10ème Conférence Internationale de MOdélisation, Optimisation et SIMulation - MOSIM'16 - 22 au 24 AOUT 2016 - Montral - Canada. "L'innovation en Technologie pour des systèmes performants"

GESTION DE LA PRODUCTION ET OPTIMISATION DE LA DISTRIBUTION : CAS DE L'ENTREPRISE CANDIA BEJAIA (ALGERIE)

D. AISSANI, Z. AOUDIA, D. ALLAB, N. HAMMAMI
Unité de Recherche LaMOS, Université de Béjaia, Algérie
lamos_bejaia@hotmail.com, zo.aoudia @gmail.com

RÉSUMÉ : *L'entreprise Candia projette de mettre en place une nouvelle unité de production dans la ville d'Alger afin de renforcer sa capacité de production. A cet effet, il y a lieu de déterminer les produits (et les quantités) à fabriquer par chaque ligne de production par unité.*
Dans ce travail, nous avons proposé un modèle linéaire, pour la répartition de la production des différentes gammes des produits Candia suivant les unités de production (Béjaia et Alger) et la distribution des produits vers tous les clients (en fonction des départements du Centre, de l'Est, de l'Ouest et du Sud de l'Algérie).
Nous avons pris comme objectif la minimisation des coûts de transport. A la fin, nous présentons une approche de résolution basée sur l'algorithme du simplex et l'algorithme de branch and bound. Un plan optimal pour la production et la distribution avec un coût minimum, a été dégagé. Une comparaison avec la situation actuelle (c'est dire, avec l'unité de Béjaia seule) a été réalisée.

MOTS-CLÉS : *Modélisation, gestion de production, programmation linéaire*

1 INTRODUCTION

Les méthodes de recherche opérationnelle trouvent de nombreuses applications dans le domaine de l'aide à la décision en matière de stratégie de production et, en particulier, de conception de systèmes de production. Des méthodologies aussi diverses que : L'optimisation combinatoire [Had83] (localisation/distribution, ...), la modélisation multicritère (localisation, décisions d'investissement, ...), la programmation stochastique (modifications de capacité,...), la théorie des files d'attente ou la simulation (conception d'ateliers, de systèmes de distribution, ...) sont utilisées.

Ce travail s'inscrit dans ces tentatives qui visent à apporter des solutions et des éléments de réponse à une (ou plusieurs des) préoccupation(s) de l'entreprise. Il est réalisédans le cadre d'un protocole d'accord entre l'entreprise Candia et l'unité de Recherche LaMOS (Modélisation et Optimisation des Systèmes, cf. http://www.lamos.org).

L'unité de production Candia de Béjaia est saturée et n'arrive pas satisfaire la demande. Les dirigeants de l'entreprise ont décidé d'élargir sa capacité de production et ce en rajoutant une nouvelle unité de fabrication dans la ville d'Alger, afin d'étendre l'activité de l'entreprise et répondre à la demande.

Cet article est organisé comme suit : nous présentons en premier lieu la chaîne logistique de l'entreprise Candia. Dans la section qui suit, nous présentons, l'approche que nous proposons ici pour traiter le problème de la gestion de la production et l'optimisation de la distribution. Une modélisation du problème sous forme d'un programme linéaire en nombres entiers sera exposée dans la section 4. Par la suite, dans la section 5, nous présentons les résultats obtenus. Nous concluons par quelques perspectives éventuelles en développement du travail présenté dans cet article.

2 POSITION DU PROBLEME

En tenant compte des différents paramètres de notre problème et de la multitude des acteurs, engendrant sa complexité, nous proposons une approche intégrant la gestion de la production et de la distribution, traitant le problème à deux niveaux de décisions, tactique et opérationnel. La problématique majeure à traiter concerne la détermination des productions mensuelles de demandes prévisionnelles à lancer en production, au niveau stratégique, afin de répondre au mieux aux attentes des clients au niveau opérationnel.

L'objectif majeur étant la minimisation du coût de distribution en tenant compte des contraintes de capacité des semi-remorques et leurs temps de service, et en maximisant la production, en respectant les contraintes liées à la capacité de stockage et la durée de vie des produits.

Cette approche se présente sous un modèle de programmation à variables mixtes traité sur un horizon d'une année, tient compte de la date limite de consommation de chaque produit, afin de satisfaire les demandes prévisionnelles des clients, dans les délais.

