

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique



École Nationale Polytechnique

Département de Génie Industriel

Option : Management Industriel

Projet de Fin d'Études

En vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en génie industriel

Thème

**CONTRIBUTION À L'OPTIMISATION DU RESEAU DE
DISTRIBUTION**



Présenté par :

M^{lle} Faiza MESSAOUDI

M^{lle} Imene REDJEDAL

Dirigé par :

Dr. Iskander ZOUAGHI

M. Hafid AOUCHICHE

Promotion : Juin 2015

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

À mes chers parents

À qui je dois ce que je suis

À ceux qui m'ont tout donné sans rien en retour

Que dieu leur préserve longue vie

À ma chère grande mère que dieu la garde en bonne santé

À mes adorables sœurs : Sabrina, Ilhem et ma petite princesse Asma

À mon cher frère Ismail

À Elhadi qui m'a toujours soutenu

À toute ma famille

À tous mes amis ainsi qu'à tous ceux qui me sont chers

Que ce travail soit le témoignage sincère et affectueux

De ma profonde reconnaissance pour tout ce que vous avez

Fait pour moi.

Imene

Je dédie ce travail :

À ma mère et mon père ;

À mes adorables frères, Khaled, Mohamed, Zakaria et Akram Walid ;

A toute ma famille ;

A mes meilleures amies Imene et Narimene ;

A la mémoire de mon grand-père et mon oncle ;

Et à tous ceux que j'aime.

Faiza

REMERCIEMENT

*Avant toute personne, nous remercions **le bon Dieu** de nous avoir prêté vie, santé et volonté pour achever ce modeste travail.*

*Nous tenons à remercier, **nos chers parents** pour leur encouragement et soutien.*

*Nous adressons nos sincères remerciements à notre promoteur **Dr. Iskander ZOUAGHI**, qui a dirigé les travaux de ce mémoire. Pour son soutien, sa patience, sa gentillesse, la confiance qu'il nous a témoignée et pour toute l'aide qu'il a mis à notre disposition tout au long de notre projet, que celui-ci soit à la hauteur de ses attentes.*

Nous exprimons notre gratitude à Monsieur Hafid AOUCHICHE, directeur de la filiale LLA, pour l'opportunité qu'il nous a donnée de réaliser ce présent travail.

Nous remercions aussi M. Ghouti BENCHOUK, Bilel BENABDELLAH et Hamza MEKHFI pour leur disponibilité et leurs précieux conseils.

Nous tenons à remercier également l'ensemble des enseignants du Département Génie Industriel pour les connaissances transmises et qui nous ont permis d'effectuer ce travail.

Nous remercions aussi toute l'équipe du département Supply Chain qui nous a accueillis durant notre stage.

Nous remercions les membres du jury de nous faire l'honneur d'évaluer notre travail.

Résumé et mots clés

ملخص

الهدف من هذا العمل هو تحسين شبكة التوزيع لافارج الجزائر وذلك من خلال تقديم اقتراحات لتحسين تسيير مراكز التوزيع عن طريق تخفيض التكاليف الثابتة وزيادة المداخل من جهة، وإعادة تصميم الشبكة الحالية من جهة أخرى
الكلمات الرئيسية: شبكة التوزيع، تصميم الشبكات، قرار تحديد الموقع، تحسين، تنسيق ما بين الوظائف

Résumé

L'objectif de ce travail est d'optimiser la rentabilité du réseau de distribution de Lafarge Algérie en proposant, d'une part, des améliorations internes des dépôts qui consistent en la réduction des coûts fixes et l'augmentation des revenus, et d'autre part, une reconfiguration totale du réseau actuel.

Mots clés : Réseau de distribution, conception des réseaux, décision de localisation, optimisation, coordination inter fonctionnelle.

Abstract

This work aims to optimize distribution network of Lafarge Algeria. Firstly, by proposing internal improvements of its centers, which consist of fixed cost reductions and increasing revenues. Secondly, by a redesign of the whole network.

Keywords: Distribution network, network design, location problem, optimization, cross-functional coordination.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION GENERALE.....	1
CHAPITRE 1 ETUDE DE L'EXISTANT ET PROBLEMATIQUE.....	3
Introduction	4
Section 1 : Contexte de l'activité de Lafarge	4
1.1. Marché du ciment dans le monde	4
1.2. Marché du ciment en Algérie.....	6
1.3. Caractéristiques de l'industrie du ciment.....	7
1.4. Présentation du groupe Lafarge	9
Section 2 : Audit logistique et diagnostic du réseau de distribution	15
2.1. Audit de la Supply Chain Aval de Lafarge : Référentiel ASLOG.....	15
2.2. Diagnostic du réseau de distribution Lafarge	21
2.3. Énoncé de la problématique.....	35
Conclusion.....	37
CHAPITRE 2 : ETAT DE L'ART	38
Introduction	39
Section 1 : Supply Chain et Supply Chain management.....	39
1.1 Définition de la Supply Chain : Approche réticulaire et structurelle.....	39
1.2. Supply Chain Management.....	41
Section 2 : réseaux de distribution - présentation et modèles de conception	46
2.1. La distribution.....	46
2.2. Conception des réseaux de distribution ou modèles de distribution.....	50
Conclusion.....	68
CHAPITRE 3 : PROPOSITION D'AXES D'AMELIORATION.....	69
Introduction	70

Section 1 : Optimisation interne du réseau	70
1.1. Réduction des coûts fixes.....	70
1.2. Augmentation des revenus	77
section 2 : Reconfiguration du réseau de distribution	83
2.1. Approche de modélisation	83
2.2. Première modélisation : Optimisation du coût total de transport.....	84
2.3. Alignement de la vision logistique et commerciale dans la décision de conception ...	87
2.4. Présentation et Analyse des résultats	89
Conclusion	102
CONCLUSION GENERALE	104
BIBLIOGRAPHIE	107
ANNEXES	110

Liste des figures

Figure 1: Évolution du marché mondial du ciment.....	5
Figure 2: Grands producteurs cimentiers dans le monde	8
Figure 3: Présence de Lafarge dans le monde.....	9
Figure 4: Gamme de ciment Lafarge.....	10
Figure 5: Organigramme de Lafarge Algérie.....	11
Figure 6: Organisation du département Supply Chain de Lafarge Algérie.....	12
Figure 7: Cartographie des processus logistiques de la SC Lafarge	14
Figure 8: Modes de distribution de Lafarge Algérie.....	18
Figure 9: Répartition des centres de distributions de Lafarge Algérie.....	21
Figure 10: Résultats BAIIDA des dépôts Lafarge	22
Figure 11: Chiffre d'affaire et seuil de rentabilité 2014	23
Figure 12: Diagramme des causes et effets.....	24
Figure 13: Résultats BAIIDA après élimination du coût de transport	26
Figure 14: Pourcentage des coûts fixes	30
Figure 15: Schéma de la zone de stockage.....	31
Figure 16: Taux d'occupation des dépôts	32
Figure 17: Taux de redirection des camions : 2014 et 1er trimestre 2015	33
Figure 18: Processus de manutention.....	34
Figure 19: structure d' une supply Chain	41
Figure 20: Les décisions de gestion de la chaine logistique	44
Figure 21: Micro processus du Supply Chain Management	45
Figure 22: Diverses structures de réseau de distribution.....	48
Figure 23: Zones d'un entrepôt.....	49
Figure 24: Circuit d'un produit dans un entrepôt	50

Figure 25: Économies espérées	72
Figure 26: Processus de manutention actuel	73
Figure 27: Processus de manutention proposé	73
Figure 28: Nouveaux coûts de manutention.....	74
Figure 29: Résultats avant et après optimisation des coûts fixes	76
Figure 30: Résultats avant et après l'optimisation interne.....	81
Figure 31 : Répartition des dépôts du réseau actuel.....	91
Figure 32: Réseau de distribution du 1er scenario	92
Figure 33: Répartition des wilayas en 3 régions	93
Figure 34: Réseau de distribution du 2ème scénario.....	94
Figure 35: Réseau de distribution du 3ème scénario.....	96
Figure 36: Répartition des wilayas en six régions.....	97
Figure 37: Réseau de distribution du 4ème scénario.....	98

Liste des tableaux

Tableau 1: Coût de transport des usines vers les dépôts	25
Tableau 2 : Volume des importations du ciment en 2013 et 2014 (Lafarge, 2015).....	27
Tableau 3 : Part des importateurs dans le marché national du ciment	28
Tableau 4 : Ventes d' Annaba 2014 VS 2013	28
Tableau 5 : Nombre de camions reçus par jour.....	35
Tableau 6 : Classification des modèles de localisation	66
Tableau 7 : Exemples de modèles de localisation.....	67
Tableau 8 : Calcul des superficies nécessaires.....	71
Tableau 9 : Total des coûts fixes avec les économies esperées	75
Tableau 10 : Résultats BAIIDA après les modifications en KDZD	76
Tableau 11 : Gains espérés par la facturation du transport	78
Tableau 12 : Gain espéré par le service de palettisation	78
Tableau 13 : Nombre d'adhérents NADI et gain espéré en 2015	80
Tableau 14 : Résultats BAIIDA après la reconfiguration interne(KDZD)	81
Tableau 15 : Comparaison des quatre scénarios	99

Liste des abréviations

ADV : Administration des ventes

AGEA : Association générale des entrepreneurs algériens

ASLOG : Association française pour la Logistique

BAIDA : Bénéfice avant intérêts, impôts, dépréciation et amortissement

CD : Centre de distribution

CRC : Centre Relation Client

CSCMP: Council of Supply Chain Management Professionals

CTG : Coût de transport global DZD/T

FCFL: Fixed charge facility location models **GICA** : Groupe Industriel des Ciments d'Algérie

IDMM: Integrated Decision Making Models

KDZD: Kilo dinar Algérien

LBA : Lafarge Béton Algérie

LCA : Lafarge Ciment Algérie

LCM : Lafarge Ciment M'sila

LCO : Lafarge Ciment Oggaz

LLA : Lafarge Logistique Algérie

LSCP : Location set covering problem

MCLP : Problème de recouvrement maximal

MT : Million de tonnes

PCTM : Part du coût de transport dans la marge

PSU : Produits à source unique

RMP : Réponse aux marchés potentiels

SBA: Sidi Bel Abbes

SC: Supply Chain

SCM : Supply Chain Management

TAP : Taxe sur l'activité professionnelle

TO : Taux d'occupation

TTC : Toutes taxes comprises

INTRODUCTION GENERALE

Dans un contexte économique instable et de plus en plus concurrentiel, les entreprises ne se contentent plus d'optimiser leurs systèmes de production, mais visent, désormais, l'optimisation de toute la chaîne logistique, tout en développant une relation privilégiée avec l'ensemble des partenaires. Or, le client figure parmi les partenaires clés que l'entreprise doit satisfaire en délivrant le bon produit dans les délais et avec quantités espérées aux meilleurs prix. Pour ce faire, la conception d'un réseau de distribution efficace, avec une gestion adéquate et à moindre coût devient nécessaire. Toutefois, cette tâche s'avère complexe en raison des nombreux paramètres et contraintes qui interviennent tout le long du processus de distribution et que l'entreprise doit prendre en considération avant d'entamer la réalisation de son réseau de distribution.

Cette problématique touche différents secteurs d'activité, notamment le secteur cimentier en raison de la particularité de ses caractéristiques qui le distinguent des autres industries.

En effet, la consommation croissante du ciment combinée au coût élevé du transport de ce matériau a poussé les entreprises de ce secteur à se rapprocher d'avantage de leurs marchés en s'implantant dans les régions à forte consommation et en investissant massivement dans la fonction de distribution.

Aujourd'hui, l'Algérie représente l'un des marchés les plus intéressants du secteur cimentier en raison du développement des projets d'urbanisation et des constructions qui a entraîné une forte croissance du secteur et donc, une importante demande en ciment.

Cependant, ce marché connaît depuis quelques années, des pénuries répétitives ainsi que des hausses de prix causées, principalement, par des pratiques spéculatives, qui accentuent le déficit dans le secteur, pénalisent les demandeurs, perturbent le marché et altèrent les prix.

Acteur principal dans ce marché, Lafarge Algérie, filiale du Groupe Lafarge, leader mondial du secteur du ciment, a jugé nécessaire d'intervenir afin de rétablir la stabilité du marché.

Ainsi, partant du constat que la spéculation provient, essentiellement, des distributeurs du gros et du détail, Lafarge Algérie a décidé de se munir de son propre réseau de distribution. Cette action

visé d'une part, à faire face aux pratiques spéculatives et ainsi permettre une régulation du marché et, d'autre part, à renforcer sa position dans le marché en assurant une large présence de ses produits dans le territoire national.

Détenir son propre réseau de distribution présente, certainement, beaucoup d'avantages mais aussi et surtout, de nombreux problèmes. Dans le cas de Lafarge Algérie, le réseau logistique n'arrive, non seulement pas, à générer les bénéfices escomptés mais il n'arrive pas, non plus, à couvrir les coûts engendrés.

Le présent travail consiste à mener une étude stratégique visant l'optimisation du réseau de distribution de Lafarge Algérie, et ce, en agissant sur deux volets. Le premier, concerne l'optimisation du réseau de distribution actuel par la réduction des coûts et l'augmentation des ventes. Le second, consiste en une optimisation à une échelle stratégique à travers la localisation des centres de distribution dans les positionnements les plus avantageux en termes de marchés attractifs et de coûts de transport.

Ainsi, le premier chapitre traitera de l'évolution du marché cimentier, en particulier, le marché algérien, des caractéristiques de l'industrie cimentière, ainsi que de la présentation de l'un des principaux acteurs dans ce secteur au niveau national et international, à savoir, le Groupe Lafarge. Un audit logistique ainsi qu'un diagnostic mené au sein du département Supply Chain de Lafarge Algérie seront également présentés dans ce premier chapitre.

Un deuxième chapitre sera consacré à l'explication des notions et des modèles utilisés dans le cadre de la résolution de notre problématique, cernée dans le chapitre I.

Pour ce faire, une définition du cadre conceptuel général de notre étude, soit, la Supply Chain et son management, sera présentée ainsi que les aspects relatifs à la problématique posée précédemment, à savoir, la conception des réseaux de distribution qui concernent les décisions stratégiques relatives à cette dernière, mais aussi une analyse des facteurs de localisation et une synthèse des différents modèles existants.

Enfin, un dernier chapitre présentera les pistes d'amélioration proposées pour l'entreprise afin de pallier aux problèmes relatifs à son réseau de distribution. Tout d'abord, ces pistes d'amélioration consistent en une réduction des coûts fixes ainsi qu'une proposition de services clients qui contribueraient à augmenter les revenus des dépôts. Ensuite, une modélisation linéaire en nombre entier du problème de localisation des dépôts est proposée afin d'optimiser les coûts de transport.

CHAPITRE 1

ETUDE DE L'EXISTANT ET PROBLEMATIQUE

INTRODUCTION

Le secteur de construction occupe actuellement une place importante dans la structure socio-économique, il contribue fortement à la croissance et au développement par la facilitation des échanges et des investissements internationaux. Constituant le principal matériau de construction des logements et des infrastructures, le ciment ou « l'or gris » est ainsi un élément vital pour la croissance et le développement économique.

Ce chapitre sera consacré dans sa première partie à la présentation du contexte de l'activité cimentière notamment l'évolution du marché en particulier le marché algérien, les caractéristiques de l'industrie cimentière ainsi que la présentation de l'un de ses principaux acteurs au niveau national et international, en l'occurrence le groupe Lafarge. Ensuite, la deuxième partie abordera l'audit logistique et le diagnostic effectué au sein de Lafarge-Algérie.

SECTION 1 : CONTEXTE DE L'ACTIVITE DE LAFARGE

L'objectif de cette section est tout d'abord de présenter l'évolution du marché du ciment, en particulier celle du marché algérien, les principales caractéristiques de l'industrie cimentière, ainsi que le Groupe Lafarge. Ensuite, un audit logistique sera réalisé afin de cerner le fonctionnement et le rôle de la logistique au sein de l'entreprise et de détecter ses principaux dysfonctionnements. Cet audit sera suivi d'un diagnostic approfondi effectué dans le but d'évaluer l'activité de distribution et repérer les pistes d'amélioration de son réseau, pour arriver enfin à définir la problématique ainsi que l'approche de résolution.

1.1.Marché du ciment dans le monde

Le marché du ciment a connu une forte croissance durant ces dernières années expliquée principalement par l'évolution considérable que connaît le secteur de construction dans le monde. Ainsi, en 20 ans, la consommation est passée de 1200MT en 1992 à plus de 3700MT en 2012, soit une évolution de plus de 200% avec un taux de croissance annuel de 5% (voir figure 1).

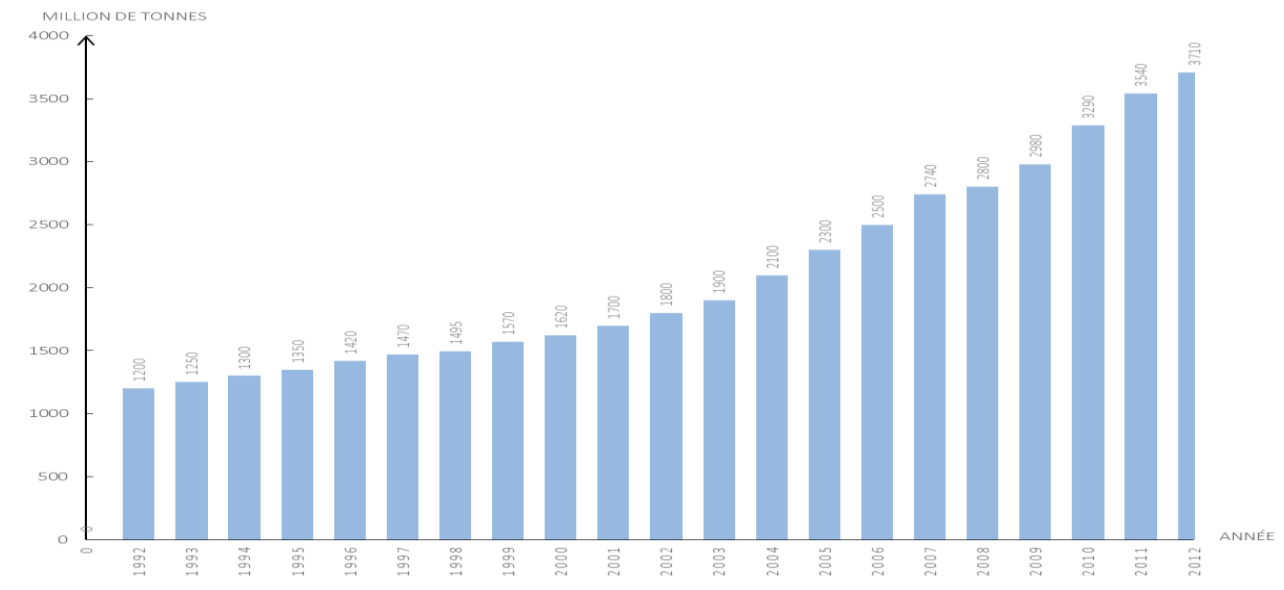


Figure 1: Évolution du marché mondial du ciment (Lafarge, 2012, p.03)

Cette croissance est constatée principalement dans les pays émergents (Europe centrale et de l'Est, Asie, Moyen-Orient et Afrique, Amérique latine) où la démographie, l'urbanisation et la croissance économique confirment les besoins en logement et en infrastructures. Ces marchés émergents absorbent aujourd'hui 90% de la consommation mondiale, en sachant que la Chine détient 58% de la demande mondiale. L'Afrique, quant à elle, est considérée comme un marché d'avenir en raison de l'augmentation des constructions résidentielles alimentées par la forte croissance démographique et l'urbanisation (Mariani, 2012).

La production a également connu une forte croissance. Elle est estimée à 4 milliards de tonnes en 2014 avec un taux de production de 107 tonnes/seconde. Cette croissance a été principalement constatée, comme pour la demande, dans les pays émergents, où elle est passée de près de 1,4 milliards de tonnes en 1994 à 3,4 milliards de tonnes en 2011, soit une croissance de plus de 150%¹, principalement en Chine, qui est le premier fabricant du ciment. En ce qui concerne l'Afrique, la production est passée de 50 millions de tonnes en 2010 à 110 millions de tonnes en 2015 située principalement dans l'Afrique du Sud. (planetoscope, 2015).

¹ Selon l'organisme américain Geological Survey.

1.2. Marché du ciment en Algérie

La demande nationale en matière de ciment ne cesse d'augmenter, elle est passée de 4 millions de tonnes en 1980 à plus de 23 millions de tonnes en 2014. Cette hausse est expliquée par les projets d'urbanisme et de construction résidentielle.

Alignée à la demande, la production du ciment a également connu une forte évolution : Juste après son indépendance, l'Algérie n'avait les capacités de produire que 1,5 millions de tonnes. En 2014, elle a atteint les 21 millions de tonnes, soit une production 14 fois plus grande en près de 50ans (Amarni, 2014). La production locale est dominée par 2 groupes industriels, le Groupe Industriel des Ciments d'Algérie (GICA), dominateur du secteur public, qui produit près de 13 millions de tonnes par an (environ 60%), contre près de 40% de part de marché, soit plus de 8 millions de tonnes/an, assuré par le groupe international Lafarge.

Par ailleurs, le marché algérien connaît des pénuries en ciment qui deviennent de plus en plus régulières. « *Cela fait plus de cinq ans que la pénurie du ciment se pose de manière récurrente notamment durant l'été qui connaît habituellement le lancement de projets de construction et des travaux d'aménagement des habitations* », a déclaré M. Abdelkrim Selmane de l'Association Générale des Entrepreneurs Algériens (AGEA) en 2013 (L'expression, 2013).

Cette situation est justifiée, selon certains acteurs du secteur (distributeurs et détaillants), par le déficit du ciment qui n'est pas couvert par la production locale. Cependant, la spéculation demeure la principale cause de cette pénurie.

Dès que la période sèche, qui va du mois de Mars au mois d'Octobre, se rapproche, les acteurs du marché cimentier, notamment les grossistes, adopte des comportements très spéculateurs avec des refus de vente, des ventes conditionnées (ciment, fer et briques) ou des hausses des prix inexplicables. De plus, les conducteurs de travaux, craignant l'arrêt de leurs chantiers à cause des pénuries en ciment, s'approvisionnent par des quantités dépassant leurs besoins actuels, ce qui fait augmenter la demande et le déficit encore plus. De ce fait, les prix de ce matériau de construction ne cessent de flamber depuis plusieurs années. À titre d'exemple, sur le marché de détail, le sac de 50 kg de ciment est vendu à plus de 700 dinars l'unité alors que son prix en sortie d'usine ne dépasse pas les 350 dinars.

Le phénomène de la spéculation a ainsi pris une large latitude, une pratique qui rapporte désormais des fortunes aux spéculateurs et revendeurs.

Pour faire face à cette spéculation, l'État algérien a mis en action en juillet 2009 un décret exécutif² définissant les marges plafonds de la distribution du ciment, mais cela ne semble pas suffisant puisque la flambée des prix du ciment est toujours maintenue. Par ailleurs, il faut souligner également que l'industrie du ciment présente un certain nombre de caractéristiques spécifiques qui influencent inéluctablement le comportement des flux.

1.3. Caractéristiques de l'industrie du ciment

L'industrie du ciment présente des caractéristiques propres qui la distinguent des autres industries. Elle nécessite de lourds investissements, une production locale et irrégulière, un processus de fabrication complexe, une empreinte écologique négative, un risque de santé élevé pour ses ouvriers et en fin une forte consolidation de ses acteurs

Tout d'abord, l'industrie du ciment nécessite des investissements importants et à long terme, à titre d'exemple, « La construction d'une nouvelle ligne de production représente un investissement supérieur à deux années de ventes à pleine capacité » (Lafarge, 2014). En Algérie, les industries cimentières sont avantagées en termes d'investissement par rapport aux autres pays puisque la matière première, ainsi que l'énergie, sont toujours disponibles et accessibles à bas prix.

Ensuite, cette industrie se caractérise par une production locale en raison du faible ratio valeur/poids dans ce secteur, traduit par des coûts de transport élevés. En effet, une tonne de ciment est chargée de 40% de sa valeur de frais de transport pour une distance de livraison d'environ de 250 km (Lacoste, 1957). Cette situation emprisonne la production cimentière dans ses frontières et l'oblige à rester locale : 95 % en moyenne du ciment consommé dans le monde est utilisé dans le pays de production (Lafarge, 2014). De plus, la production du ciment subit de fortes irrégularités résultant de la forte irrégularité de la demande, qui est elle-même due à des rythmes d'activité saisonniers, contraints par des changements météorologiques et des périodes estivales, par des industries clientes comme les industries de construction.

En outre, le processus de fabrication du ciment est un processus très complexe qui comprend plus de 80 opérations allant de l'extraction de matière première des carrières jusqu'à l'ensachage³ du ciment et qui nécessite en plus une forte consommation en matière première et en énergie. En effet, la fabrication d'une tonne de ciment nécessite 1300Kg de calcaire, 200Kg d'argile, 300Kg de

² Journal officiel de la république algérienne n° 44 du 26/07/2009

³ Ensachage : Mettre le ciment dans des sacs

charbon et 100Kwh de puissance. De ce fait, le prix de la tonne du ciment varie selon les prix des matières premières et de l'énergie.

Par ailleurs, la grande consommation du charbon engendre d'importantes émissions de CO₂ : 930 kg de CO₂ sont émis par tonne de ciment produite. Ce qui engendre un impact négatif sur l'environnement. De ce fait, les entreprises de ce secteur sont contraintes des lois et de normes favorisant le respect de l'environnement et doivent équilibrer entre leurs responsabilités écologiques et leurs objectifs économiques.

De plus, la fabrication du ciment se déroule dans des niveaux de température et de bruit très élevés et dégage, en plus, de grandes quantités de poussière, ce qui expose les ouvriers à un grand risque de maladies cutanées et respiratoires. Donc, des mesures de prévention doivent être appliquées pour garantir la santé et la sécurité des ouvriers dans les cimenteries et prévenir les accidents du travail.

Enfin, Cette industrie est aussi connue pour la forte consolidation de ses acteurs. En effet, les cinq premiers acteurs du secteur peuvent produire ensemble, l'équivalent de la production des 70 autres réunis. De plus, la fusion prévue entre le groupe Lafarge et le groupe Holcim pourrait répondre à 10% de la demande (Le monde, 2015).

La figure ci-après illustre les 10 plus grands groupes cimentiers qui dominent le marché mondial selon leur capacité de production :

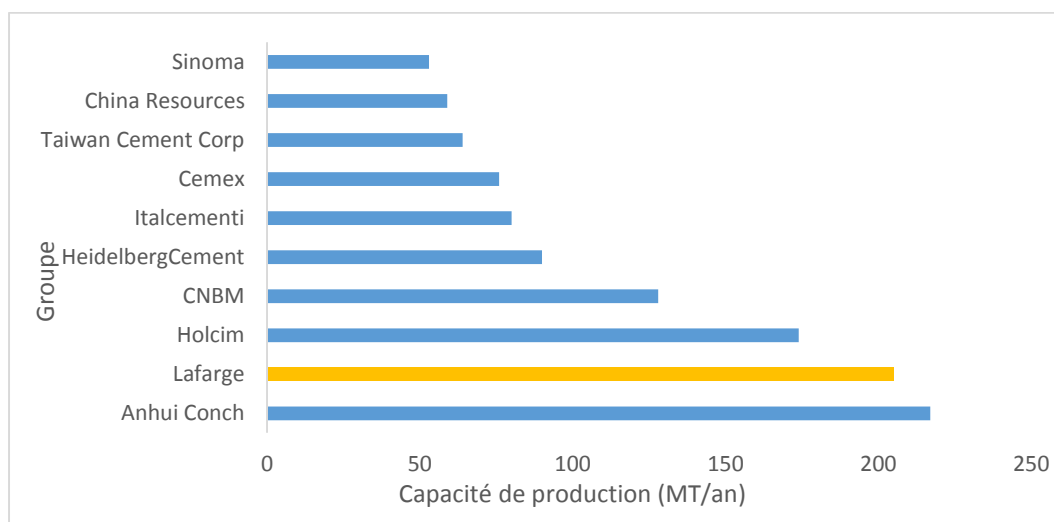


Figure 2: Grands producteurs cimentiers dans le monde (Global Cement Directory, 2013)

Après avoir vu les principales caractéristiques du secteur du ciment, nous allons, dans le prochain titre, présenter l'un des premiers leaders de ce secteur, le groupe Lafarge.

1.4. Présentation du groupe Lafarge

Lafarge est un groupe français qui produit et commercialise des matériaux de construction, principalement du ciment, des granulats et du béton, dans le monde entier. Il intègre dans sa vision la sécurité de ses employés, la performance, l'innovation et la construction durable⁴.

En 2014, le groupe a réalisé un chiffre d'affaires qui dépasse les 12 milliards d'euros. Il est leader dans l'activité cimentière qui constitue 63,5% de son chiffre d'affaire. Quant aux activités du béton et de granulats qui constituent 35,9% de son chiffre d'affaire, il est classé respectivement deuxième et quatrième au monde.

Lafarge a été créée en France aux alentours de 1833, lorsqu'Auguste Pavin de Lafarge a fondé une entreprise d'exploitation de chaux qui devient en 1930, grâce à quelques acquisitions, le premier producteur français de ciment. Dès 1864, l'entreprise commence à se développer au niveau international avec plusieurs acquisitions notamment celles de General Portland Inc. en Amérique du Nord en 1981, de Redland en 1998, du cimentier Blue Circle en 2001 et principalement celles d'Orascom Cement en 2008 qui lui a permis d'assurer une présence unique au Moyen-Orient et en Afrique.

Aujourd'hui, Ce groupe est devenu l'un des principaux leaders cimentiers dans le monde avec une présence dans plus de 78 pays avec 1 636 sites de production aux quatre coins du monde.

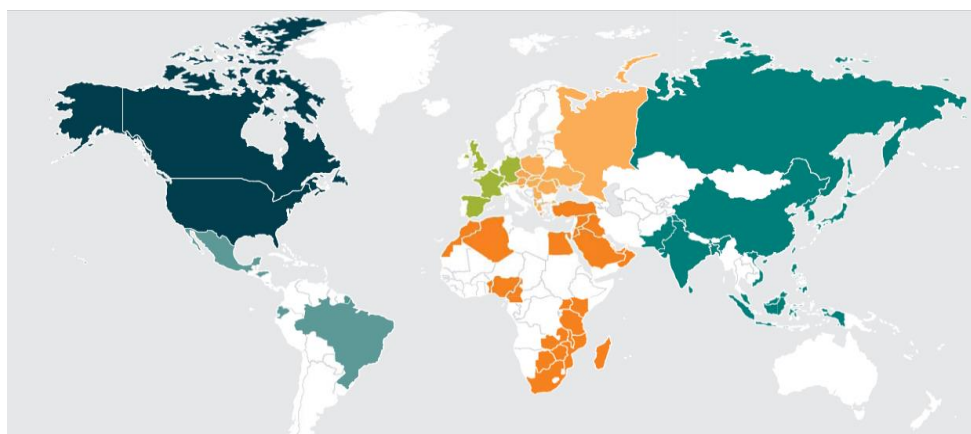


Figure 3: Présence de Lafarge dans le monde (Lafarge, 2014)

Grace à l'acquisition d'Orascom Cement qui opérait dans sept pays notamment l'Algérie, le groupe Lafarge a pu renforcer sa présence dans ce pays, et devenir un acteur principal dans le

⁴ Depuis 2010, le groupe fait partie de l'indice DOW Jones Sustainability World, classement mondial de référence des grandes entreprises en matière de performance dans le développement durable

marché des matériaux de construction qui contribue à la réalisation de différents projets tels que l'Autoroute Est-Ouest, le Tramway (Alger, Oran), le barrage de Chlef et de Koudiat, les résidences AADL, le terminal de Gazier (Arzew, Skikda), la Faculté de Droit d'Alger, l'Aéroport d'Alger, Métro d'Alger, etc.

1.4.1. Secteur d'activité de Lafarge-Algérie

Outre que le ciment, Lafarge Algérie produit et commercialise une large gamme de béton, granulat et plâtre.

D'abord, Lafarge Ciment Algérie Opère deux unités de ciment M'sila et à Mascara (Oggaz) dont la capacité totale dépasse les 8 millions de tonnes et gère aussi, en partenariat avec le GICA, la cimenterie de Meftah à Blida. De plus, une nouvelle cimenterie est en cours de réalisation à Biskra, en partenariat avec l'entreprise Souakri, avec une capacité de 2,7 MT/an.

La gamme de ciment Lafarge comprend cinq produits : Chamil, Malaki, Matine, Mokaouem, et Sarie.



Figure 4: Gamme de ciment Lafarge (Lafarge, 2015)

En ce qui concerne le béton, Lafarge Béton Algérie possède 25 centres de production répartis sur le territoire algérien d'une capacité de 1,6MT.

Elle propose une gamme de produits diversifiée qui comprend la gamme des bétons à valeur ajoutée tels qu'Agilia, une gamme de bétons autoplaçants ou autonivelants, Ductal, un béton à ultra-hautes performances, ou encore, Chronoliat, une gamme des bétons prêt à l'emploi communément appelé BPE.

Pour le plâtre, Lafarge plâtres Algérie possède une usine COLPA située à Bouira en joint-venture avec le groupe Cosider.

1.4.2. Structure de Lafarge Algérie

La structure de Lafarge Algérie est une structure fonctionnelle qui peut être représentée par l'organigramme suivant :

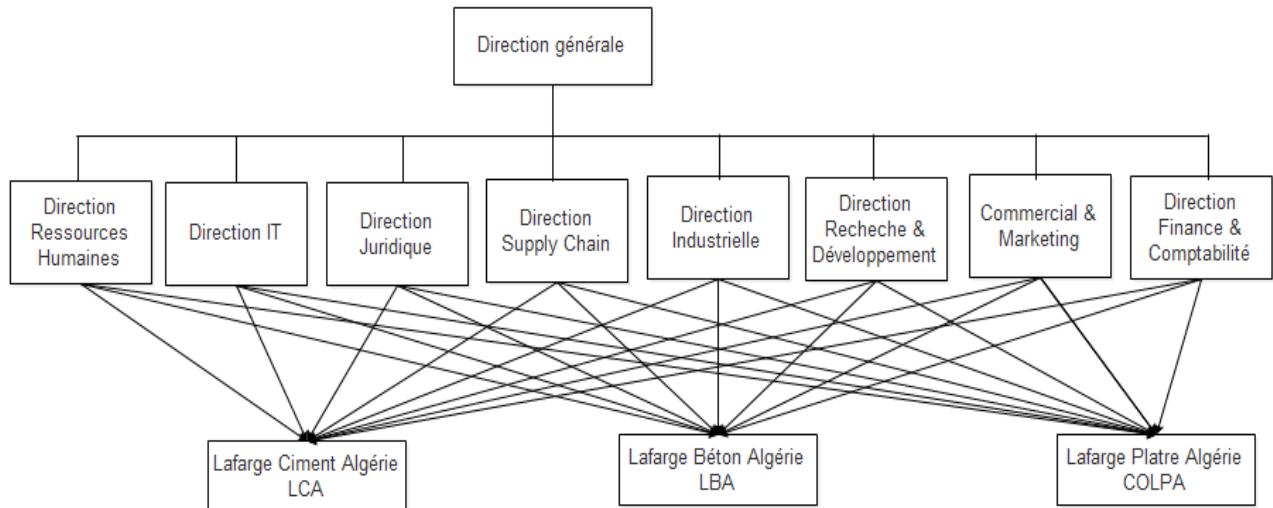


Figure 5: Organigramme de Lafarge Algérie

Cette structure repose sur la division fonctionnelle de l'autorité et de la pluralité du commandement. Ainsi tous les employés sont dépendants de plusieurs chefs, chacun n'ayant autorité que dans son domaine de compétence. Cette division permet une meilleure spécialisation du personnel chacun selon ses compétences. Toutefois, elle peut engendrer, comme nous le verrons par la suite, des conflits en raison de la multiplicité du commandement et la divergence des visions.

