

Optimisation du plan de distribution des produits agro-alimentaires : Cas de l'entreprise Cevital, Algérie

Bouregba A., Chabane A., Idres L. et Aïssani D.

Unité de Recherche LaMOS, Université de Béjaïa, Algérie
lamos_bejaia@hotmail.com, ilahna@yahoo.fr

Résumé Dans ce travail, nous nous sommes intéressés à la distribution du produit d'huile (ELIO 5 litres) de l'entreprise Cevital. Ayant comme objectif principal la détermination du plan de distribution optimale. Pour cela, nous avons étudié deux différents problèmes : le problème du plus court chemin, qui consiste à minimiser la distance parcourue par les véhicules de la filiale Numilog. Ainsi que le problème de minimisation du nombre de véhicules utilisés pour transporter le produit de l'unité de production de Béjaïa vers la plateforme Bouira ou bien de cette dernière vers les CLR qu'elle alimente, à savoir ceux de Tizi-Ouzou, Alger, Médéa et Blida.

Mots clés : Transport, Optimisation, plan de distribution, Cevital

6.1 Introduction

L'optimisation de la chaîne logistique au sein de toute entreprise est un élément décisif dans la détermination de ces bénéfices. En effet, les coûts liés à la logistique : coûts d'approvisionnement en matières premières, coûts de transport (en amont et en aval), coût de production, coût de stockage, etc, se répercutent directement sur le prix de vente des produits. Ainsi, l'adoption de prix concurrentiels sur le marché sans l'optimisation préalable de ces coûts induirait une faible marge bénéficiaire, voire même un déficit. Idéalement, l'optimisation de la chaîne logistique passe par l'optimisation de chacun de ses niveaux. Toutefois, certaines contraintes, comme assurer une qualité de haut niveau, font que l'on se focalise beaucoup plus sur l'un de ces niveaux. Dans le cas d'entreprises agro-alimentaires, les délais de livraison des produits peuvent être une contrainte supplémentaire. Effectivement, la nature des produits agro-alimentaires à transporter est un élément pertinent à prendre en considération lors de l'élaboration des plans de distribution. Dans ce sens, plusieurs modèles peuvent être utilisés pour l'optimisation des chaînes de distributions des produits nécessitant d'être réfrigérés, comme le lait ou la viande [3, 5, 1, 2]. De plus, une mauvaise gestion de la chaîne logistique relative aux produits agro-alimentaires peut engendrer des pertes, même pour les produits qui ne nécessitent pas des conditions de transport particulières. Ainsi 20 à 60 % de ces produits seraient perdus chaque année au niveau de leurs chaînes logistiques [4]. Pour pallier à cela, l'utilisation des outils de la recherche opérationnelle s'avère incontournable [4].

Dans le cadre de ce travail, nous nous intéressons à l'optimisation du réseau de distribution des produits Cevital, en Algérie. L'entreprise Cevital est un complexe d'industrie agro-alimentaire créée en 1998. Il se situe au niveau de l'arrière port de la ville de Béjaïa et s'étend sur une superficie de 45000m². Il vise à s'imposer sur le marché national en diversifiant ses investissements et offrant des produits de qualité. Dans l'objectif d'optimiser une partie de la chaîne logistique, l'entreprise Cevital a mis au point un réseau de distribution constitué comme suit :

1. Les produits sont expédiés au niveau de l'une des trois plateformes se trouvant à : Constantine, Bouira, Oran,
2. Chaque plateforme alimente plusieurs Centres de Livraison Régionaux (CLR), voir Figure 6.1.
3. Les produits de Cevital peuvent également être directement livrés aux grossistes (clients).