Ce modèle reçoit comme intrants la demande prévisionnelle et le pourcentage de la capacité de production disponible. Il génère, en sortie, les quantités à produire durant chaque année dans chaque site (Alger ou Béjaia), ainsi que les quantités stockées et distribuées sur une année.

3 DESCRIPTION ET MODELISATION DU PROBLEME

3.1 Description du problème

Le problème formulé, tout en étant générique, tient compte des spécificités du secteur agro-alimentaire. En effet, il est construit en s'inspirant d'un cas d'étude réel, celui de l'entreprise Candia/Bejaia produisant pour le marché algérien. Ce problème fait intervenir les unités de production, les dépôts de stockage ainsi que les clients (les grand clients, qu'on supposera comme étant des dépôts au niveau des département du pays). Le réseau présenté dans la Figure 1, fait intervenir:

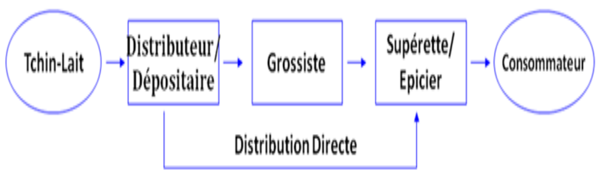

Figure 1 – Réseau de distribution

- des unités de productions caractérisées par des capacités de production sur lesquelles nous pouvons agir pour laisser une réserve répondant aux commandes urgentes et imprévues,
- des dépôts de stockage ayant une capacité de stockage limitée,
- des clients ayant des demandes prévisionnelles à satisfaire pour les prochaines saisons.

Dans ce problème, nous tenons compte d'un seule mode de transport (semi-remorques) pouvant être utilisé. Ce mode de transport est caractérisé par une capacité et un délai de transport. Il est à noter que tous les sites de production peuvent acheminer leurs produits vers tous les clients, et chaque site de fabrication peut éventuellement servir l'autre site.
Les décisions à prendre concernent:

- L'affectation des produits (à produire) aux sites (Alger et Béjaia),
- Les quantités à produire à chaque période et dans chaque site,
- Les quantités à distribuer aux clients,
- Les quantités à stocker aux dépôts.

Le problème sous-jacent de gestion de la production-distribution est formulé en un programme linéaire en nombres entiers, qui vise à minimiser les coûts de transport fixes et variables.

3.2 Formulation du problème

3.2.1 Les paramètres

Ils sont présentés dans le tableau 1

Paramètre	Signification
I	Produits à fabriquer $i = 1,8$
L	Les lignes de production $l = 1,4$
J	Les unités de fabrication $j = 1,2$
$j = 1$	L'unité de Béjaia
$j = 2$	L'unité d'Alger
K	Les clients $k = 1,\ldots,39$
n	Le nombre des produits
m	Le nombre des clients
a_i^k	Quantité du produit i demandée par le client k
b_j^l	Capacité de l'unité j de la ligne l
c_j^k	Coût de transport de l'unité j vers le client k
s_j	Capacité de stockage l'unité j
d_i	Durée de fabrication de produit i
$\alpha_{i,j}$	Le stock initial du produit i l'unité j
$S_{i,j}^s$	Le stock de sécurité du produit i à l'unité j
q	La capacité des semi-remorques
$D_{max\ i}$	La durée maximal de stockage d'un produit i
DLC_i	La date limite de consommation du produit i
T_f	L'instant de livraison
Dp_i	La Durée de production du produit fini i
Dc_i	Délai de de livraison pour un produit i
Dl	Délai de lancement de la production
T_i	L'instant de disponibilité de produit i

Tableau 1 – Les paramètres du problème

Paramètres contrôlables du système

- Les variables de décision
Il faut déterminer les inconnus du problème, en représentant les différents éléments du problème sous forme de variables de décisions et les objectifs à atteindre sous forme de fonctions.
$w_{i,j,t}^k$: La quantité du produit i à transporter de l'unité j vers le client k durant la période t.
$z_{i,j,t}$: Le niveau de stock du produit i dans l'unité j durant la période t

$x_{i,j,t}$: La quantité du produit i à fabriquer par l'unité j durant la période t.