Nous présenterons dans le point qui suit le département Supply Chain dans lequel nous avons mené notre projet.

1.4.3. Le département Supply Chain

Le groupe Lafarge Algérie dispose d'une SC transversale qui intègre l'ensemble des processus de l'entreprise, allant du fournisseur jusqu'au client final. Pour gérer ces processus, Lafarge Algérie a organisé son département Supply Chain en cinq principaux services illustrés dans la figure suivante :

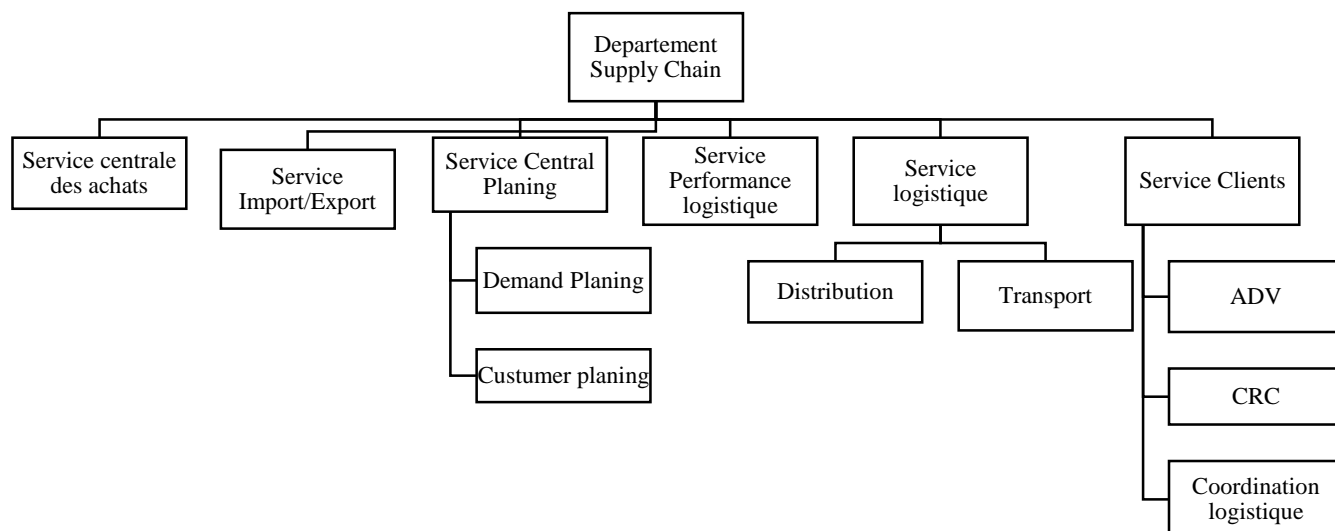


Figure 6: Organisation du département Supply Chain de Lafarge Algérie

En ce qui concerne le service central des achats, il a pour mission principale la sélection des meilleurs fournisseurs et l'obtention des meilleures conditions d'achats des matières premières en termes de qualité, coûts et délais.

Le service Import-Export a pour mission d'assurer la création, l'approbation et la transmission des demandes d'expédition import et export, en assurer la réception, le contrôle et le traitement.

Le central planning est responsable de la planification annuelle, mensuelle et hebdomadaire de la production. Il est constitué de deux fonctions : la fonction Demande Planning et la fonction Customer Planning. La fonction Demande planning est chargée d'élaborer les prévisions annuelles de ventes et leur mise à jour mensuelle et hebdomadaire. Une fois validée, ces prévisions deviennent le plan prévisionnel de production qui est communiqué par la suite au Costumer planer qui élabore le plan prévisionnel mensuel, hebdomadaire et journalier de production en fonction de la disponibilité de la matière première, la capacité des lignes de production et le stock de produits finis disponible.

Quant au service Client, il assure la gestion de toutes transactions et démarches en relation avec le client. Il est composé d'un centre de relation client CRC, d'une administration des ventes ADV et d'un centre de coordination logistique.

Pour l'administration des ventes, son rôle est d'assurer l'enregistrement du client dans la base de données de l'entreprise par l'insertion des informations personnelles et professionnelles nécessaires.

Quant au centre de relation client (CRC), celui-ci s'occupe d'enregistrer les commandes des clients et les valider en envoyant au client un SMS qui précise la date de livraison, le créneau horaires, la quantité, le transporteur, etc. Enfin, le centre de coordination logistique constitue l'intermédiaire entre le transporteur et le client, il assure la planification du transport de la marchandise de l'usine jusqu'au client.

Le service logistique est responsable de la gestion des processus de transport et de distribution. Pour cela il est composé de deux fonctions, une chargée du transport et l'autre de la distribution.

Pour la fonction Transport, sa principale tâche est d'assurer le transport des produits Lafarge à ses clients livrés en rendu⁵ ainsi que celui des matières premières à partir des ports et des carrières vers les différents sites de production (LCM, LCO) et enfin le transport du ciment pétrolier importé vers les plateformes pétrolières.

En plus de sa propre flotte de camion, Lafarge utilise une flotte sous-traitée sous deux formes, une flotte mise à sa disposition de façon permanente et une autre temporaire utilisée en cas de forte demande.

En ce qui concerne la fonction Distribution, elle a pour mission de gérer la distribution des produits Lafarge de manière à assurer leur présence et disponibilité sur l'ensemble du territoire national à des prix convenables.

Enfin, le Service Performance Logistique est chargé d'analyser et d'évaluer les différents coûts logistiques relatifs au transport et à la distribution et de proposer des plans de progrès.

La figure 7 illustre la cartographie des différents processus logistiques et les flux au sein de cette chaîne logistique.

⁵L'usine assure le transport jusqu'au client, Le transfert de propriété et de risque s'effectue à l'entrée de l'entrepôt du client.

ETUDE DE L'EXISTANT ET PROBLEMATIQUE

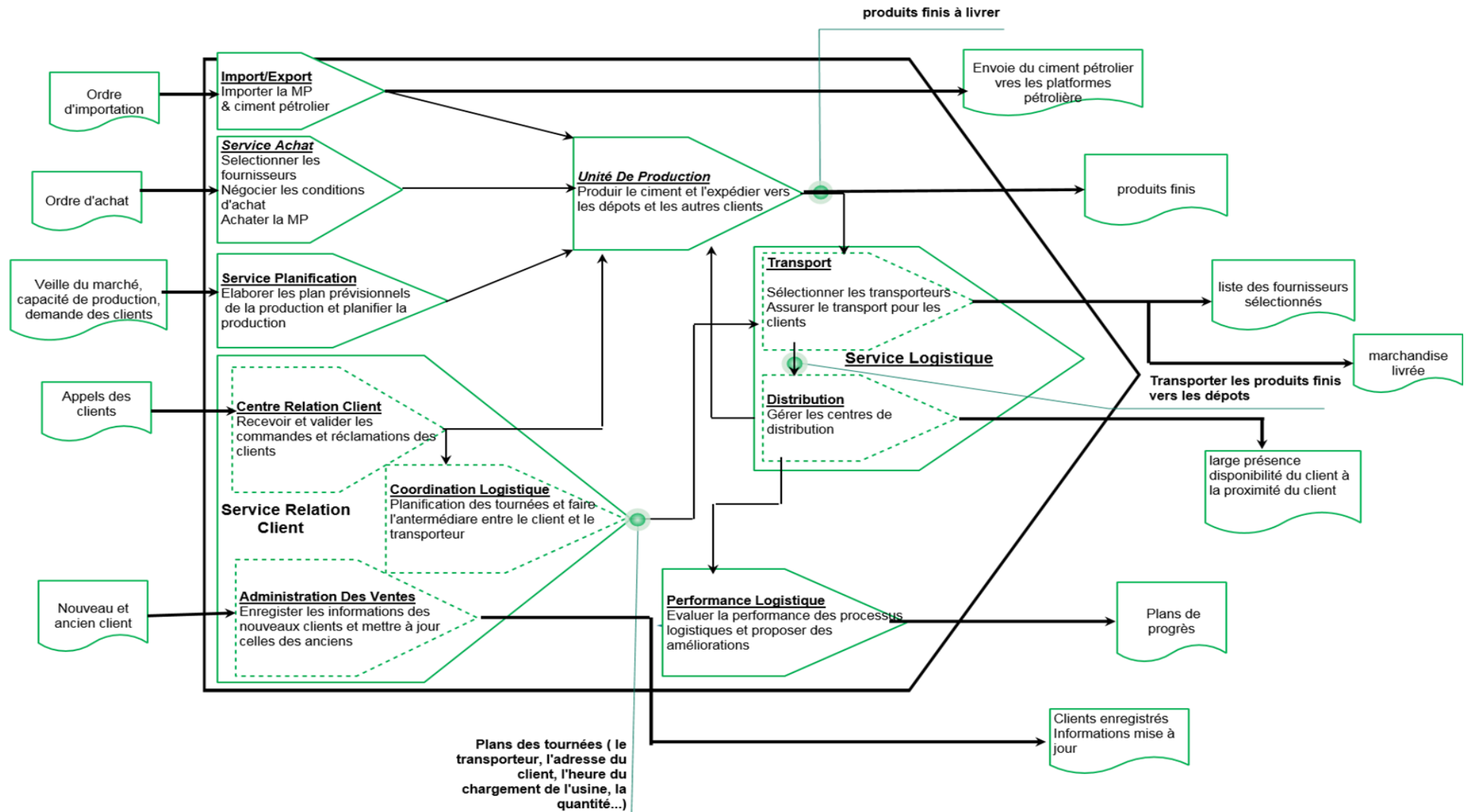


Figure 7: Cartographie des processus logistiques de la SC Lafarge

Cette section nous a permis, d'une part, de mettre en avant l'importance du ciment dans le développement des infrastructures des pays, de discerner la grande évolution de son marché au monde entier, ainsi qu'en Algérie et de faire ressortir les principales caractéristiques de l'industrie cimentière. D'autre part, étant acteur de ce secteur, le groupe Lafarge présent dans 78 pays dont l'Algérie assure plus de 5% de la demande mondiale et 40% de la demande nationale. Ainsi, le marché algérien représente un marché d'importance stratégique pour ce groupe vu que les chantiers de construction sont en croissance continue depuis l'an 2000, avec d'importants besoins en matériaux de construction et de solutions constructives. Cependant, ce marché souffre de quelques perturbations provenant des pratiques spéculatives qui affectent sa stabilité.

Dans la section suivante une évaluation de la SC aval de Lafarge sera effectuée selon le référentiel ASLOG, suivi d'un diagnostic plus approfondi de son réseau de distribution.

SECTION 2 : AUDIT LOGISTIQUE ET DIAGNOSTIC DU RESEAU DE DISTRIBUTION

Partant du constat que la Supply Chain de Lafarge Algérie est d'une grande complexité, nous avons jugé nécessaire d'effectuer notre diagnostic en deux parties. Dans la première partie, nous avons réalisé un audit logistique, ce qui nous a permis de s'entretenir avec plusieurs personnes de différents départements et d'avoir ainsi une vision globale des processus, des points fort, faiblesses et dysfonctionnements de cette chaîne. Ensuite, la deuxième partie du diagnostic a été orientée sur le réseau de distribution afin de l'analyser, comprendre son fonctionnement, déceler ses insuffisances, leurs causes ainsi que les axes d'amélioration possibles.

2.1. Audit de la Supply Chain Aval de Lafarge : Référentiel ASLOG

Dans l'objectif d'analyser la chaîne logistique de Lafarge, d'évaluer sa performance et de découvrir les dysfonctionnements et les axes d'amélioration possibles, nous avons effectué un audit en nous basant sur le référentiel ASLOG qui va guider nos questions et nous permettre d'avoir une évaluation fondée de la SC.

A la base, un audit peut être défini comme une démarche de contrôle et d'évaluation objective visant à vérifier l'existence et la mise œuvre de procédures et de règles formalisées au niveau du système audité en se basant sur un référentiel donné. Ce dernier incarne une représentation simplifiée issue d'une accumulation inférentielle d'informations sur des systèmes réels, comprenant

un ensemble d'éléments et de faits théoriquement et pratiquement admis, qui permettent de comprendre et d'évaluer d'autres systèmes similaires (Zouaghi, 2013).

Ceci dit, le Référentiel ASLOG, est un référentiel logistique conçu par l'Association Française pour la Logistique ASLOG, qui a pour vocation d'aider les entreprises à améliorer leurs performances logistiques. Ce référentiel compte 124 questions réparties sur 10 chapitres permettant tout d'abord d'évaluer la place de la logistique dans l'entreprise, d'analyser les principaux processus logistiques sur le plan stratégique, tactique et opérationnel et en fin d'évaluer la performance globale et proposer un plan d'amélioration.

2.1.3. Synthèse de l'audit

L'audit a été orienté, dès le début, sur la partie avale de la Supply Chain qui concerne le transport, le stockage et la distribution. Pour cela nous n'avons traités que le chapitre 5 (logistique de transport), chapitre 6 (le stockage) et le chapitre 7 (la logistique de distribution).

L'audit s'est déroulé sous forme d'entretiens individuels entre nous et chacune des personnes auditées. Globalement, nous avons identifié deux à trois personnes pour chaque chapitre.

Logistique de transport

La stratégie du département transport couvre deux objectifs majeurs qui sont la satisfaction des clients et la sécurité de ses opérations. Pour ce faire, le département a mis en place des règles et des procédures relatives à la sélection des transporteurs, la planification des opérations de transport et l'évaluation annuelle des besoins.

En ce qui concerne la sélection des transporteurs, elle est effectuée sur la base d'un ensemble de critères et d'exigences. De plus, ces transporteurs sont audités régulièrement afin d'assurer leur conformité au critère de sélection.

La planification du transport est aussi soumise à des règles et des exigences en termes de sécurité et de délais de livraison. Ainsi, avant chaque chargement, un contrôle globale est effectué afin d'assurer sa conformité aux règles de sécurité. En outre, les itinéraires choisis répondent à des normes de sécurité pour réduire les risques d'accident. Aussi, le département interdit aux chauffeurs de conduire à partir de 22h jusqu'à 6h du lendemain. Enfin, une maintenance préventive est appliquée pour réduire le risque de panne et assurer une meilleure satisfaction des clients dans les délais souhaités.

Toutefois, l'application et le suivi des règles de sécurité engendrent des coûts considérables. Pour cela, le département a appliqué des pratiques visant à l'optimisation des coûts de transport notamment la limitation de vitesse pour réduire le risque d'accident mais surtout pour réduire la consommation du carburant. Cependant, le service de coordination logistique chargé de la planification des tournées de véhicules ne s'aligne pas avec les objectifs du département transport, car les tournées réalisées sont élaborées sur la base de la disponibilité des véhicules sans prendre en considération le service client et la minimisation des coûts de transport. Refusant, de plus, toute proposition d'optimisation venant de la part du service de performance logistique.

Stockage (en aval)

La gestion des stocks au niveau des centres de distribution est régie par un ensemble de règles et de procédures établis pour assurer la sécurité des employés, le contrôle continu des stocks et l'organisation des flux de circulation. En effet, un ensemble de consigne de sécurité est appliqué, notamment, l'utilisation d'harnais de sécurité et d'escabeau lors des opérations de chargement/déchargement ainsi que l'utilisation des casques et des chaussures antidérapants durant les heures de travail.

De plus, au-delà de l'inventaire général annuel, des inventaires quotidiens sont effectués régulièrement pour contrôler le niveau de stocks et veiller au respect des conditions de stockages et l'élimination des avaries. En outre, la répartition des zones d'entreposage est conçue de façon rationnelle : zone de stockage, zone de circulation et zone de réception/expédition. Cette répartition est conçue pour éviter le ralentissement (déplacement long et manutention compliquée) et les risques d'accidents.

Cependant, les besoins en moyen et capacité sont surestimés .De plus, aucune réévaluation n'est effectuée alors que le niveau faible de stocks durant toute l'année laisse supposer un surdimensionnement de l'espace de stockage.

Logistique de distribution

Pour ce chapitre nous avons traité trois points essentiels à savoir les modes de distribution, l'offre logistique et les prévisions de ventes.

En ce qui concerne le transport, Lafarge approvisionne ses clients selon trois modes de distribution soit la distribution directe pour les clients du ciment vrac, les centrales à béton et les

grossistes, la distribution à travers des dépôts locaux et enfin la distribution à travers un ensemble de points de vente locaux appelés Batistore dédiés aux détaillants et au consommateur final.

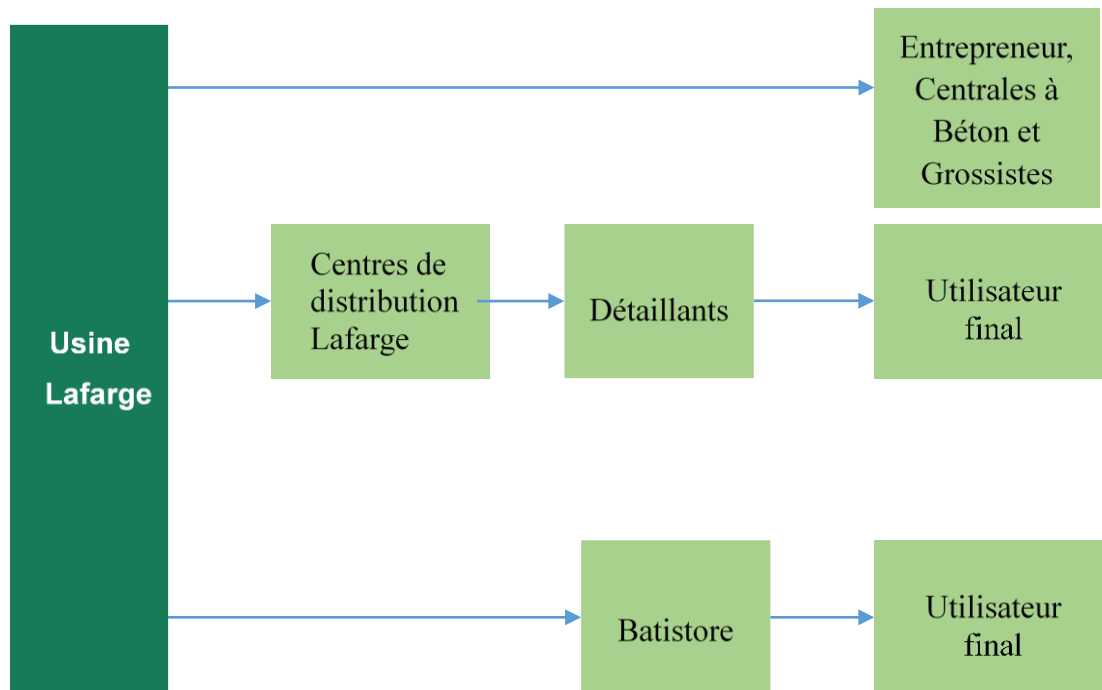


Figure 8: Modes de distribution de Lafarge Algérie

En raison de la forte spéculation qui règne dans le marché du ciment et qui se situe principalement au niveau des intermédiaires en particulier les grossistes, Lafarge Algérie a créé son propre réseau de distribution afin d'assurer une meilleure disponibilité et une large présence de ses produits à des prix raisonnables. Cependant, ce réseau n'est pas rentable et est devenu une source de perte pour l'entreprise.

Ce réseau a été conçu suite à une étude faite par le groupe de consulting BCG en collaboration avec le service Marketing. Dans leur étude, le BCG s'est basé seulement sur l'aspect marketing à savoir, la demande par région et la consommation par habitant, pour décider de la localisation des dépôts, tout autre aspect y compris les coûts logistiques n'a pas été pris en compte.

Pour l'offre logistique, des catégories de produits et de clients sont identifiées. Ainsi, les produits sont classés, selon leur type de conditionnement, en deux catégories ciment sac et ciment vrac. En ce qui concerne les clients, plusieurs catégories sont identifiées, selon un ensemble de critères notamment le statut juridique du client, sa consommation annuelle, sa localisation géographique, etc.

Pour chaque catégorie de client, une offre logistique est déterminée en termes de délai de réservation⁶, attribution de quotas, service de transport (rendu ou sortie usine)⁷ et aussi le point d'approvisionnement (usine ou dépôt).

À titre d'exemple, la catégorie des clients entrepreneurs bénéficie d'un délai de réservation de 7 jours, les distributeurs quant à eux bénéficient d'un délai de 3 jours et d'autres catégories bénéficient d'un seul jour de réservation. De plus, L'affectation des clients du ciment sac, soit à l'usine ou au dépôt, est effectuée selon leur consommation annuelle et leur localisation géographique. En effet, si un client se situe à proximité de l'usine et sa commande annuelle est assez importante, il sera affecté à l'usine. Sinon, il sera affecté au dépôt le plus proche.

Ainsi, l'offre logistique est bien identifiée pour chaque catégorie de produits et de clients.

En fin, pour établir ses prévisions de ventes annuelles, un ensemble de données est collecté par le service Central Planning notamment les prévisions de ventes des principaux clients, les projets de construction prévus par le gouvernement et enfin l'historiques des ventes des années précédentes. Ces données sont ensuite croisées pour établir les prévisions de ventes annuelles qui sont enfin discutées et critiquées en commun par les services concernées, à savoir le service de planification, de production et le service commercial. Après leur validation, ces prévisions sont mises à jour de façon régulière.

Néanmoins, un écart est souvent constaté entre ces prévisions et les ventes réalisées, ce qui met en cause leur fiabilité surtout qu'elles ne sont pas basées sur un modèle de prévision.

2.1.4. Évaluation de la performance logistique de Lafarge Algérie

L'audit nous a permis d'une part, de mieux comprendre le fonctionnement et la place de la logistique dans Lafarge, d'analyser ses principaux processus, en particulier ceux situés en aval, sur le plan stratégique, tactique et opérationnel. D'autre part, il a mis en évidence un nombre assez important de dysfonctionnements

Les processus logistiques audités à savoir le transport, le stockage et la distribution contribuent fortement à la réalisation des objectifs stratégiques de l'entreprise en particulier la sécurité des

⁶ Délais de réservation : délai de lancement de commande.

⁷ Le transport est soit assuré par le client (transport sortie usine) ou par l'usine (transport en rendu)

employés et la satisfaction client. En effet, le transport permet de servir le client dans les meilleures délais et conditions de sécurité. Le stockage est régi par des règles de sécurité et contribue à la satisfaction du client en assurant la disponibilité des produits au bon moment avec les bonnes quantités. En fin, la distribution permet de se rapprocher du client final et d'être à l'écoute de ses besoins.

En revanche, plusieurs dysfonctionnements ont pu être détectés :

- La planification des tournées de véhicule n'est pas optimisée ;
- Surestimation des capacités et des moyens de stockage qui doivent être réévalués ;
- Écart constaté entre les prévisions de ventes et les ventes réelles ;
- La distribution est actuellement une source de perte pour l'entreprise.

De plus, un dysfonctionnement commun a été constaté dans la gestion des trois processus qui est le manque de coordination entre les différents acteurs, ce qui a engendré une sous performance de la Supply Chain.

Ainsi, en se basant sur l'analyse des résultats de l'audit, nous avons proposé le traitement des dysfonctionnements constatés pour le processus de distribution.

Cela nous a confrontés à plusieurs questions, qui sont :

- À quel point la distribution n'est pas rentable ?
- Cette situation est –t-elle permanente ou temporaire ?
- Quelles en sont les causes ?
- et les pistes d'amélioration ?

Pour cela, un diagnostic approfondi du réseau de distribution sera effectué et présenté dans le point suivant.

2.2. Diagnostic du réseau de distribution Lafarge

Depuis l'année 2012, Lafarge a mis en place son propre réseau de distribution constitué de sept dépôts situés à Annaba, Bejaia, Sétif, Msila, Meftah, Senia (Oran), Sidi Bel Abbes et deux terminaux situés à Bechar et Lakhroub (Constantine).

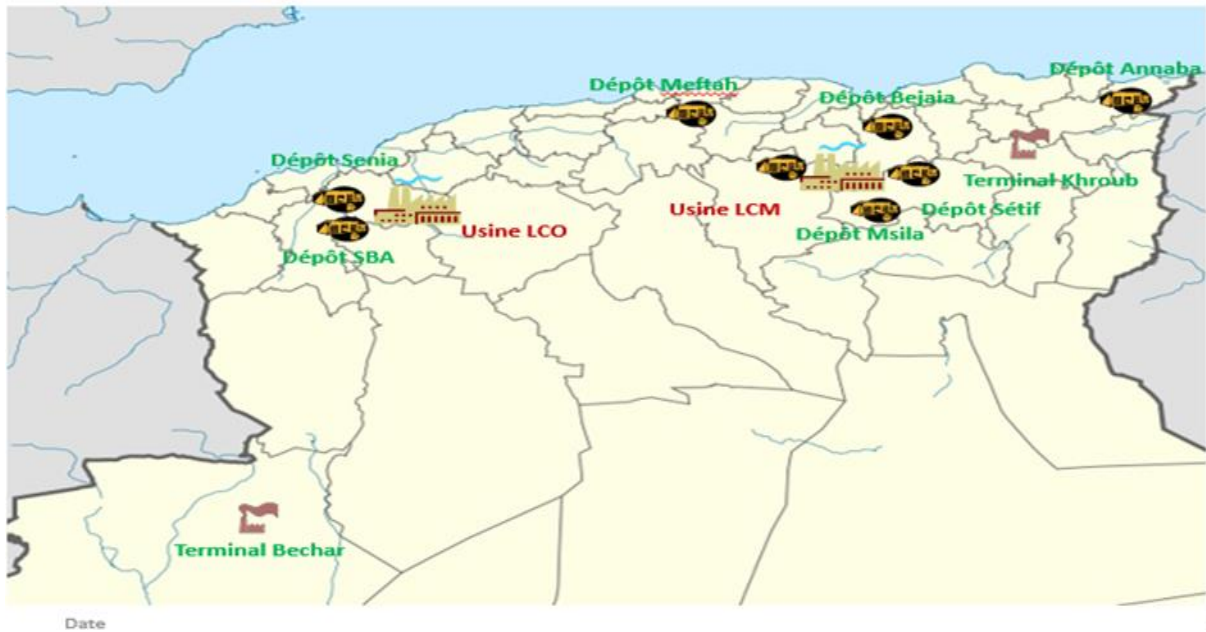


Figure 9: Répartition des centres de distributions de Lafarge Algérie

À travers nos interviews avec le directeur de la filiale LLA, chargée du transport et de la distribution au sein de Lafarge Algérie, nous avons constaté que ce réseau n'est pas rentable et devient de plus en plus une source de perte pour l'entreprise.

Pour cela, un diagnostic plus approfondi du réseau de distribution a été réalisé afin de déterminer la situation actuelle du réseau et d'identifier les causes et les axes d'amélioration possibles.

Ce diagnostic s'intéresse seulement aux sept dépôts de Lafarge. Les deux terminaux de Lakhroub et Bechar ne seront pas pris en considération vu qu'ils n'ont pas les mêmes conditions que ceux des dépôts (achat du ciment vrac, transport en vrac, stockage en vrac, coût de l'ensachage...).

2.2.1. Analyse de la rentabilité du réseau de distribution⁸

L'analyse de la rentabilité des dépôts de Lafarge sera effectuée en deux étapes. D'abord, nous allons calculer les résultats des dépôts. Ensuite, nous procéderons à une comparaison des chiffres d'affaires réalisés et des seuils de rentabilité.

Étape 1 : Calcul des résultats des dépôts BAIIDA⁹

Le BAIIDA est le résultat obtenu après soustraction du total des coûts (Annexe 1.1)

$$BAIIDA = \text{Chiffre d'affaire} - \text{total des coûts}$$

Les résultats BAIIDA des 7 dépôts de Lafarge sont illustrés dans le graphique suivant :

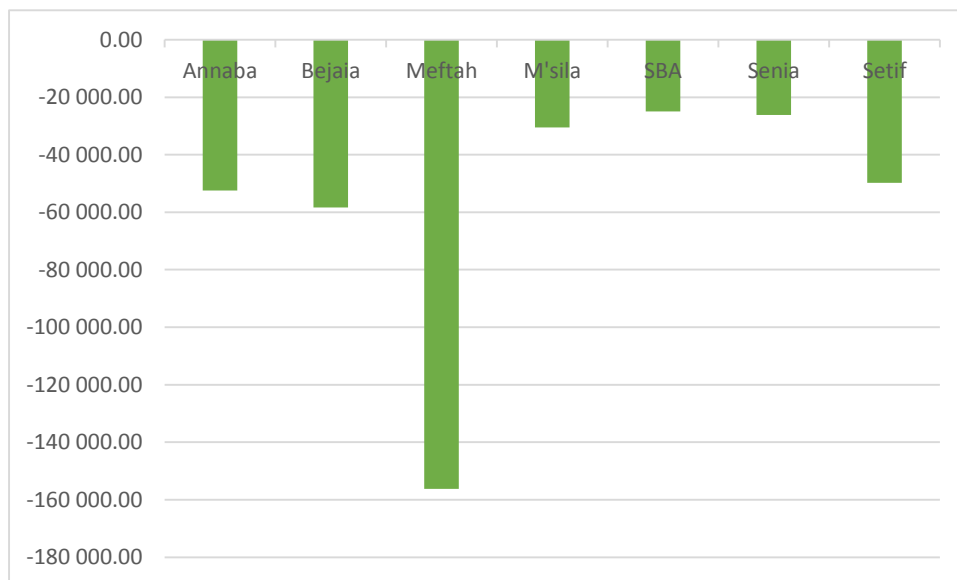


Figure 10: Résultats BAIIDA des dépôts Lafarge

Nous pouvons constater que tous les dépôts ont des résultats négatifs. Ainsi, dans la situation actuelle ces dépôts ne sont pas rentables et coûtent plus qu'ils n'en génèrent.

⁸ Toutes les valeurs monétaires sont présentées en KDZD.

⁹ Le BAIIDA (bénéfice avant intérêts, impôts, dépréciation et amortissement) désigne les revenus d'une entreprise avant soustraction des intérêts, impôts, dotations aux amortissements et provisions sur immobilisations. Il correspond ainsi au profit généré par l'activité d'une entreprise et permet de dégager la création de richesse des entreprises.

Étape 2 : Comparaison du chiffre d'affaire et du seuil de rentabilité :

Afin d'approfondir notre analyse de rentabilité, une comparaison entre les chiffres d'affaires et les seuils de rentabilité des dépôts a été effectuée¹⁰ (Annexe 1.2).

La graphique ci-après montre les résultats de cette comparaison pour chaque dépôt :

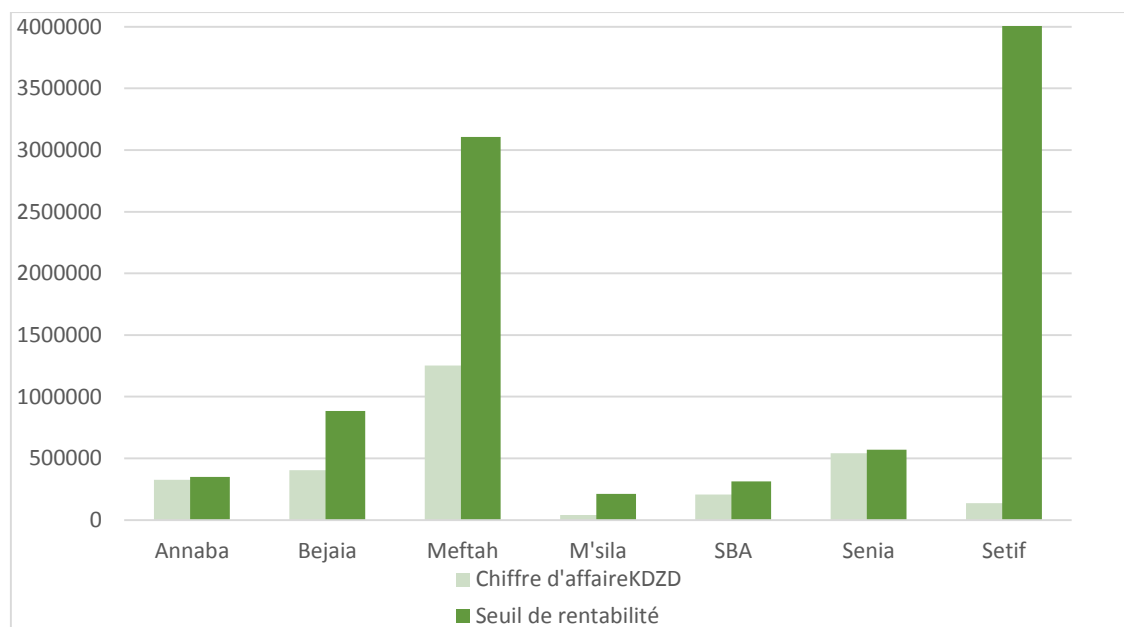


Figure 11: Chiffre d'affaire et seuil de rentabilité 2014

À partir de ce graphe, un écart est à constater pour tous les dépôts, entre le chiffre d'affaires réalisé et le seuil de rentabilité. Cet écart est d'autant plus important pour les dépôts de Meftah et Sétif. Toutefois, pour le dépôt de Sétif cela peut être justifié par le fait qu'il n'a été actif que 5 mois seulement.¹¹

Ainsi, il est clair qu'avec les ventes réalisées actuellement les dépôts sont loin d'atteindre le seuil de rentabilité et donc de couvrir leurs coûts fixes.

En conclusion, l'analyse des résultats des dépôts et la comparaison du chiffre d'affaire au seuil de rentabilité nous permet de constater que les dépôts de Lafarge n'arrivent même pas à couvrir leurs coûts. Par conséquent, le réseau de distribution est devenu une source de surcoût pour Lafarge.

¹⁰ Le seuil de rentabilité désigne le niveau d'activité minimal à partir duquel une entreprise devient rentable

¹¹ Le dépôt a été fermé en 2013 faute d'un mal entendu avec le propriétaire du local. Il a été ré-ouvert en mai 2014 où il a été transféré vers un autre local. En novembre 2014 tous les stocks de Sétif ont été vidés dans le but de le transférer de vers LCM pour éviter de payer la TAP 2 fois.

Dans le point suivant, nous allons essayer d'identifier les causes majeures qui ont conduit le réseau à cette situation.

2.2.2. Identification des causes de la non rentabilité des dépôts

Le constat que les dépôts ne sont pas rentables et constituent une charge plus qu'une source de bénéfices, impose qu'un diagnostic plus approfondie soit effectué afin de connaître les causes principales de cette situation et déceler les pistes d'amélioration possibles.

À travers les interviews réalisés avec différentes personnes intervenants dans le réseau de distribution notamment le directeur de LLA, le manager opérationnel et le manager commercial de distribution ainsi que les constats effectués durant notre visite au dépôt de MEFTAH, un ensemble de causes a été détecté et qui sont illustrées dans le diagramme d'Ishikawa représenté ci-après :

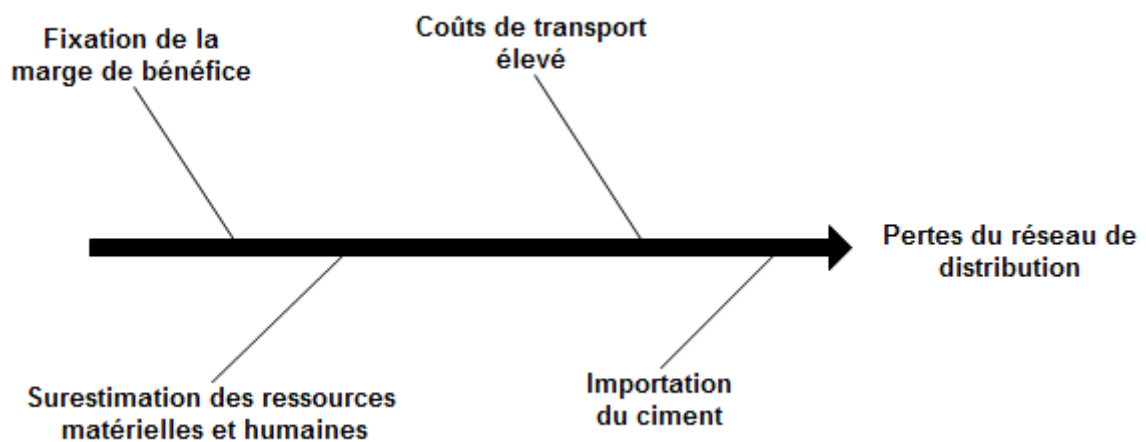


Figure 12: Diagramme des causes et effets

Cause 1 : La fixation de la marge plafond de bénéfices

Afin de contrôler l'anarchie qui règne dans le marché du ciment et réguler les prix qui dépassent actuellement toute logique commerciale, l'État a décidé de faire face à la spéculation des prix du ciment en fixant le plafond des marges de bénéfices de gros et de détail par un décret exécutif. Ce décret fixe la marge plafond de bénéfice autorisée sur le sac de ciment de 100 kg vendu en gros à 80 DA et pour le détail à 120 DA. En ce qui concerne le sac de 50 kg elle est fixée à 40 pour le gros et 60 DA pour le détail. (Annexe 1.3)

Le texte indique que ce tarif est valable pour le prix de cession du ciment à la sortie d'usine, y compris les charges de transport, de manutention, de location, ainsi de suite, en toutes taxes comprises (TTC).

