

Concernant l'étendu du marché , elle a opté pour la couverture de l'ensemble du marché national, l'entreprise a instauré une stratégie de domination, c'est-à-dire, qu'elle cherche à être et à maintenir la place de leader sur le marché national, alors que pour le marché mondial. De plus, elle a opté pour une stratégie de développement international , qui repose sur le développement des exportations. On a constaté que, la satisfaction du client est l'un des objectifs les plus importants de l'entreprise. Les clients de l'entreprise sont divers et variés : représentants, grossistes, industriels et administrations. Ils sont pour la grande majorité des industriels de l'agroalimentaire et distributeurs ; ces derniers se chargent de l'approvisionnement de tous les points de vente où qu'ils soient. Ainsi, Cevital donne une grande importance au contrôle de qualité de ses produits. Pour cela, elle dispose de quatre laboratoires pour chacune des unités de production et d'un pilote dédié à l'innovation et au recherche et developpement. Les laboratoires de contrôle de qualité travaillent en parfaite collaboration avec la direction de la production.

1.8 Position du problème

La distribution des produits chez Cevital est assurée par NUMILOG qui est une filiale du groupe Cevital avec des ressources spécialement dédiées aux besoins des entreprises en terme de logistique et de transport. Chaque jour, le centre de distribution reçoit des commandes clients, récoltées par téléphone dans les centres d'appel au niveau des centres de livraison régionaux (CLR) ou bien celles des clients du réseau classique en utilisant les chargés clientèle via : fax, E-mail et téléphone.

Des agents de réception de commandes remplissent un bon de commande qui contient :

- Les produits commandés (nom de produit).
- Les quantités commandées.
- Nom du client et son adresse.
- Nature de paiement.
- L'heure et la date de réception de la commande.
- Jour prévu de réception du produit par le client.

Au niveau de la direction commerciale de Cevital, l'élaboration d'un bon de commande se fait en utilisant des codes spécifiques des informations précitées.

Après cette étape, les commandes passent à la suivante étape qui est la vérification de la possibilité de répondre à ses commandes suivant les capacités de production et le niveau des stocks.

Une fois que cette tâche est accomplie, le processus passe à l'étape de délivrer un bon d'achat ou bien la facture pour toute commande confirmée.

Dés la délivrance des factures, elles sont transmises au distributeur (NUMILOG) qui tient compte d'assurer les camions nécessaire, ainsi que les produits transportés, les chemins à parcourir et la conception des tournées pour satisfaire les clients.

Le problème posé donc est de déterminer les quantités optimales à envoyés de chaque dépôt tout en minimisant le coût total de transport en termes de kilométrage et en respectant les contraintes liées à la capacité de production et les dépôts de livraison, les demandes clients et le nombre de véhicules de transport disponibles et leurs capacités.

Chapitre 2

Réseaux logistiques de la distribution

2.1 Introduction

La Chaîne Logistique (Supply Chain) occupe une place primordiale dans le fonctionnement de l'entreprise, qui commence du fournisseur et se termine au client tout en passant par la fabrication et le stockage des produits en amont et en aval. Pour faire face à la concurrence, chaque entreprise donc se voit intéressée par la maîtrise de ce processus de façon à avoir toutes les informations nécessaires à la mise en place d'une politique commerciale lui permettant de survivre et de préserver ses parts de marché.

Gérer le système logistique devient une question clé pour presque toutes les entreprises car il permet de réduire les coûts dans un environnement divers vivement concurrentiel.

Le présent chapitre sera donc consacré à la présentation des fondements théoriques concernant la logistique et son rôle, ainsi que ses différents types. Ensuite, nous allons citer les modèles de base de la logistique.

2.2 Généralités sur la logistique

2.2.1 Définition

Le terme "logistique" vient d'un mot grec "LOGISTIKOS" qui signifie l'art du raisonnement et du calcul. La logistique est apparue pour la première fois dans le contexte militaire, elle représente tout ce qui est nécessaire (physiquement) pour permettre l'application sur le terrain des décisions stratégiques et tactiques (transports, stocks, fabrication, achats, maintenance) [3].

La logistique est l'activité qui a pour objet de gérer les flux physiques d'une organisa-

tion, mettant ainsi à disposition des ressources correspondant aux besoins, aux conditions économiques et pour une qualité de service déterminée.

La logistique a un impact sur certains postes de coûts très importants, si bien qu'il n'est

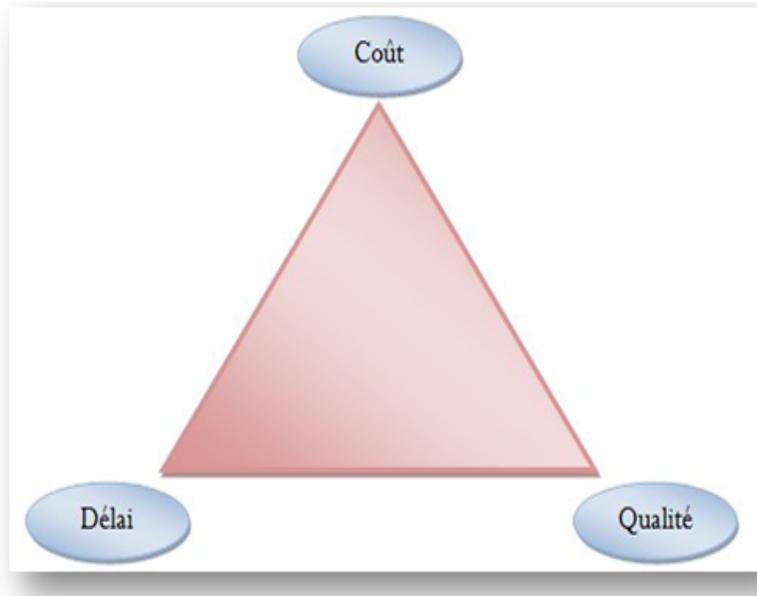


FIGURE 2.1 – Logistique

pas rare que dans une entreprise les coûts logistiques soient estimés de 8 à 15 % du chiffre d'affaires [4].

2.2.2 Le rôle de la logistique

La fonction de la logistique dans l'entreprise est d'assurer au moindre coût la coordination de l'offre et de la demande, aux plans stratégique et tactique, ainsi que l'entretien à long terme de la qualité des rapports fournisseur-client qui la concerne. Elle a pour but de permettre [5] :

- La gestion économique de la production, en supprimant les ruptures de stocks coûteuses, grâce à une information constante sur l'état de marché ;
- La réduction des stocks grâce à une rotation accélérée des marchandises entreposées ;
- La réponse adaptée à une demande très volatile ;
- La mise à disposition du produit chez le client final dans les délais les plus courts et au meilleur coût de distribution possible ;
- La surveillance et l'amélioration de la qualité de la chaîne qui relie le producteur au consom-

mateur pour parvenir au « zéro défaut » du service rendu.

2.2.3 Les enjeux d'optimisation

Les enjeux d'optimisation de la logistique sont :

- ✓ Optimiser les coûts logistiques au global (sans pour autant dégrader les délais) ;
- ✓ Optimiser la configuration logistique (pour gagner sur les coûts de transports et de stockage) ;
- ✓ Optimiser les coûts de distribution (des usines vers entrepôts, des usines vers clients, d'entrepôts vers clients) ;
- ✓ Optimiser les processus et organisations qui contribuent à livrer les produits à la date promise ;
- ✓ Optimiser les délais de fabrication et de distribution des produits ;
- ✓ Optimiser le coût, le délai, la qualité ;
- ✓ Optimiser les niveaux de stocks ;

2.2.4 Les contraintes prise en compte par les modèles d'optimisation

Les contraintes prise en compte par les modèles d'optimisation sont :

- Affectation des produits aux points de production.
- Capacité en transport par mode des points source vers les points dépôts.
- Capacité de stockage des dépôts.
- Zone géographique de distribution pour chaque dépôt (client mono-dépôt ou multi dépôt).
- Temps d'écoulement des flux sur chaque tronçon de distribution.
- Respect des réglementations et des règles de sécurité [4].

2.2.5 Les différents types de la logistique

On peut distinguer plusieurs logistiques différentes par leur objet et leurs méthodes [6] :

a- La logistique d'approvisionnement

Qui consiste à amener dans les usines les produits de base, composants et sous-ensembles nécessaires à la production, ainsi elle permet d'apporter à des entreprises de service ou des administrations des produits divers, dont elles ont besoin pour leur activité ;

b- La logistique de production

Qui consiste à apporter au pied des lignes de production les matériaux et composants nécessaires à la production et à planifier la production ; cette logistique tend à absorber la gestion de production tout entière ;

c- La logistique de distribution

Qui consiste à apporter au consommateur final, soit dans les grandes surfaces commerciales, soit chez lui. les produits dont il a besoin ;

d- La logistique militaire

Qui vise à transporter sur un théâtre d'opération les forces et tout ce qui est nécessaire à leur mise en oeuvre opérationnelle et leur soutien ;

e- La logistique de soutien

Née chez les militaires mais étendue à d'autres secteurs, aéronautique, énergie, industrie, etc. Qui consiste à organiser tout ce qui est nécessaire pour maintenir en opération un système complexe, y compris à travers des activités de la maintenance ;

f- L'activité dite de service après vente

Qui est proche de la logistique soutien, on utilise souvent l'expression (management de services) pour désigner le pilotage de cette activité ;

g- Des reverse logistics

Traduites en français par "logistique à l'envers", "rétro-logistique" ou "logistique des retours", qui consiste à reprendre des produits dont le client ne veut pas ou qu'il veut faire réparer, à traiter des déchets industriels, emballages et produits inutilisables ;

L'objectif commun à toutes ces logistiques est d'atteindre une haute performance du système concernée, en assurant une meilleure disponibilité à moindre coût et une grande flexibilité lui permettant de s'adapter aux fluctuations éventuelles de marché ;

2.2.6 La logistique de distribution

La politique de la logistique de distribution est l'organisation de la mise à disposition d'un produit ou d'un service. Cette mise à disposition peut être réalisée par un intermédiaire revendeur ou directement au consommateur. L'organisation sera donc plus ou moins complexe selon l'organisation commerciale mise en place [7] :

Circuit direct ou vente directe :

Ce circuit est défini par une seule transaction, il n'existe pas d'intermédiaire entre le producteur et le consommateur. Les circuits directs étaient fréquents dans les économies rurales, le développement économique les a raréfiés, il est très utilisé dans le domaine des biens in-

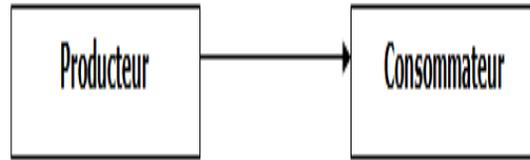


FIGURE 2.2 – Circuit direct

dustriels. Il permet un contrôle direct du marché, mais nécessite de la part du producteur une organisation commerciale.

On peut citer comme exemple certains domaines où l'on utilise le circuit direct :

- Dans la vente à domicile.
- Un fabricant quand il pratique la vente directe à l'usine.
- Un producteur de volailles, de légumes. . .
- Dans la vente de gros matériels (avions, usines. . .).
- Dans la vente par correspondance quand elle est effectuée directement par le fabricant.

Circuit court :

Le circuit court est caractérisé par deux transactions et comporte un intermédiaire entre le



FIGURE 2.3 – Circuit court

producteur, ainsi que le consommateur. Ce circuit permet d'économiser la marge du grossiste. Par contre, la présence des produits en rayon est fonction des achats et des stocks du commerçant (qui ne peut pas compter sur le rôle d'un grossiste). Le producteur contrôle

un peu moins bien la distribution de ses produits. Il doit conserver une force de vente pour vendre aux détaillants. Il conserve un contact avec le consommateur par l'intermédiaire du détaillant.

Le circuit court est le plus souvent utilisé dans la grande consommation, telles que les fruits et légumes achetés par un détaillant, indépendant à un maraîcher.