Nous adopterons pour cela les notations suivantes:
$x_{1,j,t}$: La quantité à produire en Lait stérilisé UHT demi écrémé de format 1L par l'unité j à la période t.
$x_{2,j,t}$: La quantité à produire en lait stérilisé UHT Silhouette écrémé de format 1L par l'unité j la période t.
$x_{3,j,t}$: La quantité à produire en lait stérilisé UHT entier de format 1L par l'unité j la période t.
$x_{4,j,t}$: La quantité à produire en lait stérilisé UHT Viva partiellement écrémé format 1L par l'unité j la période t.
$x_{5,j,t}$: La quantité à produire en lait stérilisé UHT au chocolat de format 1L par l'unité j à la période t.
$x_{6,j,t}$: La quantité à produire en lait additionné de jus de fruit de format 1L par l'unité j à la période t.
$x_{7,j,t}$: La quantité à produire en lait additionné de jus de fruit de format 20Cl par l'unité j la période t.
$x_{8,j,t}$: La quantité à produire en lait stérilisé UHT au chocolat de format 20Cl par l'unité j à la période t.

Pour chaque produit i, on lui associe une variable binaire sur le lancement de la production.

$$y_{i,j,t} = \begin{cases} 1, & \text{si } P_i \text{ est fabriqué par l'unité } j \text{ à la période } t; \\ 0, & \text{sinon.} \end{cases}$$

Paramètres non contrôlables du système

Ce sont les constantes du modèle. Elles correspondent d'une part, aux caractéristiques physiques du système, et d'autre part, aux exigences internes (coûts) et externes (type de la demande). Les paramètres non contrôlables de notre modèle seront donc:

- Les capacités de production et de stockage

Comme nous l'avons constaté au niveau de l'analyse du système: les unités de production détiennent six lignes de production,
b_j^l: La capacité de production de l'unité j par la ligne l,
s_j: La capacité de stockage de l'unité j.

- Les demandes prévues pour chaque produit

a_1^k: La demande prévue en Lait stérilisé UHT Demi écrémé de format 1L (litre).
a_2^k: La demande prévue en lait Silhouette écrémé de format 1L.
a_3^k: La demande prévue en lait stérilisé UHT entier de format 1L.
a_4^k: La demande prévue en lait Viva partiellement écrémé format 1L.
a_5^k: La demande prévue en lait stérilisé UHT au chocolat de format 1L.
a_6^k: La demande prévue en lait additionné de jus de fruit de format 1L.
a_7^k: La demande prévue en lait additionné de jus de fruit de format 20 cl.
a_8^k: La demande prévue en lait stérilisé UHT au chocolat de format 20 cl.
Les prévisions de la demande de chaque produit pour chaque région (pour l'année 2015) sont présentées dans la section suivante.

- Les coûts de transports

Relativement à notre étude, les coûts sont considérés comme des paramètres non contrôlables. Ce sont les coûts de transports d'un semi-remorque à partir de chaque unité (Béjaia ou Alger) vers les clients (département) sachant qu'un semi-remorque a la capacité de contenir 30 palettes.

3.2.2 *L'objectif*

Ce sont les buts visés par l'entreprise, qui sont représentés par une ou plusieurs fonctions. C'est la minimisation de la somme des coûts de transport entre producteurs et clients (de l'entreprise Candia).

$$Min \ z = \sum_{k=1}^{m} \sum_{j=1}^{2} \sum_{i=1}^{n} c_{i,j}^k w_{i,j,t}^k$$

3.2.3 *Détermination des contraintes du problème*

Les contraintes déterminent les conditions à respecter en prenant en considération les exigences et moyens dont on dispose. Elles délimitent l'espace des solutions réalisables.

1- Contraintes de production :

a) Cette famille de contraintes assure que la quantité de produits finis i produite par chaque unité de production j soit égale à la capacité de production disponible dans chaque ligne l.

$$\sum_{i=1}^{n} x_{i,j,t} = b_j^l y_{i,j,t}^l, \quad j = 1,2 \ \ l = 1,\ldots,4 \tag{1}$$

b) Cette famille de contraintes assure que les quantités produites par les unités j satisfont la demande du client k,

$$\sum_{i=1}^{n} x_{i,j,t} \geq \sum_{i=1}^{n} a_{i,k}, j = 1,2, k = 1,m \tag{2}$$