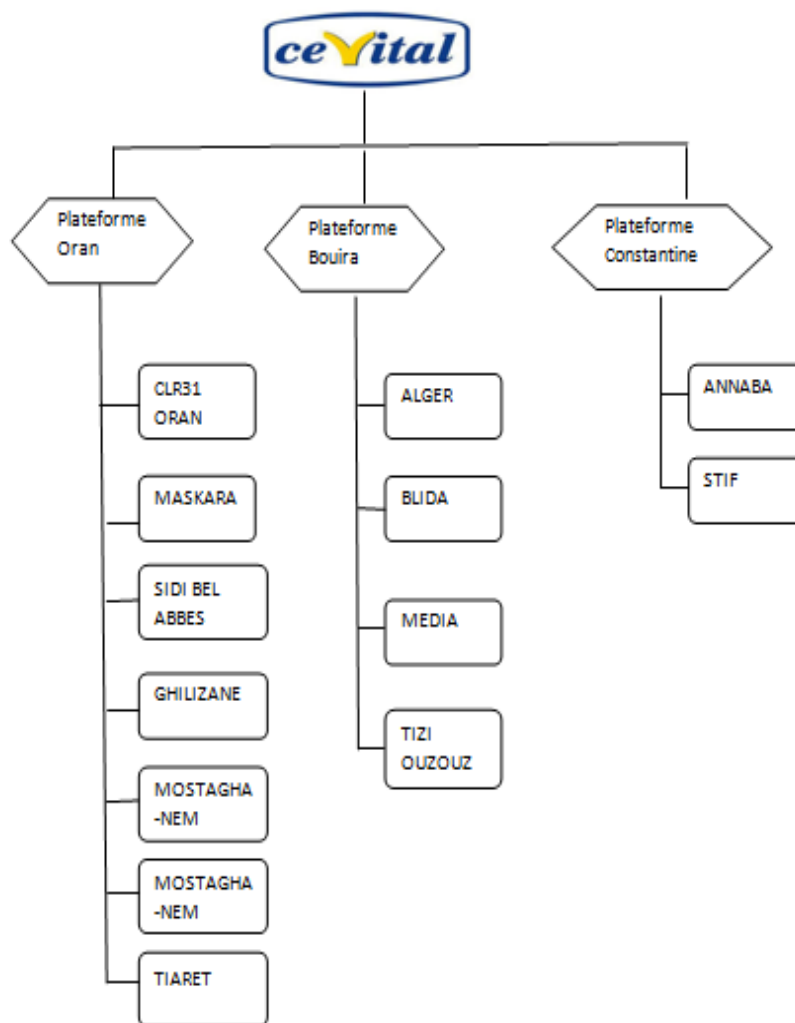


FIGURE 6.1: Réseau de distribution des produits Cevital depuis l'unité de Béjaia

Le plan de distribution de l'unité de Béjaia est présenté dans la Figure 6.2.