Circuit long :

Le circuit long regroupe trois transactions ou plus, il est représenté par plusieurs in-

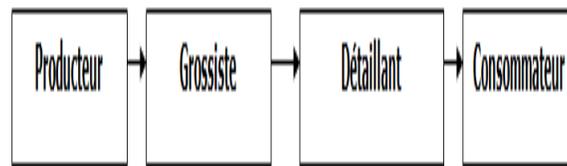


FIGURE 2.4 – Circuit long

termédiaires qui peuvent intervenir entre producteur et consommateur, les producteurs traitent avec des grossistes, qui travaillent chacun avec de multiples détaillants. Ces circuits sont particulièrement adaptés à des marchés comportant de nombreux petits points de vente indépendante, ils peuvent également posséder de nombreux maillons tels que le négociant, l'expéditeur, le grossiste et le semi-grossiste.

Ce mode de distribution a beaucoup souffert du développement des grandes surfaces, mais son poids reste important dans certains secteurs, le commerce de gros à destination du commerce de détail (intermédiaires de commerce, produits alimentaire, bien de consommation non alimentaire).

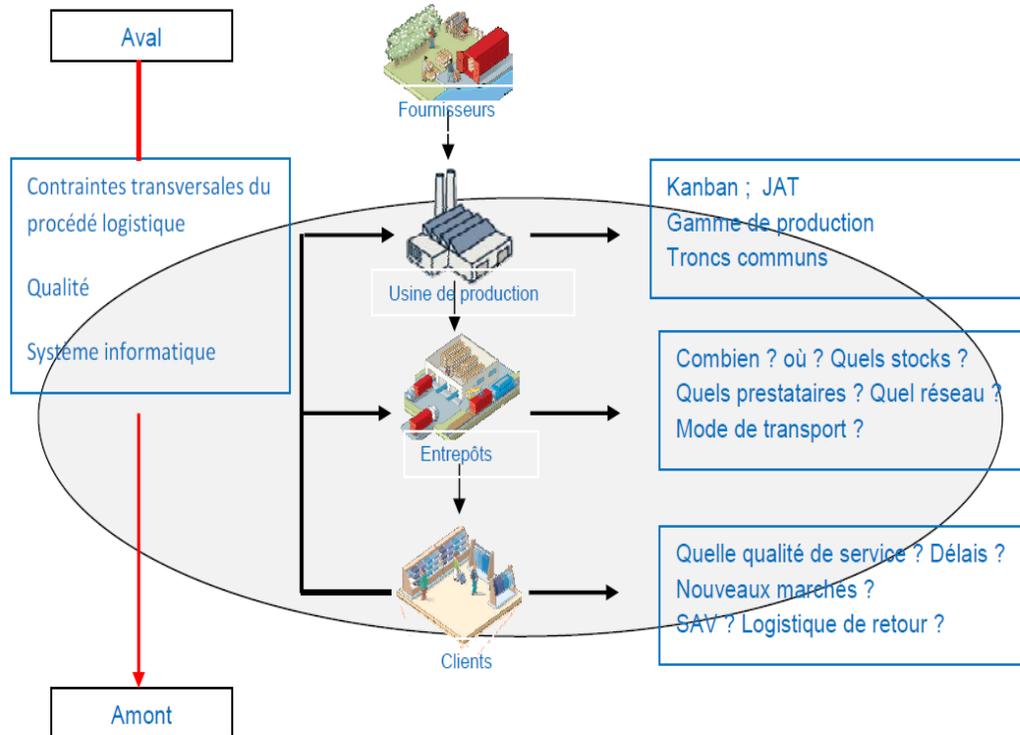


FIGURE 2.5 – La logistique de distribution

2.3 La relation entre la logistique et le transport

La relation entre la logistique et le transport est plutôt familiale, puisque le transport est un maillon important de la circulation des opérations logistiques. Donc il s'avère nécessaire de souligner que cette relation est une relation de complémentarité, puisque le transport constitue un serveur indispensable de la chaîne logistique [4].

2.4 Modèles de base de la logistique

La logistique joue un rôle très important pour la réduction des coûts et la source des entreprises pour maximiser leurs profits.

Aujourd'hui, la conception et l'optimisation des systèmes de logistique offre une plus excitante opportunité pour les entreprises de réduire considérablement les coûts divers de l'offre [8].

L'optimisation de la logistique est ni facile, ni à faible coût. Pour la plupart des entreprises, il

peut fournir une chance d'ajouter à leur marge de profit en prenant des décisions optimisées.

2.4.1 Formulation mathématique des modèles logistiques

Considérons un réseau orienté $G = (O, A)$, qui se compose d'un ensemble fini de noeuds $O = \{1, 2, \dots, N\}$ et un ensemble d'arcs orientés $A = \{(i, j)/i, j \in O\}$, qui rejoint des paires de noeuds à N .

Notation :

- ✓ i : est l'indice de l'usine ($i = 1, 2, \dots, I$);
 - ✓ j : est l'indice du client ($j = 1, 2, \dots, J$);
 - ✓ a_i : est le nombre d'unités disponibles à l'usine i ;
 - ✓ b_j : nombre d'unités demandées au client j ;
 - ✓ c_{ij} : est le coût d'expédition d'une unité à partir de l'usines i à la clientèle j ;
 - ✓ d_{ij} : est le coût fixe associé à la route (i, j) ;
 - ✓ x_{ij} : est la quantité inconnue d'être transporté sur la route (i, j) ,
 - ✓ p_{ij} : est l'unité de la quantité à transporter;
 - ✓ u_{ij} : est la borne supérieure de la capacité de transport;
 - ✓ $\delta(x)$: est la fonction des étapes;
 - ✓ D_j : la source i et k ne peut être expédié simultanément à la destination j ;
 - ✓ $f_{ij}(x)$: est le coût total de transport pour l'expédition par unité de l'usine i au client j ;
- dans lequel $f_{ij}(x) = c_{ij}x_{ij}$ sera une fonction de coût, si elle est linéaire;
- ✓ c_{ij}^1 : est le coût de l'expédition d'une unité d'origine i à la destination j ;
 - ✓ c_{ij}^2 : est la détérioration de l'expédition d'une unité d'origine i vers la destination j ;
 - ✓ ts_{ij} : c'est le délai de livraison d'une unité de l'usine i vers la destination j et $t_{ij}(x)$ est la fonction du temps de livraison; Dans un problème de transport, on appelle origine chacun des sommets émetteurs et destination chacun des sommets récepteurs. Chaque sommet émetteurs i expédie une quantité fixe de flot, dénotée (O_i) dans la figure (2.6) et représente la quantité disponible à l'origine i . Chaque sommet récepteur j cherche à recevoir une quantité fixe de flot, dénotée (D_j) et représente la demande de la destination j . Le coût de transport d'une unité de flot sur l'arc (i, j) du réseau est dénoté (C_{ij}) [9].

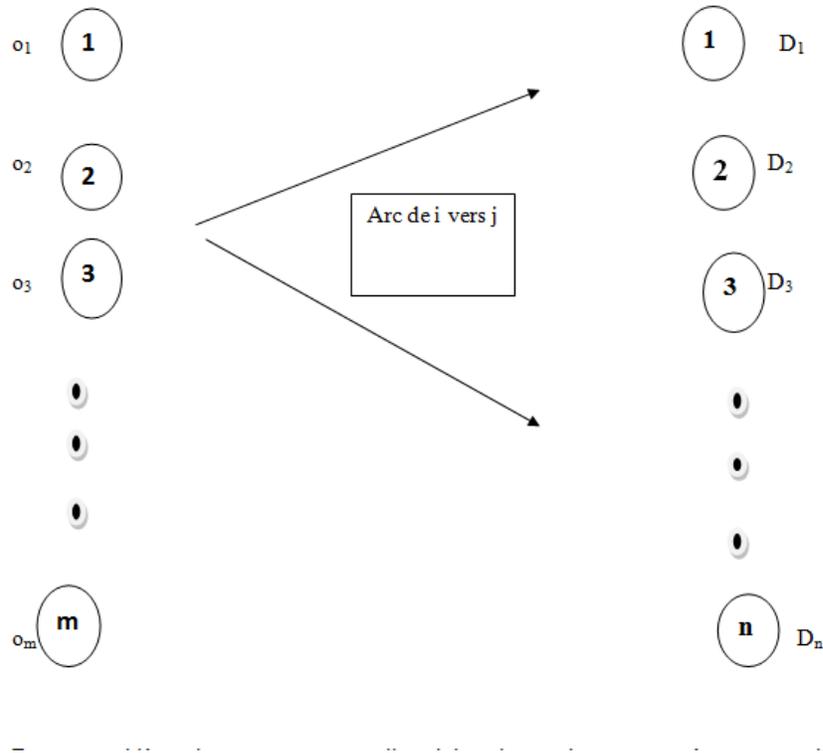


FIGURE 2.6 – Problème de transport

Problème de transport équilibré

Le problème de transport est dit équilibré si la quantité totale disponible au niveau de toutes les origines est égale à la quantité totale demandée au niveau de toutes les destinations. En d'autres termes le problème est équilibré si [11] :

$$\sum_{(i=1)}^m O_i = \sum_{(j=1)}^n D_j.$$

Modèle logistique linéaire :

Les modèles logistiques linéaires (ou problème de transport : PT) contiennent deux ensembles principaux de contraintes :

- 1) Une quantité donnée d'un produit uniforme est disponible à chacune des origines (par exemple des dépôts).
- 2) Il s'agit d'en envoyer des quantités spécifiées à chacune des destinations (par exemple des points de vente).

On connaît le coût de transport d'une unité de l'une des origines vers l'une des destinations. En supposant qu'il est possible d'expédier des produits depuis n'importe quelle origine vers n'importe quelle destination, il s'agit de déterminer le coût de transport minimum des origines vers les points de destination. Nous supposons qu'il y a m origines et n destinations. Il peut être formulé comme suit :

$$\text{Min}Z(x) = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J c_{ij}x_{ij}$$

Sc :

$$\sum_{j=1}^J x_{ij} \leq a_i, \forall i; \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^I x_{ij} \geq b_j, \forall j; \quad (2)$$

$$x_{ij} \geq 0; \forall i, j;$$

Méthodes de résolution d'un problème de transport

Un problème de transport est un problème linéaire, qui peut se résoudre en appliquant les différentes techniques de la programmation linéaire (simplexe), mais étant donnée la structure très particulière de ces problèmes, souvent on a recours à utiliser des techniques plus spécifiques et plus adéquates [12]. Les problèmes de programmation linéaire peuvent être résolus à l'aide des méthodes mathématiques particulière. Parmi ces méthodes on peut citer :

✓ Méthode graphique :

L'objet principal est de proposer une méthode de résolution d'un problème linéaire ne comportant que deux variables de décision. La méthode consiste en la délimitation de l'intersection des demi-plans représentant les inéquations des contraintes et en la recherche sur le bord de ce domaine des points donnant l'optimum de la fonction objectif.

Cette méthode malgré sa simplicité n'est applicable pour des problèmes dont la dimension supérieure à 2 et il est parfois impossible de donner la valeur exacte de la solution.

✓ Méthode d'énumération :

C'est la méthode la plus ancienne, elle est basée sur le fait que la solution optimale est un point extrême du polyèdre défini par les contraintes. Elle se résume dans les étapes suivantes :

-Déterminer tous les points extrêmes ;

- Évaluer la fonction objectif au niveau de chacun de ces points ;
- Comparer les valeurs obtenues ;

✓ **Méthode du simplexe :**

Cette méthode est la plus universelle; elle s'applique à la résolution de tout programme linéaire et garantit une grande précision des résultats. Mais elle est plus compliquée et exige plus de temps.

Algorithme de transport

Voici la forme générale de cet algorithme [10] :

1)-Phase1 : détermination d'une solution de base initiale.

L'algorithme de transport, comme toute application de la méthode du simplexe à la résolution de type de problème, nécessite une solution initiale de base. Sa détermination à partir de la forme standard n'est pas appropriée compte tenu de la structure des problèmes de transport.

D'autres techniques plus simples et adaptées leurs sont appliquées, dont voici quelques-unes :

1-La méthode du Coin Nord-Ouest

L'idée de la méthode est la suivante :

- Tracer la matrice indiquant la disponibilité et la demande.
- Egaler x_{11} (élément du coin nord ouest) à la petite valeur entre la disponibilité de la première ligne et la demande de la première colonne. Déduire ces deux quantités de la valeur obtenue.
- Dans ce cas la disponibilité de la première ligne ou la demande de la première colonne sera égale à zéro.