De ce fait, pour un distributeur du ciment sac, le prix de vente doit être égal au prix d'achat du ciment sac appelé communément prix sortie usine, auquel est ajoutée une marge ne dépassant pas les 800DA par tonne, avec laquelle le distributeur est sensé couvrir tous ses coûts.

Par ailleurs, le respect de cette marge imposée par l'état conduit les dépôts de Lafarge à une situation financière critique qui s'exprime, comme démontré précédemment dans l'analyse de la rentabilité, par leur incapacité à assumer leurs coûts.

Cause 2 : Coût de transport élevé

L'industrie cimentière se caractérise par un coût de transport élevé dû au faible ratio valeur/poids. Ce problème se pose en particulier en Algérie depuis la fixation de la marge plafond de bénéfices.

Une étude a été menée afin d'analyser la part absorbée par ce coût dans la marge :

Les formules de calcul utilisées sont les suivantes :

- Coût de transport par tonne = Distance (usine – dépôt)*Coût unitaire par tonne kilométrique
- Part du coût de transport dans la marge (PCTM) = Coût de transport par tonne/marge.

Les résultats de cette analyse sont illustrés dans le tableau suivant :

Tableau 1: Coût de transport des usines vers les dépôts

Dépôt	Distance (usine-dépôt) Km	Coût unitaire par tonne kilométrique	Coût de transport par tonne (DA/T)	PCTM ¹²
Annaba	393	2,41	947	118%
Bejaia	154	2,71	417	52%
Blida	204	3,30	673	84%
M'sila	32	2,81	89	11%
Oran	41	8,78	360	45%
Sétif	129	2,71	349	44%
SBA	76	5,79	440	55%

¹² PCTM : Part absorbé par le coût de transport de la marge

Ce tableau permet de constater que la part des coûts de transport dans la marge plafond fixée par l'état est très élevée dans la plupart des dépôts. Cela est observé en particulier pour le dépôt d'Annaba dont le coût de transport est supérieur à la marge (118%) par conséquent, quel que soit les ventes réalisées par ce dépôt, le coût de transport à lui seul ne pourra pas être couvert. En ce qui concerne les dépôts de Bejaia, Blida, Oran, Sétif et Sidi Bel Abbes, le coût de transport est dans ce cas inférieure à la marge mais sa part reste très élevée et dépasse les 40%.

Une exception est toutefois constatée pour le dépôt de M'sila dont la part du coût de transport de la marge est de 11% mais cela s'explique par la proximité de ce dépôt de l'usine qui l'approvisionne (32Km) et qui se trouve dans la même wilaya.

Vu la grande charge que constitue le transport, celui-ci est actuellement assumé par les usines et ne figure plus dans les coûts des dépôts en attendant de trouver une solution pour les optimiser.

Ainsi, dans ce qui suit les coûts de transport ne seront pas pris en considération dans le total des coûts de dépôts. Ils seront traités indépendamment.

Le graphique suivant illustre les résultats BAIIDA des dépôts après élimination des couts de transport :

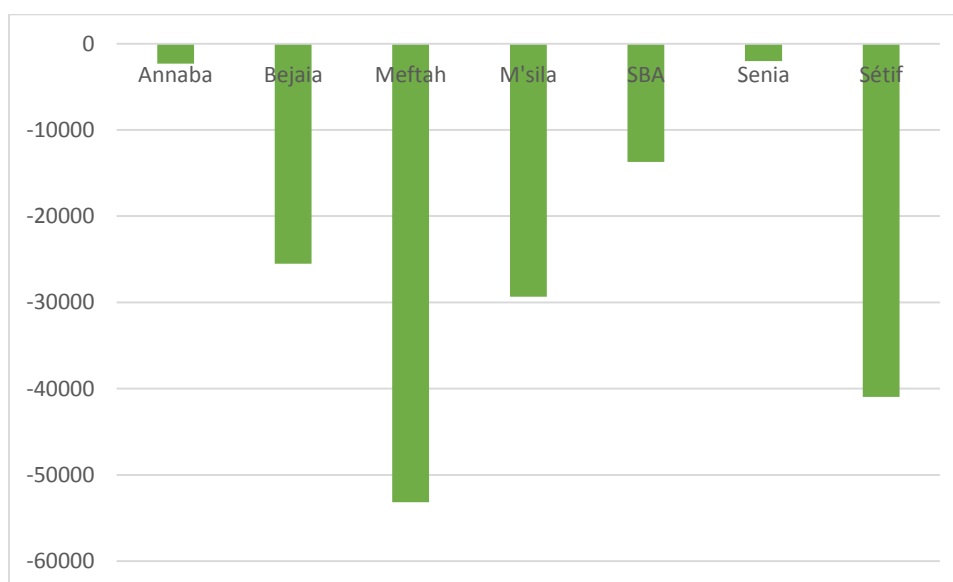


Figure 13: Résultats BAIIDA après élimination du coût de transport

Une augmentation considérable des résultats est constatée après élimination des coûts de transport (annexe 1.4)

Cause 3 : Importation du ciment

Le secteur de construction en Algérie a connu une forte croissance durant ces dernières années expliquée principalement par le lancement de nouveaux projets tels que le projet de construction de près de 1.2 millions de logements inscrit dans le cadre du plan présidentiel (2014-2019). Cette croissance a conduit à une augmentation de la demande nationale qui est estimée actuellement à plus de 21 millions de tonnes/an et est appelée à augmenter encore dans les années à suivre (Lafarge, 2015). Cependant, la production locale¹³ du ciment, estimée à 18 millions de tonnes/an, se trouve incapable de répondre à cette demande mettant ainsi le marché algérien devant un déficit de plus de 3 millions de tonnes.

Pour couvrir ce déficit et atténuer la flambée des prix, accentuée notamment par la spéculation, et éviter le retard dans les délais de réalisation des projets, les pouvoirs publics ont encouragé et facilité les importations du ciment.

De plus, avec la crise économique, des pays comme l'Espagne, le Portugal et autres n'hésitent pas à brader les prix pour se débarrasser de leurs excédents.

Ainsi, encouragés par l'incapacité de la production locale à satisfaire toute la demande nationale et le besoin des pays en crise à se débarrasser de leurs excédents, plusieurs importateurs algériens ont changé d'activité et se sont orientés vers l'importation du ciment.

Le tableau suivant illustre la croissance des volumes des importations du ciment pendant 2013 et 2014

Tableau 2 : Volume des importations du ciment en 2013 et 2014 (Lafarge, 2015)

Volumes des importations (Tonne)	Variation		
	2013	2014	2014 vs 2013
Volume total	3388156	5102023	51%
Volume du ciment sac	2502349	3933739	57%
Volume du ciment vrac	885807	1168285	32%

¹³ La production locale comprend la production du secteur publique représenté par l'entreprise GICA et le secteur privé représenté par Lafarge

Les résultats présentés dans ce tableau démontrent clairement l'évolution considérable des importations qui ont augmentées de plus de 50% passant de 3.4 millions de tonnes en 2013 à plus de 5 millions de tonnes en 2014.

De plus, le ciment importé est vendu à des prix très bas puisqu'il n'est soumis à aucun contrôle de la part de l'état, ce qui a permis aux importateurs d'acquérir une part de marché très importante.

Le tableau suivant illustre la part des importateurs dans le marché national du ciment :

Tableau 3 : Part des importateurs dans le marché national du ciment

Estimation de la demande Ciment SAC par région(2014) en MT			Importation du ciment sac par région(2014) en MT	
Région	demande du ciment sac (MT)	% de la demande régionale	Importations (MT)	Part des importations
Centre	6,7	47%	1,3	19%
Est	3,5	25%	1,9	54%
Ouest	3,9	28%	0,8	20%
Total général	14,2	100%	3,9	28%

Le tableau démontre que plus d'un quart de la consommation algérienne provient actuellement de l'étranger. De plus, les importations détiennent une part importantes du marché dans toutes les régions en particulier la région Est dont plus de la moitié de la demande est couverte par ces importateurs.

Ainsi, les importations considérées avant comme solution pour couvrir le déficit, sont devenues actuellement une source de problème pour la production locale et plus particulièrement pour Lafarge qui voit ses ventes diminuer de plus en plus à cause de ces importations notamment dans la région Est et plus particulièrement pour le dépôt d'Annaba dont les ventes ont considérablement diminuées en 2014 comparés à celle de 2013 .

Tableau 4 : Ventes d' Annaba 2014 VS 2013

Année	2013	2014
Vente (Tonne)	48700	39100
Variation	-20%	

Cause 4 : Surestimation des ressources matérielles et humaines d'entreposage :

Afin d'affiner notre étude, un diagnostic interne des dépôts a été effectué et qui a permis de comprendre leur fonctionnement, d'observer les opérations d'entreposage, de détecter des causes

supplémentaires de la non rentabilité du réseau de distribution et de déceler des pistes d'amélioration en interne.

Notre premier constat lors de notre déplacement vers le dépôt de Meftah était que la surface est sous exploitée. En effet, plus de la moitié de la surface dédiée au stockage était vide. De plus, la majorité des manutentionnaires étaient dans la plus part du temps inactifs. Ce qui laisse supposer une surestimation de la taille et de l'effectif nécessaire pour le dépôt et par conséquent une source de surcoût. Pour cela, une analyse des coûts fixes des dépôts s'est imposée, plus particulièrement les coûts de manutention et de location afin confirmer cette supposition.

Les coûts des dépôts se répartissent en deux catégories à savoir les coûts variables et les coûts fixes. Les coûts variables sont par définition des coûts qui changent selon le niveau d'activité du dépôt ainsi ils dépendent des quantités réceptionnées et livrées par le dépôt. Les coûts variables des dépôts Lafarge sont respectivement le coût sortie usine c'est-à-dire le coût d'achat du ciment de l'usines, le coût des sac vides qui exprime le prix d'achat des sac vides utilisés pour remplacer les sac endommagés et enfin la TAP qui représente la taxe sur l'activité professionnelle et qui est de 1,4% du chiffre d'affaires pour les distributeurs. Quant aux coûts fixes, ils sont indépendants du niveau d'activité et ils doivent être assumés par le dépôt quelques soit son niveau d'activité. Ils sont constitués des salaires des employés, des frais de manutention correspondants au coût de sous-traitance du service de manutention, soit la sous-traitance de 8 manutentionnaires, 1 cariste, un magasinier et deux Clark, les frais de location du dépôt, les frais de gardiennage, les frais de location du véhicule et enfin les frais d'électricité, téléphone et d'autres charges. (Annexe 1.5)

La figure ci-dessous montre la part de chacun des coûts fixes relatifs aux dépôts du total des coûts fixes annuel relatif à chaque dépôt :

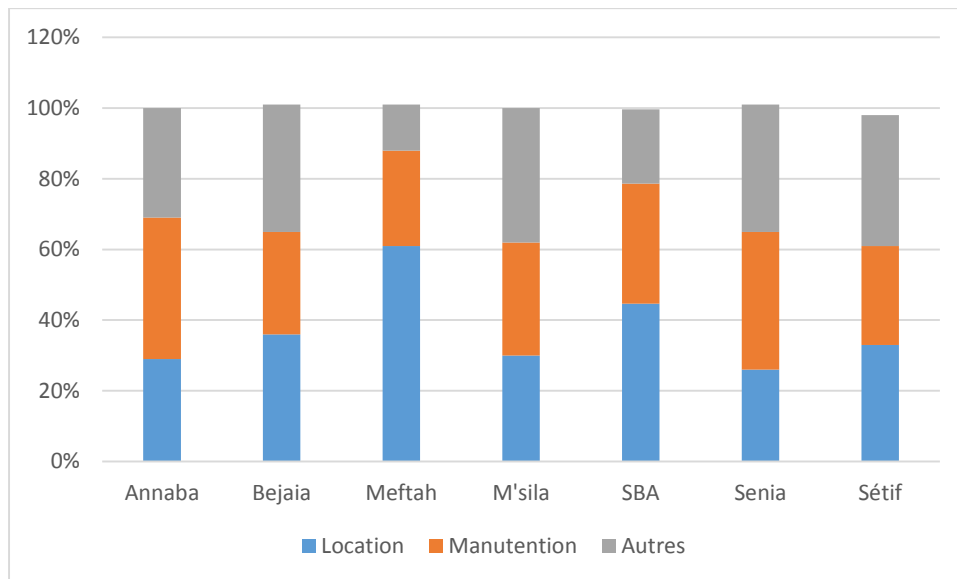


Figure 14: Pourcentage des coûts fixes

Le graphique précédent permet de constater que les coûts de manutention et de location constituent une grande part des coûts des dépôts soit plus de 60% des coûts fixes. Pour cela il est important de les analyser.

a. Analyse des coûts de location :

La surface des dépôts de Lafarge est répartie en 2 principales zones : une zone administrative et un magasin de stockage. Ce dernier est reparti en zone de stockage, zone de circulation des caristes et une zone de réception et expédition. Cette répartition est faite de manière à assurer une meilleure circulation des flux, optimiser les déplacements et surtout assurer la sécurité des manutentionnaires.

Cette répartition est illustrée dans la figure suivante :

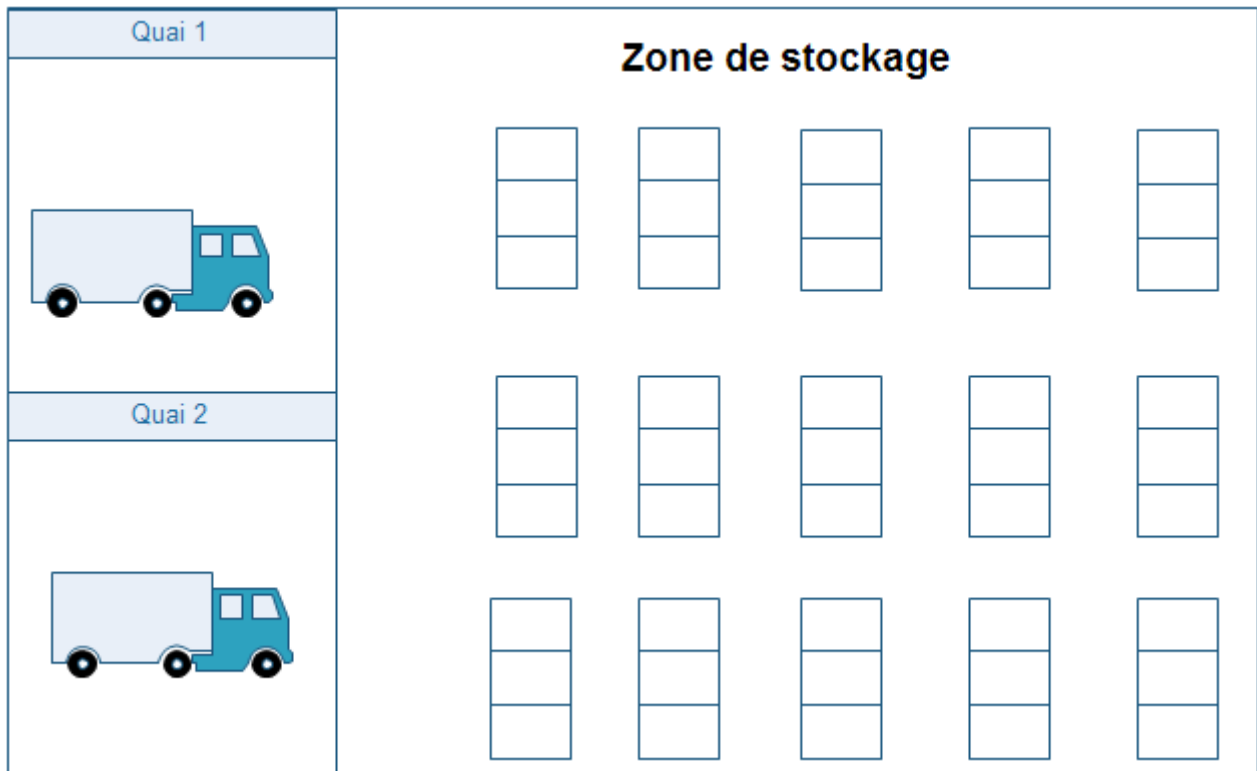


Figure 15: Schéma de la zone de stockage

Afin de confirmer la supposition d'un surdimensionnement du dépôt de Meftah et de voir si elle peut être généralisée pour le reste des dépôts, un calcul des taux d'occupation de la surface de stockage a été effectué.

La période considérée pour le calcul des taux d'occupation correspond au 1^{er} trimestre de l'an 2015 car cette période coïncide avec la basse saison où le niveau des stocks est le plus élevé.

Les taux d'occupation calculés sont le taux d'occupation journalier moyen, minimal et maximal. (Annexe 1.6)

$$\text{Taux d'occupation} = \frac{\text{Surface de stockage utilisée}}{\text{Surface totale de stockage}}$$

Les résultats de l'analyse sont présentés dans la figure 16 :

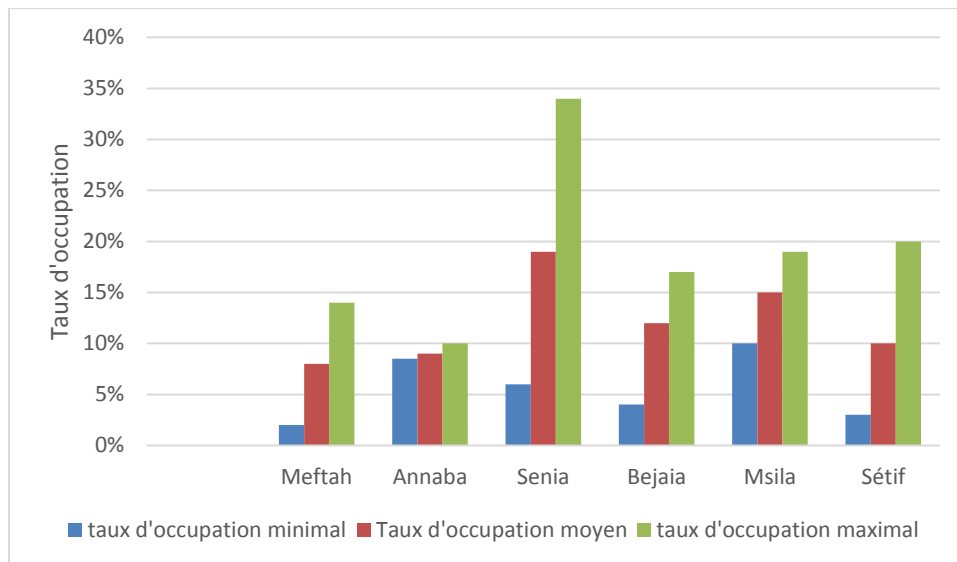


Figure 16: Taux d'occupation des dépôts

Nous remarquons que les taux d'occupation sont très faibles. En effet, le taux d'occupation moyen ne dépasse pas les 20% mais en plus le taux d'occupation maximal n'atteint même pas la moitié de la capacité totale.

Ainsi, nous concluons que plus de 60% de la zone de stockage dans tous les dépôts est inexploitée et par conséquent 60% des coûts de location ne constituent aucune valeur en retour.

Ces faibles taux d'occupation peuvent être justifiés par la nouvelle politique de distribution adoptée par les dépôts qui est la redirection des camions. En effet, afin de gagner en temps de déchargement et de stockage pour leur dépôts, et en temps de chargement et de coût de transport pour leurs clients, les chefs des dépôts ont opté pour une nouvelle politique de distribution qui consiste en la redirection des camions venant des usines directement vers les clients, sans les décharger lors de leur réception et les recharger lors de la livraison vers les clients. Ainsi, Dès l'arrivée du camion au dépôt, son chauffeur reçoit un ordre de livraison et les coordonnées relatives à la localisation du client à servir et se dirige directement vers ce client.

De ce fait, un calcul du taux de redirection des camions a été réalisé (Annexe 1.7), dans le but d'affiner notre analyse, par la formule suivante :

$$\text{Taux de redirection} = \text{Quantité redirigée} / \text{quantité réceptionnée}$$

Les résultats obtenus sont illustrés dans la figure suivante :

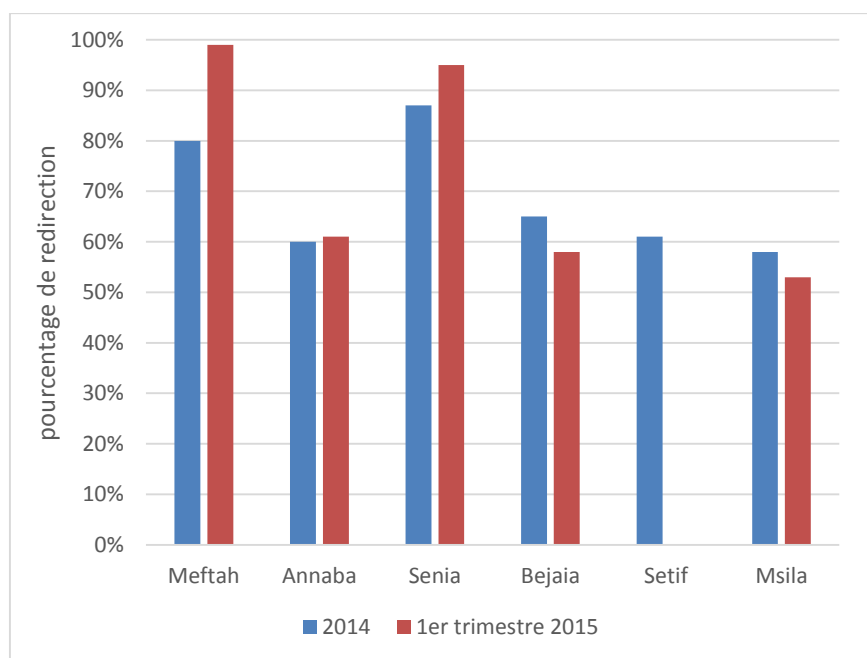


Figure 17: Taux de redirection des camions : 2014 et 1er trimestre 2015

À partir de ce graphe, nous constatons que depuis 2014 le taux de redirection dépasse les 50% pour tous les dépôts. Par conséquent, plus de 50% de la marchandise réceptionnée n'est pas stockée mais directement redirigée vers les clients ce qui explique le faible taux d'occupation constaté.

En conclusion, les faibles taux d'occupation des surfaces de stockage confirment la supposition de surdimensionnement des dépôts.

Sachant que le coût de location constitue plus de 30% des coûts fixes des dépôts (annexe 1.5) dont 60% constituent une surcharge, nous déduisons que 18% des coûts fixes ne constituent aucune valeur ajoutée en retour et contribuent au résultat négatif constaté.

b. Analyse des coûts de manutention

Le processus de manutention fait partie des processus journaliers des dépôts et consiste en le chargement et déchargement et stockage des produits. Pour les dépôts Lafarge, Il est assuré par 8 manutentionnaires qui effectuent les chargement/déchargement des camions et 1 cariste chargé de déplacer les palettes par le Clark.

Les dépôts reçoivent généralement des camions de 20 ou 40 tonnes. Le chargement (déchargement) de 20tonnes prend 1heure ainsi le chargement (déchargement) d'un camion de 20 tonnes prend 1heure et celui de 40 tonnes prend 2 heures.

Le déchargement(ou chargement) d'un camion nécessite l'intervention de 2 manutentionnaire et un cariste. L'un des manutentionnaires se trouve sur le camion, il décharge le camion et passe les

sacs du ciment au deuxième manutentionnaire (1) pour les mettre dans des palettes (ou reçoit les sacs du ciment pour les charger sur le camion) (2). Une fois qu'une palette est pleine (vide), un cariste vient la chercher (3) pour la déposer dans la zone de stockage(4).

La figure ci-dessous résume le processus de manutention :

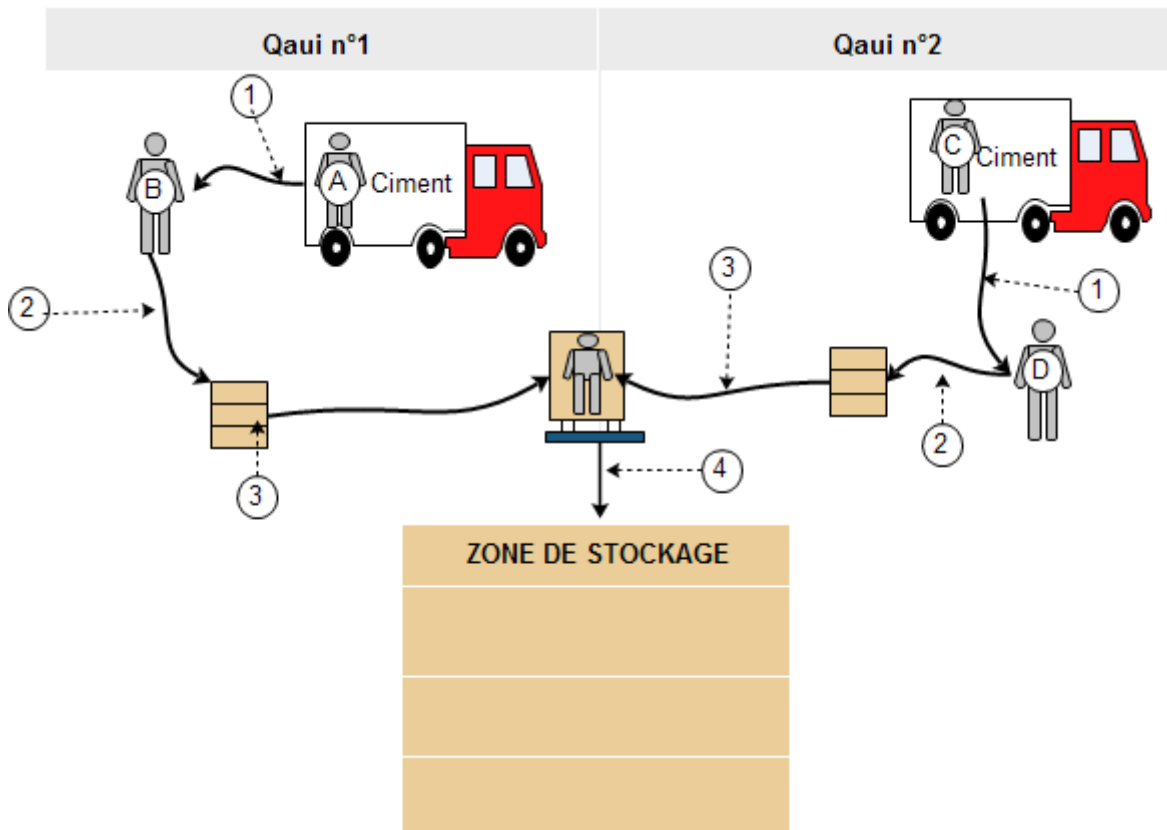


Figure 18: Processus de manutention

Sachant que chaque dépôt possède deux quais de déchargement (ou chargement) de marchandise et qu'un quai ne peut recevoir qu'un seul camion à la fois, la capacité de déchargement (chargement) dans un dépôt est limitée à deux camions à la fois. Ainsi, le nombre maximale de manutentionnaire qui travaille simultanément est de 4, soit deux équipes de deux personnes chacune. La sous-traitance de 8 manutentionnaires est justifiée, selon le manager des dépôts, par le besoin des manutentionnaires de se reposer après chaque opération. Cela dit, durant notre visite au dépôt de Meftah nous avons constaté que le dépôt ne recevait pas beaucoup de camions par conséquent la manutentionnaire sont la plus part du temps inactifs.

Le nombre de camions reçus par jours a d'autant plus diminué avec l'adoption de la politique de redirection des camions. Le tableau 6 montre le nombre max, moyen, minimum et le total de camion reçu par jour ainsi que le nombre de camions déchargés :

Tableau 5 : Nombre de camions reçus par jour

Dépôt	Annaba	Meftah	Oran
Nombre maximum de camions reçus par jour¹⁴	14	58	28
Nombre moyen de camions reçus par jour	1	17	7
Nombre minimum de camions reçus par jour	0	0	0
Nombre de camions reçus en 2014	108	5733	2414
Taux de camions redirigés	60%	80%	87%
Taux de camions déchargés	40%	20%	13%
Nombre maximum de camions déchargés par jour	6	12	4
Nombre moyen de camions déchargés par jour	0	3	1

Nous remarquons que pour le dépôt de MEFTAH (cas extrême), le nombre moyen de camions déchargés par jour est de 3camions.

Si nous supposons que ces trois camions arrivent au même temps, sachant que le dépôt possède deux quais donc il ne peut décharger que deux camions à la fois, nous aurons besoins de 3 équipes au maximum et cela dans le cas où nous supposons aussi qu'une équipe prend une pause après chaque déchargement. Nous concluons donc qu'il y'a un effectif couteux mais inexploité.

En conclusion à cette partie, le diagnostic du réseau de distribution nous a permis de constater qu'il est en situation de perte traduite par des résultats négatif, de connaître les causes internes et externes de ce problème et de déceler les pistes d'amélioration possible.

En nous basant sur ce diagnostic nous allons présenter notre problématique et l'approche de résolution adoptées dans le titre suivant.

2.3. Énoncé de la problématique

Pour faire face aux pratiques spéculatives qui dominent le marché du ciment et mettent en danger sa stabilité, Lafarge Algérie a créé son propre réseau de distribution pour se rapprocher du client final et lui assurer une meilleure disponibilité de ses produits aux prix convenables.

Cependant, l'activité de distribution n'est pas rentable. Cette situation est tout d'abord causée par la fixation de la marge plafond sur le ciment à 800DA/Tonnes¹⁵ avec laquelle Lafarge n'arrive même plus à atteindre leur seuil de rentabilité surtout que les coûts de transport uniquement représentent plus de 40% de cette marge. De plus, en raison de l'incapacité de la production locale à

¹⁴ Il faut noter que ces valeurs ont été constatées une seule fois.

¹⁵ 800DA/Tonne pour la distribution en gros et 1200DA/Tonne pour la distribution en détail

répondre à toute la demande nationale, les importateurs du ciment ont pu s'imposer et acquérir un quart du marché devenant ainsi une menace pour Lafarge et une cause principale des diminutions de ses ventes. Par ailleurs, la surestimation de la taille et de l'effectif nécessaires a conduit à des surcoûts considérables en location et en manutention.

Tous ces facteurs laissent Lafarge incapable de rentabiliser son activité de distribution.

Face à ce problème, Lafarge se trouve confrontée à deux questions majeures :

- Est-t-il possible d'assurer une meilleure rentabilité de l'activité de distribution ?
- Si oui, quelles en sont les axes d'amélioration ? Sinon, doit-elle abandonner cette activité ?

Les analyses précédentes nous ont permis de constater que les causes de la mauvaise rentabilité sont des facteurs externes et internes. Ainsi, l'amélioration de la rentabilité des dépôts est possible selon deux pistes :

Une optimisation du réseau actuel qui consiste en :

- La réduction des coûts fixes notamment les coûts de location et de manutention par la réévaluation des besoins des dépôts en termes de capacité de stockage et d'effectif
- L'augmentation des revenus par l'augmentation des ventes et la proposition de services payants.

L'optimisation des coûts de transport basée sur une reconfiguration du réseau de distribution.

CONCLUSION

Ce chapitre a mis en évidence, d'une part, l'évolution considérable de la demande et de la production et les spécificités du marché national en particulier la spéculation, Ainsi que les caractéristiques de l'industrie cimentière. D'autres parts, la présentation d'un acteur majeur dans Le secteur cimentier, le groupe Lafarge en particulier Lafarge Algérie.

De plus, l'audit réalisé nous a permis de cerner, avec un certain niveau de détail, le fonctionnement de Lafarge logistique, d'évaluer sa performance, de déceler ses dysfonctionnements, en particulier celle de l'activité de distribution, et d'identifier les causes et les axes d'amélioration possibles qui consistent en une optimisation interne ainsi qu'une reconfiguration du réseau actuel.

Étant donné que le problème se pose à deux niveaux, socio-organisationnel traduit par un manque de coordination entre les différents départements et au niveau technique relatif à l'optimisation du réseau de distribution. Une revue de littérature sera présentée dans le chapitre suivant sur l'importance de la coordination inter-fonctionnelle dans le supply Chain Management et la conception des réseaux de distribution.

CHAPITRE 2
ETAT DE L'ART

INTRODUCTION

Ce chapitre vient expliquer les notions et les modèles utilisés dans le cadre de la résolution de notre problématique.

Le processus de distribution est un processus clé dans la SC. Par conséquent, la conception des réseaux de distribution est une décision stratégique pour toute entreprise qui requiert une vision globale et une implication générale qui ne peut se réaliser sans assurer une coordination inter-fonctionnelle. De plus, étant une décision complexe, la conception des réseaux logistique suscite l'intérêt de plusieurs scientifiques et professionnels et donc la connaissance des travaux traitants cette problématique s'avère importante.

Pour cela, la première section sera consacrée à la définition du cadre générale de notre étude soit la Supply Chain et son Management où nous nous focaliserons sur l'importance de la coordination inter-fonctionnelle dans le processus de décision pour assurer une meilleure performance.

Dans la deuxième section, nous traiterons les aspects relatifs à notre problématique à savoir la conception des réseaux de distribution où nous allons dans un premier temps définir le processus de distribution. Ensuite, aborder l'une des décisions stratégiques dans la conception des réseaux de distribution, qui est la décision de localisation où nous allons analyser les facteurs de localisation et synthétiser les différents modèles de localisation existants.

SECTION1 : SUPPLY CHAIN ET SUPPLY CHAIN MANAGEMENT

Cette première section sera consacrée à la définition du cadre générale de notre étude, soit la Supply Chain et son Management, ses macro processus et les différents types et niveaux des décisions qu'il intègre. Ensuite, nous nous focaliserons sur l'importance de la coordination inter-fonctionnelle dans le processus de décision pour assurer une meilleure performance.

1.1 Définition de la Supply Chain : Approche réticulaire et structurelle

La SC a été appréhendée à partir de plusieurs perspectives : processuelle et fonctionnelle, stratégique, réticulaire et structurelle, systémique et enfin relationnelle (Zouaghi, 2013). Notre problématique concerne la conception des réseaux logistique plus particulièrement le réseau de distribution. Pour cela, nous nous intéressons à la SC autant que réseau ainsi nous allons adopter la perspective réticulaire et structurelle où (Arshinder et al. 2008) reconnaissent que « *les Supply*

Chains sont généralement complexes et se caractérisent par de nombreuses activités réparties sur de multiples fonctions et organisations qui dressent des défis intéressants pour la coordination SC efficace. Pour relever ces défis, les membres de la SC doivent travailler pour un système unifié et coordonner les uns avec les autres.». Aussi, (Eriksson, et al., 2006) définissent une supply Chain comme étant « un réseau d'installations de production et de distribution (nœuds), impliquant généralement de multiples organisations, qui assurent la fonction de transformation des ressources d'entrée (fournitures) en produits finis et services offerts aux consommateurs.». En plus, (Sanders, et al., 2012) définit la SC comme un «réseau de toutes les entités impliquées dans la production et la livraison d'un produit fini au client final. Cela comprend l'approvisionnement en matières premières et des pièces, la fabrication, la production et l'assemblage des produits, le stockage de marchandises dans les entrepôts, la saisie des commandes et leur suivi, la distribution et la livraison au client final.».