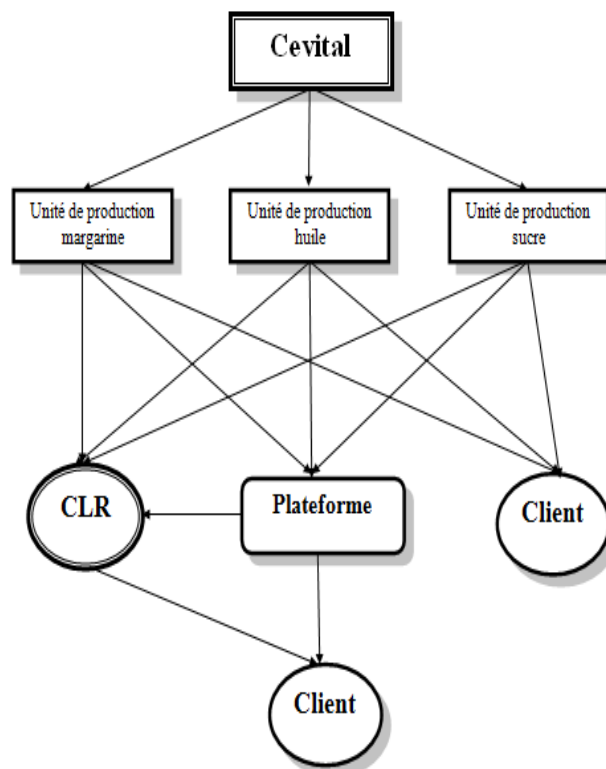


FIGURE 6.2: Plan de distribution des produits de l'unité Cevital sise à Béjaia

Position du problème

En optant pour cette stratégie de distribution, Cevital rapproche ces produits du consommateur, et permet ainsi aux grossistes de réduire leurs coûts de transport, en évitant une tarification trop élevée aux clients finaux (consommateurs). Ainsi, une partie des coûts de transport des produits de Cevital seront à sa propre charge. Afin de les réduire, l'entreprise a investi dans une filiale dédiée au transport et à la logistique, créée en 2013 et nommé "Numilog".

Afin de réduire d'avantage les coûts de transport supportés par l'entreprise Cevital, on propose dans le cadre du présent travail d'apporter des réponses aux deux questions suivantes :

- Quels sont les itinéraires que doivent emprunter les véhicules de l'entreprise Cevital pour desservir les différentes plate formes et les différents CLR ?
- Quel est le nombre de véhicules minimal requis pour satisfaire la demande des plates formes et des CLR ?

6.2 Modélisation

Pour modéliser le problème considéré, deux étapes sont nécessaires. La première consiste à modéliser le réseau routier sous la forme d'un graphe, et ce dans le but de minimiser les distances parcourues par les transporteurs (problème du plus court chemin). La deuxième étape quant à elle, vise à minimiser le nombre de véhicules à utiliser (voir Figure 6.3).

6.2.1 Modélisation du réseau routier

Soit le graphe non-orienté $G = (V, E)$, tel que :

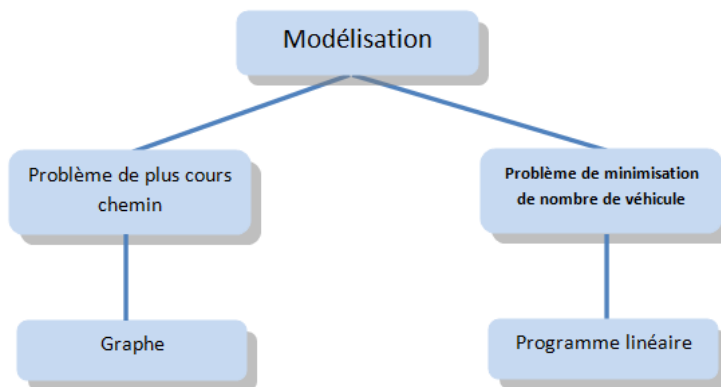


FIGURE 6.3: Schéma de modélisation du problème considéré

- L'ensemble des sommets $V = \{v_1, v_2, \dots, v_{13}\}$ représente l'ensemble des villes disposant d'un CLR.
- L'ensemble des arrêtes E représente l'ensemble des routes reliant les différentes villes.
- On définit une application $\Gamma : E \rightarrow R$ qui associe à chaque arrête $e_{ij} \in E$ la distance en kilomètre qui sépare la $i^{\text{ème}}$ ville de la $j^{\text{ème}}$ ville.

En ajoutant le sommet source $s \in V$ représentant la ville de Béjaia (ou se trouve l'usine) on obtient le réseau $R = (s, G)$ représentant le réseau routier relatif à la distribution des produits Cevital, de l'usine vers les différents CLR (voir Figure 6.4 et 6.5).



FIGURE 6.4: Carte représentant le réseau routier

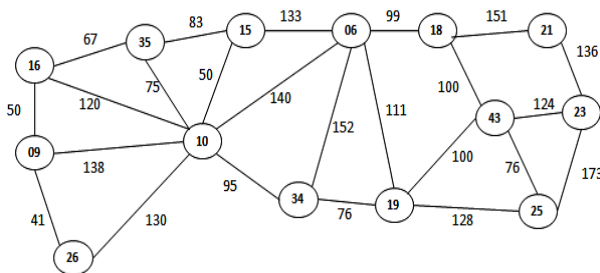


FIGURE 6.5: Carte représentant le réseau routier

6.2.2 Optimisation du nombre de véhicules utilisés

On s'intéressera en particulier à la modélisation de la distribution des produits Cevital de l'unité de Béjaia vers la plateforme de Bouira et des différents CLR qu'elle alimente.