On répète l'étape 2 en utilisant toujours l'élément du coin nord ouest de la matrice résultante, mais cette fois on ne considère pas la ligne ou la colonne déjà satisfaite.

- Appliquant cette méthode jusqu'à que la solution initiale soit obtenue.

2-Méthode règle du minimum de ligne

Elle consiste en la recherche sur la première ligne, le coût C_{ij} minimal et on affecte le minimum entre O_i et D_j . si la ligne n'est pas saturée, on repère sur cette ligne le deuxième coût supérieur ou égal au précédant, on s'efforce de saturer une ligne ou une colonne jusqu'à l'étape finale fournissant la $(m + n - 1)$ ème valeur $x_{ij} \geq 0$.

On peut encore tout simplement choisir au hasard une ligne et une colonne non saturée, puis, procéder comme précédemment à l'affectation des valeurs.

3-Règle du meilleur coin nord -ouest

On choisit le plus petit des C_{ij} et dans la case qui lui correspond, on place le minimum (O_i, D_j) . On cherche alors dans la ligne i ou dans la colonne j , selon le cas, un coût

immédiatement supérieur.

En s'efforçant de saturer une demande ou une destination, on cherche alors un nouveau coût minimum de colonne ou de ligne et on poursuit cette opération jusqu'à l'étape finale qui sature à la fois une demande et une destination [15].

4-La méthode du coût minimum

Il s'agit de sélectionner la cellule de coût minimum, lorsque plusieurs cases présentent le même coût unitaire minimal, on en choisit une qui accepte le plus grand nombre d'unités possible.

- Allouer le plus possible à la cellule courante et ajuster l'offre et la demande ;
- Sélectionner la cellule de coût minimum ayant une demande et une offre non nulles ;
- Répéter jusqu'au moment où toute l'offre est allouée.

5-La méthode des pénalités (ballas hummer)

Pour chaque ligne i ou colonne j , elle évalue une pénalité qui représente la perte unitaire résultante du transport d'une unité de produit au second moindre coût plutôt qu'au moindre coût de cette rangée. Elle donne la priorité d'assignation aux rangées de plus grande pénalité. Cette méthode, appelée aussi méthode de Vogel [13], fera intervenir les coûts unitaires de transport et sera donc, en général, assez proche de l'optimum. Les différentes étapes de la méthode sont présentées ci-dessous :

a-Détermination de la plus grande pénalité

- Déterminer pour chaque ligne i :

$$U_i = \min C_{ij}$$

$$P_i = \min(C_{ij} - U_i)$$

- Déterminer pour chaque colonne j :

$$V_j = \min C_{ij}$$

$$q_j = \min(C_{ij} - V_j)$$

- Déterminer la plus grande pénalité $\max(P_i, q_j)$

Si $\max(P_i, q_j) = P_k$ alors déterminer $\min(C_{kj}) = C_{kj}$

Si non $\max(P_i, q_j) = q_r$ alors déterminer $\min(C_{ir}) = C_{ir}$

La variable à allouer est X_{kr}

b-Allocation de la variable

Allouer la variable X_{kr} en effectuant

$$X_{kr} = \min(O_k, D_r) \text{ poser } O_k = (O_k - X_{kr}) \text{ et } D_r = (D_r - X_{kr})$$

c-Rayure d'une rangée

L'assignation de la variable X_{kr} implique $O_k = 0$ ou $D_r = 0$, donc la saturation d'au moins une rangée qui est rayée du tableau.

d-Embarras de choix

Si les deux rangées de la variable assignée sont saturées en même temps ou $O_k = 0$ et $D_r = 0$ alors il faut rayer celle de plus grande pénalité. Si l'embarras persiste, alors le lever de manière arbitraire.

2)-Phase 2 : la recherche de la solution optimale à partir de la solution de base réalisable trouvée à la phase 1.

On va citer deux techniques de résolution :

Algorithme de stepping-stone

De la même façon que dans l'algorithme du simplexe, l'algorithme stepping-stone, repose sur la détermination d'une solution de base initiale qui est ensuite progressivement améliorée par intégration de variables hors base et élimination corrélative de variable de base [14].

On calcule pour chaque cellule vide (i,j), la variation de coût marginal qu'entraîne le déplacement d'une unité de charge dans cette cellule. La sélection des trajets ne se fait pas au hasard, il est nécessaire de calculer pour chaque trajet (i,j) non utilisé, la variation du coût total qu'on obtiendrait en faisant passer une unité par ce trajet et en procédant au ajustement nécessaire, pour retenir en priorité celui qui permettrait la plus forte réduction du coût total.

Remarque

L'application de l'algorithme de stepping-stone nécessite d'autant plus d'itérations que la solution de départ est éloignée de l'optimum.

Algorithme primal-dual

L'algorithme primal-dual de résolution d'un problème linéaire a tout d'abord été conçu pour des problèmes à structure particulière. C'est dans ce cas, qu'il s'avère particulièrement utile, car il permet d'exploiter efficacement la structure particulière de ces problèmes [15].

Connue encore sous le nom de la méthode des potentiels, elle consiste en l'utilisation du premier critère à savoir $u_i + v_j = c_{ij}$ pour les cellules des variables de base. On vérifie ensuite pour les cellules des variables hors-base le second critère $u_i + v_j \geq c_{ij}$.

L'algorithme primal-dual permet de repérer plus facilement le trajet le plus intéressant à introduire à chaque étape du calcul. Il fournit également un test d'optimalité. Cette nouvelle procédure est basée sur l'utilisation des contraintes duales. Pour les trajets actuellement utilisées, la relation suivante doit être respectée :

$$u_i + v_j = c_{ij}.$$

La solution est optimale si le second critère est vérifié pour toutes les cellules des variables hors-base.

Dans le cas où le second critère n'est pas vérifié alors :

- On calcule $\Delta_{ij} = c_{ij} - u_i - v_j$ pour toute cellule (i,j) des variables hors-base ;
- On cherche alors une cellule (i_0, j_0) telle que $\Delta_{i_0 j_0} = \min(\Delta_{ij})$ qui entrera en base, puis on construit un cycle, qui est d'ailleurs unique, puis on affecte des signes (+) et (-) aux sommets de ce cycle en commençant par la cellule (i_0, j_0) affectée au (-), en se mouvant dans le sens des aiguilles d'une montre (ou dans le sens contraire).
- Parmi les sommets du cycle affecte du signe (-), on choisit celui où la variable x_{ij} est minimale, et on pose $\theta = \min x_{ij} = x_{i_1 j_1}$.
- Pour les sommets du cycle affecte du signe (+), on ajoute aux x_{ij} le nombre θ des sommets du cycle (-). On répète l'itération jusqu'à ce que le critère d'optimalité soit atteint.

Modèle logistique généralisé :

Le modèle logistique généralisé est une extension du modèle logistique de l'examen des variations des grandeurs d'expédition, qui est habituellement formulé dans ce qui suit [8] :

$$\text{Min}Z(x) = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J c_{ij} x_{ij}$$

Sc :

$$\sum_{j=1}^J x_{ij} \leq a_i; \forall i; \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^I p_{ij} x_{ij} \geq b_j; \forall j; \quad (2)$$

$$x_{ij} \geq 0; \forall i, j;$$

Modèle Logistique capacitation :

Le modèle capacitation de la logistique (problème de transport capacitation : PTC) est une extension du modèle logistique avec les contraintes de la capacité de transport sur

chaque itinéraire. Le modèle mathématique est formulé comme suit :

$$\text{Min}Z(x) = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J c_{ij}x_{ij}$$

Sc :

$$\sum_{j=1}^J x_{ij} \leq a_i; \forall i; \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^I p_{ij}x_{ij} \geq b_j; \forall j; \quad (2)$$

$$0 \leq x_{ij} \leq u_{ij}; \forall i, j;$$

Modèle logistique à charge fixe :

Le modèle logistique de charge fixe (problème de transport des charges fixes : PTCF) est une extension du modèle logistique. Beaucoup de problèmes de transport et de la distribution pratique la logistique des charges fixes, tels que le problème de flux de réseau de coût minimum (transbordement) dont le principe est de créer des noeuds offre/demande intermédiaires, il peut être formulé comme suit :

$$\text{Min}Z(x) = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J (c_{ij}x_{ij} + f_{ij}\delta(x_{ij}))$$

Sc :

$$\sum_{j=1}^J x_{ij} \leq a_i; \forall i; \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^I x_{ij} \geq b_j; \forall j; \quad (2)$$

$$x_{ij} \geq 0; \forall i, j;$$

$$\delta(x) = \begin{cases} 1, & \text{si } x > 0 \\ 0, & \text{si } x \leq 0 \end{cases}$$

Modèle logistique d'exclusion de coté contrainte :

Pour des applications spécifiques dans le monde réel, le problème de la logistique est souvent prolongé pour satisfaire des contraintes supplémentaires. Sun[19] a présenté les

problèmes appelés modèle logistique d'exclusion de côté contrainte (problème du transport d'exclusion de contrainte latérale :PTECL). Dans ce dernier, le modèle logistique est étendu pour satisfaire des contraintes supplémentaires dans lequel l'expédition simultanée de certaines paires de produits de la même source est interdite. Dans notre vie réelle, ce genre de problème représente de nombreuses situations pratiques : par exemple, les produits alimentaires et les produits chimiques ne peuvent être transportés par le même camion.

Le modèle logistique d'exclusion de côté contrainte est formulé comme suit :

$$\text{Min}Z(x) = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J c_{ij}x_{ij}$$

Sc :

$$\sum_{j=1}^J x_{ij} \leq a_i; \forall i; \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^I x_{ij} \geq b_j; \forall j; \quad (2)$$

$$x_{ij}x_{kj} = 0; \forall ((i, j) \in D_j, \forall j); \quad (3)$$

$$0 \leq x_{ij} \leq u_{ij}; \forall i, j;$$

Modèle réseau logistique traditionnel à plusieurs étages

La structure des réseaux étudiés dans toutes les littératures de la logistique sont dans le cadre du modèle réseau logistique traditionnel à plusieurs étages (Traditionnal MLN). La structure du réseau décrit par le modèle TMLN est tel que représenté sur la figure 2.7. Il y a généralement plusieurs installations organisées en quatre échelons (usines, les centres de distribution, les détaillants et les clients) [8] dans certains ordres. Les itinéraires de livraison de produits devraient être décidées durant les trois étapes entre tous les deux échelons adjacents séquentiellement.

Notation

Indices

i : indice de l'usine ($i = 1, 2, \dots, I$);

j : indice du dépôt ($j = 1, 2, \dots, J$);

k : indice du détaillant ($k = 1, 2, \dots, K$);

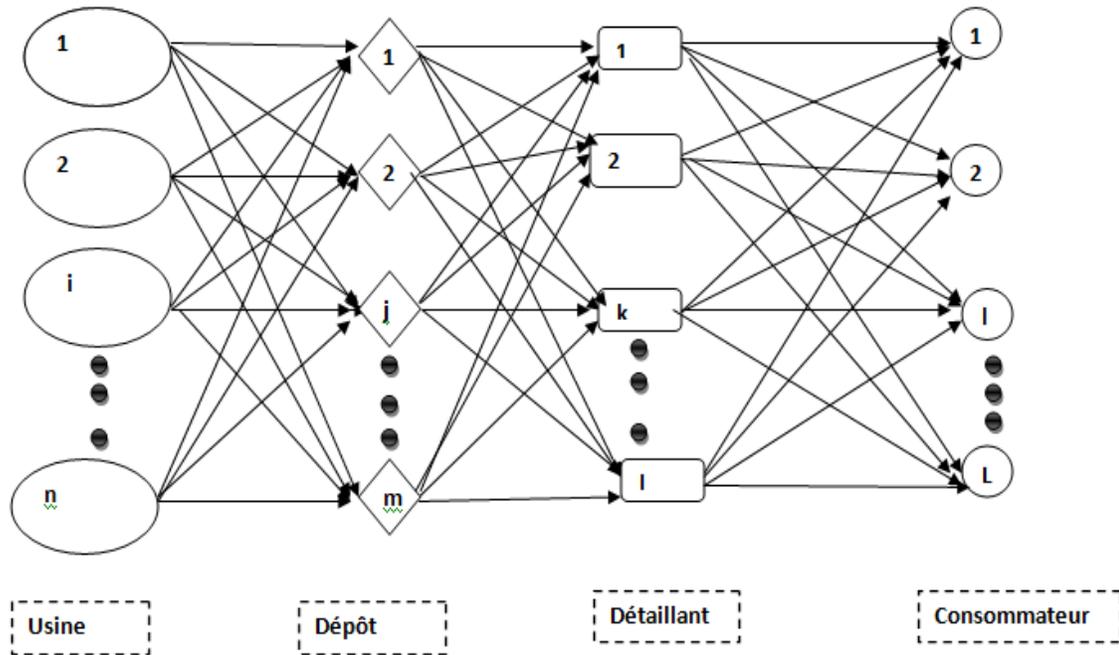


FIGURE 2.7 – Modèle traditionnel du réseau logistique à plusieurs étages (TMLN)

l : indice du client ($l = 1, 2, \dots, L$);

