



République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la  
Recherche Scientifique  
Université Abou Bekr Belkaid – Tlemcen  
Faculté de Technologie  
Département de Génie Electrique et Electronique



Filière : Génie Industriel

Projet de Fin d'Etudes Master : Génie Industriel

Intitulé :



**Exploitation d'alfa en Algérie**  
(Cas d'industrie papetière)



Réalisé par :

- SAADI Nessrine
- SEHIBI Hanane
- Spécialité : Chaîne logistique

Jury :

Président	Mme SARI TRIQUI Lamia	MCA	Université de TLEMCEM
Examineur	M. BENSMAINE Abderrahmane	MCB	Université de TLEMCEM
Examineur	M.HADRI AbdelKader	MAA	Université de TLEMCEM
Encadrant	M. BELKAID Fayçal	MCA	Université de TLEMCEM
Co encadrant	M. BENNEKROUF Mohammed	MCB	Université de TLEMCEM

Promotion 2018-2019

## *Remerciement*

Nous remercions Allah, le tout-puissant, le miséricordieux, de m'avoir appris ce que j'ignorais, de m'avoir donné la santé et tout dont je nécessitais pour l'accomplissement de ce mémoire. En guise de reconnaissance, je tiens à témoigner mes sincères remerciements à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin au bon déroulement de ce projet de fin d'études et à l'élaboration de ce modeste travail.

Pour commencer, nous voudrions adresser nos vifs remerciements à notre encadreur de mémoire, Monsieur **BELKAID Fayçal** Maitre de conférence à l'université de Tlemcen pour son grande disponibilité, ses encouragements, et le temps qu'il nous a consacré tout au long de ce travail à qui nous voudrions témoigner toute notre reconnaissance.

Nos sincères gratitude à notre Co-encadrant Monsieur **BENNEKROUF Mohammed** Maitre de conférence à l'Ecole Préparatoire en Sciences et Techniques de Tlemcen pour ses conseils, et son intérêt incontestable qu'il porte à ce travail.

Nous remercions Madame SARI TRIQUI Lamia Maitre de conférence à l'université de Tlemcen pour nous avoir fait l'honneur de présider ce jury.

Nous voudrions aussi remercier Monsieur BENSMAINE Abderrahmane Maitre de conférence l'Université de Tlemcen pour l'honneur d'avoir accepté d'évaluer notre travail.

Nous tenons à exprimer nos remerciements à Monsieur Hadri AbdelKader pour leur soutien qui nous a aidés à développer nos compétences universitaires et pour l'honneur d'examiner ce travail.

Nous voudrions aussi remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à nos recherches et à l'élaboration de ce mémoire.

Pour finir, nous remercions tout le corps professoral de notre établissement université Abou Baker Belkaid, pour le travail énorme qu'il effectue pour nous créer les conditions les plus favorables pour le déroulement de nos études.

## Dédicace Nessrine

A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, que dieu te garde dans son vaste paradis, à toi mon père **Heddi**.

À la plus belle créature que Dieu a créée sur terre ,, À cet source de tendresse, de patience et de générosité, A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur ; maman **Fatima** que j'adore.

À mes chers frères, les mots ne suffisent guère pour exprimer l'attachement, l'amour et l'affection que je porte pour vous. A vous, **Aymen Yasser**, **Mustapha Yassine**, **Youcef Taher**, qu'ils sont présents dans tous mes moments parleurs soutiens moraux et leurs belles surprises sucrées.

Je dédie ce travail Mes oncles et mes tentes sans oublié mesgrand-mères que je l'aime beaucoup dont le grand plaisir leurs revient en premier lieu pour leurs conseils, et encouragements.

Et à tous mes proches de la famille **Saadi** et **Benslamaet Skoumi** tout à son nom et sans.

Aux personnes qui m'ont toujours aidé et encouragé, qui étaient toujours à mes côtés, et qui m'ont accompagné durant mon chemin d'études, mes aimables amis, collègues d'étude à tous les étudiants de la promotion **2014/2019** Je vous souhaite un avenir plein de joie, de bonheur, de réussite et de sérénité.

Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible, je vous dis merci.

## Dédicace Hanane

A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, que dieu te garde dans son vaste paradis, à toi mon cher papa Djemal-Mouhamed

À la plus belle créature que Dieu a créée sur terre ,, À cette source de tendresse, de patience et de générosité, A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur ; maman Zehira que j'adore.

À mes chers frères Mounia, Rym, Tarek, Roumaissa, Adlen, Narimane Et la lune de la maison Farah, les mots ne suffisent guère pour exprimer l'attachement, l'amour et l'affection que je porte pour vous. A vous.