A partir de ces définitions nous pouvons dire que cette perspective nous permet de considérer la Supply Chain comme étant une structure (réseau) complexe constituée d'entités (nœud) allant du premier fournisseur jusqu'au client final, d'activité et de fonctions liées par des flux physiques, informationnels et financiers et nécessitent d'être coordonnées pour assurer une meilleure performance globale.

Ainsi, la Supply Chain correspond donc à une vision globale des flux (et processus) logistiques en amont, en interne et en aval de l'entreprise.

Pour caractériser la structure physique d'une chaîne logistique, nous ferons appel au modèle de Lambert et Cooper (2000) qui propose une structuration tridimensionnelle d'un réseau logistique (Figure ci-après).

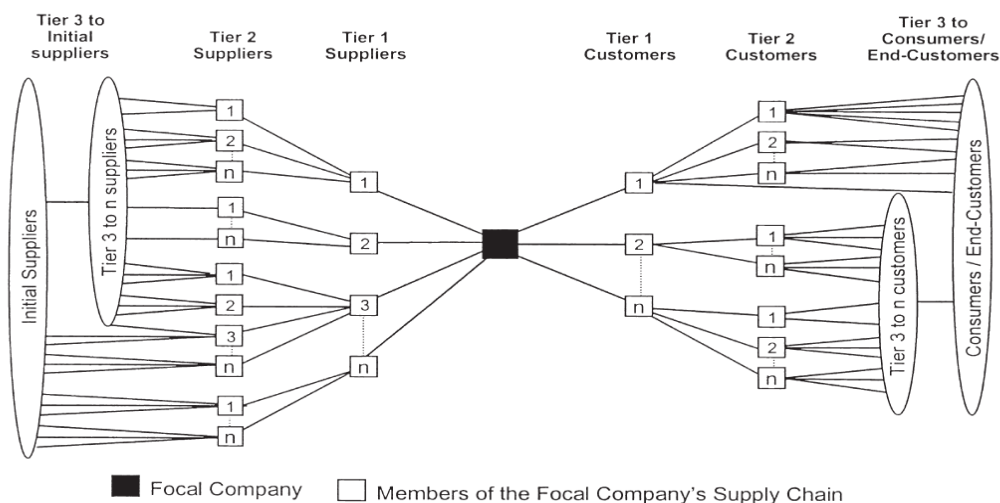


Figure 19: structure d'une supply Chain (Lambert et Cooper, 2000)

La dimension horizontale fait référence au nombre de niveaux (tiers) existant le long de la chaîne. La dimension verticale fait référence au nombre de fournisseurs ou clients à chaque niveau de la Supply Chain, qui peut ainsi être plus ou moins large. Enfin, la troisième dimension fait référence à la position qu'occupe une entreprise dans la chaîne, cette position se situant plus ou moins proche du client final (Lambert et Cooper, 2000).

1.2. Supply Chain Management

Etant donné la complexité de la Supply Chain, le management de cette dernière est une tâche qui peut s'avérer difficile et complexe. Le Council of Supply Chain Management Professionals-CSCMP (2010, p.180) explique que le SCM « Englobe la planification et la gestion de toutes les activités impliquées dans le sourcing et l'approvisionnement, la conversion, et toutes les activités de gestion logistique. **Surtout**, elle comprend également la coordination et la collaboration avec les partenaires du canal, qui peuvent être les fournisseurs, les intermédiaires, les tiers fournisseurs de services et les clients. Principalement, le SCM intègre la gestion de l'offre et de la demande au sein et entre les entreprises. Le SCM est une fonction d'intégration avec comme responsabilité principale **relier des fonctions et des processus d'affaires importants au sein et entre les entreprises dans un modèle d'affaires cohérent et hautement performant**. Il comprend toutes les activités de gestion logistique notées ci-dessus, ainsi que les opérations de fabrication, et il **entraîne la coordination des processus et des activités** avec et à travers le marketing, les ventes, la conception des produits, les finances et les technologies de l'information». Aussi Lambert (2006) explique que «*le Supply Chain management réussi nécessite l'intégration inter fonctionnelle des processus clé au sein de l'entreprise et à travers le réseau des entreprises qui constituent la Supply Chain* ».

En outre, Mentzer (2004, p.22) définit le SCM comme étant « *la coordination systémique et stratégique des fonctions traditionnelles de gestion au sein d'une entreprise en particulier et à travers les entreprises au sein de la SC, afin d'améliorer la performance à long terme des entreprises individuelles et la SC dans son ensemble.*»

Ainsi, le supply Chain management est la gestion globale de toutes les activités et processus impliqués dans l'écoulement du produit ou service allant de l'amont jusqu'à l'aval de la chaîne logistique. Visant la maximisation de la valeur globale de cette dernière, il implique principalement la coordination et l'alignement des objectifs et des décisions inter et intra organisationnelles.

1.2.1. Les décisions relatives au management de la Supply Chain

Le management de la chaîne logistique s'opère à travers la mise en œuvre d'actions et de décisions qui peuvent être vues sous trois angles différents : leur niveau, leur type et le processus concerné (voir figure 2)

Les niveaux de décision

Il existe trois différents niveaux de décision qui se différencient principalement par l'horizon de temps considéré (décision à court, moyen ou long terme), le niveau d'agrégation (atelier, usine ou au l'ensemble de l'entreprise) et le niveau de responsabilité : (décision prise par un exécutant, par un cadre supérieur ou par la direction générale).

Le premier niveau est le niveau stratégique, appelé également strategic management ou planning, il englobe les décisions qui concernent l'ensemble de l'entreprise et l'engagent à long terme. Les décisions à ce niveau sont prise par la direction générale et engage l'entreprise sur le long terme. Le second niveau est le niveau tactique, il concerne une entité de l'entreprise (un atelier de production) et englobe les décisions à moyen terme qui sont prises par les encadrements supérieurs. En fin le dernier niveau est le niveau opérationnel qui englobe les décisions relatives au fonctionnement au quotidien de la chaîne qui sont confiées aux exécutants. Elles engagent l'entreprise à court terme.

Types de décision

Quel que soit son niveau, ces actions décisionnelles concernent principalement soit la conception du réseau logistique ou l'organisation et la planification de ses activités :

Quel que soit son niveau, ces actions décisionnelles concernent principalement soit l'organisation et la planification du réseau logistique ou sa conception.

La planification d'un réseau logistique consiste en l'optimisation de ses activités à savoir les activités d'approvisionnement, de production et de distribution des produits dans l'objectifs d'optimiser les ressources utilisées et de satisfaire la demande des clients dans les meilleures conditions. La conception du réseau logistique quant à elle, vise à assurer un bon écoulement des flux de matière du fournisseur aux usines, aux entrepôts et enfin client final. Elle consiste en la détermination de la structure de la chaine logistique par la détermination du nombre et de la localisation des différents sites de l'entreprise (usines, centre de distribution, entrepôts...), l'allocation des clients aux centre de distribution et de ces derniers aux usines ainsi que le choix de

la meilleure structure de connexions reliant ces sites. Cette conception doit se faire de manière à optimiser les investissements engagés et satisfaire les clients finaux, dans le respect de plusieurs contraintes économique, sociale, politique, environnemental, etc.

Les macro-processus du Supply Chain Management

Les décisions de l'entreprise sont principalement associées à l'un des 4 macro-processus du Supply Chain Management à savoir le processus d'achats et d'approvisionnement, processus de production, processus de distribution et enfin le processus de ventes.

Le premier processus qui est le processus d'achat et d'approvisionnement se concentre sur la fourniture de tous les composants nécessaires à la fabrication. Ensuite, vient le processus de production qui est au cœur de la Supply Chain, il concerne l'ensemble des activités permettant la transformation des matières premières en produit fini. Le troisième processus concerne la distribution et le stockage, il constitue le processus intermédiaire permettant l'acheminement des produits finis de la production jusqu'au point de demande (Ce processus sera vu en détail dans la section suivante). En fin, le dernier processus de la chaîne est le processus de vente qui intègre l'ensemble des opérations de traitement de commande et de définition de la demande prévisionnelle

La figure ci-après synthétise les différents types et niveau de décision dans chacun des macros processus du Supply Chain Management :

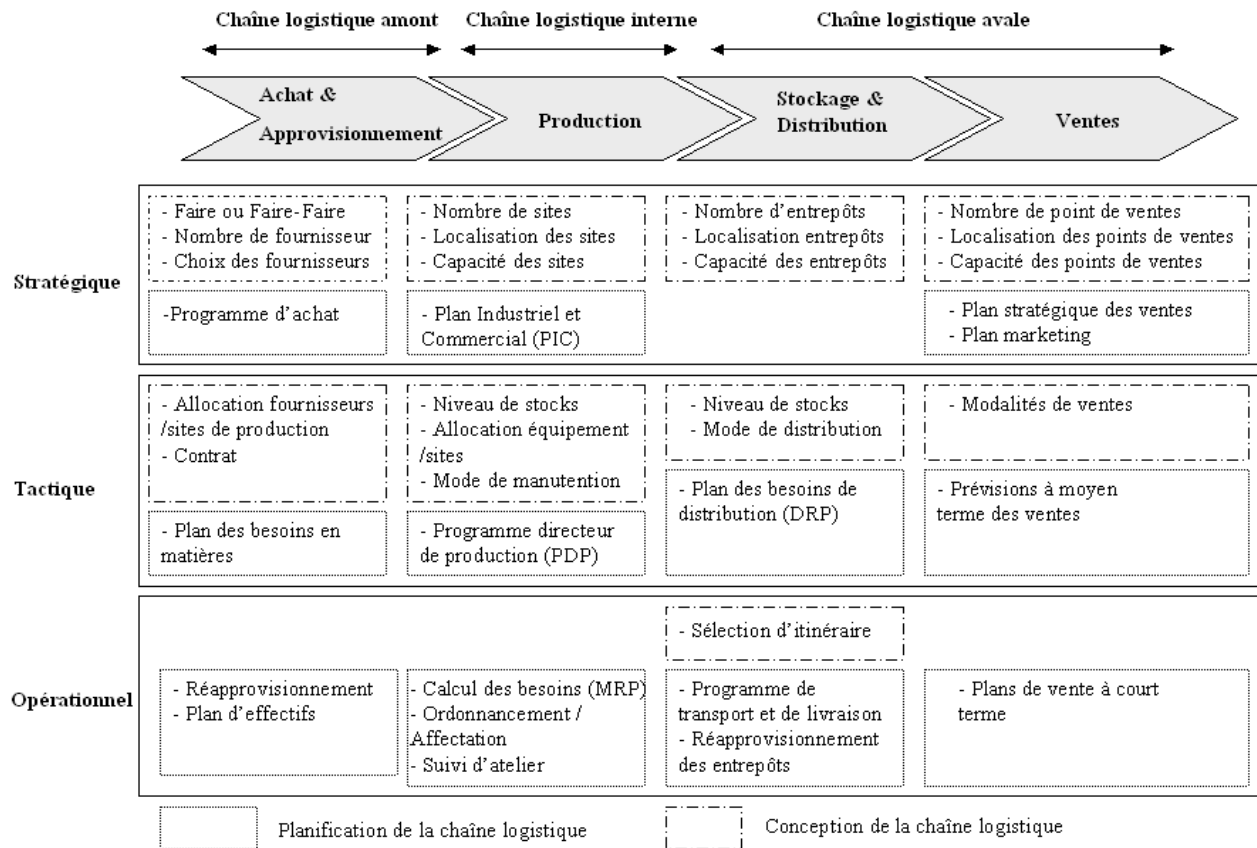


Figure 20: Les décisions de gestion de la chaîne logistique, (Stadtler, 2000)

1.2.2. Importance de l'intégration de la coordination inter-fonctionnelle dans le processus décisionnel

L'idée principale du SCM indique que l'optimum globale n'est pas obtenu en sommant des optimums locaux mais à travers la coordination entre acteurs qui ont parfois des intérêts divergents. En d'autres termes, pour atteindre la performance globale visée par le SCM, quel que soit le niveau, le type ou le processus concerné par la décision à prendre, l'intégration de la collaboration inter fonctionnelle est une condition primordiale.

La figure ci-dessous montre que chaque micro processus de SCM implique différentes fonctions de l'entreprise, chacune joue un rôle spécifique. Ainsi, La réussite des processus dépend du degré de coordination entre ces différentes fonctions.

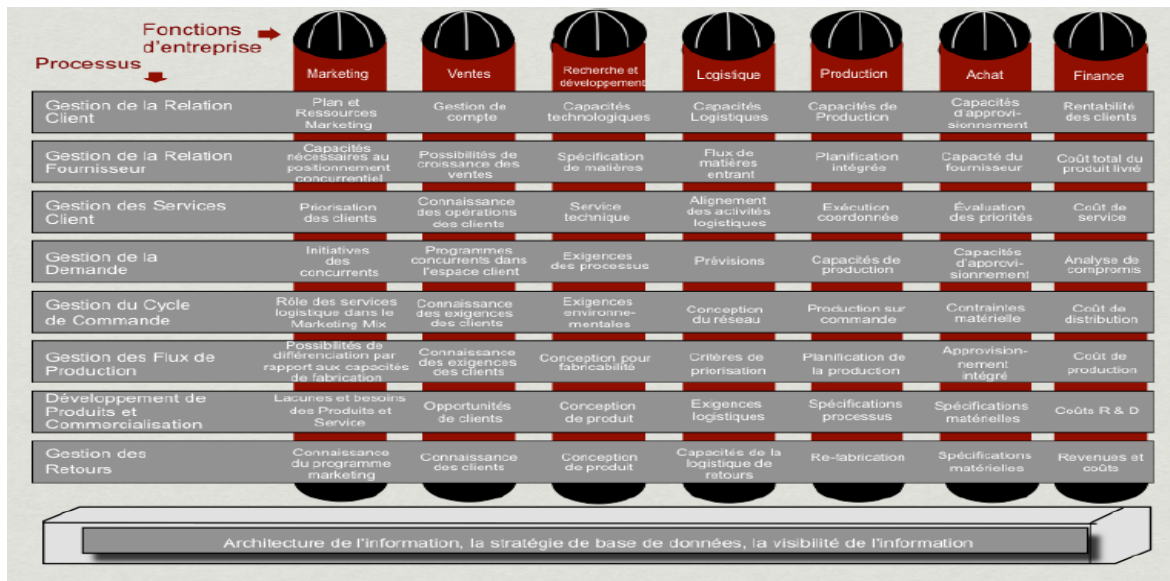


Figure 21: Micro processus du Supply Chain Management (Lambert, 2008, p 150.)

La collaboration inter-fonctionnelle implique la cohérence et l'alignement des stratégies fonctionnelles, comme expliqué par (Ellinger, 2000), qui souligne que « le succès des entreprises dans un environnement compétitif dépend du degré de capacité d'intégration au-delà des limites fonctionnelles classiques afin d'offrir un meilleur service aux clients. Cette collaboration inter-fonctionnelle joue un rôle très important pour la survie de l'entreprise dans un environnement de plus en plus compétitif. Par conséquent, l'entreprise doit concentrer ses efforts sur l'intégration de la coordination inter fonctionnelle dans ses processus de décision en créant des équipes multifonctionnelle dont les membres apportent leur expertise fonctionnelle et veillent à ce que les décisions prise soient meilleures pour toute l'entreprise. Ceci dit, travailler en équipes inter-fonctionnelles peut s'avérer une tâche très difficile à réaliser car comme expliquer par (Ellinger,2006) « *La collaboration inter fonctionnelle implique principalement des processus informels fondés sur la confiance, la transparence, le respect mutuel et le partage de l'information, ainsi que la propriété commune des décisions, et la responsabilité collective pour les résultats...La collaboration est basée sur la coopération (volonté), plutôt que sur la conformité (obligation). Son succès est subordonné à la capacité des individus appartenant à des départements interdépendants à construire des relations significatives* ». Ainsi, la direction doit s'engager dans cette vision et encourage le travail en équipe afin d'assurer l'intégration de la coordination inter fonctionnelle nécessaire à la réalisation de la performance globale.

Dans cette section, nous avons pu définir dans une première partie, le cadre général de notre projet à savoir, la chaîne logistique et son management qui s'opère à travers la mise en œuvre de décisions de différents niveaux (stratégique, tactique et opérationnelle) et de différents types (planification ou conception). Aussi, nous avons vu l'importance de l'intégration de la coordination inter fonctionnelle qui implique la communication et la collaboration entre les différents acteurs pour garantir la performance globale recherchée par le supply Chain management.

La section suivante sera consacrée à l'étude du processus de distribution et la décision de conception de son réseau.

SECTION 2 : RESEAUX DE DISTRIBUTION - PRESENTATION ET MODELES DE CONCEPTION

La conception d'une SC est une tâche qui peut être difficile. Pour cela, on ne s'intéresse généralement qu'à la conception d'une partie de la Supply Chain

Dans notre cas, nous nous intéressons à la conception de la partie aval de la supply Chain à savoir le réseau de distribution qui regroupe essentiellement la configuration des centres de distribution (types de centres de distribution à utiliser), leur localisation, la définition de la politique de transport, l'affectation des clients aux centres de distribution et l'allocation des articles aux centres de distribution et aux clients.

Ceci-dit, la conception d'un réseau logistique nécessite d'abord l'identification des caractéristiques et composants de ce dernier. Pour cela, avant d'entamer les modèles de conception des réseaux de distribution, nous allons d'abord définir qu'est-ce qu'un réseau de distribution et ses principales caractéristiques.

2.1. La distribution

La distribution concerne l'ensemble des moyens et opérations qui permettent l'écoulement de la production vers les lieux de consommation. Elle englobe toutes les activités situées en aval du système de production et comprend les opérations de traitement de commande, de manutention, d'emballage, d'entreposage, de gestion des stocks et de transport.

L'objectif de cette activité est multiple : assurer au moindre coût un niveau de service de plus en plus élevé, avec des délais de plus en plus courts.

Dans cette partie, nous verrons la définition d'un réseau de distribution et ses différentes structures. Ensuite, nous aborderons les caractéristiques d'un centre de distribution notamment, les zones d'un entrepôt, les opérations d'entreposage.

2.1.1. Réseau de distribution

Un réseau de distribution est constitué d'un ensemble d'entité intervenant dans l'acheminement des produits depuis la production jusqu'au point de consommation. Autrement dit, un réseau de distribution est constitué d'un ensemble d'intermédiaires – grossistes ou détaillants – entre la production et les points de demande, permettant la commercialisation d'un bien.

- Structure verticale d'un réseau de distribution

Il existe quatre types de structures possibles (Figure 22) :

- La livraison directe : qui s'effectue sans rupture de charge (sans intermédiaire) à partir des stocks des usines jusqu'au client final
- Les systèmes à un étage : Ces systèmes se rencontrent sous la forme de deux variantes :
 - *Un entrepôt central pour un pays* : Celui-ci reçoit les productions des usines, gère un stock, prépare les commandes et réalise le transport terminal
 - *Un réseau de dépôts locaux* : Ces dépôts jouent le même rôle que l'entrepôt central mais seulement pour la région qu'ils desservent.
- Les systèmes à deux étages : Dans ce type de système, un niveau supplémentaire est introduit et cela selon deux façons :
 - *Un entrepôt central et un réseau de dépôt locaux* : Les usines approvisionnent l'entrepôt central qui approvisionne à son tour les dépôts locaux qui conservent des stocks et livrent les clients.
 - *Un entrepôt central et un réseau de plateformes de distribution ou d'éclatement* : les usines approvisionnent l'entrepôt centrale où va s'effectuer la préparation des commandes des clients ; les marchandises sont ensuite acheminées jusqu'aux plateformes régionales où, après déchargement sur un quai puis rechargement sur des véhicules, elles parviennent aux destinataires par des tournées locales de livraison .Ces plateformes ne disposent donc pas de stocks

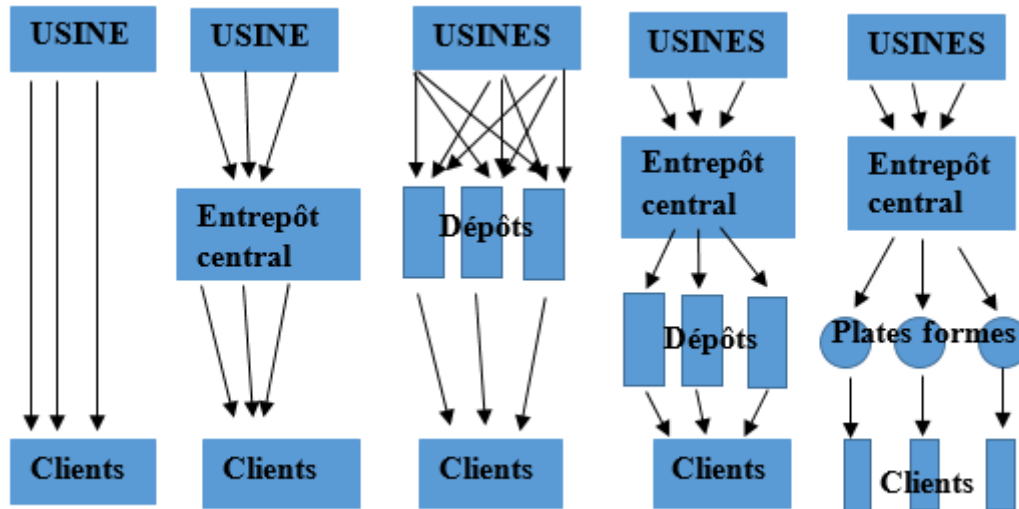


Figure 22: Diverses structures de réseau de distribution

2.1.2. Centre ou entrepôt de distribution

Considéré comme un espace de stockage intermédiaire entre le producteur et le client final, le centre de distribution dispose d'un rôle triple au niveau de la chaîne logistique. Il concerne généralement la réception, le stockage et l'expédition des produits finis.

L'existence d'entrepôt en aval se justifie par plusieurs raisons : Besoin de se protéger contre les aléas tels que les arrêts de fabrication, réduction des délais de livraison, regroupement de produits en provenance de fournisseurs différents, etc.

i) Les parties ou zones de l'entrepôt

L'entrepôt est généralement composé des différentes zones suivantes :

Zone administrative, équipée d'un terminal informatique et d'un classeur des divers documents liés à l'activité du magasin ;

Zone de stockage ou **aire de stockage** : C'est l'espace réservé au stockage des articles. Elle se caractérise par :

- la présence des allées de circulation dimensionnées de manière à faciliter les déplacements des personnes et des engins de manutention ;
- La présence des rayonnages dont les dimensions sont adaptées au conditionnement ou à l'emballage des produits stockés ;

- La nomination et l'étiquetage des emplacements ou des adresses de stockage ;
- Un sol dense, spécialement adapté pour supporter des charges élevés, et traité pour résister aux facteurs chimiques et calorifiques découlant des produits stockés ;
- Une signalisation horizontale (marquages de sécurité au sol) et verticale (marquage de sécurité sur les murs, panneaux ...).

Zone de réception et de contrôle d'entrée des marchandises, constituée principalement d'un quai de chargement destiné à recevoir les véhicules de transport et d'une zone de contrôle et de réception intermédiaire entre le quai et la zone de stockage.

Zone de sortie réservée à la préparation, à l'expédition des commandes aux clients;

Et une salle utilisée pour le rangement des produits et matériels d'entretien du magasin, ainsi que les équipements de manutention

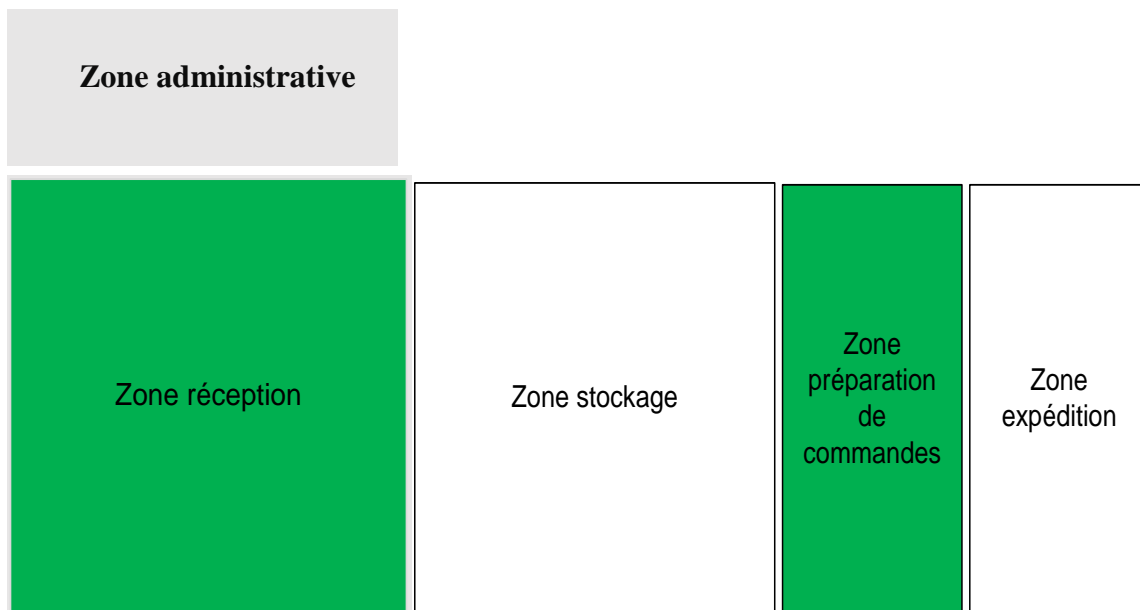


Figure 23: Zones d'un entrepôt

ii) Circuit des produits dans un entrepôt de distribution

Dès son arrivée dans l'entrepôt, la marchandise est réceptionnée selon le processus suivant :

- Déchargement du camion ou du wagon au moyen d'un chariot élévateur pour les produits provenant de fournisseurs extérieurs ou d'usines éloignées,
- Contrôle de conformité quantitative ;
- Détermination de l'emplacement où elle va être stockée,

- Transfert jusqu'au stock de réserve, le plus souvent par chariot élévateur ou par un système automatique comme un transstockeur,
- Déclaration de l'entrée en stock dans le système informatique.

Ensuite, la marchandise va séjourner en stock de quelques jours à quelques semaines. Parallèlement les expéditions vont s'effectuer selon la demande des clients de la manière suivante :

- Préparation des commandes,
- Contrôle, emballage, Manutention jusqu'au quai et chargement de l'engin de manutention ou du véhicule de livraison.

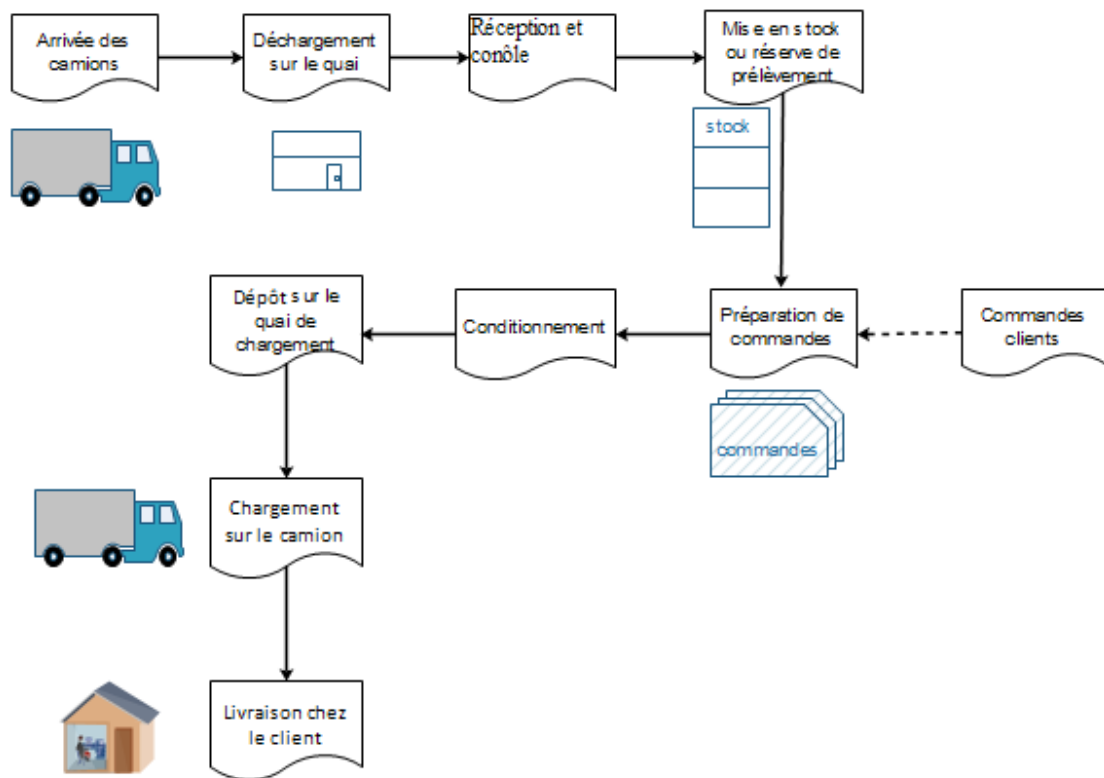


Figure 24: Circuit d'un produit dans un entrepôt

2.2. Conception des réseaux de distribution ou modèles de distribution

La distribution constitue un levier important de la SC. Par conséquent, la conception du réseau de distribution est l'un des problèmes de base de la stratégie logistique. L'entreprise doit définir la structure de son réseau de distribution à savoir le nombre de niveaux (entrepôt central, dépôt, plate-

forme), le nombre d'établissements à chaque niveau, leur localisation et leur capacité, ainsi que leur degré d'automatisation et d'informatisation (BAGLIN, et al., 2001).

La décision de localisation constitue la décision la plus critique et la plus contraignante lors de la conception d'un réseau logistique car de bonnes décisions de localisation contribuent fortement à l'obtention d'une meilleure performance. Par contre, une mauvaise décision de localisation peut s'avérer très coûteuse car elle va nécessiter la fermeture et le déplacement des installations localisées d'une manière sous optimale, ce qui va engendrer des investissements supplémentaires. Par conséquent, la décision de localisation est une décision stratégique qui a un impact à long terme sur la performance de la chaîne logistique. (Voir figure2).

Cette décision est le résultat d'un compromis entre un certain nombre de facteurs appelés les facteurs de localisation qui seront présentés dans le titre suivant :

2.2.1. Facteurs de localisation

Un facteur de localisation est tout élément quantitatif ou qualitatif susceptible d'influencer la décision de localisation. Il peut intervenir à diverses étapes du processus de décision de localisation, notamment lors de la sélection des sites potentiels, de la comparaison des alternatives ou du choix final.

L'importance et l'influence d'un facteur varient d'une situation à une autre, un même facteur peut être de grande importance dans une situation et négligeable dans une autre. Aussi, il peut être un facteur d'attractivité comme il peut être un facteur de répulsion.

Comme expliqué par (MERENNE-SCHOUMAKER, 2003) : « *On choisit ce qui convient le mieux à partir de ce que l'on veut et en fonction de ce qui est disponible* », Toute décision de localisation est la résultante de deux grands types de facteurs qui sont les caractéristiques des entreprises et les caractéristiques du territoire.

Les facteurs liés à l'entreprise :

Le choix de localisation diffère d'une entreprise à une autre en fonction des caractéristiques propres de cette dernière. Les principaux facteurs de localisation pour cette partie sont liés au secteur d'activité et la stratégie de l'entreprise, la nature de l'opération de localisation et enfin la taille et la fonction de l'établissement à localiser.

- Les secteurs d'activité et la stratégie de l'entreprise :

La décision de localisation d'une entreprise dépend fortement du secteur d'activité de cette dernière. Ainsi, Il est difficile d'établir des facteurs de localisation généraux pour tous les secteurs. Par exemple, les facteurs de localisation des industries lourdes (comme l'industrie cimentière) diffèrent largement de celles des industries de haute technologie. Les premières seront très influencées par la limitation des coûts de transports alors que les secondes s'attacheront à se situer à proximité d'une main d'œuvre qualifiée, des centres de recherches universitaires, etc. Les facteurs de localisation varient également selon la stratégie de l'entreprise. Ainsi la décision de localisation d'une entreprise qui est à la recherche de ressources naturelles sera fortement influencée par l'accès à ces ressources. Par contre, si elle est à la recherche d'efficacité, elle sera influencée par d'autres facteurs notamment la qualité de la main d'œuvre et les réglementations.

- **La taille et la fonction de l'établissement à localiser :**

Des caractéristiques telles que la taille et la fonction de l'établissement influent fortement la décision de localisation. En effet, plus la taille est importante et plus le nombre de sites d'implantation potentiels diminue. Car, il est difficile de trouver des terrains vastes et bien situés. De plus, la main d'œuvre et les moyens de communication adéquats doivent être disponibles dans le site choisi. De plus, la localisation diffère selon l'activité ou la fonction de l'établissement qui peut être soit une activité de production, de service ou une activité logistique. Les activités de production, notamment celles qui exigent peu de personnel qualifié, cherchent les régions où la disponibilité, la réputation et le faible coût de la main d'œuvre sont plus attractifs. A l'opposé, Les activités de service ont généralement besoin d'un environnement urbain de qualité et cherchent à se localiser à proximité des grands centres urbains. Enfin, les facteurs de localisation des activités logistiques selon Mérenne-Schoumaker (2007) sont : les besoins en espace, l'accessibilité et le coût de transport, l'accès au marché, la main d'œuvre, le coût d'implantation, la proximité des facteurs de production, l'environnement juridique et politique (politique fiscale, *etc.*), les facteurs relevant du design de la chaîne logistique (modèles de pilotage des flux, nature des produits, *etc.*) et les externalités.

- **La nature de l'opération de localisation**

La nature de l'opération de localisation est le type de situation qui a conduit à la décision d'une nouvelle implantation. Trois situations peuvent être envisagées : la création, l'extension ou le transfert d'une activité ou d'une unité existante. Cela peut concerner l'ensemble de l'entreprise ou une activité bien déterminée. Dans le cas d'une extension, les entreprises peuvent chercher à

minimiser la distance entre l'ancien et le nouvel établissement, pour permettre l'écoulement des matières premières et des produits et la facilitation de la communication. Dans le cas d'un transfert, différents facteurs peuvent être pris en considération notamment la localisation de la clientèle, la main-d'œuvre, etc.

i) Les facteurs liés aux territoires : facteurs globaux et locaux

Le choix d'une localisation se pose souvent à des niveaux spatiaux différents : un niveau international (les grands espaces économiques et les pays) et le niveau national (les régions, les localités et les terrains). Dans notre projet, nous traitons un problème de localisation dans le territoire national, ainsi nous nous intéressons aux facteurs de localisation au niveau national qui est caractérisé principalement par les facteurs suivants : la situation géographique, le marché, l'accessibilité et le coût de transport, la main-d'œuvre et l'environnement économique, humain et politique.

- **La situation géographique**

La situation géographique désigne la position relative d'une région par rapport à d'autres lieux ou d'autres phénomènes localisés (les marchés, les ports, les voies de communication et les réservoirs de mains d'œuvre). Elle est évaluée selon plusieurs éléments comme la polarisation des activités, des trafics, des populations, etc.

- **Le marché :**

Le choix d'une nouvelle localisation est, en effet, souvent déterminé par la recherche d'un accès aisé au marché et par la volonté de conquérir des marchés nouveaux,

- **L'accessibilité et le coût de transport :**

L'accessibilité désigne l'ensemble des facteurs permettant le mouvement (rapide et à moindre coût) des personnes et l'échange des biens, des services et des informations. Ainsi l'accessibilité d'une zone géographique s'exprime par deux principaux facteurs à savoir le transport et la communication.