2- Contraintes de stockage

a) Cette famille de contraintes détermine le niveau de stock du produit i à l'unité j à la fin de la période t,

$$z_{i,j,t} = z_{i,j,t-1} + x_{i,j,t} y_{i,j} - \sum_{k=1}^{m} w_{i,j,t}^k, i = 1,n, j = 1,2 \tag{3}$$

b) Cette famille de contraintes assure que la quantité stockée dans l'unité j ne dépasse pas la capacité de stockage,

$$\sum_{i=1}^{n} x_{i,j,t} \leq s_j, \quad j = 1,2 \tag{4}$$

c) *Contrainte tenant compte de la durée de stockage*
La durée maximale d'un produit i dans le stock de l'unité

j ne doit pas dépasser 1/3 de la durée le séparant de sa date limite de consommation.

$$D_{max\ i} \leq \frac{1}{3} DLC_i y_{i,j,t},\ i = 1, \ldots, n, j = 1, 2 \qquad (5)$$

d) *Contrainte de limitation des ruptures sur le stock*
Aucune unité j ne sera en rupture de stock, si chaque unité lance la production à la fin de la période t.

$$S^s_{i,j,t} \leq x_{i,j,t} - w^k_{i,j,t},\ \ i = 1, \ldots, n\ \ j = 1, 2\ \ k = 1, \ldots, m \quad (6)$$

3- Contrainte de distribution
a) La famille de contraintes suivantes assure que toutes les quantités demandées par le client k arrivent pendant la période t.

$$\sum_{i=1}^{n} w^k_{i,j,t} \geq \sum_{i=1}^{n} a_{i,k}, j = 1, 2\ \ k = 1, \ldots, m \qquad (7)$$

b) Cette famille de contrainte tient compte de la capacité des moyens de transport,

$$\sum_{i=1}^{n} w^k_{i,j,t} \leq q,\ \ j = 1, 2\ \ k = 1, \ldots, m \qquad (8)$$

$$\sum_{i=1}^{n} w^k_{i,j,t} \leq \sum_{i=1}^{n} x_{ij},\ \ j = 1, 2\ \ k = 1, \ldots, m \qquad (9)$$

4- Contraintes de non-négativité

$$x_{i,j,t} \geq 0;\ w^k_{i,j,t} \geq 0;\ z_{i,j} \geq 0;\ y_{i,j} \in \{0, 1\}.$$

3.3 Forme générale du problème

Dans la formulation du modèle, nous avons supposé les hypothèses suivantes :
- Nous connaissons la capacité de production et de stockage pour chaque unité de fabrication;
- Le transport s'effectue quotidiennement en utilisant un mode de transport : semi-remorques, et on connait son coût;
- La demande des produits des clients est connue;
- La date limite de consommation pour tous les produits: 3 mois, sauf les boissons, qui est de 12 mois;
- Un produit doit être vendu avant 1/3 de la durée le séparant de sa date limite de consommation;
- Le délai de lancement est d'une semaine pour tous les produits.
- La durée de production : pour tous les formats 1L est de 40 heures, sauf pour le format 20 cl, qui est de 24 heures.
Un produit i dans l'unité j ne peut pas être livré avant un instant t.

$$t_i + di \leq T_f\ \ i = 1, ..., n \qquad (10)$$

La forme générale du problème est :

$$\begin{cases} Min\ \ z = \sum_{k=1}^{m} \sum_{j=1}^{2} \sum_{i=1}^{n} c^k_j w^k_{i,j,t} \\ sc \\ \sum_{i=1}^{n} x_{i,j,t} = b^l_j y^l_{i,j,t},\ \ j = 1, 2\ \ l = 1, \ldots, 4; \\ \sum_{i=1}^{n} x_{i,j,t} \geq \sum_{i=1}^{n} a_{i,k}, j = 1, 2, k = 1, \ldots, m; \\ z_{i,j,t} = z_{i,j,t-1} + x_{i,j,t} y_{i,j} - \sum_{k=1}^{m} w^k_{i,j,t}, i = 1, \ldots, n, j = 1, 2; \\ \sum_{i=1}^{n} x_{i,j,t} \leq s_j,\ \ j = 1, 2; \\ D_{max\ i} \leq \frac{1}{3} DLC_i y_{i,j,t}, i = 1, \ldots, n, j = 1, 2; \\ S^s_{i,j,t} \leq x_{i,j,t} - w^k_{i,j,t},\ \ i = 1, \ldots, n\ \ j = 1, 2\ \ k = 1, \ldots, m; \\ \sum_{i=1}^{n} w^k_{i,j,t} \geq \sum_{i=1}^{n} a_{i,k}, j = 1, 2\ \ k = 1, \ldots, m; \\ \sum_{i=1}^{n} w^k_{i,j,t} \leq q,\ \ j = 1, 2\ \ k = 1, \ldots, m; \\ \sum_{i=1}^{n} w^k_{i,j,t} \leq \sum_{i=1}^{n} x_{ij},\ \ j = 1, 2\ \ k = 1, \ldots, m; \\ x_{i,j,t} \geq 0\ \ entier w^k_{i,j,t} \geq 0\ \ entier, z_{i,j} \geq 0, y_{i,j} \in \{0, 1\}. \end{cases}$$