Je dédie ce travail Mes oncles et mes tentes sans oublié mes grand-mères et mon grand-père Saïd que je les aime beaucoup dont le grand plaisir leurs revient en premier lieu pour leurs conseils, et encouragements.

Et à tous mes proches de la famille SEHIBI et KESBIA tout à son nom et sans.

Aux personnes dont j'ai bien aimé la présence dans ce jour, à mes sœurs qui m'ont donné la vie.

Aux personnes qui m'ont toujours aidé et encouragé, qui étaient toujours à mes côtés, et qui m'ont accompagné durant mon chemin d'études, mes aimables amis, collègues d'étude à tous les étudiants de la promotion 2014/2019 et mes collègues de Delleys et Baghlia et Je vous souhaite un avenir plein de joie, de bonheur, de réussite et de sérénité.

Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible, je vous dis merci.

# **Sommaire**

## Table de matière

Introduction Générale : .....	1
Chapitre 1 : Généralité sur les steppes et stipa Tenacissima L .....	4
1. Introduction .....	4
2. Les steppes .....	4
2.1. Définition de steppes.....	4
2.2. Présentation de la région steppique.....	5
2.3. Les types des steppes .....	7
2.3.1. Les steppes à alfa (Stipa tenacissima) :.....	7
3. Stipa tenacissima L.....	10
3.1. Définition d'Alfa.....	10
3.2. Structure d'alfa.....	10
3.3. Nomenclature et classification botanique :.....	11
3.4. Répartition géographique :.....	12
3.4.1. Mondiale.....	12
3.4.2. En l'Algérie .....	12
3.5. Caractère biologique de l'alfa :.....	13
3.5.1. La partie souterraine :.....	13
3.5.2. La partie aérienne :.....	13
3.6. L'écologie de l'alfa :.....	14
3.6.1. Le premier critère c'est la pluviosité.....	14
3.6.2. Le deuxième critère c'est la température. ....	14
3.7. La composition chimique d'alfa : .....	14
4. Les types de Stipa tenacissima .....	15
4.1. Stipa tenacissima L Glacis .....	15
4.2. Stipa tenacissima L Ensablée.....	16
4.3. Stipa tenacissima L De montagne.....	16
5. Cycle de vie d'alfa.....	16
5.1. Phase de végétation :.....	17
5.2. Récolte .....	18
6. Les avantages d'alfa .....	19

6.1. Écologique .....	19
6.2. Économique .....	19
6.3. Sociale.....	19
6.4. Energie .....	19
6.5. Composites.....	19
7. Les menaces et les contraintes.....	20
8. Suggestion d'amélioration.....	20
9. Etat de l'art :.....	21
10. Conclusion .....	22
Chapitre II : Etude stratégique.....	24
1. Introduction.....	24
2. Méthode d'aide à la décision .....	24
2.1. Définition des MCDM (la prise de décision multicritères) .....	25
2.2. Le principe des MCDM .....	25
2.3. Les type de MCDM .....	25
3. L'optimisation multi-objective sur la base de l'analyse des rapports (MOORA) : .....	26
3.1. Définition de MOORA : .....	26
3.2. Principe de MOORA : .....	27
3.3. Méthodologie : .....	27
3.3.1. L'analyse des rapports.....	27
3.3.2. Le point de référence.....	28
3.3.3. L'approche MULTIMOORA .....	29
3.3.4. MOOSRA .....	30
3.4. L'avantage de cette méthode : .....	31
3.5. Application de méthode sur notre problème :.....	31
3.5.1. Les critères de choix des wilayas alfatières : .....	31
3.5.2. la matrice de decision : .....	35
3.5.3. Les racines des sommes carrées.....	36
3.5.4. Les rapports .....	36
3.5.5. Point de références .....	37
3.5.6. MULTIMOORA. ....	37

3.5.7.	MOOSRA.....	38
3.6.	Conclusion et Interprétation des résultats.....	38
3.6.1.	Le classement des 4 proches .....	38
3.6.2.	Caractéristiques des willayas.....	38
4.	Le choix de site : .....	39
4.1.	Les critères de choix du site : .....	39
4.1.1.	L’accessibilité et infrastructure :.....	39
4.1.2.	La proximité aux sources d’eau : .....	39
4.1.3.	La proximité aux énergies électrique :.....	39
4.1.4.	La possibilité d’extension de site : .....	39
4.2.	Définition AHP (Analytic Hierarchy Process) :.....	40
4.2.1.	Le principe d’AHP : .....	40
4.3.	Application de méthode :.....	40
4.3.1.	La matrice originale : .....	41
4.3.2.	Ajustement de matrice originale : .....	41
4.3.3.	Comparaison entre les sites :.....	42
4.3.4.	Tableau des critères .....	50
5.	La partie optimisation sur le solver:.....	52
5.1.	Définition du solver utilisé : .....	52
5.2.	Modélisation : .....	53
5.2.1.	Le modèle mathématique : .....	53
5.3.	Le modèle mathématique:.....	55
5.3.1.	Interprétation des résultats : .....	55
6.	La partie d’optimisation : .....	56
6.1.1.	Les willayas alfatières : .....	59
6.1.2.	Les sites candidats : .....	59
6.1.3.	Les sites classés par AHP : .....	60
6.1.4.	Le Site Optimal : .....	60
7.	Conclusion : .....	61
Chapitre 3 : Etude Technique.....		63
1.	Introduction:.....	63