Concernant le transport, ce dernier est l'un des facteurs les plus importants pour beaucoup d'entreprises qui cherchent de plus en plus à minimiser ses coûts (et donc sa part dans le prix de revient) et deviennent très exigeantes en termes de qualité des infrastructures et de l'organisation des déplacements de leurs marchandises et du personnel. Pour la communication, les entreprises

sont très influencées par la qualité des services de télécommunications et sont attirées par les régions où les réseaux sont abondants et de qualité.

- ***La main-d'œuvre***

Ce facteur est évalué selon quatre aspects différents qui sont la disponibilité de la main d'œuvre dans les zones d'implantation, la qualification qui désigne le niveau de formation exigé, la réputation qui est appréciée qualitativement selon plusieurs éléments tel que la régularité, la rapidité (de formation et de travail), l'efficacité et la stabilité. Et enfin le coût qui cependant être pondéré par la productivité.

- **L'environnement économique :**

Le choix d'une localisation d'une entreprise peut être influencé par l'environnement économique qui s'exprime par la présence d'un climat économique adéquat et la proximité avec d'autres entreprises. Le climat économique désigne les attitudes des autorités et des communautés vis-à-vis des activités nouvelles. Concernant la proximité des firmes, elle permet de créer un milieu dynamique et des effets d'entraînement (incitation à la modernisation et à l'innovation). C'est l'objectif recherché par la création des pépinières d'entreprises. De plus, cela permet aussi de générer des économies d'agglomération composées d'une part, par des économies de localisation résultantes de l'agglomération d'activités similaires ou voisines permettant la spécialisation et la complémentarité, la diversité des services et la disponibilité de main d'œuvre qualifiée. Et d'autre part, d'économies d'urbanisation liées à la diversité sectorielle qui assure la disponibilité des infrastructures, la diversité des services, la multiplicité des contacts et l'existence d'un marché vaste.

- **Les préoccupations et les contraintes de l'environnement :**

La sensibilisation croissante à la protection de l'environnement, les politiques d'aménagement du territoire et de la protection de la nature restreignent les possibilités de choix pour de nombreuses industries tel que les entreprises polluantes. Puisque les réglementations concernant la protection de l'environnement varient d'un pays à un autre, voire d'une région à une autre. Les entreprises les plus polluantes se déplacent des zones les plus réglementés vers les plus tolérantes.

Par exemple, les centrales nucléaires sont les plus concernées par la protection de l'environnement car, elles ne peuvent pas s'implanter sans l'approbation de la population qui met en place des manifestations antinucléaires.

2.2.2. Les modèles de conception des réseaux de distribution

Les modèles de distribution se présentent comme des extensions des modèles de localisation. Pour la plupart, ils traitent de la localisation des entrepôts en fonction de l'emplacement des usines et des clients. Le problème se trouve ainsi plus complexe puisqu'il doit prendre en considération l'ensemble des flux dans le réseau et donc à la fois les coûts de transport des entrepôts vers les clients et ceux des usines vers les entrepôts. Par conséquent, un plus grand nombre de contraintes doivent être respectées.

Pour cela, nous allons d'abord parler des modèles de localisation ensuite les modèles de distribution.

i) Modèles de localisation

Le problème de localisation consiste à déterminer le nombre, la position, et la taille des nouvelles installations, ainsi que la cession, le déplacement, la réduction ou l'augmentation du nombre des installations existantes.

Pour cela, il existe deux modélisations possibles. La première modélisation est qualitative appliquée au problème discret et la deuxième est quantitative basée sur des modèles mathématiques utilisée pour des problèmes plus complexes.

Les modèles qualitatifs :

Les modèles qualitatifs sont favorisés lorsque l'ensemble des sites potentiels est discret et leur nombre est réduit mais surtout lorsque la décision de localisation dépend de critères qui sont difficiles à quantifier. Un exemple de méthode qualitative est la méthode du Score Pondéré qui est une méthode d'analyse multicritère basée d'abord sur l'identification des facteurs de localisation qualitatifs et quantitatifs. Ensuite, à chaque facteur est assigné un poids qui reflète l'importance de ce dernier dans la décision de localisation. Enfin, un score est assigné à chaque solution potentielle selon chaque facteur. On obtient enfin, un score total pour chaque solution potentielle et on choisit celle qui a le meilleur score. Pour cette méthode, il est très important que les poids et les scores soient expliqués et justifiés. Pour cela, il est conseillé de faire appel à des experts.

Algorithme de la méthode

Soit V l'ensemble des sites potentiels et m le nombre des facteurs de localisation. Les étapes de la méthode sont les suivants :

Etape 1 : assigner à chaque facteur k un poids $w_k \in (0,1)$, $k=1, \dots, m$.

Chaque poids définit l'importance du facteur de localisation correspondant. Il faut que

$$\sum_{k=1}^m w_k = 1$$

Etape 2 : assigner un score S_{ik} au site i relatif au facteur k , $i \in V$, $k=1, \dots, m$

Etape 3 : pour chaque site $i \in V$, la somme des scores pondérés est calculée comme suit

$$r_i = \sum_{k=1}^m w_k S_{ik}$$

La meilleure localisation correspond au site ayant le meilleur score global : $i^* = \text{argmax} \{ r_i \}$

Les modèles analytiques :

Les modèles analytiques, appelés aussi modèles quantitatifs, sont des modèles mathématiques permettant de décrire un système par un ensemble d'équations régissant son fonctionnement et de le résoudre d'une manière quantitative.

Le plus souvent, les décisions de localisation et les décisions d'allocation¹⁶ doivent être prises simultanément. Pour cela, en ce qui suit, nous considérons les modèles analytiques relatifs au problème de localisation-allocation.

Il existe plusieurs modèles quantitatifs de localisation-allocation qui sont classés en plusieurs catégories en fonction des facteurs de localisation retenus

¹⁶ Affectation des points de demande aux installations

Première catégorie : classification selon les objectifs recherchés

Dans les modèles de localisation, deux types d'objectifs sont à prendre en considération : L'objectif le plus commun est la minimisation des coûts. L'autre est la maximisation des profits. Il existe aussi des modèles multi-objectifs moins utilisés que les deux précédentes à cause de la difficulté rencontrées lors de leur résolution. Ces modèles étudient simultanément plusieurs critères, comme le modèle de Tyagi et Das (1997) qui se focalise sur les coûts globaux, le délai maximum de livraison et la satisfaction totale pondérée par la demande de l'ensemble des marchés. La difficulté de cette approche réside dans les méthodes de résolution.

Il est à noter que les problèmes de localisation des entrepôts dans les réseaux de distribution sont souvent de nature multi-objectifs : minimisation des coûts de distribution, un faible niveau d'investissement dans les nouveaux entrepôts, la réalisation d'un taux de service élevé, etc.

Deuxième catégorie : classification selon le type de paramètres

1. L'espace des solutions :

La localisation des nouvelles installations peut être choisie parmi un espace continu de points. Dans ce cas le problème est dit continu, ou un ensemble discret de points prédéfini, le problème est alors dit discret.

Modèle discret : les modèles discrets sont les modèles les plus utilisés, comparés aux modèles continus, vus la complexité de résolution de ces derniers. Ils traitent le problème de localisation d'un certain nombre d'installation parmi un ensemble de points discret.

Modèles continus : Ces modèles traitent la localisation d'un ensemble d'installations dans un espace continu de points soit R^2 (ou même R^3).

Le problème le plus classique dans les modèles continus est celui de Weber dont l'objectif est la localisation d'une nouvelle installation x de telle sorte à minimiser la somme pondérée des distances séparant cette installation des installations existantes. Ce problème a été formulé comme suit :

$$\min f(x) = \sum_{m=1}^n w_m d(x, a_m)$$

$$\text{avec } d_k(x, y) = \sqrt{(x - a_k)^2 + (y - b_k)^2}$$

$x \in \mathbb{R}^2$, l'installation à localiser ;

$A = \{a_1, \dots, a_n\} \subset \mathbb{R}^2$ l'ensemble des installations existantes ;

Et $w_1, \dots, w_n \in \mathbb{R}$, le poids assigné à chaque installation existante.

2. Le nombre de périodes considérées :

Un autre paramètre de classification est le nombre de périodes considérées. Si les paramètres du modèles (coûts, demande, capacités, etc.) varient au cours du temps alors le modèle est dit *dynamique*. Par contre si ces données sont étudiées dans une seule période où elles sont considérées comme stationnaires alors le modèle est dit *statique*.

3. L'incertitude des données :

En pratique les données des modèles ne sont généralement pas connues avec certitude. Elles sont fondées sur des prévisions et donc, sont susceptibles d'être incertaines. Pour cela, deux type de modèles sont distingués : **modèles stochastique** et les **modèles déterministes**.

Un modèle est dit stochastique s'il prend en compte des paramètres incertains et les considère comme des variables aléatoires. A titre d'exemple le modèle de Tanonkou et al. (2008) qui traite le problème de localisation avec demandes clients et délai d'approvisionnement (fournisseur-DC) aléatoires. Par contre, un modèle est dit déterministe s'il ne prend en compte que les paramètres connus ou supposés être connu sur la base de prévision. Pour cette catégorie, nous allons traiter 3 types de problème de localisation appelés les problèmes de localisation purs et qui sont : le problème du médian ; le problème de recouvrement et le problème du centre.

Problème du P-médian :

Introduit par Hakimi en 1964, le problème du P-médian est le problème le plus large dans les problèmes de localisation. Il traite la localisation de P activités (usine, entrepôts, point de vente, etc.) devant servir un ensemble de clients, de manière à optimiser la somme de l'ensemble des distances séparant chaque activité des clients les plus proches. Le modèle de P-médian a été appliqué dans plusieurs domaines comme les services d'urgence (ambulance, pompiers...), les réseaux de communication et d'informatique (localisation des fichiers informatique sur une série de serveurs identifiés), des applications militaires (centres militaires). Ce n'est qu'en 1980 qu'il a été

appliqué au domaine de la distribution dans l'objectif de localiser un certain nombre de points de ventes de manière à minimiser la distance totale sachant que la localisation, le coût de déplacement et la demande des consommateurs sont connus. La modélisation mathématique du problème est la suivante :

$$\text{Fonction Objectif : } Z = \min \sum_j \sum_i a_i d_{ij} x_{ij}$$

Sous les contraintes :

$$\sum_i x_{ij} = 1, \quad \forall i \quad \text{Assure que tous les clients sont assignés à une et une seule activité}$$

$$x_{ij} \leq y_j, \quad \forall i, j \quad \text{Empêche l'assignation d'un client à une activité si elle n'est pas}$$

ouverte

$$\sum_j y_j = p, \quad \text{Le nombre total d'activités est égal à } p$$

$$\begin{aligned} x_{ij} &= \{0,1\} \\ y_j &= \{0,1\} \end{aligned} \quad \forall i, j \quad \text{Nature binaire des variables } x_{ij}, y_j$$

Où a_i : La demande du nœud i

d_{ij} : La distance de l'activité i au client j

P : Le nombre d'activités à localiser

x_{ij} : Variable d'affectation du client j à l'activité i : Elle est égale à 1 si le client j est assigné à l'activité i et 0 autrement

y_j : Variable de localisation : Elle est égale à 1 si l'activité j est ouverte et 0 autrement.

Problème de recouvrement

Le problème de recouvrement ou le LSCP (*Location Set Covering Problem*), est un problème de minimisation qui a été formulé pour la première fois par Toregas *et al.* (1971). L'objectif du modèle est de déterminer un recouvrement de coût minimal. Autrement dit, la localisation du plus petit nombre d'installation de manière à satisfaire tous les points de la demande. Sachant qu'un point de demande est dit couvert, s'il existe une installation à une distance bien spécifique de ce point.

Le problème de recouvrement maximal, ou le MCLP (*Maximal Covering Location Problem*), qui, contrairement au modèle LSCP expliqué ci-dessus, ne cherche pas à couvrir tous les points de

demande mais à couvrir le maximum de point, le nombre P d'installations à localiser étant fixé. Ainsi, l'objectif de ce modèle est de localiser ces P installations de manière à couvrir le plus grand nombre de clients possible. En utilisant les notations du problème P-médian expliqué précédemment, le MCLP peut être modélisé comme suit :

$$\begin{aligned} \max \sum_{i \in I} a_i y_i \\ y_i &\leq \sum_{j \in J} x_j, \forall i \in I \\ \sum_{j \in J} x_j &\leq P \\ x_j, y_i &\in \{0,1\} \forall i \in I, \forall j \in J \end{aligned}$$

Problème du centre

Le problème de centre est une extension du problème P-médian. Le principe de base de tous les problèmes du centre, est de localiser les installations de manière à minimiser la plus longue distance entre un client et l'installation la plus proche. Par exemple, pour un problème de **P**-centre, l'objectif est de localiser un nombre déterminé p d'installations, de telle sorte à minimiser la plus grande distance entre un client et l'installation qui lui est la plus proche.

Si nous désignons par W la distance maximale entre une zone de demande et l'entrepôt le plus proche, alors le problème du centre est modélisé comme suit :

$$\begin{aligned} \min W \\ \sum_{j \in J} x_j &= P, \\ \sum_{j \in J} y_{ij} &= 1, \forall i \in I \\ y_{ij} &\leq x_j, \forall i \in I \forall j \in J \\ W &\geq \sum_{j \in J} d_{ij} y_j, \forall i \in I \\ x_j, y_i &\in \{0,1\} \forall i \in I, \forall j \in J \end{aligned}$$

ii) Les modèles de distribution

Comme expliqué précédemment, ces modèles constituent une extension des modèles de localisation avec des contraintes et paramètres supplémentaires selon lesquels plusieurs classifications existent :

Première catégorie : classification selon les caractéristiques des entrepôts à localiser

1. Les coûts d'ouverture d'entrepôts :

Les premiers modèles de conception des réseaux de distribution comprennent uniquement les coûts fixes d'ouverture d'un site et sont appelés **Fixed charge facility location models (FCFL)**. L'objectif de ces modèles est de trouver la meilleure localisation des installations qui minimise leurs coûts fixes à condition que toutes les demandes des clients soient satisfaites.

Ce problème a été traité par plusieurs auteurs comme (Galvao et Daskin, 1995) qui ont proposé l'utilisation d'une relaxation lagrangienne pour le résoudre. Ainsi que par (Al-Sultan et M. A. Al-Fawzan, 1999) et (Michel et Hentenryck, 2004) qui ont proposé un algorithme basé sur la recherche Tabou. Aikens (1985) présente une version stochastique du problème où il suppose que la demande des clients est aléatoire. De même, Snyder et Daskin (2004) considèrent un problème (FCFL) stochastique en assumant les demandes clients et les coûts de transport aléatoires

2. Transport :

Les premiers modèles de conception des réseaux de distribution, comme expliqué ci-dessus, ne prenaient en considération que les coûts fixes d'ouverture des sites de distribution. Plus tard, le modèle de Kaufman et al. (1977) a pris en considération les coûts de transport qui ont été exprimées en coût par unité transportée. Arntzen et al. (1995) et Goetschalckx et al. (1995) ont supposé l'existence de plusieurs modes de transport (train ou camion) et différentes options de transport comme le chargement total (FTL) ou partiel (LTL) des camions. Par conséquent, une dimension supplémentaire est ajoutée aux variables de décision indiquant le mode de transport utilisé.

3. La capacité de l'entrepôt : Capacité limitée Vs Capacité illimitée

Le problème de localisation d'installation sans contrainte de capacité est un problème de localisation classique qui suppose que les installations ont des capacités illimitées et donc peuvent répondre à toute la demande. Ce problème consiste à trouver la meilleure localisation des installations et la meilleure configuration du transport entre les installations et les clients afin de minimiser les coûts des installations et de transport à condition que toutes les demandes des clients soient satisfaites.

Le problème de localisation avec contrainte de capacité est une extension du problème précédent avec une contrainte supplémentaire relative à la capacité des installations. Cette contrainte limite la demande maximale qui peut être assignée à chaque installation. De plus, les d'installations à

localiser peuvent avoir des capacités similaires ou différentes, Aikens (1985) a été le premier à faire cette distinction où différents types d'installations peuvent être utilisés à un seul endroit.

4. Nombre de produit : Produit unique VS Produits multiples

Les modèles à produit unique supposent que tous les produits sont homogènes ou appartiennent à la même famille et donc peuvent être agrégés. Tandis que, dans les modèles à produit multiples, les produits sont considérés comme hétérogènes et chacun d'eux a des caractéristiques différentes. Dans ce cas, l'effet de chaque produit sur la conception du réseau de distribution doit être analysé séparément des autres et donc une dimension supplémentaire doit être ajoutée à la variable de décision pour pouvoir modéliser plusieurs produits.

5. Le sourcing : Source unique VS Source multiple

Arntzen et al. (1995) distinguent deux type de clients ; les clients livrés par un seul site ou source (Single Sourced Customer) et les clients livrés par plusieurs sites (Non-single sourced customers).

Il existe aussi des Produits à source unique PSU et des produits à source multiple PSM. Les PSU sont des produits que les clients ou les entrepôts reçoivent d'une seule source. Par contre, les PSM sont des produits livrés par plusieurs sources.

Ainsi, une dimension supplémentaire doit être ajoutée à la variable de décision pour pouvoir modéliser les clients et les produits à source multiple.

6. Interaction entre les installations : Modèle avec/sans interaction :

Dans les systèmes logistiques il peut y avoir un échange de flux entre les installations de même type. Dans ce cas, la localisation optimale des installations dépend des interactions mutuelles entre ces installations.

7. Nombre d'installation à localiser :

Le problème de localisation peut concerner la localisation d'une seule ou plusieurs installations. Le problème de localisation d'une seule installation est le problème le plus simple car il ne nécessite pas l'intégration d'autres critères ou contraintes de localisation telle que l'allocation des clients. La méthode la plus répandue pour la localisation d'un seul site est La méthode du Barycentre qui permet de déterminer le milieu d'un réseau de points à desservir dont les coordonnées sont pondérées par un indicateur reflétant le poids de chaque point, il peut être exprimé en volume, distance, nombre de lignes de commandes, etc.

La méthode du barycentre peut être formulée comme suit :

Soit n points A_1, A_2, \dots, A_n et n nombres réels a_1, a_2, \dots, a_n de somme non nulle. Il existe alors un point G appelé barycentre vérifiant la relation suivante :

$$a_1 \overrightarrow{GA_1} + a_2 \overrightarrow{GA_2} + a_3 \overrightarrow{GA_3} + \dots + a_n \overrightarrow{GA_n} = \vec{0} \quad ;$$

Pour tout point O , nous avons alors :

$$\overrightarrow{OG} = \frac{\sum_i a_i \overrightarrow{OA_i}}{\sum_i a_i} \quad \rightarrow \quad x_G = \frac{\sum_i a_i x_{A_i}}{\sum_i a_i}$$

Il est à noter aussi que le nombre d'installations à localiser peut être exogène au problème c'est-à-dire prédéterminé ou endogène c'est-à-dire qu'il constitue une variable inconnue qui doit être déterminée par le modèle.

8. Le nombre d'échelon : Single échelon Vs multi échelon model

Un échelon(ou étage) est le nombre d'intermédiaires entre les usines et les clients.

Un modèle zéro échelon, est un modèle sans entrepôts qui correspond à un réseau de distribution directe. Ainsi, le problème consiste en un problème d'allocation des clients aux différentes usines.

Un modèle à n -echelons est un modèle de localisation de n -entrepôt intermédiaires (Exemple : entrepôt central, entrepôt régionaux et des points de vente). (Aikens, 1985) définit l'entrepôt de premier niveau comme étant l'entrepôt qui livre aux clients finaux, les entrepôts du second niveau comme étant ceux qui livrent les entrepôts de premier niveau et les clients finaux, et ainsi de suite jusqu'aux entrepôts du dernier niveau.

9. Type d'installation : Multi type VS single type models :

Le type d'installation signifie le type d'activité de l'installation à localiser production et/ou distribution. Selon ce critère, deux modèles sont distingués : les modèles de production-distribution et les modèles de distribution :

Un modèle de production-distribution est un modèle qui traite du problème de localisation des usines en plus de la localisation des centres de distribution. Ces modèles reconfigurent la totalité du réseau allant des fournisseurs jusqu'aux clients, alors que dans le modèle de distribution, la localisation des usines est donnée.

Dogan et Goetschalckx (1999) ont présenté un modèle de production-distribution à 4 échelons. Ce modèle est utilisé pour les problèmes de localisation des entrepôts dans des systèmes multi périodique avec saisonnalité. De leur côté, Tanonkou et al. (2007) traitent un problème stochastique de conception d'un réseau composé de plusieurs fournisseurs approvisionnant, dans des délais aléatoires, un ensemble de centres de distribution à localiser qui ont pour rôles de satisfaire les demandes (en un seul type de produit) provenant des différentes zones de demande/clients. L'objectif est de choisir les meilleurs fournisseurs, les meilleures localisations des centres de distribution, et les meilleures affectations des zones de demande aux centres de distribution de manière à minimiser une fonction de coût non linéaire. Pour la résolution, ils proposent une méthode basée sur la relaxation lagrangienne.

10. Impôts, taxes et offset requirements :

Plusieurs modèles intègrent différents impôts et taxes, des taux de change, les prix de transfert, pour représenter avec précision la réalité. Cela concerne plus particulièrement les modèles internationaux (ou les modèles globaux) utilisés par les entreprises qui opèrent dans plusieurs pays, exportent des produits vers d'autres pays, s'approvisionnent de sources étrangères ou fabriquent à l'étranger.

Deuxième catégorie : Modèles de décisions combinées IDMM

En plus de la décision de localisation des centres de distribution, les IDMM intègrent d'autres décisions telles que le transport et les stocks.

2. Les modèles de localisation intégrant les tournées de véhicule (Integrated Location-Routing models)

Les décisions de localisation et de planification des tournées des véhicules constituent des décisions stratégiques qui sont souvent traitées séparément même si elles sont interdépendantes. Salhi et Rand (1989) ont montré que la résolution des problèmes de localisation et de routage de façon indépendante ne conduit pas à la meilleure solution en termes de coût. Ainsi, bien que la résolution du problème combinée peut être plus difficile que de résoudre les individuels, il peut entraîner une solution efficace plus économique. Les modèles de localisation intégrant la tournée des véhicules sont des modèles qui combinent trois composantes du réseau logistique : la localisation des installations, affectation des clients aux installations et aux tournées de véhicules.

3. Les modèles de localisation intégrant les stocks (Integrated Location-Inventory models)

Bien que la contribution des stocks aux coûts de distribution a été reconnue depuis de nombreuses années, Seuls quelques modèles de conception des réseaux de distribution comprennent les stocks comme celui de Nozick et Turnquist (1998) qui considèrent un problème de localisation intégrant les coûts de stockage. Ils expriment le coût de stockage comme une fonction linéaire du nombre de centre de distribution à ouvrir. Par conséquent, ils proposent une méthode permettant d'intégrer le coût de stockage dans le coût fixe de localisation des CDs et présentent un modèle mathématique du problème. Les mêmes auteurs proposent en 2001 une extension de leur modèle où l'objectif est de maximiser les zones de demandes couvertes. D'autres auteurs se sont intéressés à l'intégration des coûts de stockages dans modèle stochastique comme Shen (2000, 2003) qui considère le problème de localisation avec regroupement des risques (with risk pooling) (LMRP) dont l'objectif est de minimiser la somme des coûts fixes de localisation , les coûts de transport vers les clients ,les coûts de stock de sécurité dans les centres de distribution et les coûts d'expédition d'une usine vers les centres de distribution en supposant la demande aléatoire. Aussi, Erlebacher et Meller [2000] présentent une vision stochastique du modèle en supposant les demandes clients aléatoires et les distances entre les centres de production, les centres de distribution et les zones de demandes sont rectilinéaire.

Nous concluons cette partie par une synthèse des différents modèles de localisation et quelques exemples des modèles passés en revue illustrés dans les deux tableaux suivants :

Tableau 6 : Classification des modèles de localisation

Indexation	Paramètres	Description
1	Objectifs du modèle	0 : Minimisation, 1 : maximisation
2	Incertitude des données	0 : Déterministe 1 : Stochastique
3	nombre de périodes considérées	0 : statique 1 : dynamique
4	espace des solutions	0 : discret 1 : continu
5	Coût d'ouverture	0 : Considéré 1 : non
6	Transport	0 : Considéré 1 : non
7	Capacité	0 : illimitée 1 : limitée
8	nombre d'échelons	0 : livraison direct 1 : un seul échelon 2 : deux échelons 3 : Trois échelons 4 : Quatre échelons
9	Type d'installation	0 : unique 1 : multiple
10	Produits	0 : unique 1 : multiple
11	Sourcing	0 : unique 1 : multiple
12	Impôt et taxes	0 : non Considérés 1 : considérés
13	Stock	0 : intégré 1 : non
14	tournée de véhicule	0 : non intégrée 1 : intégrée

Tableau 7 : Exemples de modèles de localisation

Modèles	Paramètres du modèle													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Kuehn et Hamburger(1963)	0	0	0	0		0	0	0	0	0	1	0	0	0
Hakimi (1964)	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0
Balachandran et Jain (1976)	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0
Khumawala et Whybark(1976)	0	0	-	0		0	0	0	0	0	1	0	0	0
Leblanc(1977)	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0
Akinc et Khumawala (1977)	0	0	-	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0
Kaufman et al. (1977)	0	0	-	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0
Nauss (1978)	0	0	-	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0
Khumwala et Neebe(1978)	0	0	-	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0
Erlenkotter(1978)	0	0	-	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Geoffrion et McBride(1978)	0	0	-	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0
Geoffrion et al. (1978)	0	0	-	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0
Dearing et Newruck(1979)	0	0	-	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0
Neebe et Khumawala (1981)	0	0	-	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0
Karkazis et Boffey (1981)	0	0	-	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0
Gross et al. (1981)	0	1	-	0	1	0	0	3	0	1	1	0	0	0
Roy et Erlenkotter (1982)	0	0	-	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0
Cabot et Erenguc (1984)	0	0	-	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Tcha et Lee (1984)	0	0	-	0	1	1	0	3	0	0	1	0	0	0
Aikens (1985)	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0
Salhi et Rand (1989)	0	0	0	0	1			1	1	-	1	0	0	1
Cohen et Lee (1989)	1	0	-	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0
Cohen et Moon (1991)	0	0	-	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0
Fleishmann(1993)	0	0	-	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0
Arntzen et al. (1995)	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
Cole (1995)	0	1	0	0	1	1	1	2	1	1	1	0	0	0
Goetschalckx et al. (1995)	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
Galvao et Daskin (1995)	0	0	0	0	1	1	-	1	1	-	-	0	0	-
Tyagi et Das (1997)	0	-	0	0	0	0	-	1	1	-	-	0	0	0
Laporte 1998	0	-	0	0	0	0	-	1	1	-	1	0	0	1
Novick et Turnquist (1998)	0	-	0	0	0	0	-	1	1	-	0	0	1	0
Dorgan et Goetschalckx (1999)	0	-	1	0	1	1	-	4	1	1	1	0	0	0
Dorgan et Goetschalckx (2000)	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0
Vidal et Goetschalckx (2000)	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0
Shen (2000)	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
Novick et Turnquist (2001)	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0
Tanonkou et al. (2007)	0	1	1	0	1	1		2	1	1	1	0	0	0

Tanonkou et al. (2008)	0	1	-	0	-	1	-	1	0	0	-	0	0	0
------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Ainsi dans cette deuxième section nous avons présenté d'une part les caractéristiques d'un réseau de distribution. D'autre part, les différents facteurs et modèles de localisation.

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons d'une part défini le cadre générale de notre étude à savoir la Supply Chain, son management ainsi que l'importance de la coordination inter-fonctionnelle dans les processus de décision.

D'autre part nous avons présenté une revue de littérature sur la conception des réseaux de distribution, ainsi qu'une classification des facteurs et des modèles de localisation.

Suite à cela, et compte tenu des caractéristiques du problème étudié, nous proposons, dans le chapitre qui suit, une résolution de ce problème.

CHAPITRE 3

PROPOSITION D'AXES D'AMELIORATION

INTRODUCTION

La distribution est une activité importante pour Lafarge. Elle lui permet de maximiser la satisfaction de ses clients en leur assurant une meilleure disponibilité de ses produits, à proximité et au prix convenable. Cependant cette activité n'est pas rentable et devient de plus en plus une source de perte pour l'entreprise.

L'audit et le diagnostic présentés dans le premier chapitre ont mis en évidence les principales pistes d'amélioration qui consistent en la reconfiguration par l'optimisation des coûts fixes et l'augmentation des revenus ; et par la reconfiguration spatiale pour l'optimisation des coûts de transport par la délocalisation des centres de distribution.

SECTION 1 : OPTIMISATION DU RESEAU ACTUEL

Les analyses précédentes montrent l'existence d'axes d'amélioration du réseau actuel qui consistent en la réduction des coûts fixes en particulier les coûts de location et de manutention ; et l'augmentation des revenus par l'augmentation des ventes et la proposition de services payants

Par conséquent, la première solution proposée consiste en une reconfiguration du réseau actuel par le changement de quelques-unes de ses caractéristiques à savoir la taille des dépôts, le nombre de personnel et la stratégie commerciale.

1.1. Réduction des coûts fixes

1.1.1. Optimisation du coût de location :

L'analyse des taux d'occupation des zones de stockage (Figure 16) a permis de constater que plus de 60% de ces zones sont inexploitées. Par conséquent 60% des coûts de stockage doivent être éliminés. Ce qui implique la nécessité de déplacer l'activité vers des dépôts plus petits.

i) Calcul des surfaces de stockage nécessaires :

Tout d'abord, un calcul des surfaces exploitées de stockage a été fait en utilisant le taux d'occupation par la formule suivante :

$$\text{Surface exploitée} = \text{Taux d'occupation} * \text{Surface de stockage actuelle}$$

Ensuite, sachant que la zone de stockage constitue en général 2/3 de la surface totale du magasin de stockage, la surface du magasin de stockage du nouveau dépôt doit être calculée comme suit :

Taille du magasin du nouveau dépôt = $\frac{3}{2}$ taille de zone de stockage nécessaire

Le tableau ci-après donne la taille des magasins de stockage des nouveaux dépôts calculé d'abord avec les taux d'occupation moyen ensuite avec le taux d'occupation maximal

Tableau 8 : Calcul des superficies nécessaires

dépôts	Surface du magasin de Stockage	Calcul avec le taux d'occupation moyen				Calcul avec le taux d'occupation maximal			
		TO moyen	surface exploitée en moyenne	surface du magasin nécessaire en moyenne	Variation de la surface du magasin en moyenne	TO maximal	Surface maximale exploitée	surface du magasin nécessaire au max	Variation de la surface du magasin (au max)
Meftah	3000	8%	231,3	346,95	-88%	14,75%	442,5	663,78	-78%
Msila	1333	15%	199,4	299,13	-78%	19%	248,7	373,10	-72%
Annaba	1600	9%	151,4	227,17	-86%	10,61%	169,7	254,61	-84%
Senia	1333	19%	256,9	385,30	-71%	34%	453,9	680,90	-49%
Bejaia	1200	12%	148,6	222,89	-81%	17%	206,9	310,37	-74%
SBA	5400	-	-	-	-	-	-	-	-
Setif	1000	-	-	-	-	-	-	-	-

ii) *Calcul des économies générées par le changement de la taille des dépôts :*

La procédure de calcul des économies espérées par le changement de la taille des dépôts est la suivante :

Tout d'abord, le coût de location des magasins de stockage a été estimé à 70% du coût de location total d'un dépôt :

Le coût de location du magasin de stockage = 0.7 * coût de location total

Ensuite, le pourcentage de la surface réduite par le changement de la taille par rapport à la surface actuelle a été calculé en utilisant la formule suivante :

$$\text{Réduction (\%)} = \left(1 - \frac{\text{surface nécessaire}}{\text{surface totale}}\right) * 100$$

Enfin, les économies espérées par le changement de surface ont été calculées par la formule suivante :

Economies espérées = réduction (%) * coût de location du magasin de stockage.

Le graphique suivant montre les nouveaux coûts de location avec les économies espérées :

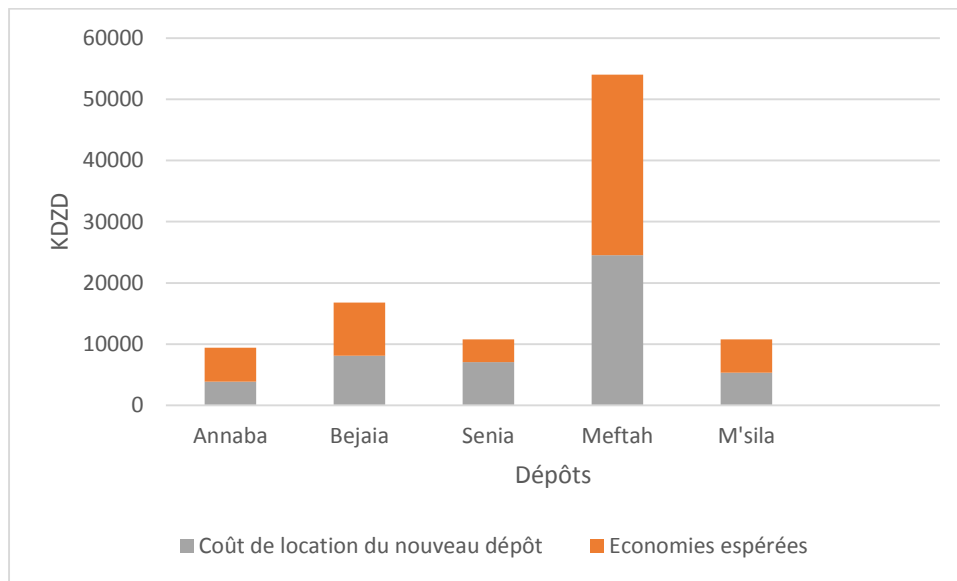


Figure 25: Économies espérées

Ainsi, l'utilisation de dépôts ayant des surfaces plus petites et répondant au juste besoin a conduit à une réduction des coûts de location de 52880 KDZD soit une réduction de 52% des coûts de locations actuels. (Annexe 3.1).

1.1.2. Optimisation des coûts de manutention

Selon les principes du Lean, la manutention est considérée comme une activité à non-valeur ajoutée. Pour les dépôts de Lafarge cette activité constitue plus de 30% des coûts fixes (Annexe 1.5). De plus, les analyses effectuées précédemment montrent l'existence d'un sureffectif de manutention qui engendre donc un surcoût. Par conséquent, opter pour une réduction des coûts de manutention par la réduction de son effectif semble nécessaire.

i) Réduction du nombre de manutentionnaires

L'observation du processus de manutention a mis en évidence un dysfonctionnement qui peut être amélioré et qui consiste en la politique de remplacement d'une équipe par une autre après chaque chargement (ou déchargement). En effet, si un dépôt reçoit quatre camions, 2 équipes composée chacune de deux manutentionnaires chargent (ou déchargent) les deux premiers camions. Ensuite, ces deux équipes prennent une pause d'une heure et sont remplacées par deux autres équipes pour charger (ou décharger) les deux camions restant. Ainsi, un manutentionnaire travaille au maximum 4 heures alors qu'il est payé pour 8h.