Paramètres

I : nombre d'usines ;

J : nombre de dépôts ;

K : nombre de détaillants ;

L : nombre de clients ;

b_i : sortie de l'usine i ;

d_l : demande de client l ;

c_{1ij} : coût unitaire de transport de produit de l'usine vers les dépôts ;

c_{2jk} : coût unitaire de transport de produit de dépôt au détaillant ;

c_{3kl} : coût unitaire de transport de produit de détaillant vers le client ;

c_{4il} : coût unitaire de transport de produit de l'usine au client ;

c_{5jl} : coût unitaire de transport de produit de dépôts au client ;

c_{6ik} : coût unitaire de transport de produit de l'usine vers le détaillant ;

u_j : borne supérieure de la capacité de dépôt j ;

u_k : borne supérieure de la capacité de détaillant k ;

variable décision

x_{1ij} : quantité transportée de l'usine i au dépôt j ;

x_{2jk} : quantité transportée de dépôt j vers le détaillant k ;

x_{3kl} : quantité transportée de détaillant k vers le client l ;

x_{4il} : quantité transportée de l'usine i vers le client l ;

x_{5jl} : quantité transportée de dépôt j vers le client l ;

x_{6ik} : quantité transportée de l'usine i vers le détaillant k ;

$$MinZ = \sum_{(i=1)}^I \sum_{(j=1)}^J c_{1ij}x_{1ij} + \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K c_{2jk}x_{2jk} + \sum_{k=1}^K \sum_{(l=1)}^L c_{3kl}x_{3kl}$$

Sc :

$$\sum_{j=1}^J x_{1ij} \leq b_i; \forall i; \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^I x_{1ij} = \sum_{k=1}^K x_{2jk}; \forall j; \quad (2)$$

$$\sum_{(j=1)}^J x_{2jk} = \sum_{(l=1)}^L x_{3kl}; \forall k; \quad (3)$$

$$\sum_{(i=1)}^I x_{1ij} \leq u_j; \forall j; \quad (4)$$

$$\sum_{(l=1)}^L x_{3kl} \leq u_k; \forall k; \quad (5)$$

$$x_{1ij} \geq 0; x_{2jk} \geq 0; x_{3kl} \geq 0; \forall i, j, k, l;$$

Modèle logistique flexible

Dans ce genre de réseau, l'expédition directe ou la livraison directe est représentée par un arc reliant deux échelons non adjacents. Son application offre un nouveau moyen potentiel de raccourcir la longueur entre le fabricant et les clients et à servir les clients avec souplesse. Avec son aide, les entreprises évitent les problèmes rencontrés par les décideurs, telles que : les longues chaînes d'approvisionnement impraticables, des retards de livraison et les risques de manquer des changements brusques de la demande ou de l'obsolescence de l'évolution de ses produits.

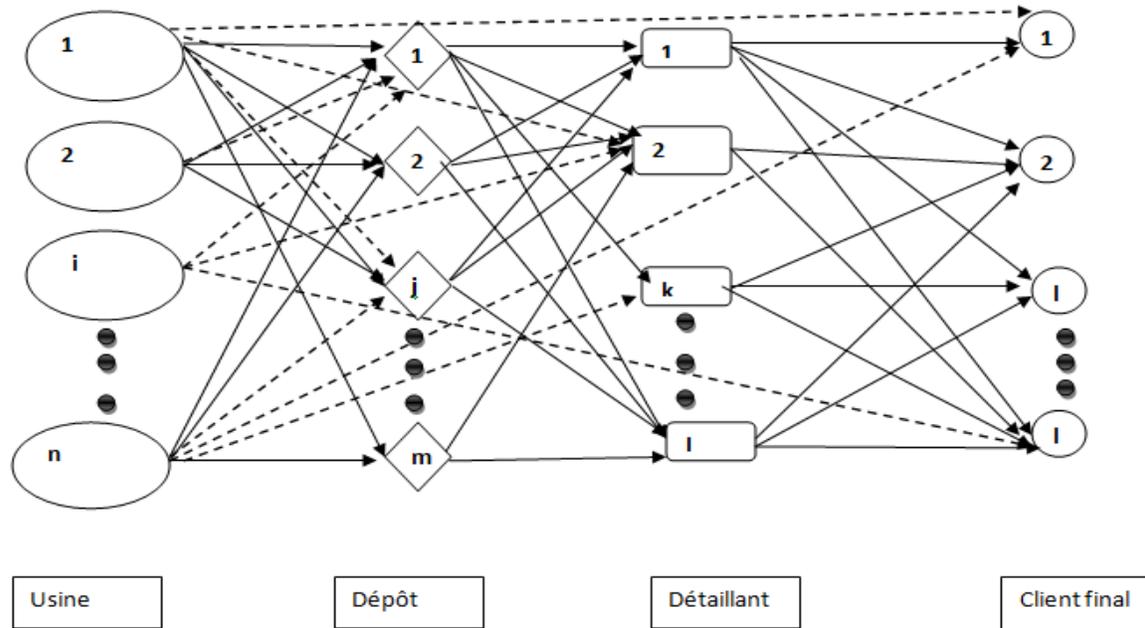


FIGURE 2.8 – Modèle logistique flexible

Formulation mathématique du modèle logistique flexible

Le modèle logistique souple peut être défini par les hypothèses suivantes :

- A1.** Considérons le cas de produits unique d'un problème d'optimisation de réseau logistique.
- A2.** Considérons une seule période de temps, comme une semaine ou un mois.
- A3.** Dans le réseau de la logistique, il y a un maximum de quatre échelons : les usines, les dépôts, les détaillants et les clients.
- A4.** Il y a deux modes de livraison : la livraison normale et la livraison directe.
- A5.** Chaque client est servi par une seule installation.
- A6.** Les exigences des clients sont connues à l'avance.
- A7.** Les clients pourront obtenir des produits au même prix, peu importe l'origine. Cela signifie que les clients n'ont pas de préférences spéciales.

Les notations suivantes sont utilisées pour formuler le modèle mathématique :

$$MinZ = \sum_{(i=1)}^I \sum_{(j=1)}^J c_{1ij} x_{1ij} + \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K c_{2jk} x_{2jk} + \sum_{k=1}^K \sum_{(l=1)}^L c_{3kl} x_{3kl}$$

$$+ \sum_{(i=1)}^I \sum_{(l=1)}^L c_{4il} x_{4il} + \sum_{j=1}^J \sum_{l=1}^L c_{5jl} x_{5jl} + \sum_{i=1}^I \sum_{(k=1)}^K c_{6ik} x_{6ik}$$

Sc :

$$\sum_{j=1}^J x_{1ij} + \sum_{l=1}^L x_{4il} + \sum_{k=1}^K x_{6ik} \leq b_i; \forall i; \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^I x_{1ij} = \sum_{k=1}^K x_{2jk} + \sum_{l=1}^L x_{5jl}; \forall j; \quad (2)$$

$$\sum_{(j=1)}^J x_{2jk} + \sum_{(i=1)}^I x_{6ik} = \sum_{l=1}^L x_{3kl}; \forall k; \quad (3)$$

$$\sum_{(l=1)}^L x_{4il} + \sum_{(j=1)}^J x_{5jl} + \sum_{(k=1)}^K x_{3kl} \geq d_l; \forall l; \quad (4)$$

$$\sum_{(i=1)}^I x_{1ij} \leq u_j; \forall j; \quad (5)$$

$$\sum_{(l=1)}^L x_{3kl} \leq u_k; \forall k; \quad (6)$$

$$x_{1ij}, x_{2jk}, x_{3kl}, x_{4il}, x_{5jl}, x_{6ik} \geq 0; \forall i, j, k, l;$$

2.5 Les logiciels de gestion des réseaux logistiques

Depuis quelques années sont apparues des logiciels, dont l'objet est d'aider à la configuration des réseaux logistiques ainsi qu'à la planification et à la gestion des opérations logistiques. On peut citer deux familles de logiciels :

2.5.1 Les Entreprises Ressource Planning (ERP)

Les ERP et appelés aussi ERM (Entreprise Ressource Management) ont la vocation à la gestion de l'ensemble des activités logistiques et opérationnelles de l'entreprise, ils sont découpés en modules correspondant à des ensembles cohérents de fonctionnalité tel que [17] :

- ✓ le module de gestion de la production (du l'approvisionnement et des stocks) ;
- ✓ le module comptable (achat et force de vente) ;
- ✓ le module de comptabilité générale (de comptabilité analytique et comptabilité tiers) ;
- ✓ Concrètement, ils permettent la planification des réapprovisionnements à partir des capacités maximales de stockage ;
- ✓ De calculer le nombre d'entrepôts nécessaires par région ;

- ✓ De sélectionner le mode de transport le plus économique ;

2.5.2 Les Advanced Planning and Scheduling APS

Les APS sont des logiciels décisionnels qui permettent de simuler et d'optimiser la planification, et de synchroniser les flux de la chaîne logistique en tenant compte simultanément d'un grand nombre de contraintes.

Un APS est composé d'un ensemble de modules dont leurs mission est la suivante :

a-Planification stratégique du réseau

Ce module est un processus qui couvre quatre activités principales qui sont : acquisition production, distribution et vente sur le long terme, ainsi, le module permet d'assurer les tâches de localisation de site de production et de la structuration du réseau de distribution[18].

b- Planification de la demande

Ce module est dépend des prévisions liée au vente des produits et les réseaux de distribution.

c-Master planning

Ce module est un processus qui coordonne les activités d'acquisition, de production, et de la distribution sur le moyen terme, ainsi il détermine les quantités de matière première à approvisionner et les fournisseurs à engager, les capacités de production et le choix des canaux de distribution , donc ce module cherche à guider les prises de décision.

d-Planification fulfilment and available to promise(ATP)

Ce module permet de répondre à des commandes imprévues sur le court-terme en stimulant les capacités non utilisés et les modifications possibles sur les plannings de production.

e- Planification de la distribution

Ce module permet à des entreprise d'optimiser leur logistique interne en améliorant leurs flux depuis la demande locale jusqu'aux approvisionnements en matières ou produits finis.

f-Planification du transport

Ce module permet la gestion des opérations de transport et de planifier le transport.

g-Planification de la production

L'objectif de la planification est d'avoir un plan de production qui équilibre les charges et les capacités en tenant compte des informations obtenue par la planification de la distribution, de la nomenclature, des capacités et des différents coûts.

h-Ordonnancement

Ce module permet la détermination de la taille des lots ainsi que la séquence de passage des lots à travers les machines.

i-Planification des besoins en matières

Ce module fait généralement partie des outils ERP.