4 EXPERIMENTATION ET RESOLUTION

4.1 Présentation des données

Pour étudier le fonctionnement, nous nous sommes adressés au service production, afin d'évaluer la capacité de production des unités de fabrication de l'entreprise (Candia-Algérie) et d'énumérer sa gamme de produits. Pour identifier et analyser d'une façon plus précise les variations des coûts de commercialisation des gammes de produits, nous avons eu recours au service commercial, pour connaître le déroulement des opérations de demande et livraison aux clients, ainsi que la capacité de stockage des unités de production (Béjaia/Alger).
Dans ce qui suit, nous présentons les données que nous avons récoltées.
- Le tableau 2 représente les capacités de production de chaque ligne et la capacité de stockage de chaque unité.
- DLC(i) date limite de consommation de produits i.

Trois mois pour Lait UHT demi écrémé, Lait UHT silhouette, Lait UHT entier, Lait Viva, Candy choco 1 l, Candy choco 20 cl.
12 mois pour les boissons aux fruits 20 cl, boissons aux fruits 1 l.

Pour résoudre le problème posé, nous avons eu recours au solveur Excel mais vue sa capacité limite 200 variables et 100 contraintes, nous étions dans l'obligation de scinder notre PLNE en deux sous PLNE; le premier pour maximiser la production et déterminer la répartition des produits selon les unités de fabrication. Le deuxième PLNE pour la distribution des produits vers les clients.

4.2 Modélisation du problème scindé

Nous avons reformulé notre modélisation de la manière suivante. Le processus de résolution se fait en deux étapes. La première correspond à la recherche d'un plan optimal de la production pour chaque unité de production pour satisfaire la demande. Les résultats obtenus sont utilisés dans la deuxième étape. Cette dernière donne les quantités optimales à transporter vers tous les clients à moindre coût.

	Lignes	Produits	Capacité de production	Capacité de stockage
Bejaia	Ligne1	Demi écrémé format 1L	350 mille litres/48h	4000 palettes
	Ligne2	Tous les laits blanc format 1L	350 mille litres/48h	
	Ligne3	Tous les formats 1L	350 mille litres/48h	
	Ligne4	Tous les formats 20cl	350 mille litres/30h pour les produits avec lait 1 million 300 unité/78h pour les boissons	
Alger	Ligne5	Tous les formats 1L	700 mille litres/48h	4800 palettes
	Ligne6	Tous les formats 20cl	700 mille litres/30h	

Tableau 2 – Les capacités de production et de stockage de chaque unité

4.2.1 *Modélisation du problème de la production*

Soient $x_{i,j,t}$ $i = \overline{1,8}$; $j = 1,2$ la quantité de produits i à fabriquer par l'unité j.

Le problème de production s'écrit alors sous la forme :

$$\begin{cases} Max \quad Z = x_{1,1} + x_{1,2} + \ldots + x_{2,7} + x_{2,8} \\ x_{1,1} \leq 5250000 \\ x_{2,1} + x_{3,1} \leq 5250000 \\ x_{4,1} + x_{5,1} + x_{6,1} \leq 5250000 \\ x_{7,1} \leq 95077000 \\ x_{8,1} \leq 8400000 \\ x_{1,2} + x_{2,2} + x_{3,2} + x_{4,2} + x_{5,2} + x_{6,2} \leq 10500000 \\ x_{7,2} + x_{8,2} \leq 16800000 \\ x_{1,1} + x_{2,1} \geq 9518262 \\ x_{1,2} + x_{2,2} \geq 696520 \\ x_{1,7} + x_{2,7} \geq 3107160 \\ x_{1,8} + x_{2,8} \geq 8920440 \\ x_{1,1} + x_{1,2} + x_{1,3} + x_{1,4} + x_{1,5} \\ \quad + x_{1,6} + x_{1,7} + x_{1,8} \leq 15840000 \\ x_{2,1} + x_{2,2} + x_{2,3} + x_{2,4} + x_{2,5} + x_{2,6} \\ \quad + x_{2,7} + x_{2,8} \leq 19008000 \\ x_{1,1}, \ldots, x_{2,8} \geq 0; \text{entiers} \end{cases} \tag{11}$$