L'objectif étant de minimiser le nombre de véhicules, la fonction objectif est formulée comme suit :

$$\text{Min } Z = \frac{1}{c} \left[\sum_{j=1}^3 x_{1j} + \sum_{j=1}^3 \sum_{k=1}^{13} x_{jk} \right] \tag{6.1}$$

De plus, quatre types de contraintes doivent être vérifiées.

I. Contraintes relatives à la taille de la flotte

Le nombre de véhicules utilisés ne doit pas dépasser la taille de la flotte de véhicules, d'où les contraintes 6.2 et 6.3 doivent être satisfaites.

TABLE 6.1: Définition des variables

Soient les variables de décision suivantes :

x_{1j} : la quantité du $j^{\text{ème}}$ produit à transporter de l'usine à la plateforme de Bouira,

et

x_{jk} : la quantité du $j^{\text{ème}}$ produit à transporter vers le $k^{\text{ème}}$ CLR.

Soient les notations suivantes :

c	Capacité d'un véhicule
m_j	Nombre de véhicules chargés du transport du $j^{\text{ème}}$ produit
m_1	Nombre de véhicules desservant la plateforme de Bouira
s_j	Quantité du $j^{\text{ème}}$ produit disponible au niveau de l'usine (en stock)
q_{1j}	Demande du $j^{\text{ème}}$ produit au niveau de la plateforme de Bouira
q_{jk}	Demande du $j^{\text{ème}}$ produit au niveau du $k^{\text{ème}}$ CLR
b_1	Capacité de stockage au niveau de la plateforme de Bouira
b_k	Capacité de stockage du $k^{\text{ème}}$ CLR, $k = 2, \dots, 5$

$$\frac{1}{c} \sum_{j=1}^3 x_{1j} \leq m_1. \quad (6.2)$$

$$\frac{1}{c} \sum_{k=1}^{13} x_{jk} \leq m_j, \quad \forall j = 1, \dots, 3. \quad (6.3)$$

II. Contraintes relatives à la taille du stock disponible au niveau de l'usine

La quantité totale de chaque produit expédié vers la plateforme de Bouira et vers les CLR ne doit pas excéder la quantité de ce produit disponible au niveau de l'usine, d'où :

$$x_{1j} + \sum_{k=1}^{13} x_{jk} \leq s_j, \quad \forall j = 1, \dots, 3. \quad (6.4)$$

III. Contraintes relatives aux capacités de stockage au niveau des CLR et de la plateforme

Les quantités des produits expédiées à la plateforme de Bouira, et celles expédiées au niveau de chaque CLR ne doivent pas dépasser les capacités de stockage de la plateforme et des CLR, d'où :

$$\sum_{j=1}^3 x_{1j} \leq b_1. \quad (6.5)$$

$$\sum_{j=1}^3 x_{jk} \leq b_k, \quad \forall k = 1, \dots, 13. \quad (6.6)$$

IV. Contraintes relatives à la satisfaction de la demande

La demande au niveau des différentes villes doit être satisfaite, d'où :

$$x_{1j} \geq q_{1j}, \quad \forall j = 1, \dots, 3. \quad (6.7)$$

$$x_{jk} \geq q_{jk}, \quad \forall j = 1, \dots, 3, \quad \forall k = 1, \dots, 13. \quad (6.8)$$