Soient : A, B, C, D, E, F, G, H 8 manutentionnaires, la politique de manutention actuelle peut être illustrée par le schéma suivant :

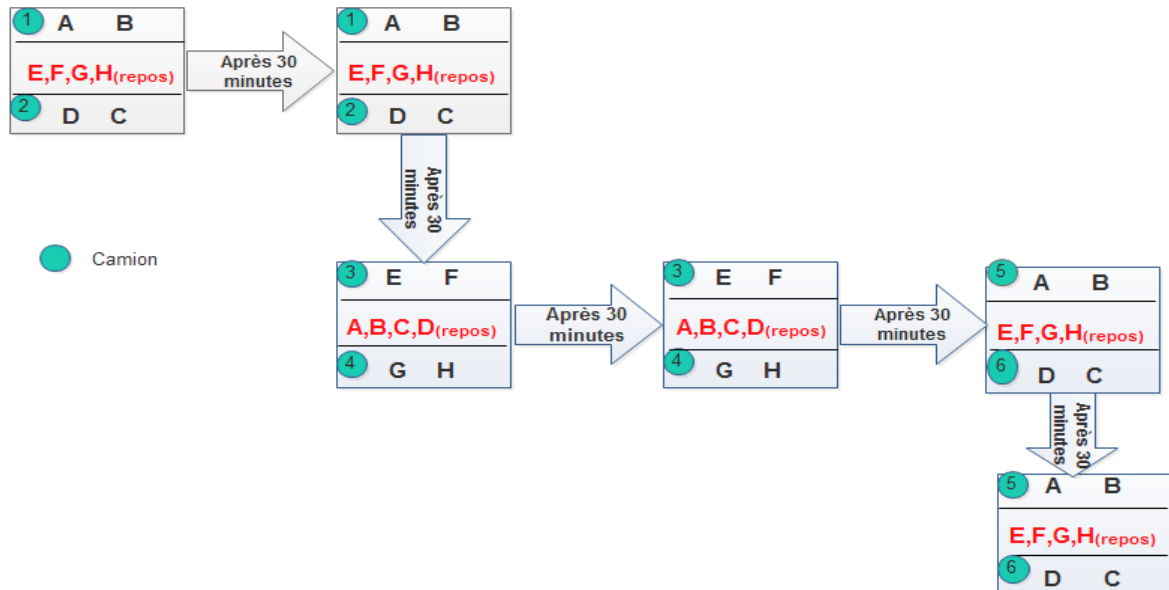


Figure 26: Processus de manutention actuel

Notre proposition consiste à changer la politique de remplacement de manutentionnaire comme suit : Au lieu de remplacer une équipe par une autre, il suffit de remplacer un manutentionnaire par un autre en utilisant la méthode illustrée dans le schéma suivant :

Soient : A , B , C, D, E, 5 manutentionnaires

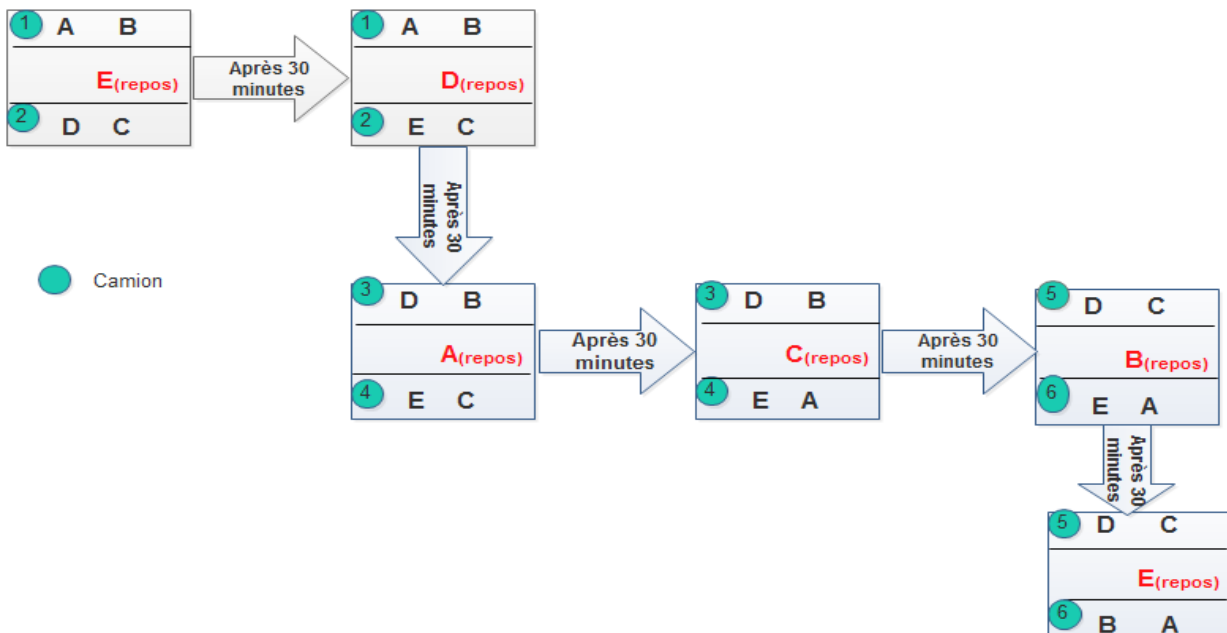


Figure 27: Processus de manutention proposé

Ainsi, la méthode consiste à faire travailler quatre (4) autres manutentionnaires et en mettre un (1) en repos et après chaque 30 minute remplacer l'un des manutentionnaires par celui qui est en repos.

Nous constatons que la durée maximale de travail pour un manutentionnaire est de 2 heures et cela dans le cas de réception de 6 camions, chose qui est peu fréquente puisque la majorité des camions sont redirigés (Annexe 1.7).

Cette méthode va permettre de réduire le nombre de manutentionnaire à 5 au lieu de 8

Parfois, les dépôts reçoivent de grandes quantités qui doivent être déchargées (Tableau 6) mais puisque cela est peu fréquent nous proposons d'ajouter une clause dans le contrat de sous-traitance de manutention indiquant qu'en cas de besoin les dépôts peuvent faire appel à des manutentionnaires temporairement pour couvrir le déficit, c'est-à-dire une sous-traitance à la demande.

ii) *Calcul des économies espérées par la réduction du nombre de manutentionnaires :*

Après avoir proposé une nouvelle politique de remplacement des manutentionnaires qui a conduit à une réduction de leur nombre de 8 manutentionnaires à 5, un calcul des économies espérées par ce changement a été effectué (Annexe 3.2).

Par l'application de la nouvelle politique, les dépôts ne garderont que 5 manutentionnaires parmi 8 par conséquent les coûts des 3 manutentionnaires restants seront économisés¹⁷

La figure suivante montre les économies espérées en manutention pour chaque dépôt :

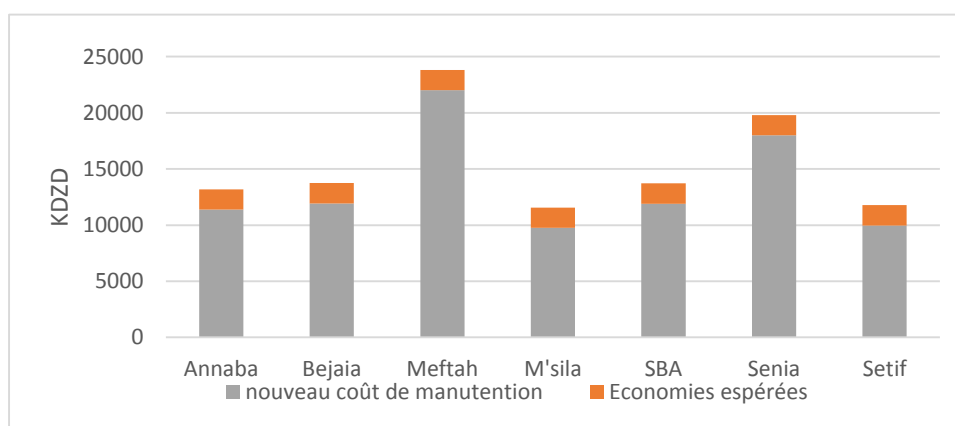


Figure 28: Nouveaux coûts de manutention

¹⁷ Les coûts de manutention sont constitués des salaires des manutentionnaires, du magasinier, du cariste et des frais de location du Clark.

Puisque la manutention fait partie des processus journaliers répétitifs, l'optimisation de ce processus n'est pas prise en considération. Cependant, le changement effectué sur la politique de manutention a conduit à des réductions assez intéressantes.

1.1.3. Réévaluation des coûts totaux avec les économies espérées en location et manutention

Le tableau 10 illustre les nouveaux coûts fixes ainsi que les coûts totaux des dépôts après avoir réalisé les changements proposés :

Tableau 9 : Total des coûts fixes avec les économies espérées

Dépôts	Total Coût Fixe	Économie du coût de manutention	Économies espérées de location	Total des économies	nouveau total coût fixe	Réduction
Annaba	32 620,66	1 800	5 546,02	7 346,02	25 274,64	-23%
Bejaia	47 024,28	1 800	8 702,40	10 502,40	36 521,88	-22%
Meftah	89 113,08	1 800	29 484,00	31 284,00	57 829,08	-35%
M'sila	36 097,24	1 800	5 443,20	7 243,20	28 854,04	-20%
SBA	49 900,83	1 800	0	1 800,00	48 100,83	-4%
Senia	45 502,43	1 800	3 704,40	5 504,40	39 998,03	-12%
Sétif	42 380,58	1 800	0	1 800,00	40 580,58	-4%
Total général	342 639,10	12 600,00	52 880,02	65 480,02	277 159,08	-19%

Nous remarquons que les réductions apportées aux coûts de location et de manutention ont considérablement réduits le total des coûts fixes des dépôts.

Afin de voir si ces réductions sont suffisantes pour rentabiliser les dépôts, nous avons calculé les résultats avec les économies espérées. Ces résultats sont présentés dans le tableau 11.

Tableau 10 : Résultats BAIIDA après les modifications en KDZD

Dépôts	coût total	nouveau coût total	ancien résultats	nouveau résultat	Variation
Annaba	337 779	330 432	-2328	5 018	316%
Bejaia	433 817	423 314	-25498	-14 995	41%
Meftah	1 493 178	1 461 894	-53151	-21 867	59%
M'sila	70 436	63 193	-29329	-22 085	25%
SBA	241 841	240 041	-13728	-11 928	13%
Senia	586 537	581 032	-2037	3 467	270%
Sétif	190 141	188 341	-40933	-39 133	4%
Total général	3 353 731	3 288 251	-167 004	-101 523	39%

Le graphique suivant montre une comparaison entre les résultats avant et après l'optimisation des coûts fixes :

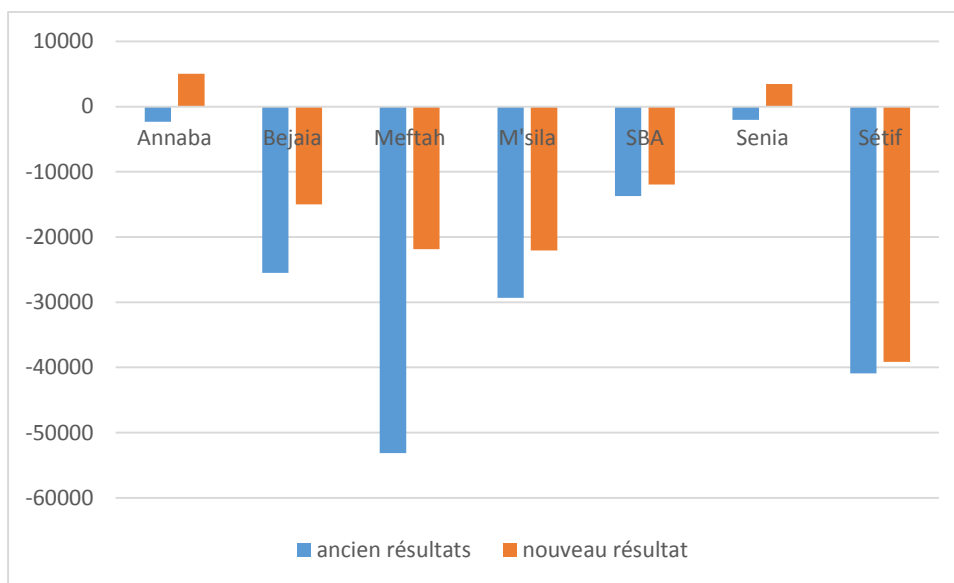


Figure 29: Résultats avant et après optimisation des coûts fixes

Les résultats des dépôts ont augmenté considérablement en particulier pour les dépôts de Senia et Annaba où ils sont devenus positifs. Toutefois, pour le reste des dépôts les résultats restent négatifs ainsi l'optimisation des coûts fixes n'est pas suffisante.

Pour cela, dans la deuxième partie nous allons essayer de maximiser la rentabilité par l'augmentation des revenus des dépôts.

1.2. Augmentation des revenus

La réduction des coûts fixes a permis d'améliorer considérablement les résultats des dépôts. Toutefois, ces résultats demeurent négatifs pour la plupart d'entre eux. Ainsi, une augmentation des revenus est nécessaire. Cela peut être effectué soit par l'augmentation des ventes ou/et la recherche d'autre source de revenu tel que des services payants.

1.2.1. Ventes des services

En appliquant la politique de redirection des camions, les dépôts Lafarge assurent le transport à leurs clients gratuitement. Ceci dit, face au problème de mauvaise rentabilité, ces dépôts doivent exploiter toutes sources de gains possibles notamment la facturation du service de redirection.

Après un benchmarking effectué sur les services de distribution, nous avons trouvé qu'en plus du service de transport, les distributeurs, en particulier ceux du ciment, proposent également le service de palettisation qui consiste à vendre du ciment sur des palettes pour faciliter son chargement, déchargement et son stockage.

Ainsi, nous avons exposé ces deux idées au manager commercial chargé de la distribution qui nous a confirmé que les projets de palettisation et de facturation de la redirection sont en phase d'évaluation et qu'une estimation des gains espérés par ces services a été effectuée. Ainsi, nous avons intégré l'équipe travaillant sur ces deux projets pour avoir une idée sur les gains qu'ils pourront générer.

Pour le service de redirection, il sera facturé à 230 DZD/T pour les clients se trouvant dans un rayon de 25 Km, et à 320 DZD/T pour les clients se trouvant dans un rayon de 50Km (Annexe 3.3). Sachant que 60% des clients sont situés dans un rayon de moins de 25 Km et 40% restants se situent dans un rayon de 50Km.

Le tableau 12 montre l'estimation des ventes dans les 12 mois prochains et des gains espérés par la facturation du service de redirection

Tableau 11 : Gains espérés par la facturation du transport

Dépôt	Volume annuel des ventes	Gain (KDZD)
Bejaia	17300	4601
Senia	35340	9400
Meftah	66200	17609
Msila	30375	8079
Sétif	38250	10174
Sidi Bel Abbes	20700	5506
Total volume	208165	55371

En ce qui concerne le service de palettisation, ce service est très apprécié par les clients car il leur permet de réduire le temps et les frais de chargement et de déchargement et facilite le stockage. Pour cela, beaucoup de clients s'orientent vers le ciment importé puisqu'il est palettisé.

En ce qui suit une estimation des gains espérés du service de palettisation qui a été faite par l'équipe dirigeante de ce projet :

Tableau 12 : Gain espéré par le service de palettisation

dépôts	Ventes	Tonnes palettisées	Gains(KDZD)
Bejaia	10800	718	94,7
Es Senia	20520	1364,2	192,6
Meftah	43200	2872	363,4
Msila	18900	1256,5	166,2
Sétif	22950	1525,75	208,9
Sidi Bel Abbes	12150	807,75	112,9
Total	128520	8544,2	1138,7

En plus d'être une source de revenu étant payants, les services de transport et de palettisation sont très appréciés par les bénéficiaires et constituent un moyen efficace pour attirer de nouveau clients et augmenter ainsi les ventes.

1.2.2. Projet NADI :

Le benchmarking effectué nous a également permis de constater que Lafarge vend ses produits à des prix plus élevés que ceux des concurrents en particuliers ceux de GICA et des importateurs. Cela nous a mené à la question suivante : Pourquoi Lafarge ne proposerai pas des prix plus compétitifs ?

A la recherche d'une réponse à notre question, nous avons constaté que les dépôts ne pourraient pas baisser leur prix car le coût d'achat ou le prix sortie usine est très élevé.

Nous avons exposé ce problème au manager commercial qui nous a expliqué que la baisse des prix peut se faire indirectement par des remises pour un certain segment de clients

Dans cette vision, Lafarge est en cours de création d'un club appelé NADI regroupant les clients les plus fidèles à sa marque et qui bénéficieront d'avantages notamment des cadeaux et des remises sur les prix.

Ainsi, la création de ce club va permettre la fidélisation de sa clientèle et l'attraction de nouveaux clients grâce aux avantages offerts aux adhérents de ce club et par conséquent l'augmentation des ventes.

En effet, pour adhérer au club NADI, un client doit d'abord payer une cotisation annuelle pour bénéficier de la carte de fidélité ce qui constitue la première source de gain de ce projet. De plus, en adhérant au club, le client doit assurer une régularité de ses achats quel que soit la saison ce qui va permettre d'augmenter les ventes surtout en basse saison.

En contrepartie, chaque membre du club bénéficiera d'un compte NADI contenant le solde de points qu'il a accumulé et qu'il pourra par la suite transformer en cadeau ou en remise. Ce solde sera incrémenté d'un certain nombre de point après chaque transaction d'achats

Pour déterminer le nombre de point à attribuer à chaque transaction, un système de point a été élaboré selon la quantité et le produit achetés ainsi que de la saison et le dépôt concernés.

Nous avons eu la chance d'intégrer l'équipe du projet NADI et de participer à l'élaboration du système de points par les analyses des ventes que nous avons effectuées :

Tout d'abord, nous avons effectué des analyses des ventes par client pour pouvoir les classer selon la régularité de leurs achats. Seuls les clients réguliers pourront adhérer au club NADI.

Ensuite, pour augmenter les ventes dans les dépôts les moins rentables, les achats effectués dans ces derniers bénéficieront d'un nombre de points supérieurs aux autres dépôts. Pour cela, nous avons effectué des analyses de ventes par dépôts pour pouvoir les classer selon les ventes réalisées et connaître le nombre de points à attribuer à chaque dépôt.

Dans la même logique, les produits les moins vendus bénéficieront d'un nombre de points supérieurs aux autres. Pour cela, nous avons réalisé des analyses de ventes par produits pour pouvoir les classer selon les quantités vendues de chacun et connaître le nombre de points à attribuer à chaque produit.

Suite à toute ces analyses, un système de point a été établis et sur la base duquel chaque transaction bénéficiera d'une certain nombre de point qui seront ajouter au solde du client qu'il pourra par la suite transformés en cadeaux ou en remise sur les prix en basse saison ce qui va permettre d'augmenter les ventes en basse saison.

En ce qui suit, l'estimation du nombre d'adhérents NADI en 2015 et des gains générées par leur abonnement¹⁸

Tableau 13 : Nombre d'adhérents NADI et gain espéré en 2015

Site	Nombre d'adhèrent	Gain KZD
Meftah	30	400
Bejaia	15	300
M'Sila	15	300
Sétif	15	300
SBA	5	100
Senia	15	300
Total	95	1700

Nous remarquons que la simple adhésion au club par le paiement de l'abonnement pourra apporter au minimum un gain de 2000 KDZD/an. De plus, pour garantir la continuité de leur abonnement au club, les membres sont tenus d'assurer une régularité de leurs achats tout au long de l'année. Ce qui va permettre d'augmenter les ventes en particulier en basse saison.

¹⁸ Cette estimation a été élaborée par l'équipe du projet NADI, le prix de l'abonnement annuel est de 20 KDZD

1.3.Synthèse des économies générées par l'optimisation du réseau actuel

Le tableau 14 illustre les résultats espérés après l'optimisation des coûts fixes et l'application des services clients :

Tableau 14 : Résultats BAIIDA après la reconfiguration interne(KDZD)

Dépôt	Résultats actuel	Économie espérée au coût fixe	Gain redirection	Gain Palettisation	Gain Nadi	Résultats espérés	Augmentation
Annaba	-2328	7346	0	0	0	5018	316%
Bejaia	-25498	10502	4602	95	300	-9999	61%
Meftah	-53151	31284	17609	363	400	-3495	93%
M'sila	-29329	7243	8080	166	300	-13540	54%
SBA	-13728	1800	5506	113	100	-6209	55%
Senia	-2037	5504	9400	193	300	13360	756%
Sétif	-40933	1800	10175	209	300	-28449	30%
Total	-167005	65480	55372	1139	1700	-43315	74%

La figure 30 illustre une comparaison entre les résultats avant et après l'optimisation des dépôts actuels :



Figure 30: Résultats avant et après l'optimisation interne

Nous remarquons que l'optimisation interne du réseau a conduit à une augmentation considérable des résultats. En particulier pour les dépôts de Senia et Annaba dont les résultats sont devenus positifs. Toutefois, bien que les résultats des dépôts de Bejaia, Meftah, M'sila, SBA et Sétif ont

aussi considérablement augmentés, mais ils restent toujours négatifs. Par conséquent, ces dépôts doivent augmenter encore leurs ventes puisqu'elles demeurent insuffisantes même pour couvrir les coûts fixes.

En conclusion, la reconfiguration interne du réseau actuel a permis l'optimisation des coûts fixes par la réévaluation des besoins en location et manutention et l'augmentation des revenus par les ventes de services et la fidélisation des clients, ce qui a considérablement augmenté les résultats des dépôts. Néanmoins, ces résultats demeurent négatifs pour la majorité des dépôts. Ce qui confirme l'impact de la fixation de la marge sur la rentabilité des dépôts et cela sans tenir en compte les coûts de transport qui absorbent une grande part de cette marge. Par conséquent, une reconfiguration totale du réseau s'impose et qui sera présentée dans la section suivante.

SECTION 2 : RECONFIGURATION DU RESEAU DE DISTRIBUTION

L'industrie du ciment est caractérisée par un faible ratio valeur/poids, ce qui engendre des coûts de transport très élevés. En Algérie, le problème des coûts de transport s'est exacerbé d'autant plus avec la fixation du plafond des marges de bénéfices par un décret exécutif qui ne permet plus l'intégration du coût de transport dans le prix d'achat sortie usine mais impose qu'il soit couvert comme toute autre charge par la marge.

Lafarge Logistique Algérie (LLA), filiale chargée de la distribution et du transport, se trouve incapable à supporter le coût de transport qui constitue plus de 40 % de cette marge (tableau 2). Ce qui a mené l'entreprise à inclure ces coûts provisoirement dans les charges des usines, en attendant de trouver une solution pour remédier à ce problème.

À cet effet, notre proposition consiste en une reconfiguration du réseau actuel qui assure un coût de transport minimal avec une couverture maximale du marché national.

2.1.Approche de modélisation

À travers nos interviews nous avons constaté l'existence d'une divergence de vision entre le département commerciale et le département logistique concernant la localisation des centres de distribution. D'une part, les commerciaux exigent l'implantation des centres de distribution dans les régions à forte demande, sans prendre en compte le coût que cela peut engendrer, car pour eux l'existence d'une forte demande implique la réalisation de ventes importantes par lesquelles le dépôt pourra couvrir les charges dépensées. Cependant, le réseau actuel qui a été élaboré sur la base de cette vision souffre d'une incapacité à couvrir ses charges alors que les entrepôts actuels sont situés dans des régions à forte demande. D'autre part, pour le département logistique, les centres de distribution doivent être localisés dans les régions proches des usines afin de réduire le coût de transport.

Par ailleurs, La performance globale et optimale d'une entreprise, dans une vision Supply Chain management, n'est atteinte qu'à travers la coordination de ses différentes fonctions. Ainsi, afin d'aboutir à cette performance et assurer une conception optimale du réseau de distribution, nous avons veillé à l'intégration de la coordination inter fonctionnelle et l'alignement des deux stratégies logistique et commerciale lors de la modélisation du problème.

Pour cela, dans un premier temps nous allons proposer un modèle de reconfiguration visant l'optimisation des coûts de transport des usines aux entrepôts. Ensuite, ce modèle sera adapté de manière à aligner notre objectif qui est l'optimisation des coûts de transport à la stratégie commerciale visant la couverture d'un maximum de demande par une présence équilibrée dans les

régions à forte attractivité. Par la suite nous allons traiter et analyser la résolution des différents scénarios proposés pour en choisir le meilleur. Enfin nous effectuerons une analyse de sensibilité du modèle.

2.2. Première modélisation : Optimisation du coût total de transport

L'objectif recherché dans cette première partie est l'optimisation du coût total de transport depuis les usines jusqu'aux centres de distribution répartis sur tout le territoire algérien en proposant une reconfiguration du réseau de distribution.

Cette reconfiguration vise à choisir la meilleure localisation des entrepôts de manière à minimiser le coût total de transport des usines aux différents centres de distribution en assurant une couverture maximale. Ceci-dit, étant donné que Lafarge Algérie possède deux usines, une à Oggaz (Mascara) et l'autre à Msila, un second problème se pose et qui consiste en l'affectation des nouveaux dépôts aux usines de manière à minimiser les coûts de transport aussi.

Ainsi, notre problème consiste en un problème de Localisation –Affectation : Localisation d'un ensemble de centres de distribution de manière à optimiser le coût de transport et leur affectation à l'usine la plus proche.

2.2.1. Hypothèses du modèle

Dans notre modèle nous considérons les hypothèses suivantes :

- Les produits sont homogènes car les coûts de transport varient selon le type de conditionnement des produits (vrac ou sac) et le problème étudié concerne la distribution du ciment sac uniquement ;
- La capacité des deux usines est illimitée en d'autres termes, les deux usines peuvent approvisionnées tous les entrepôts qui lui seront affectés ;
- Le coût d'ouverture d'un entrepôt est le même dans toutes les régions ainsi ce coût ne va pas être pris en considération dans la fonction objective puisque il est constant ;
- Le nombre d'entrepôts à localiser est limité par l'entreprise à 6.

2.2.2. Modélisation mathématique

Après avoir étudié les modèles de localisation et de distribution présentés dans le chapitre précédent, notre choix s'est porté sur le modèle du p-médian qui sera adapté par la suite à notre problématique.

Pour rappel, le modèle du p-médian est un modèle de minimisation dont l'objectif est de trouver la localisation optimale de **P** activités de manière à minimiser le coût de déplacement des clients vers ces activités. Ce coût de déplacement est représenté par la distance d_{ij} séparant l'activité i du client j .

$$\text{Fonction Objectif : } Z = \min \sum_j \sum_i d_{ij} x_{ij}$$

Sous les contraintes :

$$\sum_i x_{ij} = 1, \quad \forall j \quad \text{Assure que tous les clients sont assignés à une et une seule activité}$$

$$x_{ij} \leq y_j, \quad \forall i, j \quad \text{Empêche l'assignation d'un client à une activité si elle n'est pas}$$

ouverte

$$\sum_j y_j = p, \quad \text{Le nombre total d'activités est égal à } p$$

$$\begin{aligned} x_{ij} &= \{0,1\} \\ y_j &= \{0,1\} \end{aligned} \quad \forall i, j \quad \text{Nature binaire des variables } x_{ij}, y_j$$

Dans notre cas, l'objectif recherché est aussi la minimisation du coût de déplacement ou de transport des usines aux entrepôts à localiser. Ceci-dit, selon la politique de facturation du transport de Lafarge, plus la distance augmente (dans un intervalle donné) plus le coût unitaire de transport diminue (Annexe 3.4) d'où la nécessité de pondérer la distance par le coût unitaire de transport pour avoir un modèle d'optimisation du coût de transport.

Ainsi, le modèle de p-médian sera adapté à notre étude en pondérant la distance entre les dépôts et les usines par les coûts unitaire de transport (voir annexe 3.5)

a. Paramètres du modèle

Afin de modéliser le problème, certaines notions doivent être introduites :

- I : Ensemble des usine i , $I = \{1,2\}$
- J : Ensemble des sites de localisations potentiels j , $J = \{1,48\}$
- d_{ij} : distance entre l'usine i et le site j
- C_{ij} : Coût de transport de l'usine i vers le site j qui est une fonction de la distance d_{ij} séparant l'usine i du site j multipliée par le coût unitaire de transport.

b. Variables de décision du modèle

- X_{ij} : variable binaire d'affectation des entrepôts aux usines : $X_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{si le site } j \text{ est affecté à l'usine } i, \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$
- Y_j : variable binaire de localisation des entrepôts : $Y_j = \begin{cases} 1 & \text{si un entrepôt est ouvert au site } j, \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$

c. Modèle mathématique

Le modèle de reconfiguration du réseau de distribution avec localisation et affectation peut s'écrire comme suit :

$$Z = \min \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^{48} c_{ij} x_{ij} \quad \dots\dots\dots (A)$$

sous les contraintes :

$$\sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^{48} c_{ij} * x_{ij} \leq 4800 \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$\sum_{i=1}^2 x_{ij} = 1, \quad \forall j \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$x_{ij} \leq y_j, \quad \forall i, j \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$\sum_{j=1}^{48} y_j = 6 \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$\sum_{j=1}^{48} x_{1j} = 2 \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$x_{i25} = 0, \quad \forall i \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$x_{i28} = 0, \quad \forall i \quad \dots\dots\dots (7)$$

$$x_{i29} = 0, \quad \forall i \quad \dots\dots\dots (8)$$

$$x_{ij} = \{0, 1\}, \quad \forall i, j \quad \dots\dots\dots (9)$$

$$y_j = \{0, 1\}, \quad \forall j$$

La fonction Objectif (A) minimise la somme des coûts d'affectation et de localisation des entrepôts :

La contrainte (1) impose que le coût unitaire de transport du réseau (DZD/Tonne) soit couvert par la marge unitaire réalisée par le réseau (DZD/T).

La contrainte (2) est une contrainte d'approvisionnement : un dépôt ne peut être servi que par une seule usine.

La contrainte (3) impose qu'un site ne peut être affecté à une usine si aucun dépôt n'est ouvert dans ce dernier.

La contrainte (4) est relative au nombre d'entrepôts à localiser qui est limité à 6 entrepôts.

La contrainte (5) limite le nombre d'entrepôts affectés à l'usine 1, l'usine d'Oggaz, à 2 pour assurer un équilibre d'affectation entre les deux usines selon leur capacité de production. En effet, la capacité de l'usine de M'sila est de 5 millions de tonnes/an alors celle d'Oggaz est de 2,5 millions de tonnes/an, soit la moitié de la capacité de Msila. Pour cela, 2 dépôts seront affectés à l'usine d'Oggaz et 4 à celle de M'sila.

La contrainte (6) empêche la localisation de dépôt dans la wilaya de Constantine puisqu'elle contient un terminal d'ensachage qui peut être considéré comme un centre de distribution.

Les contraintes (7) et (8) imposent que les deux wilayas Msila et Mascara ne figurent pas dans l'ensemble des solutions car ces deux dernières contiennent les usines de production qui assurent elles même la distribution dans ces wilayas.

En fin, la contrainte (9) est une contrainte d'intégrité des variables de décisions x_{ij} et y_i sont des variables binaires : $x_{ij}=1$ si l'entrepôt j est affecté à l'usine i , 0 sinon. Et $y_j=1$ si un entrepôt est ouvert au site j ; 0 sinon.

2.3. Alignement de la vision logistique et commerciale dans la décision de conception

Dans cette partie, un changement sera effectué au modèle précédent afin de l'aligner à la stratégie commerciale de Lafarge et assurer ainsi une conception optimale du réseau de distribution qui satisfait l'ensemble de l'entreprise. Pour cela, une pondération du coût de transport relatif à chaque site potentiel est effectuée par un score reflétant l'attractivité commerciale de ce dernier. Pour ce faire, un nouveau paramètre n_j sera ajouté au modèle pour favoriser les sites à forte attractivité où n_j est le score d'attractivité de la zone j .

L'attractivité d'une région dépend de plusieurs facteurs ; pour identifier ces facteurs, nous avons fait appel à un expert dans le domaine de distribution du ciment qui est le manager commercial chargé de distribution chez Lafarge qui affirme que l'attractivité d'une région dépend de trois facteurs :

- La demande du ciment : plus la consommation du ciment est grande, plus la zone concernée est attractive.

- Le nombre d'habitants/Km² : Plus le nombre d'habitant augmente plus le besoin en logement augmente et la consommation du ciment et la région devient de plus en plus attractive.
- Le développement industriel : le développement industriel désigne une évolution positive de l'activité industrielle d'une région géographique. Cette évolution engendre l'enrichissement et l'amélioration des conditions de vie dans cette région ce qui va attirer plus de population et favoriser la construction de logement et ainsi la consommation du ciment. De plus, le développement industriel est accompagné par la réalisation de projets industriels et donc des projets de construction qui nécessite d'être alimenté en ciment.

Le poids de chacun de ces facteurs dans la détermination du degré d'attractivité d'une zone géographique diffère selon son importance. La détermination des poids des trois facteurs a également été faite par le manager commercial :

La demande du ciment constitue le facteur le plus important pour un problème de localisation de dépôt. Ainsi, le poids assigné à ce facteur est de 0,5. Quant au nombre d'habitants/Km², son poids est de 0,3. Enfin, celui du développement industriel est de 0,2.

En ce qui concerne la demande du ciment, nous avons pris la part de chaque wilaya de la demande nationale (un pourcentage) qui a été par la suite pondéré par le poids de ce facteur. Ensuite, pour le nombre d'habitant nous avons utilisé la méthode de comparaison min-max qui consiste à attribuer la note maximale à la plus grande valeur et la note minimale à la plus petite valeur et ensuite calculer la note des autres valeurs en fonction des notes minimale et maximale.

En ce qui concerne le développement industriel, faute de manque d'information et de temps nous n'avons pas pu intégrer ce facteur. Plusieurs travaux utilisent le nombre d'entreprises par région pour déterminer son degré de développement mais pour le secteur du ciment cela ne reflète pas l'attractivité d'une région.

Par conséquent, pour le calcul du score d'attractivité nous n'avons gardé que les deux premiers facteurs à savoir la demande du ciment et le nombre d'habitant/km². Pour les résultats (Annexe 3.6)

Ainsi, l'intégration du score d'attractivité n_j au premier modèle, nous a permis de joindre les deux visions logistique et commerciale pour la conception du réseau de distribution. En effet, plus la région est attractive plus le n_j est grand, ce qui va réduire l'impact du coût de transport relatif. Ce qui favorise le choix des régions ayant le meilleur ratio coût /attractivité.

Le problème de reconfiguration du réseau de distribution de Lafarge peut être modélisé comme suit :

$$Z = \min \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^{48} \frac{c_{ij}}{n_j} x_{ij}$$

sous les contraintes:

$$\sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^{48} c_{ij} * x_{ij} \leq 4800 \quad \text{Assure que le coût global de transport est inférieur à la marge}$$

$$\sum_{i=1}^2 x_{ij} = 1, \forall j \quad \text{Assure qu'un entrepôt est affecté à une et une seule usine}$$

$$x_{ij} \leq y_j, \forall i, j \quad \text{Empêche l'affectation des sites où aucun dépôt n'a été ouvert}$$

$$\sum_{j=1}^{48} y_j = 6 \quad \text{Contrainte de limitation du nombre d'entrepôt à localiser}$$

$$\sum_{j=1}^{48} x_{1j} = 2 \quad \text{Contrainte d'équilibre d'affectation entre les deux usines}$$

$$x_{i25} = 0, \forall i \quad \text{Empêche l'ouverture d'un depot à Constantine}$$

$$x_{i28} = 0, \forall i \quad \text{Empêche l'ouverture d'un entrepôt à M'sila}$$

$$x_{i29} = 0, \forall i \quad \text{Empêche l'ouverture d'un entrepôt à Mascara}$$

$$x_{ij} \in \{0,1\}, \forall i, j \quad \text{Contraintes d'intégrité}$$

$$y_j \in \{0,1\}, \forall j$$

Ce modèle figure parmi les problèmes d'optimisation linéaires combinatoires dont la complexité augmente avec le nombre de variables considérées. Grâce au développement de solveur de programmes linéaires, ce type de problème peut être résolu efficacement (solution optimale) et dans des délais raisonnable. Le logiciel CPLEX¹⁹ figure parmi les premiers solveurs utilisés pour la résolution de ce type de problème. De ce fait, le modèle a été programmé et résolu à l'aide du logiciel IBM ILOG CPLEX 12.6.1.

2.4. Présentation et Analyse des résultats

L'objectif de ce modèle est de réaliser le meilleur rapport coût logistique, présence dans les marchés attractifs tout en gardant un équilibre de répartition interrégionale.

¹⁹ Ce logiciel d'optimisation a été développé par Robert E. Bixby en 1987 puis racheté par l'entreprise française ILOG¹⁹ en 1997. Depuis 2009, il est commercialisé par IBM suite à son acquisition d'ILOG.