4.2.2 *Modélisation du problème de distribution*

Soient $w_{j,k}, j = 1,2;\ k = 1,\ldots,39$ la quantité à transporter de l'unité j vers le client k.
Le modèle complet s'écrira sous la forme d'un PLNE comportant 78 variables et 41 contraintes.

$$\begin{cases} Min \quad Z = 3.47w_{1,1} + 1.11w_{1,2} + \ldots + 1.62w_{2,38} + 1.88w_{2,39} \\ w_{1,1} + w_{2,1} \geq 9518262 \\ w_{1,2} + w_{2,2} \geq 696520 \\ \ldots\ldots \\ w_{1,38} + w_{2,38} \geq 3107160 \\ w_{1,39} + w_{2,39} \geq 8920440 \\ w_{1,1} + \ldots + w_{1,39} \leq 11117797 \\ w_{2,1} + \ldots + w_{2,39} \leq 15921798 \\ w_{1,1}, \ldots, w_{2,39} \geq 0, entier \end{cases}$$

5 RESULTATS OBTENUS

5.1 Résultats obtenus par le solveur pour la production

Pour trouver une solution optimale, le solveur Excel utilise l'algorithme du simplex qui maximise la production.
La solution optimale donnée par le solveur est la suivante:

	1/2écrémé	Silhouette	Entier	Viva
Béjaia	5250000	696927	696691	0
Alger	4268262	0	0	3000274

Tableau 3 – La solution optimale donnée par le solveur

	C.C 1l	Bois. 1L	Bois. 20cl	C.C 20cl
Béjaia	688747	411119	0	3374313
Alger	0	0	3107136	5546126

Tableau 4 – La solution optimale donnée par le solveur

5.2 Résultats obtenus par le solveur pour la distribution

Pour trouver une solution optimale, le solveur Excel utilise l'algorithme de simplex et de branch and bound qui minimise le coût de la distribution.
La solution optimale donnée par le solveur est donnée par le tableau 5.

département (k)	w_{jk}	département (k)	w_{jk}	département (k)	w_{jk}	département (k)	w_{jk}
Adrar	85417	Tebassa	343872	Annaba	0	BBA	267192
Chlef	0	Tlemcen	0	Guelma	372384	Boumerdes	0
Laghouat	313416	Tiaret	180360	Constantine	0	Tindouf	101952
O.bouaghi	439560	T-ouzou	0	Médea	310120	El oued	0
Batna	670680	Alger	7604403	Mostaganem	0	Khenchela	302832
Bejaia	1454544	Djelfa	218592	M'sila	346680	Tipaza	0
Biskra	682343	Jijel	426358	Mascara	448632	Mila	157896
Bchar	0	Setif	901800	Ouargla	690683	A. Temouchent	0
Blida	0	Skikda	0	Oran	0	Ghardaia	203256
Tamanrasset	97199	S.Abass	230341	Illizi	60696		

Tableau 5 – Les quantités à expédier de l'unité de Béjaia vers les clients (39 départements)

département (k)	w_{jk}	département (k)	w_{jk}	département (k)	w_{jk}	département (k)	w_{jk}
Adrar	0	Tebassa	0	Annaba	975912	BBA	0
Chlef	620352	Tlemcen	557928	Guelma	0	Boumerdes	1758024
Laghouat	0	Tiaret	0	Constantine	930768	Tindouf	0
O.bouaghi	0	T-ouzou	1148622	Médea	0	El oued	733536
Batna	0	Alger	6117151	Mostaganem	440640	Khenchela	0
Bejaia	2074825	Djelfa	0	M'sila	0	Tipaza	791552
Biskra	0	Jijel	0	Mascara	0	Mila	0
Bchar	150336	Setif	0	Ouargla	0	A.Temouchent	195512
Blida	517968	Skikda	613656	Oran	2180148	Ghardaia	0
Tamanrasset	0	S.Abass	0	Illizi	0		

Tableau 6 – Les quantités à expédier de l'unité d'Alger vers les clients (39 département)

6 ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

Après 100 itérations, le solveur Excel, nous a fourni un plan optimal de production. On constate que l'entreprise Candia va répartir ses gammes comme suit:
Béjaia: 1/2écrémé, Silhouette, Entier, C.Choco 1L, Boisson 1L et C.choco 20 cl.
Alger: 1/2 écrémé, Viva, Boisson 20 cl et C. Choco 20 cl.
La quantité maximale engendrée par la solution trouvée est égale à $Z = 371316758$ litres.