On obtient ainsi le Programme Linéaire (PL) suivant :

$$\text{Min } Z = \frac{1}{c} \left[\sum_{j=1}^3 x_{1j} + \sum_{j=1}^3 \sum_{k=1}^{13} x_{jk} \right]$$

$$\begin{aligned}
 & \frac{1}{c} \sum_{j=1}^3 x_{1j} \leq m_1; \\
 & \frac{1}{c} \sum_{k=1}^{13} x_{jk} \leq m_j, \quad \forall j = 1, \dots, 3; \\
 & x_{1j} + \sum_{k=1}^{13} x_{jk} \leq s_j, \quad \forall j = 1, \dots, 3 \\
 \text{s.t. } & \sum_{j=1}^3 x_{1j} \leq b_1; \\
 & \sum_{j=1}^3 x_{jk} \leq b_k, \quad \forall k = 1, \dots, 13; \\
 & x_{1j} \geq q_{1j}, \quad \forall j = 1, \dots, 3; \\
 & x_{jk} \geq q_{jk}, \quad \forall j = 1, \dots, 3, \quad \forall k = 1, \dots, 13; \\
 & x_{1j} \geq 0, \quad x_{jk} \geq 0, \quad \forall j = 1, \dots, 3; \quad \forall k = 1, \dots, 13.
 \end{aligned} \tag{6.9}$$

6.3 Résultats

L'approche développée a été appliquée en prenant en considération :

- l'huile comme produit à transporter i.e. on fixe $j = 2$,
- la plateforme de Bouira et les quatre CLR qui se trouvent au niveau des wilayas de Tizi-Ouzou, Alger, Médéa et Blida.

Les données sont présentées en Annexe.

L'algorithme de Dijkstra est utilisé pour la résolution du problème du plus court chemin, tandis que la fonction *linprog* du logiciel MATLAB a été utilisée pour la résolution du (PL).

Un exemple de la recherche du plus court chemin selon l'application développée est donnée dans les Figures 6.6 – 6.8.

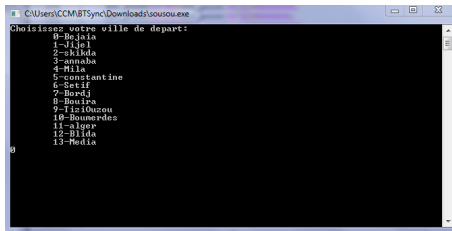


FIGURE 6.6: Sélection de la ville de départ

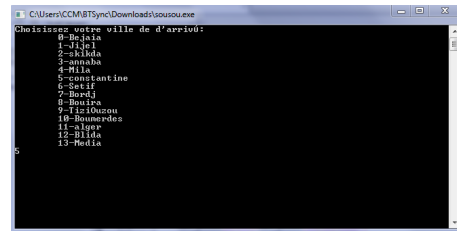


FIGURE 6.7: Sélection de la ville d'arrivée

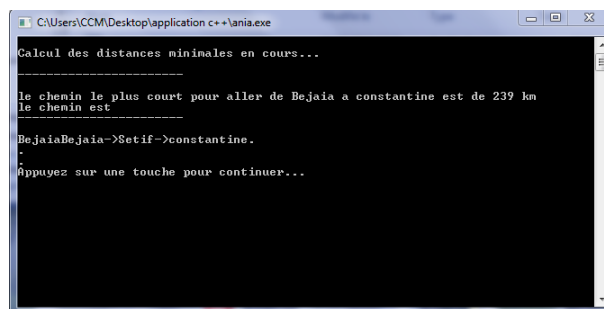


FIGURE 6.8: Résultat du plus court chemin reliant la ville de départ à la ville d'arrivée

Les résultats de l'optimisation du nombre de véhicules sont présentés dans le Tableau 6.2.

TABLE 6.2: Résultats de l'optimisation du nombre de véhicules

Destinataire	Bouira	Tizi-Ouzou	Alger	Médéa	Blida
Quantités optimales	394	85	98	74	53
Nombre de véhicules minimal	17	4	5	3	2

6.4 Conclusion

L'importance de l'optimisation des coûts de transport dans une entreprise est partie prenante dans l'épanouissement financier de cette dernière. Dans ce sens, nous avons abordé dans le cadre du présent travail le problème de distribution de l'huile Elio de l'entreprise Cevital. A cet effet, nous avons dans un premier temps procédé à la modélisation du réseau routier sous forme d'un graphe, et ce dans le but de déterminer les plus courts chemins. Cette étape permettra ainsi de minimiser les coûts de transport en minimisant les distances parcourues. Puis, nous avons procédé à l'optimisation du nombre de véhicules utilisés pour la distribution de ce produit. Ainsi, les coûts de transport seront réduits en rationalisant le nombre de véhicules à déployer.