Son nom fait référence au langage C et à l'algorithme du Simplexe. Il est composé d'un exécutable et d'une bibliothèque de fonctions.

Pour ce faire nous présenterons d'abord le réseau de distribution actuel, suivi de la résolution du modèle de base dans un premier scénario. Le 2^{ème} scénario consiste à regrouper les 48 wilayas en trois régions : Est, Centre et Ouest de sorte à imposer 2 dépôts par région. Une contrainte de voisinage sera ajoutée dans le 3^{ème} scénario, pour interdire deux solutions voisines. Le dernier scénario vise à regrouper les wilayas en 6 régions et de localiser un et un seul dépôt dans chacune d'elles.

2.4.1. Analyse préliminaire

Coût logistique minimale, taux de réponse maximal et répartition équilibrée, ces trois indicateurs influencent fortement le choix du réseau de distribution. Pour arriver à faire ce choix, nous allons mesurer les 3 indicateurs pour les différents scénarios étudiés ainsi que ceux du réseau actuel, et choisir celui qui offre la meilleure combinaison de ces indicateurs.

Pour les coûts logistiques, nous allons calculer la somme des coûts de transport des usines aux wilayas figurant dans l'ensemble de solution (Annexe 3.5), cet indicateur va représenter le coût de transport du réseau par tonne.

Pour la répartition interrégionale, au minimum un dépôt doit être localisé dans chacune des régions du pays : Est, Centre et Ouest afin d'élargir la présence.

Enfin pour mesurer le taux de réponse d'un dépôt, nous aurons besoin de calculer son rayon de couverture minimale. Cependant, par manque d'information, nous allons utiliser dans ce calcul la demande en ciment de chaque wilaya au lieu des parts de marchés que détient Lafarge dans ces dernières.

D'après le département commercial, un dépôt peut au moins couvrir la demande de la wilaya correspondante ainsi que celles des wilayas voisines. Donc pour mesurer le taux de réponse d'une configuration donnée, nous allons prendre en compte les demandes des six wilayas de l'ensemble des solutions, des wilayas qui contiennent les deux usines et du terminal de Lakhroub, ainsi que la demande de toutes wilayas voisines aux neuf précédentes.

2.4.2. Résolution du modèle

Afin de le comparer avec les réseaux des prochains scénarios, nous allons présenter dans cette partie le réseau actuel de Lafarge Algérie, nous déterminerons ses caractéristiques : son coût de transport global, son taux de réponse aux marchés potentiels, ainsi que sa répartition géographique. La figure ci-dessous illustre la répartition des dépôts du réseau actuel :

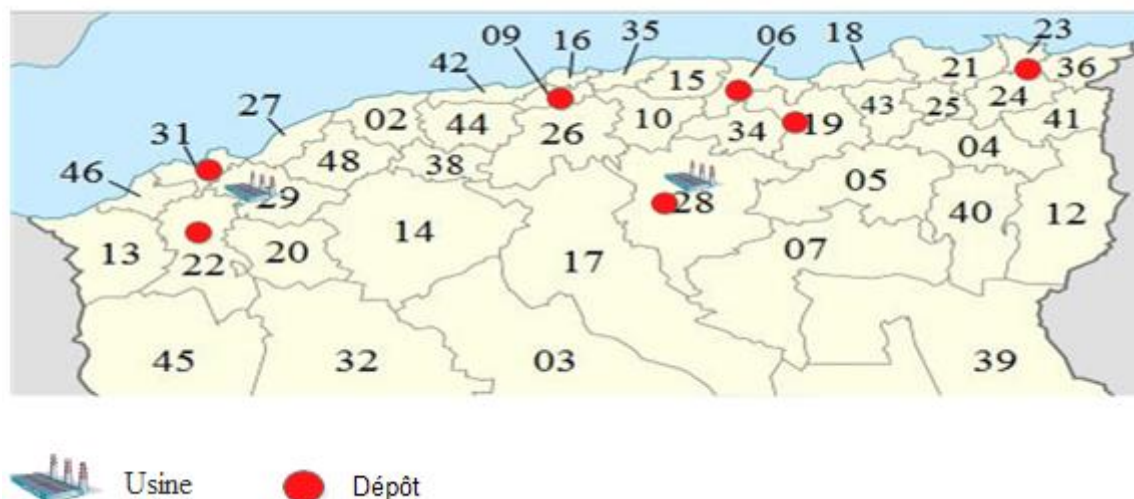


Figure 31 : Répartition des dépôts du réseau actuel

Le réseau de distribution actuel est constitué de 7 dépôts répartis dans la région nord du pays, les wilayas correspondantes sont : Blida, Msila, Sétif, Bejaia, Annaba, Oran et Sidi Bel Abbas.

Pour la répartition des dépôts, nous remarquons que les régions Est et Ouest sont couvertes par deux dépôts chacune, quant au centre, celui-ci contient trois dépôts. Quant au coût de transport global du réseau, il est de 4197,1 DZD/T.

Enfin ce réseau est présent dans 79% des marchés potentiels, il peut couvrir en moyenne 75% de la demande de l'Est, 95% de la demande du Centre et 69% de l'Ouest.

Dans les prochains titres, nous allons étudier le modèle de reconfiguration proposé selon plusieurs scénarios, et comparer les résultats pour décider de la configuration optimale.

Scénario 1 : résolution du modèle de base

Lors de la résolution du premier modèle proposé avec le logiciel CPLEX (Annexe 3.7), la nouvelle configuration est présentée dans la figure ci-dessous :

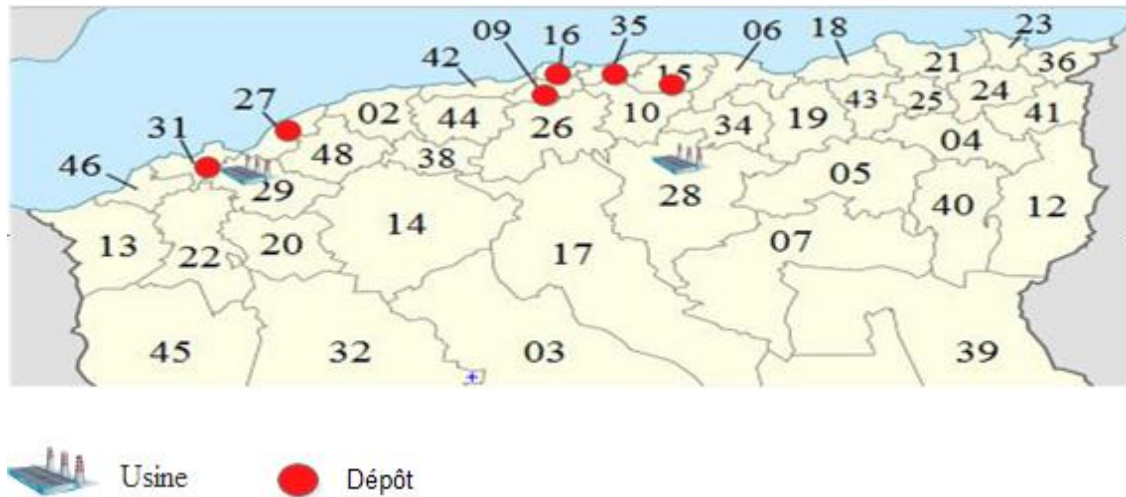


Figure 32: Réseau de distribution du 1er scénario

Le coût global de transport de ce réseau, est égal à 3701,3 DZD/T, Soit une réduction de 11,9% par rapport au réseau actuel.

Toutefois, il présente une répartition interrégionale non équilibrée : 4 dépôts se situent dans la région du Centre, dans des wilayas voisines à savoir Alger, Boumerdes, Blida et Tizi Ouzou qui sont affectées à l'usine de Msila. Les 2 dépôts restants se situent dans la région Ouest dans des wilayas voisines soient Mostaganem et Oran et qui sont affectés à l'usine d'Oggaz. Quant à la région Est, celle-ci ne contient aucun dépôt sachant qu'elle représente 25% de la demande totale (Annexe 3.8)

Par conséquent, le réseau présenté dans ce scénario n'est pas convenable puisqu'il présente une répartition déséquilibrée et une localisation des dépôts dans des wilayas voisines alors qu'un seul dépôt peut répondre aux demandes de toutes les wilayas voisines. Donc, d'une part cette solution ne prend pas en considération l'un des objectifs de l'entreprise qui est d'assurer une large présence sur le territoire national, et d'autre part, elle propose une offre excessive dans la région du centre ce qui va engendrer des surcoûts considérables.

Pour cela, nous allons ajuster notre modèle dans les prochains scénarios de manière à assurer une meilleure combinaison des 3 indicateurs.

Scénario 2 : Découpage en 3 régions

Le modèle de base a donné une répartition déséquilibrée des dépôts sur le nord du pays. Pour cela, nous allons ajuster notre modèle dans ce scénario de manière à assurer une harmonie de présence des produits Lafarge dans les 3 régions du pays : l'Est, l'Ouest et le Centre en imposant la localisation de 2 dépôts dans chaque région. (Annexe3 .9)

Nous avons gardé le découpage classique : le Centre (13 wilayas), l'Est (17 wilayas) et l'Ouest (18 wilayas) et qui est illustrée dans la figure suivante :

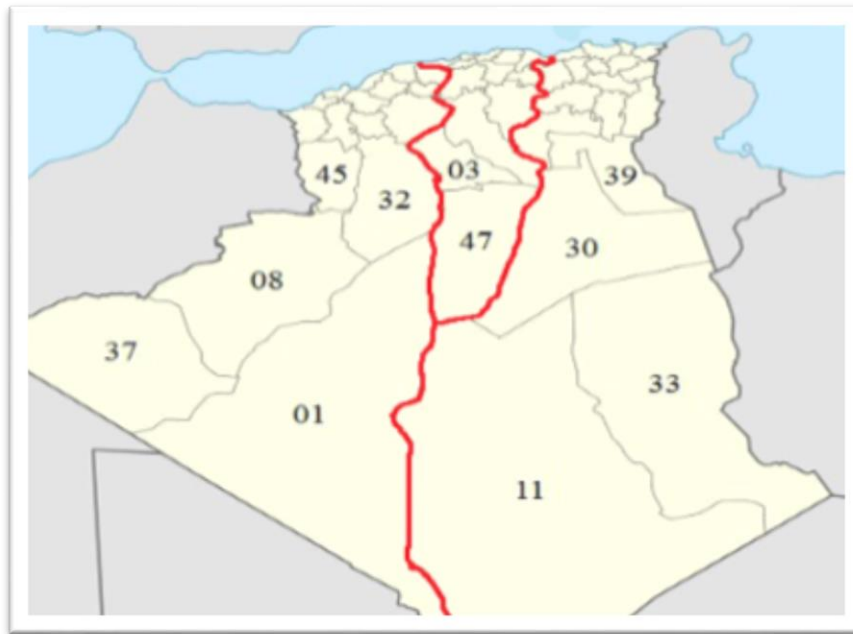


Figure 33: Répartition des wilayas en 3 régions

Trois contraintes seront donc rajoutées au modèle initial pour limiter le nombre de dépôts à 2 par région (Annexe 3.10). Le nouveau modèle est présenté comme suit :

$$Z = \min \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^{48} \frac{c_{ij} x_{ij}}{n_j}$$

sous les contraintes:

$$\sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^{48} c_{ij} * x_{ij} \leq 4800$$

$$\sum_{i=1}^2 x_{ij} = 1, \quad \forall j$$

$$x_{ij} \leq y_j, \quad \forall i, j$$

$$\sum_{j=1}^{48} y_j = 6$$

$$\sum_{j=1}^{48} x_{1j} = 2$$

$$x_{i25} = 0, \quad \forall i$$

$$x_{i28} = 0, \quad \forall i$$

$$x_{i29} = 0, \quad \forall i$$

$$y_{16} + y_9 + y_{35} + y_{42} + y_{17} + y_3 + y_{26} + y_{43} + y_{28} + y_6 + y_{10} + y_{15} + y_{17} = 2$$

$$y_4 + y_{12} + y_{21} + y_{23} + y_{24} + y_{33} + y_{36} + y_{39} + y_{40} + y_{41} + y_5 + y_7 + y_{11} + y_{48} + y_{19} + y_{25} + y_{35} + y_{43} = 2$$

$$y_2 + y_{14} + y_{20} + y_{32} + y_{38} + y_{44} + y_{48} + y_1 + y_8 + y_{13} + y_{22} + y_{27} + y_{29} + y_{31} + y_{37} + y_{45} + y_{46} = 2$$

$$x_{ij} \in \{0, 1\}, \quad \forall i, j$$

$$y_j \in \{0, 1\}, \quad \forall j$$

Le résultat du modèle ajusté est présenté dans la figure ci-dessous :

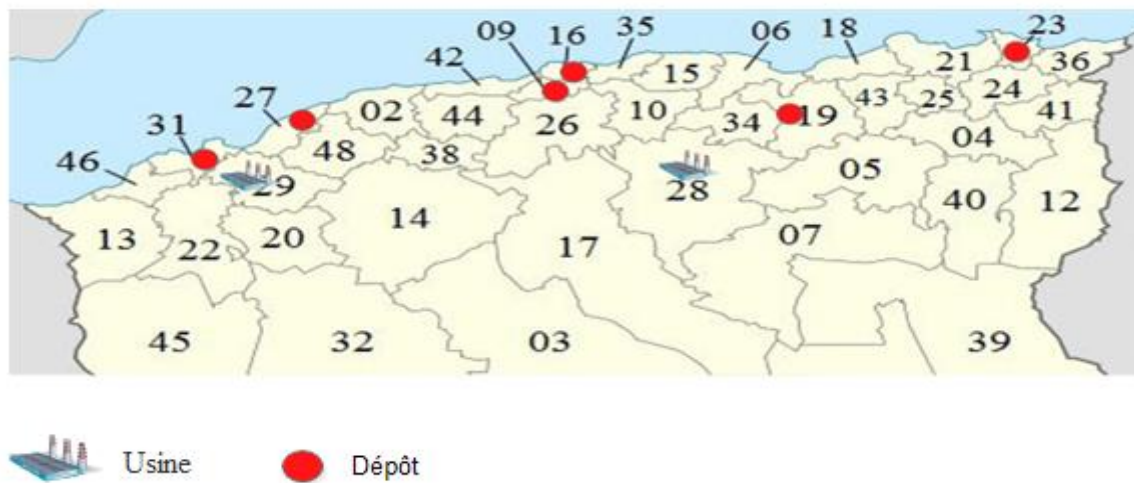


Figure 34: Réseau de distribution du 2ème scénario

Ainsi le réajustement du modèle a permis une répartition équilibrée entre les 3 régions.

Pour la région de l'Est, les deux wilayas Sétif et Annaba sont les plus convenables pour l'implantation des dépôts. En terme de couverture cette solution semble meilleure que la configuration précédente puisque elle a assuré une réponse de 75% de la demande de l'Est à travers les deux dépôts Annaba et Sétif.

Pour le centre, le positionnement des dépôts n'est pas forcément intéressant puisque les deux wilayas Blida et Alger sont adjacentes. De plus cette répartition ne pourra couvrir que 83% de la demande contre 95% dans le réseau actuel.

En ce qui concerne l'Ouest, la solution proposée inclut Oran et Mostaganem. Cette configuration couvrira 75% de la demande de cette région.

Quant au coût global de transport, celui-ci est chiffré de 4000,5 DZD/T.

Enfin pour l'affectation, les quatre dépôts correspondants au centre et à l'est sont affectés à l'usine de Msila, alors que ceux de l'ouest sont affectés à l'usine d'Oggaz.

Comparé au modèle de base, ce modèle permet une répartition interrégionale. En revanche, son coût a augmenté de 7,48% par rapport au coût du modèle de base

Par contre, en le comparant au réseau actuel, ce modèle offre une réduction de 5% sur les coûts de transport. Mais, le réseau actuel permet une meilleure présence sur le marché du centre où il couvre 95% de la demande contre 83% pour ce scénario.

L'objectif de l'ajustement du modèle de base était d'avoir une configuration plus dispersée afin de capter le maximum de valeur tout en minimisant les coûts de transport. Cependant, cette configuration est polarisée dans la région du Centre puisque les dépôts sont situés dans deux wilayas voisines

Ainsi, cette solution peut être améliorée pour maximiser le taux de couverture puisque un dépôt peut couvrir la demande de la wilaya correspondante ainsi que celles des wilayas voisines

Pour cela, de nouvelles contraintes seront ajoutées dans le prochain scénario afin d'avoir une dispersion de l'offre dans les zones attractives.

Scénario 3 : Découpage en 3 régions avec contrainte de voisinage :

Afin de maximiser le taux de couverture, une nouvelle contrainte est ajoutée au modèle précédent soit une contrainte de voisinage (Annexe 3.11) qui empêche la localisation des dépôts dans des wilayas voisines.

Pour ce faire un nouveau paramètre est ajouté d_{jk} qui est défini comme suit :

$$d_{jk} = \begin{cases} 1 & \text{si } j \text{ est voisin à } k \\ 0 & \text{Sinon} \end{cases}$$

La contrainte de voisinage est formulée comme suit : $\forall j, \sum_{k=1}^{48} d_{jk} y_k \leq 1$

Ainsi le modèle de ce scénario peut être formulé comme suit :

$$Z = \min \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^{48} \frac{c_{ij}}{n_j} x_{ij}$$

sous les contraintes:

$$\sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^{48} c_{ij} * x_{ij} \leq 4800$$

$$\sum_{i=1}^2 x_{ij} = 1, \quad \forall j$$

$$x_{ij} \leq y_j, \quad \forall i, j$$

$$\sum_{j=1}^{48} y_j = 6$$

$$\sum_{j=1}^{48} x_{1j} = 2$$

$$x_{i25} = 0, \quad \forall i$$

$$x_{i28} = 0, \quad \forall i$$

$$x_{i29} = 0, \quad \forall i$$

$$y_{16} + y_9 + y_{35} + y_{42} + y_{17} + y_3 + y_{26} + y_{43} + y_{28} + y_6 + y_{10} + y_{15} + y_{17} = 2$$

$$y_4 + y_{12} + y_{21} + y_{23} + y_{24} + y_{33} + y_{36} + y_{39} + y_{40} + y_{41} + y_5 + y_7 + y_{11} + y_{48} + y_{19} + y_{25} + y_{35} + y_{43} = 2$$

$$y_2 + y_{14} + y_{20} + y_{32} + y_{38} + y_{44} + y_{48} + y_1 + y_8 + y_{13} + y_{22} + y_{27} + y_{29} + y_{31} + y_{37} + y_{45} + y_{46} = 2$$

$$\sum_{k=1}^{48} d_{jk} y_k \leq 1, \quad \forall j$$

$$x_{ij} \in \{0,1\}, \quad \forall i, j$$

$$y_j \in \{0,1\}, \quad \forall j$$

Le réseau proposé par ce scénario est illustré dans la figure suivant :



Figure 35: Réseau de distribution du 3ème scénario

Ce scénario présente la même solution que le précédent pour les régions du l'Est et l'Ouest. Pour le Centre, la wilaya de Blida est remplacée par Tizi Ouzou

Ce scénario permet une couverture de 95% de la demande du centre, et un coût global de transport de 3816 DZD/T, soit une augmentation de 12% du taux de couverture et une baisse de 4.6% des coûts de transport par rapport scénario précédent.

Ainsi, ce réseau est plus avantageux que celui du 1^{er} scénario en termes de coûts, d'équilibre interrégional et de réponse aux marchés.

Le prochain scénario présentera les conditions du présent scénario avec une autre manière de modélisation. En effet au lieu de répartir les wilayas sur 3 régions et ajouter des contraintes de voisinages, nous allons les répartir cette fois ci sur six régions et imposer un seul dépôt par région.

Scénario 4 : Découpage en 6 régions

Dans ce dernier scénario, nous allons éliminer les contraintes de voisinage, découper le territoire national en six régions et limiter le nombre de dépôts à un pour chaque région afin d'éviter les solutions voisines. (Annexe 3.12)

La figure ci-dessous illustre les limites de chaque région :

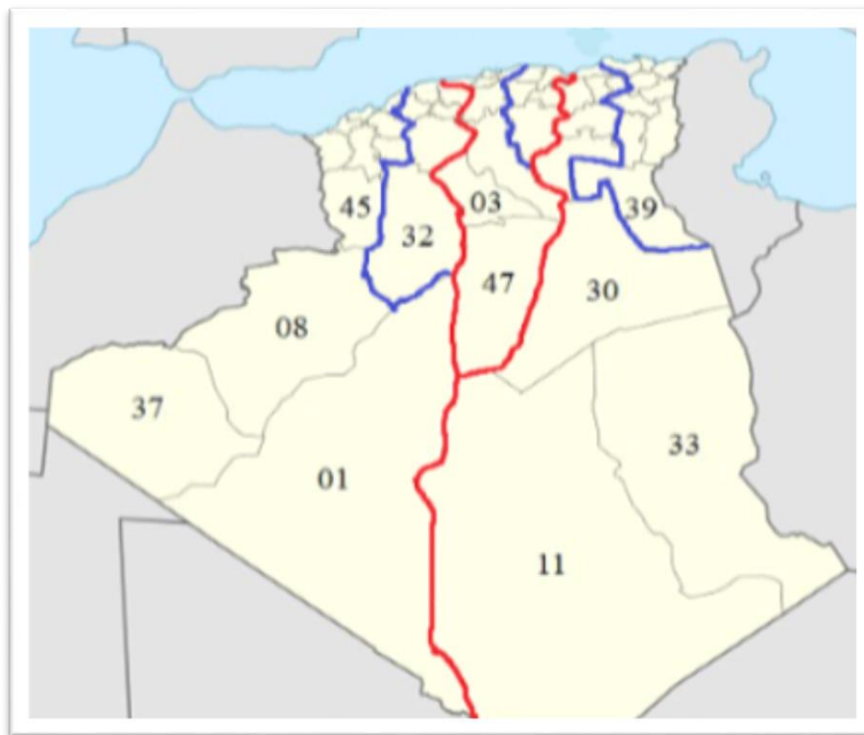


Figure 36: Répartition des wilayas en six régions

Pour ce modèle, nous allons garder le modèle de base en y rajoutant une contrainte qui limite le nombre de dépôts par région à un (Annexe 3.13). Ce scénario est modélisé comme suit :

$$Z = \min \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^{48} \frac{c_{ij}}{n_j} x_{ij}$$

sous les contraintes:

$$\sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^{48} c_{ij} * x_{ij} \leq 4800$$

$$\sum_{i=1}^2 x_{ij} = 1, \forall j$$

$$x_{ij} \leq y_j, \forall i, j$$

$$\sum_{j=1}^{48} y_j = 6$$

$$\sum_{j=1}^{48} x_{1j} = 2$$

$$x_{i25} = 0, \forall i$$

$$x_{i28} = 0, \forall i$$

$$x_{i29} = 0, \forall i$$

$$y_{15} + y_6 + y_{34} + y_{10} + y_{47} + y_{28} = 1$$

$$y_{16} + y_{35} + y_9 + y_{42} + y_{17} + y_3 + y_{26} = 1$$

$$y_{23} + y_{21} + y_{12} + y_{24} + y_{36} + y_4 + y_{40} + y_{41} + y_{39} + y_{33} = 1$$

$$y_{25} + y_{19} + y_5 + y_{18} + y_{30} + y_7 + y_{43} + y_{11} = 1$$

$$y_{44} + y_2 + y_{32} + y_{48} + y_{20} + y_{14} + y_{38} = 1$$

$$y_1 + y_8 + y_{13} + y_{27} + y_{29} + y_{31} + y_{37} + y_{45} + y_{46} + y_{22} = 1$$

$$x_{ij} \in \{0,1\}, \forall i, j$$

$$y_j \in \{0,1\}, \forall j$$

L'ensemble des solutions de ce modèle est illustré dans la figure 37 :



Figure 37: Réseau de distribution du 4ème scénario

Le découpage en 6 régions a conduit à un meilleur équilibre de présence dans les différentes régions. Pour les 2 régions l'Est et le Centre, les dépôts correspondants peuvent garantir le même

taux de couverture que le scénario précédent, soit respectivement 75% et 95%. Pour la région de l'ouest, ce scénario présente un plus grand taux de couverture par rapport aux réseaux proposés précédemment, il peut absorber 82,5% de la demande du côté ouest. En revanche ce réseau engendre un coût global de transport supérieur à ceux des réseaux présentées précédemment, il est de 4246 DZD/T, il présente une augmentation de 11.27 % du coût relatif au scénario précédent.

Pour pouvoir décider de la configuration la plus avantageuse, nous allons faire une comparaison du modèle actuel, le modèle de base ainsi que les 3 scénarios. Le tableau ci-dessous synthétise les résultats de chaque configuration :

Tableau 15 : Comparaison des quatre scénarios²⁰

scénario	modèle actuel			Scénario 1			Scénario 2			Scénario 3			Scénario 4		
région	Est	Centre	Ouest	Est	Centre	Ouest	Est	Centre	Ouest	Est	Centre	Ouest	Est	Centre	Ouest
nombre dépôts	2	2	2	0	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
CTG DZD/T	4197			3701			4000			3816			4246		
RMP	75%	95%	69%	43%	95%	75%	75%	83%	75%	75%	95%	75%	75%	95%	82,50%
	79,66%			70%			77,70%			81,30%			84%		

Nous remarquons que les deux derniers scénarios sont les plus avantageux par rapport aux autres, ils offrent une meilleure combinaison des 3 indicateurs considérés.

Le 3ème scénario offre un coût global plus bas que le dernier. Alors que celui-ci offre une meilleure réponse aux marchés.

Pour décider du meilleur scénario entre ces deux, nous allons calculer le manque à gagner (MG) engendré par le choix de chacun.

Le choix du 3^{ème} scénario au lieu du quatrième va engendrer un manque à gagner de 7.5% des demandes de la région ouest. Pour traduire ce manque en chiffre d'affaire, nous aurons besoin de la part de marché de Lafarge dans cette région, chose qui n'est pas connu. Pour cela nous allons l'estimer aux ventes réalisées dans l'ouest en 2014 par les deux dépôts Sénia et SBA, soit 129892

²⁰ CTG : coût de transport global DZD/T

RAMP : réponse aux marchés potentiels

de tonnes (Annexe 3.17). Par conséquent, ce scénario va engendrer de pertes de 97419²¹ de tonnes, l'équivalent de 7793520 DZD ²² .

Le choix du 4^{ème} scénario va engendrer une perte de 430 DZD/Tonne dans les coûts de transport causé principalement par le dépôt de Chlef qui a remplacé celui Mostaghanem du 3^{ème} scénario et celui de SBA du réseau actuel.

Donc, pour calculer la perte de coûts de transport lié à ce dépôt, nous allons estimer que ses ventes sont les mêmes que celle de SBA du réseau actuel (puisque nous n'avons pas les parts de marchés par wilayas) soit 24860 tonnes (Annexe 3.17). Ce qui va engendrer 10689800 ²³DZD de pertes par rapport au 3^{ème} scénario.

Il est clair que le 3^{ème} scénario est beaucoup plus rentable que le dernier, soit une différence de 2896280 DZD.

Le scénario retenu est par conséquent le 3^{ème} qui consiste à imposer deux dépôts par région avec l'interdiction de solutions voisines. Ce dernier implique une réduction qui dépasse les 9% sur les coûts de transport par rapport au modèle actuel, soit 381 DZD/T.

2.5. L'analyse de sensibilité

Nous abordons dans cette partie l'analyse de sensibilité du modèle proposé. Il s'agit d'étudier les conséquences de la variation d'un coefficient de la fonction objectif et du second membre d'une contrainte donnée.

Cette analyse permet d'une part de déterminer à quel point l'incertitude des données du problème peuvent affecter la solution. D'autre part, elle permet d'évaluer les conséquences des changements d'une politique qui modifierait les données du problème.

Pour notre cas, les paramètres déterminants de la décision de localisation sont le coût unitaire de transport c_{ij} , le score d'attractivité n_j , ainsi que la marge à ne pas dépasser.

En ce qui concerne les coûts de transport, ces derniers dépendent en grande partie des prix du carburant qui n'ont connu qu'une faible variation ces dernières années puisqu'ils sont subventionnés par l'état qui assure toute différence dans ces prix issu de la variation des prix du pétrole.

²¹Manque à gagner en tonnes : $129892 * 7.5\%$

²² Manque à gagner en DZD : $129892 * 7.5\% * 800$

²³ Pertes causé par le transport : $24860 * 430$

Pour la marge, il est peu probable que l'état diminue encore cette marge étant donné que les distributeurs sont en cours de négociation avec les autorités pour l'augmenter vu les grandes difficultés qu'ils connaissent à rentabiliser leur activité avec la marge actuelle. En cas d'augmentation, ce paramètre ne va pas influencer les résultats du modèle puisque le problème posé est un problème de minimisation.

Ainsi, cette étude de sensibilité s'effectuera par rapport au dernier paramètre soit le score d'attractivité.

Ce score a été élaboré par la combinaison pondérée de deux facteurs, la demande et le nombre d'habitants.

Pour connaître les projections de croissance de ses deux facteurs et évaluer l'impact de leur variation dans les années à venir nous nous sommes basés sur le schéma d'aménagement national élaboré en 2010 et approuvé pour une durée de 20 ans (JOURNAL OFFICIEL, 2010).

L'objectif de ce schéma est tout d'abord d'assurer un équilibre interrégional durable en éliminant la centralisation de localisation de la population et des activités dans la région côtière. Ensuite, d'adapter le territoire aux exigences de l'économie contemporaine en renforçant son attractivité par la mise en œuvre d'amélioration et de diversification de l'offre infrastructurelle et le développement des capacités scientifiques et technologiques.

La réalisation du premier objectif s'appuiera sur la création de 4 pôles attractifs qui devront alors se doter de tous les équipements et services liés aux fonctions d'échanges internationales qui seront situés dans les wilayas d'Alger, Annaba, Oran et Constantine. Ainsi le développement de ces pôles nécessitera la construction d'infrastructures, et par conséquent, la variation de la demande en ciment sera principalement constatée dans ces régions, ce qui confirme la fiabilité des données considérées dans le modèle étudié puisque ces derniers figurent parmi les cinq premières wilayas attractives.

La réalisation du second objectif, en l'occurrence l'équilibre interrégional en termes de population et d'activités s'effectuera par la restructuration de la zone littorale et le développement des hauts plateaux et du Sud pour amener la population du nord vers ces deux régions.

Dans ce contexte, et selon les projections de l'Office National des Statistiques sur les 5 ans à venir, 40% de la population algérienne vivra dans les wilayas du littoral au lieu de 63% soit une diminution de 23% qui émigrera vers les hauts plateaux et le sud.

Ainsi, nous avons pris en considération ces projections pour estimer les populations des wilayas côtières qui vont diminuer de 23% et celles des hauts plateaux et du Sud qui vont augmenter du même taux.(Annexe 3.16) et étudier l'impact de leurs variations sur le modèle.

Après les changements effectués sur la répartition démographique, l'attractivité des wilayas côtières a diminuée contrairement à celles des hauts plateaux et du sud qui ont augmenté. Toutefois, l'ensemble de solution demeurent le même, ce qui a affirmé la robustesse du modèle.

Ainsi, le modèle proposé dans cette section a conduit à une nouvelle configuration du réseau qui consiste donc à transférer le dépôt de Sidi Bel Abbes à Mostaganem, celui de Bejaia à Tizi Ouzou, et celui de Blida à Alger. Pour ce dernier, le transfert n'est pas forcément important, puisque Blida et Alger sont des wilayas voisines, et peuvent garantir le même taux de recouvrement de la demande. L'entreprise doit donc estimer le coût de transfert de ce dépôt et le comparer avec le surplus des coûts de transport engendré par le maintien du dépôt de Blida au lieu de le transférer à Alger.

Le dépôt de Msila sera éliminé vu que qu'il est situé à proximité de l'usine qui assure elle-même la distribution dans la région. D'ailleurs, ce dépôt a été ouvert en 2014, ses ventes sont très faibles par rapport aux ventes de Lafarge, sa part ne dépasse pas 1% de l'ensemble des ventes des dépôts (Annexe 3.10). Selon les responsables de Lafarge, ce dépôt a été ouvert pour des raisons politiques.

Quant aux dépôts d'Annaba, Sétif, et Oran, ces derniers seront gardés.

Enfin, aucune wilaya du sud ne figure dans l'ensemble des solutions, ce qui peut être justifié d'une part, par son faible taux d'attractivité puisqu'il n'accueille que 9% de la population. D'autre part, les coûts de transport vers cette région sont très élevés.

CONCLUSION

Pour répondre à la problématique présentée dans le premier chapitre qui consiste à l'optimisation de la rentabilité du réseau de distribution par la réduction des coûts et l'augmentation des revenus, plusieurs pistes de progrès ont été retenues.

Tout d'abord, nous avons proposé de réduire les coûts fixes des dépôts en réduisant les espaces de stockage et l'effectif, et d'augmenter leurs revenus en augmentant les ventes par la proposition de promotions, en proposant aux clients quelques services, facturés, qui favoriseront l'achat à partir des dépôts, ce qui constitue un avantage pour le client et pour l'entreprise. Suite à l'application de ces

changements, une amélioration considérable des résultats des dépôts a été constatée, soit une augmentation de 74% du résultat global du réseau de distribution.

Ensuite, nous avons procédé à la reconfiguration du réseau de distribution afin de réduire les coûts de transport tout en intégrant l'objectif primaire de Lafarge lors de la conception de son réseau de distribution à savoir assurer une large présence sur le territoire national.

Pour ce faire, nous avons modélisé le problème en utilisant le modèle de localisation P-Médian et en apportant quelques modifications afin de l'adapter au contexte étudié. La première modification consiste à utiliser les coûts de transport autant que paramètres de la fonction objective au lieu des distances, car la fonction qui lie la distance au coût unitaire de transport varie selon l'intervalle auquel appartient cette distance. La seconde modification consiste à pondérer les coûts de transport d'une région donnée par un score qui représente l'attractivité de cette région afin de combiner l'objectif commercial, qui consiste à se positionner dans les régions à forte attractivité et celui de la logistique, qui vise à minimiser les coûts de transport. Nous avons établis et étudié plusieurs scénarios de manière à ajuster le modèle, progressivement, selon les insuffisances constatées à chaque étape. Le réseau présenté dans le scénario retenu offre une amélioration considérable par rapport au réseau actuel, à savoir 9 % de réduction sur les coûts de transport et 6% d'augmentation de réponse à la demande dans la région Ouest.

En résumé, la combinaison de la localisation optimale fournit par la présente étude, des recommandations qui concernent la configuration interne des dépôts ainsi que des politiques d'augmentation des ventes sur ce nouveau réseau, permettrait de garantir un niveau de service maximum tout en optimisant les ressources utilisées ainsi que les coûts relatifs à la distribution.

Enfin une analyse de sensibilité a été faite dans le but d'évaluer les conséquences du changement du paramètre de l'attractivité sur la solution du modèle. Pour ce faire, nous avons varié la valeur du score d'attractivité selon les orientations du Schéma National d'Aménagement du Territoire. Toutes fois, la variation de ce score n'a pas affecté les résultats, ce qui confirme le modèle présenté n'est pas sensible aux variations apportés.

CONCLUSION GENERALE

L'objectif de notre étude était de répondre à la problématique soulevée par la direction Supply Chain de Lafarge Algérie concernant son réseau de distribution.

Pour ce faire, nous avons, en premier lieu, effectué un audit logistique de l'entreprise en suivant le référentiel ASLOG. Cet audit nous a permis d'affiner notre vision sur le fonctionnement de la logistique et de faire ressortir les dysfonctionnements des processus de stockage, de transport et de distribution.

Pour l'évaluation de la problématique, nous avons commencé par mener un diagnostic dont la finalité était de préciser les sources de perte et pouvoir ainsi proposer des solutions adéquates afin de remédier aux problèmes auquel fait face la fonction de distribution. Avant cela, nous avons réalisé une analyse de rentabilité qui nous a permis de cerner la situation actuelle du réseau de distribution. Ensuite, nous avons procédé à une analyse des coûts fixes des dépôts ainsi que ceux du transport. Ceci nous a permis de repérer les facteurs majeurs affectants la rentabilité du réseau, à savoir la surestimation de l'espace de stockage et de l'effectif des dépôts ainsi que les surcoûts de transport de l'usine vers les dépôts.