• La ligne 1 lance la production d'un seul produit (demi

écrémé).
• La ligne 2 lance deux produits (Silhouette et Entier).
• La ligne 3 lance deux produits (Candy choco 1L et Boisson 1L).
• La ligne 4 lance deux produits (Candy choco 20 cl).
• La ligne 5 lance deux produits (Demi écrémé et Viva).
• La ligne 6 lance deux produits (Candy choco 20 cl et Boisson 20 cl).
Nous remarquons que les capacités disponibles dans ces unités (Béjaia, Alger) en appliquant un pourcentage de production égale à 85 pour cent, les quantités transportées des unités de production sont en parfaite cohérence avec les quantités produites.
Le solveur Excel, nous a fourni un plan optimal de transport pour la distribution des produits laitiers des unités (Béjaia, Alger) vers les 39 clients avec un coût minimum égal à 26912667.3 DA. Les quantités des produits à expédier de chaque unité vers chaque client sont présentées dans les tableaux: Tableau 5 et Tableau 6.
Nous constatons, que l'unité de Béjaia ne distribue que vers 25 clients, et l'unité d'Alger approvisionne 15 clients, avec un coût minimum.
Nous avons comparé les résultats avec la situation actuelle (c'est à dire, avec l'unité de Béjaia seule avec un coût de 29358543.3 DA) et nous avons constaté une diminution considérables de ces coûts.
Par conséquent, les solutions trouvées donnent une meilleure gestion de la production et de la distribution puisqu'elles permettent de:

1. Satisfaire la demande des clients,
2. Minimiser le coût de transport.

7 CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Dans notre travail, nous avons appliqué une des méthodes de recherche opérationnelle, afin de gérer la production et la distribution de l'entreprise Candia (Algérie). La modélisation par la programmation linéaire avec des variables entières nous a permis d'améliorer la gestion de la production des produits de l'entreprise Candia, en obtenant les produits à fabriquer (avec les quantités) par chaque ligne de production de chaque unité de fabrication, ainsi que les clients à servir à partir de chaque unité. Autrement dit, un plan optimal pour la production et la distribution avec un coût minimum a été dégagé.

Il serait intéressant de poursuivre ce travail qui s'inscrit dans le cadre de la gestion de production et de la distribution de l'entreprise Candia, en appliquant une autre approche et en réalisant une étude comparative. On peut également considérer le cas (amélioré du modèle) de demande variables, ou aléatoires, et appliquer la programmation (linéaire) stochastique.

REFERENCES

[CF94] P. Chandra and M.L. Fisher, 1994. *Les méthodes approchées*.

[Cul70] D. Cullmann, 1970. *Recherche Opérationnelle, théorie et pratique*. Masson et Cie.

[DO00] Dolgui A. and M.-A. Ould-Louly, 2000a. An Inventory Control Model for MRP Parameterization. *Second Conference IFAC on Management and Control of Production and Logistics (MCPL'2000)*, Grenoble, France, vol. 3, p. 1001-1006.

[Had83] G. Hadley, 1983. *Linear programming*. Addison-Weslty Publishing Company.

[Har12] C. Harbaji, 2012. *La gestion sous Excel et VBA*. Editions Eyrolles.

[HKAA04] K. Hassaini, F. Kernou, Z. Aoudia and D. Aissani, 2004. Calcul et détermination des besoins en composants produits Candia au niveau de l'entreprise Tchinlait/Candia, Rapport interne, *Département de Recherche Opérationnelle, Université de Béjaia*

[PS05] C. Parinis and M. Sevaux, 2005. *Programmation linéaire avec Excel*, Editions Eyrolles, Paris.

[Sak84] M. Sakarovitch, 1984. *Optimisation Combinatoire. Méthodes mathématiques et algorithmique*, Edition Herman.

[TK10] J. Tsasa and V. Kimbambu, 2010. *Recherche opérationnelle*, Université Protestante du Congo.

[Wan09] N. Wang. 2009. La Gestion Intégrée de La Planification et de La Distribution. *Master Recherche Génie Industrie, Spécialité OSIL.*