2.5.3 Comparaison entre les ERP et les APS

A l'inverse des ERP, un APS est avant tout l'outil d'aide à la décision de l'entreprise :

- ✓ Il est centré sur la gestion des ressources critiques (et non sur une gestion exhaustive de toutes les transactions) ;
- ✓ Il vise à une approche simultanée des approvisionnements, de la production et de la distribution à capacité fini, en s'appuyant pour cela sur des techniques :
 - La programmation linéaire ;
 - La programmation mixte entière ;
 - La planification sous contraintes ;
 - L'algorithme génétique ;
 - Le placement à long terme ;
 - Il traite simultanément des niveaux tactique et opérationnel ;
 - Son approche est dynamique (ce qui pose le problème de la perte locale d'autonomie déjà constatée lors de la mise en oeuvre des ERP et amplifié par les APS compte tenu de leur capacité à remettre continument en cause leurs décisions)

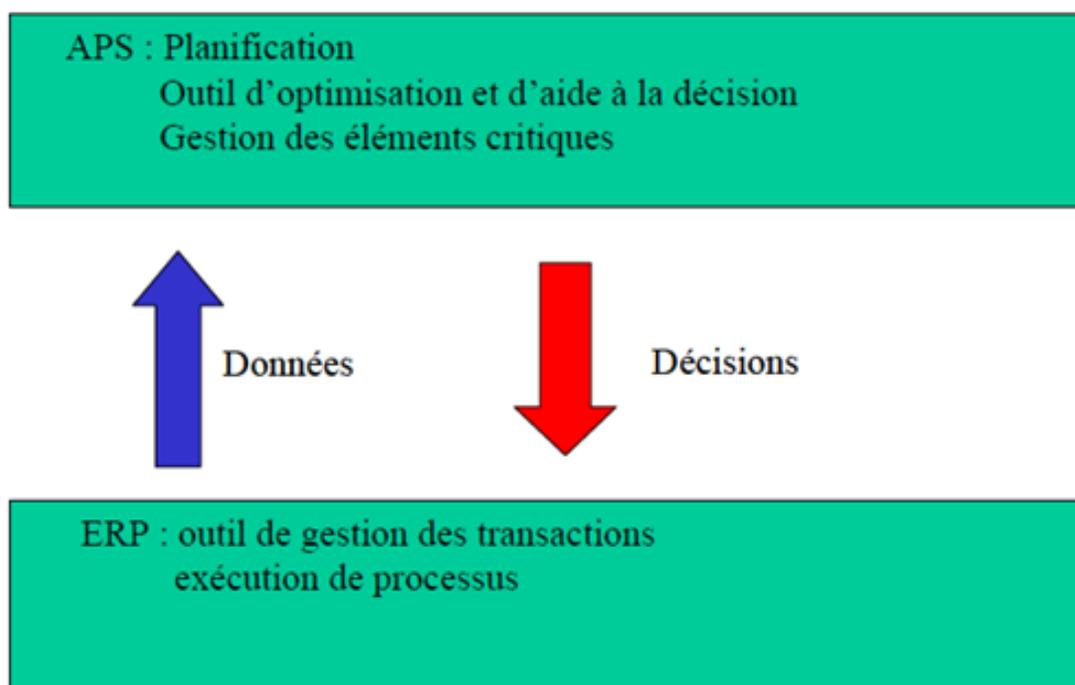


FIGURE 2.9 – Relation entre les ERP et les APS

Chapitre 3

Modélisation du problème et application

3.1 Introduction

L'entreprise, réalise plusieurs activités qui lui permettent de survivre. Ces activités étant effectuées à l'intérieur de la firme, demandent une attention particulière pour s'assurer de leur coordination et de l'optimisation de leurs coûts.

Le transport étant la fonction qui permet à l'entreprise de se mettre dans le noyau de l'activité industrielle ou commerciale, doit être aperçue comme l'élément représentant la base et le point de départ de chaque étude.

D'où l'intérêt d'optimiser les coûts de transport de manière à ce que la marchandise soit produite et distribuée en bonne quantité, au bon endroit et au bon moment dans le but de satisfaire au plus juste le besoin du client et de profiter de la synergie des partenaires à travers une optimisation globale de la chaîne logistique.

3.2 Les éléments d'un problème mathématique

La structure d'un modèle de programmation linéaire comporte trois éléments importants :

-Variable de décisions : la première étape dans le processus de modélisation est d'identifier correctement toutes les variables de décisions. Ces dernières représentent les inconnus ou les variables que l'on peut diriger dans le système étudié.

-Fonction objectif : on attribut à chaque variable de décision qui a été identifiée dans

le modèle correspond un coefficient économique. Résoudre un problème de programmation linéaire consiste à déterminer les valeurs des variables de décisions, qui maximisent (ou minimisent selon le cas) une fonction économique soumise à un ensemble de contraintes.

-**Contraintes** : dans la problématique de la décision, il faut être en mesure d'identifier tout genre de restriction (main d'oeuvre, budget,...) qui peut limiter les valeurs que peuvent prendre les variables de décisions. L'ensemble des contraintes ainsi formulé constitue le domaine de solution admissible (valeurs possible des variables de décisions) au modèle mathématique.

3.3 Récoltes des données

3.3.1 Données liées à la production

En ce concerne la récolte des données, on a eu recours au service production, cela dans le but d'évaluer la capacité de production de l'entreprise et d'énumérer sa gamme de produits. Durant notre stage, nous avons relevé que la capacité d'huile produite en semaine par l'entreprise est de 5 184 000 unités et estimée à 36 000 palettes par semaine.

3.3.2 Données récoltées auprès du service commercial

Auprès du service commercial, on a pu récolter les données suivantes :

-La liste des dépôts de Cevital sur le territoire algérien, leurs capacités, leurs demandes en palettes et qui sont données dans la Table 3.1. les clients dans notre cas représente l'ensemble de tout les clients de Cevital dans chaque wilaya.

Dépôts	Capacités (palettes)	Demandes (palettes)
Constantine	6990	1925
Bouira	13980	3446
Oran	6990	2394

TABLE 3.1 – Les capacités et les demandes des plates-formes

-La liste des clients et leurs demandes dans chaque wilaya ($j=1..48$) est résumée dans la Table 3.2.

Client(k)	Demande(d_k)	Client(k)	Demande(d_k)
Adrar	22	Constantine	156
Chlef	500	Médéa	174
Laghouat	90	Mostaghanam	342
Oum.bouaghi	250	M'sila	400
Batna	210	Mascara	264
Béjaia	336	Ouargla	15
Biskra	16	Oran	264
Bechar	18	El bayedh	17
Blida	174	Illisi	20
Bouira	204	Bordj.Bou.ririj	100
Tamanrasset	14	Boumerdas	210
Tebssa	42	El taraf	18
Tlemcen	300	tindouf	13
Tiaret	240	Tessemssilt	16
Tizi Ouzou	290	El ouad	150
Alger	1200	khenchla	24
Djelfa	180	S.ahrass	16
Jijel	84	Tipaza	150
Setif	290	Mila	120
Saida	24	Ain-eldafla	200
Skikda	72	Nâama	14
S.B.abass	168	Ain.timouchent	48
Annaba	250	Ghardaia	60
Guelma	72	Relizan	144
Total général	8101		

TABLE 3.2 – Les clients et leurs demandes par semaine

	Adrar	Chlef	...	Ghardaia	Relizane
Béjaia	127 520,8	36 584,4	...	57 491	44 401,8
Constantine	133 618,2	51 522,6	...	63 588,4	58 566
Bouira	118 955,2	28 044,6	...	48 916,8	33 118,6
Oran	105 745,6	18 533	...	67 037	9 546

TABLE 3.3 – Matrice des coûts du transport des palettes sur le territoire national

3.3.3 Données récoltées auprès du service Béjaia logistique

Les données récoltées dans ce service sont :

-Le coût de transport unitaire par kilomètre qui est égale à 86DA/km. Les coûts de transport d'une palette d'huile (en dinar) de l'usine de Béjaia vers le dépôt j et du dépôt j vers clients de la wilaya k ont été calculé en utilisant le coût unitaire par kilomètre et les différentes distances inter-wilayas collectés sont obtenues en utilisant Google Map. Ces informations sont résumées dans la Table 3.3 (voir matrice complète dans l'annexe)

- La capacité de chaque camion est de 24 palettes et chaque palette contient soit :
 - 850 bouteilles de 1 litre (Elio, Fleurial) ;
 - 480 bouteilles de 1.8 litre (Fleurial) ;
 - 450 bouteilles de 2 litres (Elio) ;
 - 240 bidons de 4 litres (Fleurial) ;
 - 168 bidons de 5 litres (Elio) ;
 - 192 bidons de 5 litres (Fleurial) ;
- Nombre de camions disponibles est de 301 camions.

3.4 Modélisation mathématique du problème

La recherche opérationnelle peut remédier à une large gamme de problème concernant la gestion organisationnelle optimale des ressources, il est généralement nécessaire de cerner et de bien comprendre le problème en question et de le modéliser sous forme mathématique.

3.5 Etapes pratiquées

Pour modéliser un problème, il faut suivre les étapes suivantes :

1. Définition du problème ;

2. Construction d'un modèle ;
3. Solution du modèle ;
5. Implémentation de la solution ;

3.5.1 Définition du problème

Le réseau de distribution de l'entreprise Cevital se compose d'un dépôt central implanté à Béjaïa (usine), trois plates-formes de stockage (Bouira au centre, Oran à l'ouest, et Constantine à l'est), dix centres de livraison régionaux (CLR) et des clients qui sont inclus dans le réseau classique. Les clients de l'entreprise sont dispersés sur tout le territoire national. Le nombre de destination est de 48 wilayas (10 CLR plus les 38 autres wilayas) comme le montre la figure 3.1.

Le problème donc s'agit de déterminer un plan d'expédition optimal des palettes de produit

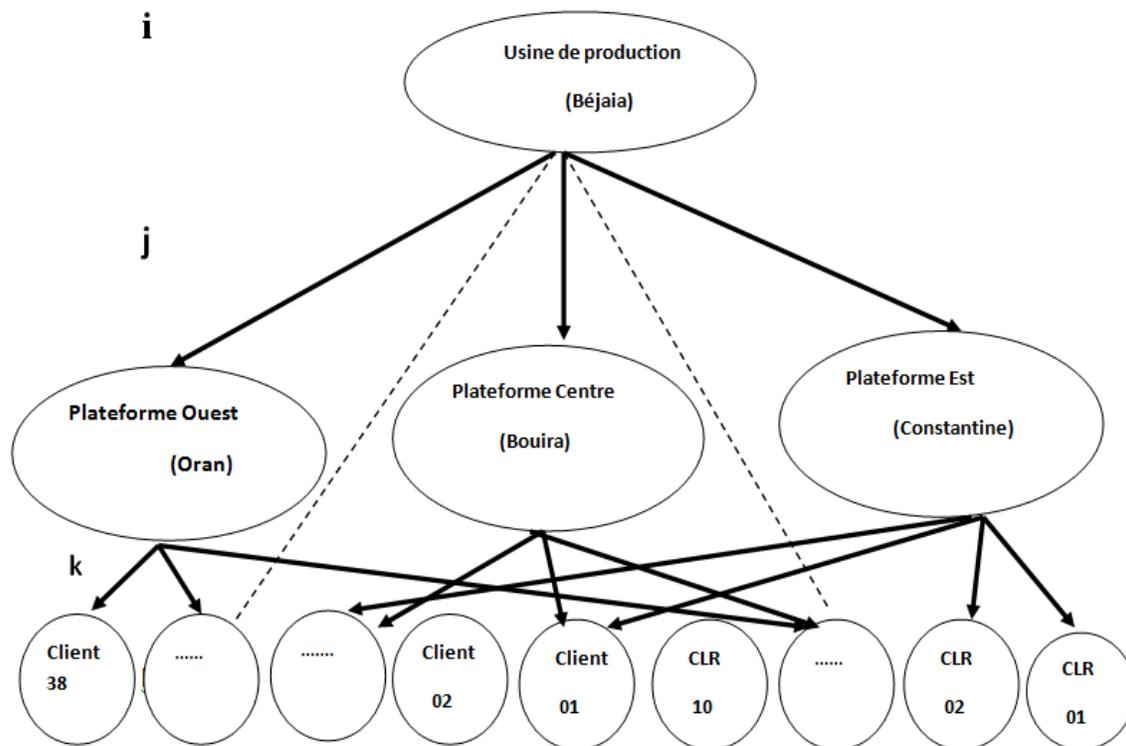


FIGURE 3.1 – Réseau de distribution de l'entreprise Cevital

de Cevital (huile) à partir des trois plates-formes de l'entreprise implantées à Bouira, Oran et Constantine.

Cet objectif doit être atteint avec la condition de minimiser le coût de transport tout en res-

pectant les contraintes liées aux capacités de l'entreprise en terme de production, stockage et le nombre de camions disponibles et les contraintes de la demande des clients.