En utilisant des résultats de ces études, nous avons pu repérer plusieurs pistes de progrès stratégiques et tactiques et proposer ainsi des axes d'amélioration adéquats. Nous avons proposé d'une part d'optimiser les coûts fixes, en réduisant les espaces de stockage et l'effectif. D'autre part, nous leur avons recommandé d'augmenter leurs revenus en proposant des promotions et des services, facturés, qui motiveront l'achat à partir des dépôts, ce qui constitue un avantage avéré pour le client et pour l'entreprise.

De plus, dans le but de remédier aux surcoûts de transport, nous avons opté à une reconfiguration du réseau de distribution tout en prenant en considération ces surcoûts ainsi que les objectifs de Lafarge qui remontent à la création de son réseau de distribution, c'est-à-dire, assurer une large présence dans les marchés attractifs, à un coût minimal.

Pour ce faire, nous avons modélisé le problème en utilisant le modèle de localisation P-Médian, et en apportant quelques modifications afin de l'adapter au contexte étudié. La 1^{ère} modification consiste à considérer les coûts de transport au lieu des distances car la relation entre le coût unitaire de transport et la distance varie selon l'intervalle auquel appartient cette dernière. La seconde

modification consiste à pondérer les coûts de transport d'une région donnée par un score qui représente l'attractivité de cette région afin de combiner l'objectif commercial, qui consiste à se présenter dans les régions à forte attractivité et celui de la logistique, qui vise à minimiser les coûts de transport. Nous avons établis et étudié plusieurs scénarios de manière à ajuster le modèle, progressivement, selon les insuffisances constatées à chaque étape. L'étude de ces scénarios nous a permis de présenter plusieurs résultats, de différentes situations, qui pourront servir aux gestionnaires de l'entreprise, mais aussi et surtout, de choisir la localisation optimale des dépôts.

Enfin, une analyse de sensibilité a été faite dans le but de mesurer l'impact de la variation des paramètres du modèle sur l'ensemble des solutions. Pour ce faire, un changement de la valeur du score d'attractivité a été effectué selon les orientations du Schéma National d'Aménagement du Territoire. Toutes fois, la variation de ce score n'a pas affecté les résultats, ce qui confirme la robustesse du modèle

La principale contribution de cette étude réside dans les propositions diversifiées fournies aux gestionnaires de l'entreprise. En effet, la nouvelle configuration du réseau de distribution offre des réductions importantes dans les coûts de transport tout en assurant un niveau de réponse élevée et une répartition équilibrée des dépôts. Les scénarios proposés dans la résolution du problème fournissent également des renseignements intéressants sur lesquels les gestionnaires de l'entreprise pourront se baser pour mener des décisions qui concernent la localisation de leurs dépôts.

De plus, la combinaison de la localisation optimale fournit par la présente étude, des recommandations qui concernent la configuration interne des dépôts ainsi que des politiques d'augmentation des ventes sur ce nouveau réseau, permettrait de garantir un niveau de service maximum tout en optimisant les ressources utilisées ainsi que les coûts relatifs à la distribution.

Par ailleurs, si l'entreprise décide de garder son réseau de distribution actuel, la première proposition reste possible, et ce, sans aucun investissement.

Toutefois, cette étude présente quelques limites que nous devons préciser. Tout d'abord, l'étude est basée sur des données qui s'étendent sur l'année 2014 uniquement, ce qui réduit la fiabilité des résultats. De plus, certaines données utilisées dans la modélisation du problème, telles que l'utilisation des taux de demandes par régions au lieu des parts de marchés et le calcul du score d'attractivité des régions sans la prise en compte du développement industriel, peuvent entraîner une baisse de précision des résultats. Enfin, en tenant compte de la stratégie de l'entreprise qui ne

prend pas en considération le facteur de la présence de la concurrence dans sa décision de localisation, ce modèle aussi ne comprend pas ce facteur.

Finalement, cette expérience a constitué, pour nous, une opportunité d'apprentissage durant laquelle nous avons pu appliquer nos connaissances acquises durant tout notre cursus. De plus, nous avons eu la chance de découvrir le secteur cimentier, un des secteurs garants du développement de notre pays, avec toutes ses particularités et surtout, ses contraintes.

Nous avons également bénéficié de précieux conseils et enseignements à travers notre collaboration avec une équipe pluridisciplinaire expérimentée, chose qui nous a permis de mieux cerner la notion de Supply Chain, réaliser sa complexité ainsi que l'importance de son rôle pour une organisation telle que Lafarge Algérie.

Enfin, cette immersion dans le monde professionnel, notre confrontation à une problématique de l'envergure de celle traitée dans ce présent rapport, ainsi que la proposition de solutions tant tactiques que stratégiques ont contribué à faire de ces derniers mois d'études, une expérience enrichissante et unique.

BIBLIOGRAPHIE

Alizadeh Meysam Facility Location in Supply Chain. - 2008.

Arshinder, Kanda. 2008. «Supply chain coordination: perspectives, empirical studies and research directions». International journal of production economics, p317.

Baglin, Bruel, Garreau, Greif, Van Delft .2001. « Management industriel et logistique ». Première édition. Economica.

Baray Jérôme. 2008. « Le modèle p-médian et sa résolution ». EEEA.

Chopra Sunil Et Meindl Peter.2007. « Supply Chain Management: strategy, planning, and operation». Première édition. PEARSON.

Chopra Sunil. 2001. «*Designing the Distribution Network in a Supply*». Kellogg School of Management, Northwestern University.

Cliquet Gérard, Fady André, et Basset Guy. 2006. « Management de la distribution ». Première édition. DUNOD.

Ellinger Alexander. 2000. «*Improving Marketing/Logistics Cross-Functional Collaboration in the Supply Chain*». Elsevier Science Inc.

Eriksson, Joakim and Finne, Niclas and Janson, Sverker. 2006. « Evolution of a Supply Chain Management». 19. AI Communications.

Ghiani, Laporte, et Musmanno. 2013. «Introduction to logistics systems management». Première édition. WILEY.

Hamer-Lavoie Guillaume, et Cordeau Jean-François. 2004. « Un modèle pour la conception d'un réseau de distribution avec localisation, affectation et stocks ». HEC Montréal et Centre de recherche sur les transports.

Ioannis T. Christou.2012. «Location Theory and Distribution Management». Première édition. Springer.

Lacoste Yves. 1957. « *L'industrie du ciment* ». Annales de Géographie. p. 411-435.

Lambert Douglas M, et Cooper Martha C. 2000. «*Issues in Supply Chain Management*». Elsevier Science Inc.,

Langevin Andre, et Riopel Diane. 2005. « Logistic systems: Design and Optimization ». Première édition. Gerard.

Maliki F, Benyoucef L, et Sari Z. 2010. «*Une approche hybride intelligente pour la localisation des centres de distribution et le choix des fournisseurs avec répartition des ordres d'approvisionnement* ».

Merenne-Schoumaker.2003. «Les facteurs de localisation des activités industrielles ».

Meysam Alizadeh. 2009. « *Facility Location : Concepts, Models, Algorithms and Case Studies*». Springer Science & Business Media.

Pimor Yves et Fender Michel. 2008. « Logistique : Production, Distribution, Soutien ». Première édition. DUNOD.

Roux Michel. 2008. « Entrepôts et magasins ». Première édition. EYROLLES.

Sanders et Nada R. 2012. « Supply Chain Management : A Global Perspective ». Première édition. Wiley.

Schoumaker Merrenne.1974. «*Eléments entrant concrètement en compte pour le choix d'une localisation* ».

Vidal Carlos J. Et Goetschlckx Marc. 1996. «*Strategic production-distribution model*». European Journal of Operational Research. p1-18.

JOURNAL OFFICIEL Loi n° 10-02 du 16 Rajab 1431 correspondant au 29 juin 2010 portant approbation du Schéma National d'Aménagement du Territoire. [Ouvrage]. - 2010.

Iskander ZOUAGHI, 2013. Iskander ZOUAGHI. « Maturité supply Chain des entreprises : conception d'un modele d'évaluation et mise en œuvre ». Business administration. Université de Grenoble.

WEBOGRAPHIE

Salim Benalia (l'Expression, 2013), «Marché du ciment, les spéculateurs créent la tension», <http://www.lexpressiondz.com/actualite/175456-les-speculateurs-creent-la-tension.html>,

Amarni Badiâa (La tribune, 2014), « L'Algérie parmi les 20 premiers producteurs de ciment dans le monde ». www.latribune-dz.com/news/article.php?id_article=5150 .

Mariani Danièle(2012), «boom-de-la-construction crise ou pas, le-monde a toujours soif de ciment », www.swissinfo.ch/fre/boom-de-la-construction_crise-ou-pas--le-monde-a-toujours-soif-de-ciment/32758960 .

Planetoscope, 2015 « production mondiale de ciment », www.planetoscope.com/matieres-premieres/1708-production-mondiale-de-ciment.html .

ANNEXES

Annexes chapitre 1 :

Annexe 1.1 : Résultats BAIIDA des dépôts Lafarge en KDZD

Dépôt	Chiffre d'affaire	Coût total	BAIIDA
Annaba	325442,8229	377 851,19	-52 408,37
Bejaia	404910,4487	463 226,83	-58 316,38
Meftah	1253490,637	1 409 757,79	-156 267,16
M'sila	40007,02238	70 559,17	-30 552,15
SBA	205960,7058	230 937,32	-24 976,61
Senia	541635,4126	567 825,28	-26 189,87
Sétif	137554,3191	187 373,83	-49 819,51

Annexe 1.2 : Seuil de rentabilité et résultat pour chaque dépôt (KDZD)

Dépôt	Ventes (Tonne)	CA	Coût variable	Coût Fixe	Marge/coût variable	Seuil de rentabilité	Résultat
Annaba	40454	325442,8	295150,3	32620,66	30292,45	350455,71	-2328,22
Bejaia	50739	404910,4	383384,2	47024,28	21526,21	884531,88	25498,07
Lakhroub	84181	688006,2	576132,9	69729,39	111873,35	428826,51	42143,96
Meftah	153172	1253490	1217529,0	89113,08	35961,64	3106154,7	53151,44
M'sila	4778	40007,02	33238,72	36097,24	6768,30	213368,60	29328,94
SBA	25551	205960,7	179388,1	40300,83	26572,55	312367	13728,29
Senia	67069	541635,4	501797,1	41875,67	39838,26	569335,73	-2037,41
Sétif	16402,25	137554,3	136106,52	42380,58	1447,80	4026538,6	40932,77

Annexe 1.3 : Décret exécutif fixant les marges plafonds applicables au ciment

Décret exécutif n° 09-243 du 22 juillet 2009 fixant les marges plafonds de gros et de détail applicables au ciment portland composé conditionné :

Art. 2. Les marges plafonds brutes applicables à la commercialisation, au stade de gros et de détail, du ciment sont fixées comme suit :

	Marge de gros (DA)	Marge de détail (DA)
Quintal	80	120
Sac 50Kg	40	60

Art. 3. Les marges plafonds brutes de distribution fixées à l'article 2 ci-dessus sont appliquées au prix de cession sortie-usine, y compris les charges de manutention, toutes taxes comprises, pour la marge de gros. ». (Journal officiel de la république algérienne n° 44 du 26/07/2009).

Annexe 1.4 : Résultats BAIIDA des dépôts Lafarge après élimination des coûts de transport

Dépôt	Chiffre d'affaire	Coût total	BAIIDA
Annaba	325443	327771	-2328
Bejaia	404910	430409	-25498
Meftah	1253491	1306642	-53151
M'sila	40007	69336	-29329
SBA	205961	219689	-13728
Senia	541635	543673	-2037
Sétif	137554	178487	-40933

Annexe 1.5 : Répartition des coûts fixes

Dépôt	Annaba	Bejaia	Lakhroub	Meftah	M'sila	SBA	Senia	Sétif
Total Cout Fixe (KDZD)	32 620	47 024	69 729	89 113	36 097	49 900	41 875	42 380
Salaires	19%	18 %	13%	10%	18%	23%	22%	19%
Manutention	40%	29%	38%	27%	32%	27%	39%	28%
Location	29%	36%	33%	61%	30%	36%	26%	33%
Électricité et autres charges	2%	1%	1%	1%	2%	1%	1%	1%
Gardiennage	6%	14%	13%	0%	14%	10%	10%	15%
Frais de mission	1%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%
Véhicules	2%	2%	1%	1%	2%	1%	2%	2%
Téléphone	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%

Annexe 1.6 : taux d'occupation des dépôts

Dépôt	Capacité de stockage (en tonne)	Taux d'occupation moyen	Taux d'occupation minimal	Taux d'occupation maximal
Meftah	9000	8%	2%	14,8%
Annaba	4800	9%	8,5%	10,6%
Senia	4000	19%	6%	34%
Bejaia	3600	12%	4%	17%
Msila	4000	15%	10%	19%
Sétif	3000	10 %	3%	20%

Annexe 1.7 : taux de redirection des camions de l'année 2014 et 1^{er} trimestre 2015

dépôts	2014		1er trimestre 2015	
	Quantité réceptionnée (Tonnes)	pourcentage de redirection	Quantité réceptionnée (Tonnes)	pourcentage de redirection
Meftah	156514	80%	24764	99%
Annaba	40532	60%	1120	61%
Senia	101766	87%	24247	95%
Bejaia	51983	65%	3593.5	58%
Sétif²⁴	16224	61%	N.A	N.A
Msila	4778	58%	2000	53%

²⁴ Le dépôt de Sétif est fermé depuis Octobre 2014

Annexes chapitre 3

Annexe 3.1 : économies espérées de la réduction des surfaces des magasins de stockage

Dépôt	coût de location actuel	coût de location du magasin	%surface moyenne nécessaire de la surface totale	Estimation du coût de location du nouveau dépôt	Économies Générés
Annaba	9432	6602	14%	937,43	5664,97
Bejaia	16800	11760	19%	2184,28	9575,72
Senia	10800	7560	29%	2184,67	5375,33
Meftah	54000	37800	12%	4371,57	33428,43
M'sila	10800	7560	22%	1696,09	5863,91
Total	101832	71282	-	11374,05	59908,35

Annexe 3.2 : Économie de l'optimisation de la manutention

Dépôt	coût de manutention actuel	Économies espérées	nouveau coût de manutention	Variation
Annaba	13178,1	1800	11378,1	-14%
Bejaia	13735,77	1800	11935,77	-13%
Meftah	23800,42	1800	22000,42	-8%
M'sila	11544	1800	9744	-16%
SBA	13707,81	1800	11907,81	-13%
Senia	19800,84	1800	18000,84	-9%
Sétif	11770,98	1800	9970,98	-15%
Total	107537,92	12600	94937,92	-12%

Annexe 3.3 : Facturation du service de redirection

Dépôt / Marque	Bejaia	Senia	Meftah	Msila	Sétif	SBA	Total volume	25 Km / 0,23KDz (60%)	50 Km / 0,32 KDZD (40%)	CA + KDZD
janvier	1000	1900	4000	1750	2125	1125	11900	1642,2	1523	3165,4
février	1000	1900	4000	1750	2125	1125	11900	1642,2	1523	3165,4
mars	1400	2660	4000	2000	2975	1575	14610	2016	1870	3886
avril	1500	4180	5000	2975	3400	2475	19530	2695	2499	5194
mai	1600	4180	6000	3000	4675	2250	21705	2995	2778	5773
Juin	1600	3040	6400	2800	3400	1800	19040	2627	2437	5064
Juillet	1600	3040	6400	2800	3400	1800	19040	2627	2437	5064
Août	2000	3800	8000	3500	4250	2250	23800	3284	3046	6330
Septembre	2200	4180	8800	3850	4675	2475	26180	3612	3351	6963
Octobre	1400	2660	5600	2450	2975	1575	16660	2299	2132	4431
Novembre	1000	1900	4000	1750	2125	1125	11900	1642	1523	3165
Décembre	1000	1900	4000	1750	2125	1125	11900	1642	1523	3165
Total (tonnes)	17300	35340	66200	30375	38250	20700	208165	17735760	26645	17762405
CA+ KDZD	4601	9400	17609	8079	10174	5506	55371	-	-	-

Annexe 3.4 : Politique de facturation du transport

Distance(Km)	Coût unitaire DA/Km
0-49	8
50-100	5
100-199	4,2
200-299	3,3
300-399	3,15
400-499	2,9
500-599	2,8
600-699	2,71
700-799	2,61
800-899	2,51
900-999	2,41
1000-1099	2
1100-1199	1,95
1200-1299	1,9

Annexe 3.5 : Tableau des distances et coûts de transports de Msila/ Oran vers les wilayas j

Classement (j)	Wilaya	D(Oggaz-J) km	D(Msila_j) km	C(Oggaz-J) km	C(Msila_j) km
1	Adrar	1197	1293	2334,15	2456,7
2	Chlef	177	423	743,4	1239,39
3	Laghouat	458	288	1346,435836	950,4
4	Oum el Bouaghi	821	319	2060,71	1004,85
5	Batna	751	178	1960,11	747,6
6	Bejaia	595	188	1669,519448	789,6
7	Biskra	703	187	1834,83	785,4
8	Bechar	631	866	1710,01	2173,66
9	Blida	331	267	1042,65	881,1
10	Bouira	464	132	1364,074733	554,4
11	Tamahrasset	1908	1804	3625,2	3427,6
12	Tebessa	945	445	2277,45	1303,85
13	Tlemcen	159	733	667,8	1583,28
14	Tiaret	188	342	789,6	1077,3
15	Tizi Ouzou	467	166	1372,894182	697,2
16	Alger	412	235	1211,204289	775,5
17	Djelfa	440	125	1293,519143	525

18	Jijel		672	226	1821,12	745,8
19	Setif		628	128	1701,88	537,6
20	Saida		137	456	575,4	1336,08
21	Skikda		828	328	2078,28	1033,2
22	Sidi Bel Abbes		79	653	395	1769,63
23	Annaba		910	410	2193,1	1201,3
24	Guelma		978	412	2356,98	1207,16
25	Constantine		749	249	1954,89	821,7
26	Medea		320	214	1008	706,2
27	Mostaganem		62,5	550	312,5	1540
28	M sila	598		0	1674.4	N.A
29	Mascara		50,4	457	252	1339,01
30	Ouargla		894	579	2243,94	1621,2
31	Oran		58,5	632	292,5	1712,72
32	El Bayadh		314	462	989,1	1353,66
33	Illizi		1973	1561	3748,7	2965,9
34	Bordj Bou Arreridj		558	138	1565,700592	579,6
35	Boumerdes		432	225	1270,000614	742,5
36	El Tarf		945	506	2277,45	1416,8
37	Tindouf		1434	1708	2334,15	3245,2
38	Tissemsilt		239	290	788,7	957
39	El Oued		923	434	2224,43	1271,62
40	Khenchela		826	319	2073,26	1004,85
41	Souk Ahras		912	412	2197,92	1207,16
42	Tipaza		333	294	1048,95	970,2
43	Mila		723	320	1887,03	1008
44	Ain Defla		264	286	871,2	943,8
45	Naama		348	714	1096,2	1542,24
46	Ain Temouchent		119	693	499,8	1878,03
47	Ghardaia		747	424	1949,67	1242,32
48	Relizane		87,4	402	437	1177,86

Annexe 3.6 : calcul des scores d'attractivité n(j)

Les données sur la consommation sont issues des prévisions élaborées par Lafarge Algérie. Celles de la population sont issues du dernier recensement global de population et d'habitat (RGPH 2008).

Classement	Wilaya	Demande en ciment sac (MT)	population/Km ²	note du facteur 1	note du facteur 2	n(j)
1	Adrar	0,358	1	1,61	1,00	1,38
2	Chlef	0,567	233	2,55	6,58	4,06
3	Laghouat	1,046	20	4,69	1,46	3,48
4	Oum el Bouaghi	0,169	91	0,76	3,16	1,66
5	Batna	0,510	102	2,29	3,44	2,72
6	Bejaia	0,498	311	2,23	8,46	4,57
7	Biskra	0,192	38	0,86	1,90	1,25
8	Bechar	0,211	2	0,95	1,02	0,97
9	Blida	0,371	757	1,66	19,17	8,23
10	Bouira	0,426	175	1,91	5,18	3,14
11	Tamahrasset	0,049	0	0,22	0,98	0,51
12	Tebessa	0,374	51	1,68	2,20	1,87
13	Tlemcen	0,466	117	2,09	3,78	2,73
14	Tiaret	0,299	46	1,34	2,07	1,62
15	Tizi Ouzou	0,715	352	3,21	9,45	5,55
16	Alger	4,309	4118	19,33	100,00	49,58
17	Djelfa	0,174	18	0,78	1,42	1,02
18	Jijel	0,378	276	1,69	7,60	3,91
19	Setif	0,545	255	2,44	7,12	4,20
20	Saida	0,218	55	0,98	2,29	1,47
21	Skikda	0,476	249	2,13	6,96	3,94
22	Sidi Bel Abbes	0,405	74	1,82	2,75	2,17
23	Annaba	0,679	472	3,05	12,33	6,53
24	Guelma	0,136	131	0,61	4,13	1,93
25	Constantine	0,786	478	3,53	12,48	6,88
26	Medea	0,238	103	1,07	3,46	1,96
27	Mostaganem	0,417	378	1,87	10,06	4,94
28	M sila	1,828	59	8,20	2,39	6,02
29	Mascara	0,697	147	3,13	4,51	3,65
30	Ouargla	0,362	3	1,62	1,05	1,41
31	Oran	1,466	764	6,58	19,36	11,37
32	El Bayadh	0,077	3	0,34	1,05	0,61
33	Illizi	0,062	0	0,28	0,98	0,54

34	Bordj Bou Arreridj	0,236	170	1,06	5,07	2,56
35	Boumerdes	0,266	562	1,19	14,49	6,18
36	El Tarf	0,260	136	1,16	4,26	2,32
37	Tindouf	0,023	0	0,10	0,98	0,43
38	Tissemsilt	0,126	104	0,56	3,48	1,66
39	El Oued	0,081	13	0,36	1,29	0,71
40	Khenchela	0,146	44	0,66	2,03	1,17
41	Souk Ahras	0,117	108	0,53	3,56	1,66
42	Tipaza	0,284	304	1,27	8,29	3,90
43	Mila	0,263	251	1,18	7,01	3,37
44	Ain Defla	0,184	174	0,83	5,17	2,45
45	Naama	0,132	7	0,59	1,15	0,80
46	Ain Temouchent	0,312	174	1,40	5,16	2,81
47	Ghardaia	0,168	5	0,75	1,09	0,88
48	Relizane	0,188	166	0,84	4,97	2,39

Annexe3.7 : Programmation du premier scénario

```

int Li=2;
int Lj=48;
int Lk=48;
range I=1..Li;
range J=1..Lj;
float C[I][J]=...;
float n[J]=...;
dvar int X[I][J] in 0..1;
dvar int Y[J] in 0..1;
minimize sum (j in J) sum (i in I) (C[i][j] * X[i][j] / n[j] );

subject to {
forall (j in J) { sum (i in I) X[i][j]== Y[j];}
forall (i in I) forall (j in J) { X[i][j]<=Y[j];}
forall (i in I) { sum (j in J) Y[j]==6 ; }
sum (i in I) sum (j in J) C[i][j] * X[i][j]<=4800;
sum (j in J) X[1][j]==2;

X[1][28]==0;
X[2][28]==0;
X[1][29]==0;
X[2][29]==0;
X[1][25]==0;
X[2][25]==0;
}

```

3.8 Répartition de la demande par région

Région	% de la demande total
Centre	47%
Est	25%
Ouest	28%

3.9 Regroupement des 48 wilayas en 3 régions

Centre	Est	Ouest
Alger	Constantine	Oran
M sila	Annaba	Mascara
Laghouat	Sétif	Chlef
Tizi Ouzou	Batna	Tlemcen
Bejaia	Skikda	Mostaganem
Bouira	Jijel	Sidi Bel Abbès
Blida	Tebessa	Adrar
Tipaza	Ouargla	Ain Temouchent
Boumerdes	Mila	Tiaret
Medea	El Tarf	Saida
Bordj Bou Arreridj	Biskra	Bechar
Djelfa	Oum el Bouaghi	Relizane
Ghardaia	Khenchela	Ain Defla
-	Guelma	Naama
-	Souk Ahras	Tissemsilt
-	El Oued	El Bayadh
-	Illizi	Tindouf
-	Tamahrasset	-

3.10 Programmation du deuxième scénario

```

int Li=2;
int Lj=48;
int Lk=48;
range I=1..Li;
range J=1..Lj;
float C[I][J]=...;
float n[J]=...;
dvar int X[I][J] in 0..1;
dvar int Y[J] in 0..1;
minimize sum (j in J) sum (i in I) (C[i][j] * X[i][j] / n[j]);
subject to {
forall (j in J) { sum (i in I) X[i][j]== Y[j];}
forall (i in I) forall (j in J) { X[i][j]<=Y[j];}

```

```

forall (i in I) { sum (j in J) Y[j]==6 ; }
sum (i in I) sum (j in J) C[i] [j] * X [i] [j]<=4800;
sum (j in J) X[1][j]==2;
forall (i in I) {
Y[16]+Y[9]+Y[35]+Y[42]+Y[17]+Y[3]+Y[26]+Y[34]+Y[28]+Y[6]+Y[10]+Y[15]+Y[47]==2;}
forall (i in I) {
Y[4]+Y[12]+Y[21]+Y[23]+Y[24]+Y[33]+Y[36]+Y[39]+Y[40]+Y[41]+Y[5]+Y[7]+Y[11]+Y[18]
+Y[19]+Y[25]+Y[30]+Y[43]==2;}
forall (i in I) {
Y[2]+Y[14]+Y[20]+Y[32]+Y[38]+Y[44]+Y[48]+Y[1]+Y[8]+Y[13]+Y[22]+Y[27]+Y[29]+Y[31]
+Y[37]+Y[45]+Y[46]==2;}
X[1][28]==0;
X[2][28]==0;
X[1][29]==0;
X[2][29]==0;
X[1][25]==0;
X[2][25]==0;

```

3.11 Programmation du troisième scénario

```

int Li=2;
int Lj=48;
int Lk=48;
range I=1..Li;
range J=1..Lj;
range K=1..Lk;
float C[I][J]=...;
float n[J]=...;
int d[J][K]=...;
dvar int X[I] [J] in 0..1;
dvar int Y[J] in 0..1;
minimize sum (j in J) sum (i in I) (C[i] [j] * X [i] [j] / n[j] );
subject to {
forall (j in J) { sum (i in I) X[i] [j]== Y[j];}
forall (i in I) forall (j in J) { X[i] [j]<=Y[j];}
forall (i in I) { sum (j in J) Y[j]==6 ; }
sum (i in I) sum (j in J) C[i] [j] * X [i] [j]<=4800;
sum (j in J) X[1][j]==2;

forall (i in I) {
Y[16]+Y[9]+Y[35]+Y[42]+Y[17]+Y[3]+Y[26]+Y[34]+Y[28]+Y[6]+Y[10]+Y[15]+Y[47]==2;}
forall (i in I) {
Y[4]+Y[12]+Y[21]+Y[23]+Y[24]+Y[33]+Y[36]+Y[39]+Y[40]+Y[41]+Y[5]+Y[7]+Y[11]+Y[18]
+Y[19]+Y[25]+Y[30]+Y[43]==2;}
forall (i in I) {
Y[2]+Y[14]+Y[20]+Y[32]+Y[38]+Y[44]+Y[48]+Y[1]+Y[8]+Y[13]+Y[22]+Y[27]+Y[29]+Y[31]
+Y[37]+Y[45]+Y[46]==2;}
forall (j in J) { sum(k in K) d[j][k] * Y[k]<= 1;}
X[1][28]==0;
X[2][28]==0;
X[1][29]==0;
X[2][29]==0;
X[1][25]==0;
X[2][25]==0;}

```

3.12 Répartition des wilayas en 6 régions

Centre		Est		Ouest	
Tizi Ouzou	Alger	Annaba	Constantine	Ain Defla	Adrar
Bejaia	Boumerdes	Skikda	Setif	Chlef	Ain Temouchent
Bordj Bou Arreridj	Blida	Tebessa	Batna	El Bayadh	Bechar
Bouira	Tipaza	El Tarf	Jijel	Relizane	Mascara
Ghardaia	Djelfa	Oum el Bouaghi	Ouargla	Saida	Mostaganem
M sila	Laghouat	Khenchela	Mila	Tiaret	Naama
-	Medea	Guelma	Biskra	Tissemsilt	Oran
-	-	Souk Ahras	Tamahrasset	-	Tlemcen
-	-	El Oued	-	-	Tindouf
-	-	Illizi	-	-	Sidi Bel Abbas

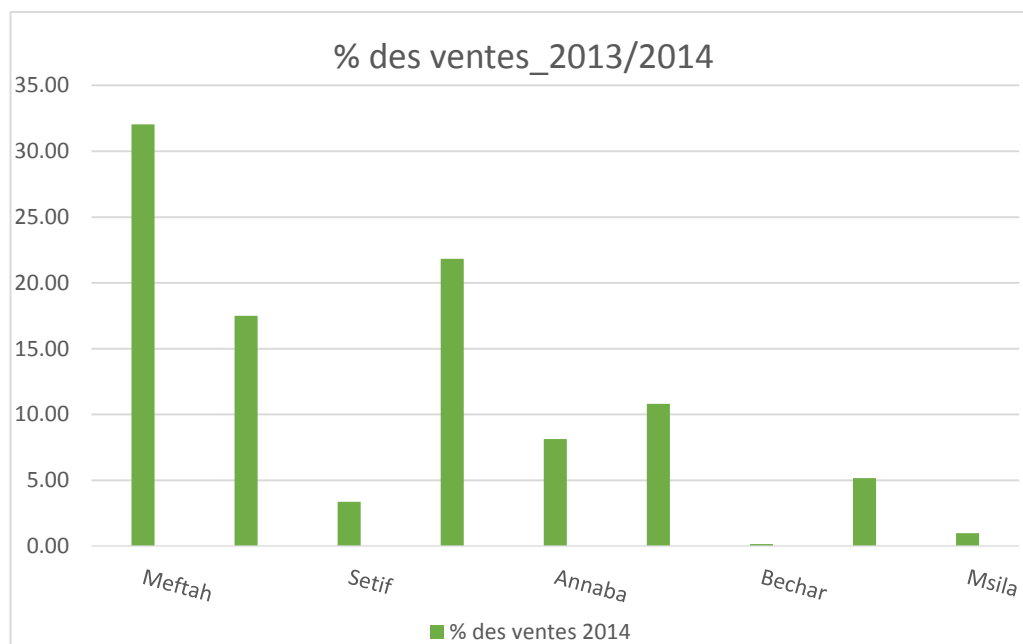
3.13 Programmation du quatrième scénario

```

int Li=2;
int Lj=48;
int Lk=48;
range I=1..Li;
range J=1..Lj;
float C[I][J]=...;
float n[J]=...;
dvar int X[I][J] in 0..1;
dvar int Y[J] in 0..1;
minimize sum (j in J) sum (i in I) (C[i][j] * X[i][j] / n[j] );
subject to {
forall (j in J) { sum (i in I) X[i][j]== Y[j];}
forall (i in I) forall (j in J) { X[i][j]<=Y[j];}
forall (i in I) { sum (j in J) Y[j]==6 ; }
sum (i in I) sum (j in J) C[i][j] * X[i][j]<=4800;
sum (j in J) X[1][j]==2;
forall (i in I) { Y[16]+Y[9]+Y[35]+Y[42]+Y[17]+Y[3]+Y[26]==1;}
forall (i in I) { Y[34]+Y[28]+Y[6]+Y[10]+Y[15]+Y[47]==1;}
forall (i in I) {Y[4]+Y[12]+Y[21]+Y[23]+Y[24]+Y[33]+Y[36]+Y[39]+Y[40]+Y[41]==1;}
forall (i in I) {Y[5]+Y[7]+Y[11]+Y[18]+Y[19]+Y[25]+Y[30]+Y[43]==1;}
forall (i in I) { Y[44]+ Y[2]+ Y[32]+Y[38]+ Y[14]+Y[20]==1 ;}
forall (i in I) {
Y[48]+Y[1]+Y[8]+Y[13]+Y[22]+Y[27]+Y[29]+Y[31]+Y[37]+Y[45]+Y[46]==1;}
X[1][28]==0;
X[2][28]==0;
X[1][29]==0;
X[2][29]==0;
X[1][25]==0;
X[2][25]==0;}

```

Annexe 3.15 : % des ventes de chaque dépôt de l'ensemble des ventes des dépôts



3.16 calcul des nouveaux scores d'attractivité n(j)

Classe ment	Wilaya	Demande en 2013	population/ Km ²	note du facteur 1	Note du facteur 2	Score d'attractivité
1	Adrar	0,358	3171	1,61	1	1,38
2	Chlef	0,567	589	2,55	5	3,58
3	Laghouat	1,046	550	4,69	2	3,51
4	Oum el Bouaghi	0,169	583	0,76	3	1,78
5	Batna	0,510	68	2,29	4	2,86
6	Bejaia	0,498	364	2,23	7	3,92
7	Biskra	0,192	433	0,86	2	1,30
8	Bechar	0,211	271	0,95	1	0,97
9	Blida	0,371	294	1,66	15	6,66
10	Bouira	0,426	291	1,91	4	2,77
11	Tamahrasset	0,049	240	0,22	1	0,51
12	Tebessa	0,374	180	1,68	2	1,94
13	Tlemcen	0,466	294	2,09	3	2,48
14	Tiaret	0,299	23	1,34	2	1,68
15	Tizi Ouzou	0,715	192	3,21	7	4,82
16	Alger	4,309	113	19,33	77	41,04
17	Djelfa	0,174	212	0,78	1	1,04
18	Jijel	0,378	234	1,69	6	3,34
19	Setif	0,545	118	2,44	8	4,54
20	Saida	0,218	193	0,98	2	1,54
21	Skikda	0,476	196	2,13	6	3,43

22	Sidi Bel Abbès	0,405	135	1,82	2	2,01
23	Annaba	0,679	157	3,05	10	5,55
24	Guelma	0,136	90	0,61	4	1,93
25	Constantine	0,786	134	3,53	14	7,53
26	Medea	0,238	134	1,07	3	1,75
27	Mostaganem	0,417	57	1,87	8	4,16
28	Msila	1,828	58	8,20	3	6,10
29	Mascara	0,697	131	3,13	4	3,34
30	Ouargla	0,362	120	1,62	1	1,41
31	Oran	1,466	104	6,58	15	9,78
32	El Bayadh	0,077	79	0,34	1	0,61
33	Illizi	0,062	53	0,28	1	0,54
34	Bordj Bou Arreridj	0,236	108	1,06	6	2,79
35	Boumerdes	0,266	63	1,19	11	5,01
36	El Tarf	0,260	3	1,16	5	2,51
37	Tindouf	0,023	1	0,10	1	0,43
38	Tissemsilt	0,126	44	0,56	4	1,80
39	El Oued	0,081	51	0,36	1	0,72
40	Khenchela	0,146	21	0,66	2	1,23
41	Souk Ahras	0,117	2	0,53	4	1,66
42	Tipaza	0,284	5	1,27	7	3,27
43	Mila	0,263	8	1,18	6	2,85
44	Ain Defla	0,184	14	0,83	4	2,09
45	Naama	0,132	4	0,59	1	0,81
46	Ain Temouchent	0,312	0	1,40	4	2,45
47	Ghardaia	0,168	0	0,75	1	0,88
48	Relizane	0,188	0	0,84	8	3,55

3.17 Les ventes réalisées en 2014

Dépôts	Quantités en tonnes
Meftah	154140,25
Senia	105032,69
El Khroub	84207,89
Bejaia	51982,66
Annaba	39133,1
Sidi Bel Abbès	24860,85
Setif	16223,75
Msila	4778,15
Bechar	793,25