Références

1. Jing Chen, Pengfei Gui, Tao Ding, Sanggyun Na and Yingtang Zhou. Optimization of transportation routing problem for fresh food by improved ant colony algorithm based on tabu search. *Sustainability*, 11(23) : 6584, 2019.
2. Chaug-Ing Hsu and Wei-Ting Chen. Optimizing fleet size and delivery scheduling for multi-temperature food distribution. *Applied Mathematical Modelling* 38(3) : 1077-1091, 2014.
3. Christian James. Food transportation and refrigeration technologies—Design and optimization. In *Sustainable Food Supply Chains*, pages 185-199. Elsevier, 2019.
4. Yared Lemma, Daniel Kitaw and Gulelat Gatew. Loss in perishable food supply chain : an optimization approach literature review. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 5 (5) : 302-311, 2014.
5. Wladimir E Soto-Silva, Marcela C González-Araya , Marcos A Oliva-Fernández and Lluís M Plà-Aragonés. Optimizing fresh food logistics for processing : Application for a large Chilean apple supply chain. *Computers and electronics in agriculture*, 136 : 42-57, 2017

Annexe

Les données utilisées sont celles de l'année 2015/2016.

		06	18	21	23	43	25	19	34	10	15	35	16	09	26
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
06	0	*	99	-	-	-	-	111	152	140	133	-	-	-	-
18	1	99	*	151	-	135	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	2	-	151	*	136	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	3	-	-	136	*	124	173	-	-	-	-	-	-	-	-
43	4	-	135	-	124	*	62	100	-	-	-	-	-	-	-
25	5	-	-	-	173	62	*	128	-	-	-	-	-	-	-
19	6	111	-	-	-	100	128	*	76	-	-	-	-	-	-
34	7	152	-	-	-	-	-	76	*	95	-	-	-	-	-
10	8	140	-	-	-	-	-	-	95	*	50	75	120	138	130
15	9	133	-	-	-	-	-	-	-	50	*	83	-	-	-
35	10	-	-	-	-	-	-	-	-	75	83	*	67	-	-
16	11	-	-	-	-	-	-	-	-	120	-	67	*	50	-
09	12	-	-	-	-	-	-	-	-	138	-	-	50	*	41
26	13	-	-	-	-	-	-	-	-	130	-	-	-	41	*

FIGURE 6.9: Matrice des capacités du réseau routier

TABLE 6.3: Données utilisées pour la minimisation du nombre de véhicules

Capacité de chaque véhicule	$c = 24$
Nombre de véhicules dédié à la plateforme de Bouira	$m_1 = 175$
Nombre de véhicules total dédié au transport de l'huile Elio5L	$m_2 = 80$
Quantité d'huile Elio 5L disponible au niveau de l'unité de Béjaia	$s_2 = 13980$
Capacité de stockage au niveau de la plateforme de Bouira	$b_1 = 900$
Capacité de stockage au niveau du CLR de Tizi-Ouzou	$b_2 = 1200$
Capacité de stockage au niveau du CLR d'Alger	$b_3 = 790$
Capacité de stockage au niveau du CLR de Médéa	$b_4 = 680$
Capacité de stockage au niveau du CLR de Blida	$b_5 = 680$
Demande en Huile Elio 5L au niveau de la plateforme de Bouira	$q_{12} = 100$
Demande en Huile Elio 5L au niveau du CLR de Tizi-Ouzou	$q_{21} = 70$
Demande en Huile Elio 5L au niveau du CLR d'Alger	$q_{22} = 75$
Demande en Huile Elio 5L au niveau du CLR de Médéa	$q_{23} = 68$
Demande en Huile Elio 5L au niveau du CLR de Blida	$q_{24} = 45$