3.5.2 Construction du modèle

Notation

Indices

- i : indice d'unité de production $i=1$;
- j : indice des plates-formes de stockage $j = \overline{1, 3}$;
- k : indice des clients $k=\overline{1, 48}$;

Paramètres

- b : Capacité de production et de stockage au niveau de l'usine ;
- u_j : Capacité de stockage du produit à la plate-forme j ;
- c_{1ij} : Coût de transport du produit du centre de production i à la plate-forme j ;
- c_{2jk} : Coût de transport du produit de la plate-forme j au client k ;
- c_{3ik} : Coût de transport du produit du centre de production i au client k ;
- d_k : La demande du produit chez le client k ;
- d_j : La demande du produit à la plate-forme j ;

Variables

- x_{1ij} : la quantité à acheminer du centre production i vers la plate-forme j ;
- x_{2jk} : la quantité à acheminer de la plate-forme j vers le client k ;
- x_{3ik} : la quantité à acheminer du centre production i vers le client k ;

Dans notre étude on s'est focalisés pour le système de distribution sur un seul produit (les huiles) du fait qu'il y a une forte concurrence sur ce dernier. Nous avons modélisé ce problème de distribution comme étant un problème généralisé du flot maximum à coûts minimum.

Fonction objectif

Ce modèle a pour objectif de minimiser le coût de transport entre le centre de production et les plates-formes, le coût de transport entre les plates-formes et les clients, ainsi que le coût de transport entre le centre de production et les clients.

$$MinZ = \sum_{j=1}^3 c_{11j}x_{11j} + \sum_{j=1}^3 \sum_{k=1}^{48} c_{2jk}x_{2jk} + \sum_{k=1}^{48} c_{31k}x_{31k}$$

Contraintes

1- Les quantités acheminées à partir de l'usine vers les plates-formes et les clients ne doivent dépassées la capacité de production et de stockage des huiles au niveau de l'usine.

$$\sum_{j=1}^3 x_{11j} + \sum_{k=1}^{48} x_{31k} \leq b; \quad (1)$$

2- La capacité des plates-formes ne doit pas être dépassée.

$$\sum_{k=1}^{48} x_{2jk} \leq u_j; j = \overline{1, 3}; \quad (2)$$

3- Toutes les demandes des clients doivent être satisfaites.

$$x_{31k} + \sum_{j=1}^3 x_{2jk} \geq d_k; k = \overline{1, 48}; \quad (3)$$

4- Toutes les demandes des plates-formes j doivent être satisfaites.

$$d_j \leq x_{11j} \leq u_j; j = \overline{1, 3}; \quad (4)$$

Le modèle général peut être décrit comme suit :

$$Min Z = \sum_{j=1}^3 c_{11j} x_{11j} + \sum_{j=1}^3 \sum_{k=1}^{48} c_{2jk} x_{2jk} + \sum_{k=1}^{48} c_{31k} x_{31k}$$

Sc :

$$\sum_{j=1}^3 x_{11j} + \sum_{k=1}^{48} x_{31k} \leq b; \quad (1)$$

$$\sum_{k=1}^{48} x_{2jk} \leq u_j; j = \overline{1, 3}; \quad (2)$$

$$x_{31k} + \sum_{j=1}^3 x_{2jk} \geq d_k; k = \overline{1, 48}; \quad (3)$$

$$d_j \leq x_{11j} \leq u_j; j = \overline{1, 3}; \quad (4)$$

$$x_{11j}, x_{31k}, x_{2jk} \in N; j = \overline{1, 3}; k = \overline{1, 48};$$

3.5.3 Résolution du problème

Le modèle obtenu est un programme linéaire à 195 variables et 253 contraintes. Actuellement, il existe en pratique des outils permettant de résoudre de tels problèmes. Mais évidemment, la théorie montre combien c'est difficile d'obtenir une solution optimale lorsque le modèle est limité en nombre de contraintes. L'outil informatique utilisé dans la recherche de solution du problème étudié est le Solveur Excel.

Présentation de solveur Excel

Le solveur Excel est un outil puissant d'optimisation et d'allocation de ressources. Il sert à déterminer comment utiliser au mieux des ressources limitées pour maximiser les objectifs souhaités (telle que la réalisation de bénéfices) et minimiser une perte donnée (tel un coût de production, transport...). En résumé, il permet de trouver le minimum, le maximum ou la valeur au plus près d'une donnée tout en respectant les contraintes qu'on lui soumit. En d'autres termes le Solveur est utilisé lorsque on cherche la valeur optimale d'une cellule donnée par ajustement des valeurs de plusieurs autres cellules, ou lorsque on fixe des limites pour une ou plusieurs des valeurs intervenant dans le calcul.

pour trouver une solution optimale, le Solveur Excel utilise l'algorithme du simplexe, le principe de cette méthode est de partir d'une solution de base et de progresser par itération pour trouver une solution qui minimise les coûts de transport [16].

Procédure de recherche d'une solution optimale par Solveur

Étape 1 :

Il convient en premier lieu de nommer les cellules contenant les variables. La solution la plus simple consiste à écrire sur la première ligne les variables et à attribuer à la deuxième ligne des valeurs arbitraires (solution initial) et à la troisième ligne les coûts de transports inter-wilayas. Ensuite, il faut sélectionner les cellules à nommer puis choisir **formule, créer**, sélectionner **la ligne du haut** et de cliquer sur **OK** (voir la Figure 3.2).

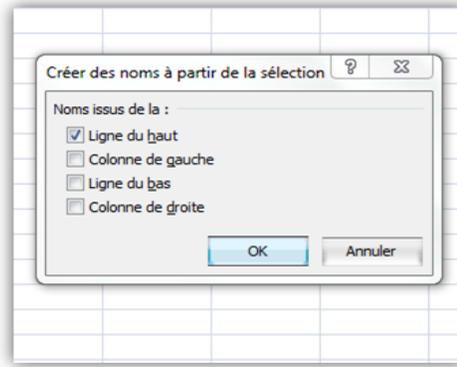


FIGURE 3.2 – Attribution des noms de variables aux cellules

Etape 2 : Il faut saisir l'équation de la fonction objectif dans la feuille de calcul (voir la Figure 3.3).

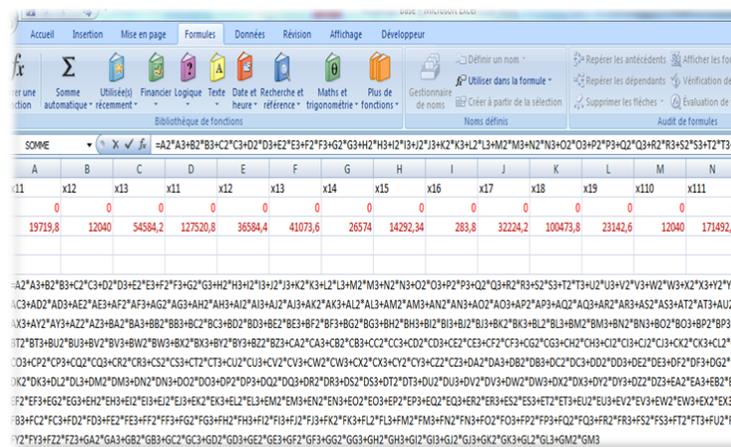


FIGURE 3.3 – Équation de la fonction objectif

-Saisir les équations des contraintes, la fenêtre suivante sera affiché (voir la Figure 3.4) :

	A	B	C
1	x11	x12	x13
2	0	0	0
3	=229,3*86	=140*86	=634,7*86
4			
5			
6	=A2*A3+B2*B3+C2*C3+D2		
7	=SOMME(A2:AY2)		
8	=SOMME(AZ2:CU2)		
9	=SOMME(CV2:EQ2)		
10	=SOMME(ER2:GM2)		
11	=D2+A22+CV2+ER2		
12	=E2+BA2+CW2+ES2		
13	=F2+BB2+CX2+ET2		
14	=G2+BC2+CY2+EU2		
15	=H2+BD2+CZ2+EV2		
16	=I2+BE2+DA2+EW2		

FIGURE 3.4 – Équations des contraintes

Etape 3 :

L'étape suivante consiste à lancer le Solveur en cliquant sur **Solveur** du menu **Données** (voir la Figure 3.5).

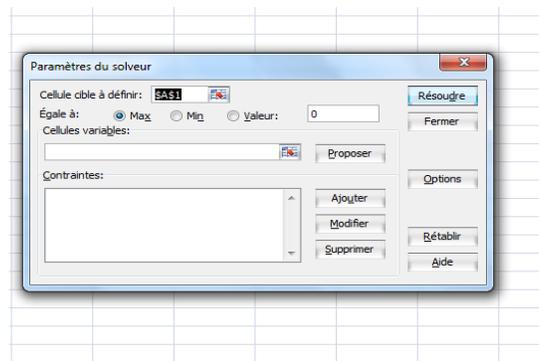


FIGURE 3.5 – Boîte de dialogue du Solveur

Etape 4 :

- Le logiciel propose toujours de définir une cellule cible : celle-ci doit correspondre à la première des équations du système qui représente la fonction objectif.
- La ligne suivante permet de choisir le type de résolution ; dans notre cas, il faut choisir min.
- Dans le champ Cellules variables, sur une feuille de calcul où seul un groupe de variables a été défini (solution initial), Solveur Excel propose de sélectionner les cellules contenant ces variables.

Etape 5 :

Pour le Solveur, les autres équations du système représentent les contraintes. Cliquer sur **Ajouter**, dans la boîte de dialogue qui apparaît, sélectionner la cellule correspondante et la valeur que doit prendre la contrainte.

La fenêtre suivante va apparaître (voir la Figure 3.6) :

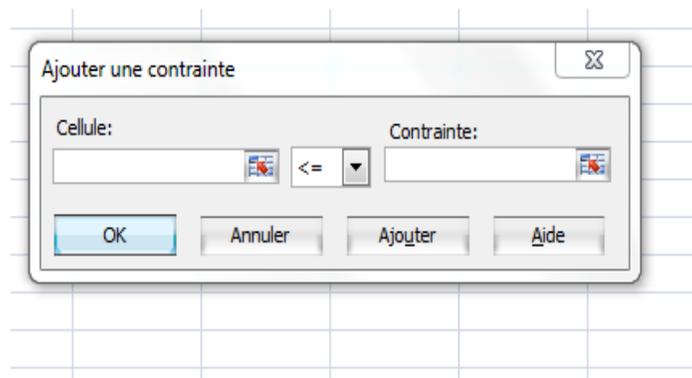
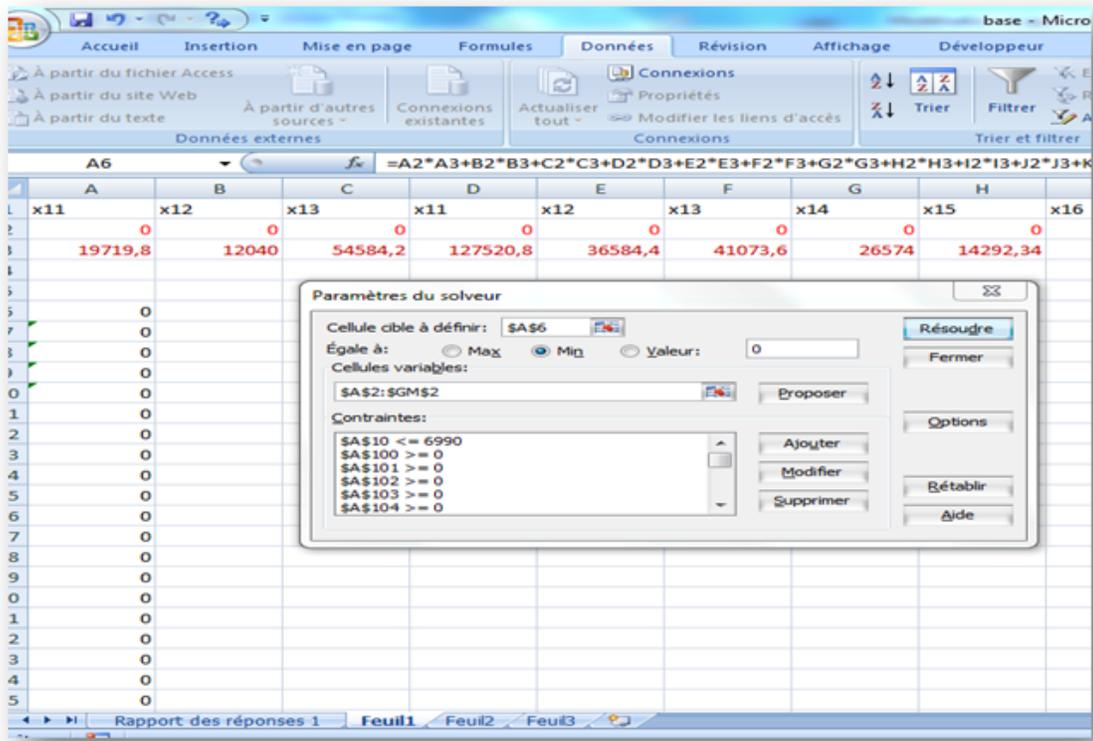


FIGURE 3.6 – Boîte de dialogue du Solveur

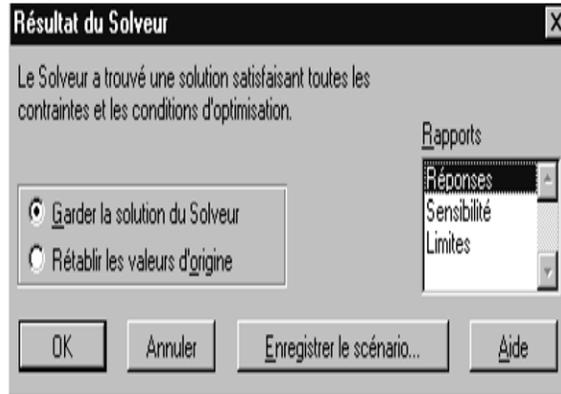
La boîte de dialogue du Solveur apparaît finalement de la manière suivante :



Le programme s'exécute en cliquant sur **Résoudre**

Etape6 :

Lorsqu'une solution est trouvée, une nouvelle boîte de dialogue s'affiche et propose de conserver cette solution ou de rétablir les valeurs d'origine.



Excel affiche les valeurs de la solution dans la feuille de calcul, ainsi que les valeurs des seconds membres des contraintes. Les résultats seront trouvés dans l'annexe.

3.5.4 Interprétation des résultats

Après 289 itérations, le solveur Excel, nous a fournit un plan optimal de transport pour la distribution des palettes d'huiles des différentes plates-formes (Constantine, Bouira, Oran) vers les 48 wilayas d'Algérie et de centre de production (Béjaia) vers les plates-formes (Constantine, Bouira, Oran), avec un coût de transport minimum égale à 301126979 DA. Le nombre de palettes à expédier de chaque représentant vers chaque destination est résumé dans les tableaux suivants :

1-Nombre de palette optimale à envoyer du centre de production (Béjaia) vers les plates-formes (voir la Table 3.4) :

Plate-forme	Nombre de palettes expédiées
Constantine	1925
Bouira	3446
Oran	2394

TABLE 3.4 – Nombre des palettes envoyées du centre de production vers les plates-formes

Origines	Destination	Quantité transportée
Béjaia	Béjaia	336
	Djelfa	180
	Ourgla	15
	Elbayad	17
	Illizi	20

TABLE 3.5 – Nombre de palettes envoyées du centre de production vers les cinq wilayas

2-Nombre de palettes optimales à envoyer des plates-formes vers les 48 wilayas

Origines	Destination	Quantité transportée
Constantine	Oum.El Bouaghi	250
	Batna	210
	Biskra	16
	Tebassa	42
	Jijel	84
	Setif	290
	Skikda	72
	Annaba	250
	Guelma	72
	Constantine	156
	El-taraf	18
	El-ouad	54
	Khenchla	240
	Souk.ahrass	16
	Mila	120

TABLE 3.6 – Nombre de palettes envoyées du plate-forme Constantine vers les autres wilayas

Origines	Destination	Quantité transportée
Bouira	Laghouat	90
	Blida	174
	Bouira	204
	Tamanrasset	14
	Tizi ousou	290
	Alger	1200
	Médéa	174
	M'sila	400
	Bordj.Bou.aririj	100
	Boumardass	210
	Tipaza	150
	Ain el dafla	200
	Ghardaia	60

TABLE 3.7 – Nombre de palettes envoyées du plate-forme Bouira vers les autres wilayas

Origines	Destination	Quantité transportée
Oran	Adrar	22
	Chlef	500
	Béchar	18
	Tlemcen	300
	Tiaret	240
	Saida	24
	Mostaganem	342
	Mascara	264
	Oran	264
	Sidi bel abass	168
	Tindouf	13
	Tessemsilt	16
	Nâama	14
	Ain timouchant	48
	Relizan	144

TABLE 3.8 – Nombre de palettes envoyées du plate-forme Oran vers les autres wilayas

Nous constatons, que la plate-forme EST (Constantine) ne distribue que vers 15 wilayas (Oum.bouaghi, Batna, Biskra, Skikda, Sétif, Annaba, El taraf, Souk Ahras, Tbessa, Khenchla, El oued, Constantine, Jijel, Mila, Guelma), la plate forme centre (Bouira) distribue vers 13 wilayas (Bouira , Laghouat, Tizi ousou, Alger, Tipaza, Boumerdas, Bordj bou Arrerij, Ain defla, Médéa, Blida, Ghardaïa, Tamanrasset, M’silla), la plate forme ouest quant à elle distribue vers 15 wilayas (Oran, Chleff, Ain timouchant, Relizane, Mostaghanem, Mascara, Tlemcen, Sidi bel abbas, Saida, Naâma, Bechar, Adrar, Tindouf, Tiaret, Tessemsilt) et enfin le centre de production (Béjaïa) distribue vers les trois plates forme (Constantine, Bouira, Oran) et vers les cinq wilayas (Béjaïa, Djelfa, Ouargla, EL bayedh, Illizi), avec un coût minimum.

3.6 Conclusion

Ce dernier chapitre est consacré à l’étude d’un cas réel, dont l’objectif est de minimiser les coûts de transport des huiles au niveau de l’entreprise Cevital qui occupe une place très importante dans l’économie du marché national et bien tôt international. On a pu établir

un plan de transport optimal pour la distribution des palettes d'huile partant des différentes plates-formes implantées sur le territoire national, ainsi que le centre de production vers ces différentes wilayas, à moindre coûts en utilisant le tableur solveur d'Excel 2007.

Conclusion générale

Dans une économie caractérisée par la raréfaction des ressources naturelles, une diminution des sources de financement et une concurrence toujours plus vive entre les entreprises, la répartition optimale de moyens limités entre la multitude des besoins devient la tâche principale des responsables politiques et économiques de notre société. Ce problème est posé dans tous les domaines de l'activité économique, politique, scientifique et sociale.

Notre travail consiste à optimiser le réseau de distribution des palettes d'huiles au niveau de l'entreprise Cevital agro-alimentaire. Dans un premier temps, nous avons collecté les données nécessaires pour aborder ce problème. Dans un deuxième temps, nous avons modélisé ce problème comme étant un problème de flot maximum à coût minimum. Le modèle mathématique obtenu est un PL à variables entières, où la méthode du simplexe permet de résoudre efficacement ce genre de problème. Dans ce mémoire, nous avons utilisé le Tableur Solveur d'Excel pour l'obtention d'un plan optimal de distribution des huiles au sein de Cevital.

Comme perspective de ce travail, nous suggérons de traiter le cas de distribution de plusieurs produits à la fois, ainsi qu'une planification sur plusieurs périodes.

Bibliographie

- [1] Les coûts logistiques, réunion du club logistique de l'Yonne, 22 avril 2008.
- [2] <http://www.technoscience.net/onglet=glossairedefinition=6425>.
- [3] D.Tixier,H .Mathee et J.Colin. *La logistique au service de l'entreprise : Moyen,mécanism et enjeux*. Dunod entreprise, paris, 1983.
- [4] <http://www.doc-etudiant.fr/Commerce/Logistique/Expose-Transport-et-logistique-quelle-relation-124002.html>
- [5] Gratacapa nne et Medan Pierre. *Logistique et Supply Chain Management*. Édition DUNOD, paris, 2008.
- [6] Yves Pimor et Michel Fender. *Logistique :Production, Distribution, Soutien*. 5^e édition, Dunod, Paris, 1998, 2005, 2008.
- [7] www.cgl-consulting.com/sp3/la-logistique-de-distribution.pdf.
- [8] Mitsuo Gen, Runwei Cheng et Lin Lin. *Network Models and Optimization : Multiobjective Genetic Algorithm Approach*. Decision Engineering, London, 2008.
- [9] Y. Dodge, S. Gonano-Weber et J. Renfer. *Optimisation Appliquée*. Édition Springer-Verlag, France, 2005.
- [10] Yvesnobert, Roch ouellet et Régit parent. *Méthode de planification en transport*.
- [11] Benmazouz. *Recherche Opérationnelle de gestion*. ATLAS Edition, mars 1995.
- [12] Maameri Nessma et Saghi Soraya. *Recueil sur les méthodes d'optimisation combinatoire et application sur un problème de transport réel : cas de Ifri*. Mémoire de master en Statistique et analyse décisionnelle, Université de Béjaia, 2013.
- [13] Jacques Teghem.*Programmation linéaire*. Editions ELLIPSES, Bruxelles, 1996.
- [14] G.Hadley. *Linear programming*. Addison-Westly Pblishing Company, Reading sachussetts, 1983.
- [15] Hugues Talbot. *Résolution des Problèmes de transport et transbordement*. Laboratoire A2SI, 9 avril 2009.

- [16] C. Harbaji. *La gestion sous Excel et VBA*. Edition EYROLLES, 2012.
- [17] Allab Slimane et al. *La logistique et les nouvelles technologies de l'information et de la communication*. édition economica, Paris, 2000.
- [18] Bourouba Yasmina et Maâmri Mossa. *Le rôle du système d'information pour l'optimisation de la chaîne logistique : cas de l'entreprise Cevital Béjaia*. Mémoire de master en management, université de Béjaia, 2013.
- [19] [http ://www.cse.wustl.edu/ jain/cis788-99/qos routing/index.html](http://www.cse.wustl.edu/jain/cis788-99/qos_routing/index.html).

Annexes

Résumé

La distribution est une discipline en vogue depuis quelques années, il regroupe toutes les activités de transport au sein d'une entreprise. Elle peut être vue comme un problème d'optimisation et un facteur essentiel pour son développement.

La recherche opérationnelle vise à l'amélioration du fonctionnement des entreprises par l'application des approches scientifiques reposant sur l'utilisation des méthodes et techniques spécialisées.

Dans ce mémoire, nous avons étudié un cas réel dans l'entreprise agroalimentaire CEVITAL. Nous avons proposé un modèle linéaire pour la distribution des palettes d'huile.

Pour résoudre le problème on a utilisé une approche de résolution basée sur l'algorithme de transport résolu par solveur Excel, qui nous a permis d'obtenir un plan de distribution optimal tout en minimisant les coûts de transport.

Abstract

Distribution is a popular discipline in recent years, it brings together all in a business transportation activities. It can be seen as an optimization problem and an essential factor for its development.

Operational research is aimed at improving the functioning of enterprises through the application of scientific approaches based on the use of specialized methods and techniques.

In this thesis, we studied a real case in the food business CEVITAL. We proposed a linear model for the distribution of oil pallets.

To solve the problem we used an approach based on the resolution of transport algorithm solved by Excel Solver, which allowed us to obtain an optimal distribution plan while minimizing transportation costs.

x11	x12	x13	x11	x12	x13	x14	x15	x16	x17	x18	x19	x110	x111	x112	x113
1925	3446	2394	0	0	0	0	0	336	0	0	0	0	0	0	0
19719,8	12040	54584,2	127520,8	36584,4	41073,6	26574	14292,34	283,8	32224,2	100473,8	23142,6	12040	171492,6	36610,2	28534,8

Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF
x114	x115	x116	x117	x118	x119	x120	x121	x122	x123	x124	x125	x126	x127	x128	x129
0	0	0	180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19719,8	22850,2	47463,4	16546,4	49888,6	61533	54584,2	57138,4	145967,8	13390,2	14362	32551	169523,2	33015,4	49071,6	27038,4

AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV
x130	x131	x132	x133	x134	x135	x136	x137	x138	x139	x140	x141	x142	x143	x144	x145
15	0	15	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33746,4	26470,8	16297	32585,4	79498,4	14362	32551	169523,2	33015,4	49071,6	27038,4	33746,4	26470,8	16297	32585,4	79498,4

CS	CT	CU	CV	CW	CX	CY	CZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH
x146	x147	x148	x21	x22	x23	x24	x25	x26	x27	x28	x29	x210	x211	x212	x213
0	0	0	0	0	90	0	0	0	0	0	174	204	14	0	0
75009,2	63588,4	58566	118955,2	28044,6	32508	29575,4	24940	11756,2	28552	83093,2	11807,8	860	162927	41606,8	51935,4

DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX
x214	x215	x216	x217	x218	x219	x220	x221	x222	x223	x224	x225	x226	x227	x228	x229
0	290	1200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	174	0	400	0
26109,6	6484,4	9047,2	23211,4	18739,4	14353,4	44900,6	31501,8	45055,4	38579,6	33531,4	24725	10965	36171,6	11283,2	38459,2

DY	DZ	EA	EB	EC	ED	EE	EF	EG	EH	EI	EJ	EK	EL	EM	EN	EO
x230	x231	x232	x233	x234	x235	x236	x237	x238	x239	x240	x241	x242	x243	x244	x245	x246
0	0	0	0	100	210	0	0	0	0	0	0	150	0	200	0	
57826,4	43258	45055,4	142304,2	8307,6	6622	42423,8	152142,6	48478,2	48478,2	31347	38786	15187,6	24940	19401,6	61524,4	61

EP	EQ	ER	ES	ET	EU	EV	EW	EX	EY	EZ	FA	FB	FC	FD	FE	FF
x247	x248	x31	x32	x33	x34	x35	x36	x37	x38	x39	x310	x311	x312	x313	x314	x315
60	0	22	500	0	0	0	0	0	18	0	0	0	0	300	240	
48916,8	33118,6	105745,6	18533	44797,4	72592,6	67957,2	54532,6	63760,4	57035,2	31811,4	43283,8	166822,8	84632,6	13906,2	18214,8	

FG	FH	FI	FJ	FK	FL	FM	FN	FO	FP	FQ	FR	FS	FT	FU	FV	FV
x316	x317	x318	x319	x320	x321	x322	x323	x324	x325	x326	x327	x328	x329	x330	x331	x332
0	0	0	0	24	0	168	0	0	0	0	342	0	264	0	264	
35518	39878,2	61171,8	57379,2	13803	74519	6596,2	81596,8	76548,6	67742,2	30856,8	5822,2	54300,4	8109,8	79679	1659,8	29

FX	FY	FZ	GA	GB	GC	GD	GE	GF	GG	GH	GI	GJ	GK	GL	GM	GN
x333	x334	x335	x336	x337	x338	x339	x340	x341	x342	x343	x344	x345	x346	x347	x348	
0	0	0	0	13	16	0	0	0	0	0	0	14	48	0	144	
171681,8	51746,2	40497,4	85441	126084,6	22592,2	81442	74364,2	81803,2	126084,6	67957,2	24484,2	29420,6	7593,8	67037	9546	

Annexe1. Le plan optimal de distribution des huiles au niveau de Cevital

DESIGNATION PRODUIT	unité/ palette
HUILE ELIO II 5 L	68
HUILE FLEURIAL PLUS BOXEE 4 LI	240
SMEN EL MEDINA 1,8	384
HUILE ELIO II RONDE 2 LITRES	450
EAU FRUITEE ABRICOT 2 L PET	480
EAU FRUITEE COCKTAIL EXOTIQUE 2 L	480
EAU FRUITEE MANDARINE 2L	480
EAU FRUITEE PLAT ORANGE PECHE 2 L	480
HUILE FLERIAL PLUS EXP 1,8Litr	480
HUILE FLEURIAL PLUS 1,8Litres	480
TCHINA PET 2L	480
EAU FRUITEE COCKTAIL EXOTIQUE 1,25 L	672
EAU FRUITEE ORANGE 1.25L	672
EAU MINERALE 1.5 LITRE	672
SMEN MEDINA 900Grs	832
HUILE ELIO II 1 LITRES	850
HUILE FLEURIAL 1 L	850
HUILE FLEURIAL PLUS EXP 1 L	850
HUILE NEW FLEURIAL 1L	850
SUCRE SKOR 5KG	960
SUCRE SKOR 1KG	1 050
EAU FRUITEE COCKTAIL EXOTIQUE 33 CL	1 344
EAU FRUITEE ORANGE PLAT 33CL	1 344
EAU FRUITEE PLAT ORANGE PECHE 33 CL	1 344
MARGARINE FLEURIAL BARQ. 500 G	1 440
SMEN EL MEDINA 16 X 500GR	1 440
MATINA BARQ. 400 GRS	1 536
MARGARINE FEUILLETAGE PLAQ. 50	1 600
EAU MINERALE 0.5 LITRE	1 728
MARGARINE FLEURIAL PLAQ. 250 G	3 200

Annexe 2. Nombre d'unités par palette

	Adrar	Chlef	Laghouat	Oum,bouaghi	Batna	Tamanrasset
Dépôt de Béjaia	1482,8	425,4	477,6	309	166,19	1994,1
Dépôt de Bouira	1383,2	326,1	378	343,9	290	1894,5
Dépôt d'Oran	1229,6	215,5	520,9	844,1	790,2	1939,8
Dépôt de Constantine	1553,7	599,1	548,5	70,9	105,4	2065
	Tlemcen	Tiaret	Tizi ousou	Alger	Djelfa	Bordj.Bou.arriridj
Dépôt de Béjaia	735,7	439,4	125,1	231,4	370	155,7
Dépôt de Bouira	603,9	303,6	75,4	105,2	269,9	96,6
Dépôt d'Oran	161,7	211,8	505,5	413	463,7	601,7
Dépôt de Constantine	900,4	598,1	353,7	401,7	440,4	241
	Guelma	Constantine	Médéa	Mostaganem	M'ssila	Annaba
Dépôt de Béjaia	331,8	229,3	265,7	551,9	192,4	240,19
Dépôt de Bouira	389,9	287,5	127,5	420,6	131,2	448,6
Dépôt d'Oran	890,1	787,7	358,8	67,7	631,4	948,8
Dépôt de Constantine	95,1	18,4	424	717,1	261,4	153,8
	Boumerdes	El-Taref	Tindouf	Tessemssilt	El oued	Nâama
Dépôt de Béjaia	167	378,5	1971,2	383,9	570,6	924,4
Dépôt de Bouira	77	493,3	1769,1	563,7	563,7	715,4
Dépôt d'Oran	470,9	993,5	1466,1	262,7	947	342,1
Dépôt de Constantine	372,4	198,5	1968,6	542,2	436,5	1011,8
	Ain.timouchante	Ghardaia	Relizane	Tebessa	Bouira	Béjaia
Dépôt de Béjaia	707	668,5	516,3	425,7	140	3,3
Dépôt de Bouira	715,4	568,8	385,1	483,8	10	136,7
Dépôt d'Oran	88,3	779,5	111	984,1	503,3	634,1
Dépôt de Constantine	872,2	739,4	681	189,1	298,7	245,4
	Jijel	Biskra	Béchar	Blida	Sidi.Bel.Abass	Setif
Dépôt de Béjaia	89,1	374,7	1168,3	269,1	655,7	107,7
Dépôt de Bouira	217,9	332	966,2	137,3	523,9	166,9
Dépôt d'Oran	711,3	741,4	663,2	369,9	76,7	667,2
Dépôt de Constantine	151,8	245	1165,7	433,8	820,4	137,9
	Mascara	Ouargla	Oran	El bayedh	Illizi	Saida
Dépôt de Béjaia	580,1	715,5	634,7	664,4	1697,3	653,4
Dépôt de Bouira	447,2	672,4	503	523,9	1654,7	522,1
Dépôt d'Oran	94,3	926,5	19,3	346,3	1996,3	160,5
Dépôt de Constantine	763,6	625,8	799,9	723,4	1608	818,6
	Khenchla	Souk Ahras	Tipaza	Mila	Ain defla	Skikda
Dépôt de Béjaia	314,4	392,4	307,8	189,5	378,9	237,6

Dépôt de Bouira	31347	451	176,6	290	225,6	366,3
Dépôt d'Oran	864,7	951,2	1466,1	790,2	284,7	866,5
Dépôt de Constantine	128,5	156,2	473	86	544	111,5

Annexe 3. Les distances inter-wilayas par kilomètre

	Adrar	Chlef	Laghouat	O,bouaghi	Batna	Tamanrasset
Dépôt de Béjaia	127520,8	36584,4	41073,6	26574	14292,34	171492,6
Dépôt de Bouira	118955,2	28044,6	32508	29575,4	24940	162927
Dépôt de Oran	105745,6	18533	44797,4	72592,6	67957,2	166822,8
Dépôt de Constantine	133618,2	51522,6	47171	6097,4	9064,4	177590
	Tlemcen	Tiaret	Tizi ousou	Alger	Djelfa	Annaba
Dépôt de Béjaia	63270,2	37788,4	10758,6	19900,4	31820	20656,34
Dépôt de Bouira	51935,4	26109,6	6484,4	9047,2	23211,4	38579,6
Dépôt de Oran	13906,2	18214,8	43473	35518	39878,2	81596,8
Dépôt de Constantine	77434,4	51436,6	30418,2	34546,2	37874,4	13226,8
	Guelma	Constantine	Médéa	Mostaganem	M'ssila	B.B.arriridj
Dépôt de Béjaia	28534,8	19719,8	22850,2	47463,4	16546,4	13390,2
Dépôt de Bouira	33531,4	24725	10965	36171,6	11283,2	8307,6
Dépôt de Oran	76548,6	67742,2	30856,8	5822,2	54300,4	51746,2
Dépôt de Constantine	8178,6	1582,4	36464	61670,6	22480,4	20726
	Boumerdes	El-Taref	Tindouf	Tessemssilt	El oued	Naama
Dépôt de Béjaia	14362	32551	169523,2	33015,4	49071,6	79498,4
Dépôt de Bouira	6622	42423,8	152142,6	48478,2	48478,2	61524,4
Dépôt de Oran	40497,4	85441	126084,6	22592,2	81442	29420,6
Dépôt de Constantine	32026,4	17071	169299,6	46629,2	37539	87014,8
	A. timouchante	Ghardaia	Relizane	Tebessa	Bouira	Mila
Dépôt de Béjaia	60802	57491	44401,8	36610,2	12040	16297
Dépôt de Bouira	61524,4	48916,8	33118,6	41606,8		24940
Dépôt de Oran	7593,8	67037	9546	84632,6	43283,8	67957,2
Dépôt de Constantine	75009,2	63588,4	58566	16262,6	25688,2	6966
	Béjaia	Biskra	Béchar	Blida	S.B.Abass	Tipaza
Dépôt de Béjaia	283,8	32224,2	100473,8	23142,6	56390,2	26470,8
Dépôt de Bouira	11756,2	28552	83093,2	11807,8	45055,4	15187,6
Dépôt de Oran	54532,6	63760,4	57035,2	31811,4	6596,2	126084,6
Dépôt de Constantine	21104,4	21070	100250,2	37306,8	70554,4	40678
	Jijel	Setif	Saida	Skikda	Illizi	Souk Ahras
Dépôt de Béjaia	7662,6	9262,2	56192,4	20433,6	145967,8	33746,4
Dépôt de Bouira	18739,4	14353,4	44900,6	31501,8	142304,2	38786
Dépôt de Oran	61171,8	57379,2	13803	74519	171681,8	81803,2
Dépôt de Constantine	13054,8	11859,4	70399,6	9589	138288	13433,2
	Mascara	Ouargla	Oran	El bayedh	Ain defla	Khenchla
Dépôt de Béjaia	49888,6	61533	54584,2	57138,4	32585,4	27038,4

Dépôt de Bouira	38459,2	57826,4	43258	45055,4	19401,6	31347
Dépôt de Oran	8109,8	79679	1659,8	29781,8	24484,2	74364,2
Dépôt de Constantine	65669,6	53818,8	68791,4	62212,4	46784	11051

Annexe 4. Les coûts de transport des huiles