2.	L'origine de papier :	63
3.	Usage de papier :	63
4.	La partie de récolte :	64
4.1.	Les moyennes de récolte :	64
4.2.	Application de la méthode Trade off :	66
4.3.	Le nombre total des machines nécessaires :	68
4.4.	Planification de Récolte :	68
5.1.	Les dimensions des camions :	69
5.2.	Les dimensions des balles :	70
5.3.	Le cout unitaire de transport :	71
6.1.	La production de pâte à papier :	72
6.2.	Notre organigramme de travail :	76
6.3.	la réception de la matière première (l'alfa) :	77
6.4.	le déchargement et le stockage de l'alfa :	77
6.5.	le déchiquetage d'alfa :	77
6.6.	la cuisson :	79
6.7.	Atelier de lavage et de blanchiment :	82
6.8.	Atelier de mise en feuille :	84
6.9.	le séchage :	86
7.1.	Partie pacification d'usine :	93
7.2.	Plnification agrégée :	95
7.3.	Planification de la production de la pâte et de papier :	95
7.3.1.	Modèle mathématique sous le solver lingo :	106
Chapitre 4 : management de projet.....		109
Partie 01 : installation de projet.....		109
1.	Introduction.....	109
2.	Project :.....	109
2.1.	Definition de projet:.....	109
2.2.	Les contraintes de projet.....	110
2.2.1.	Contraintes de délais .....	110
2.2.2.	Contraintes de coûts .....	110

2.2.3.	Contraintes de qualité.....	110
2.2.4.	Le cycle de vie de projet.....	110
3.	La gestion de projet :.....	111
3.1.	WBS: .....	111
3.1.1.	Les avantages de la décomposition de projet (WBS).....	112
3.2.	La notion d'activité et de taches.....	112
3.2.1.	L'activité .....	112
3.2.2.	La tâche : .....	112
3.2.3.	Les relations des taches :.....	112
3.	Les ressources :.....	114
4.	Description du projet : .....	115
4.2.	WBS de notre projet : .....	115
4.3.	Ressources humaines : .....	117
4.4.	les ressources matérielles :.....	118
4.4.1.	Les ressources matérielles engins : .....	118
4.4.2.	Les ressources matérielles produites consommable :.....	118
4.5.	Affectation matière taches .....	120
4.6.	Affectation ressources taches .....	122
4.7.	Les couts unitaires des ressources type produit.....	125
4.7.1.	Liste des durées .....	125
4.7.2.	Les cout des Matières .....	128
4.8.	Liste des relations entre les tâches.....	129
4.9.	Interprétation des résultats obtenus par le logiciel MSP : .....	131
	Partie 02 : Etude organisationnelle et institutionnelle .....	132
1.	Etude organisationnelle :.....	132
2.	Etude institutionnelle : .....	134
3.	Gestion des ressources humaines :.....	136
1.1.1.	La Main-d'œuvre de notre entreprise : .....	136
1.1.2.	La formation : .....	137
1.1.3.	Recrutement : .....	137
1.1.4.	Gestion de personnel :.....	138

1.1.5. Condition de Travail :	138
Partie 03 : Étude financière :	138
1. Étude financière :	138
2. Calculer les charges	138
3. Notre plan financier	138
Le prix de vente des produits.	140
4. 3. Calculer Notre gain.	141
5. Interprétation des résultats :	142
6. Conclusion :	142

### Liste des figures :

Figure 1: les steppes dans les régions sèches	4
Figure 2 : les steppes dans des régions semi déserte	5
Figure 3 : la région steppique algérienne	6
Figure 4 : la répartition des 9 willayas steppiques en Algérie	6
Figure 5: la steppe alfa.	7
Figure 6: la steppe de Chih.	8
Figure 7: la steppe de Sennagh.	8
Figure 8: Les steppes à remt.	9
Figure 9 : La steppe à psamophytes	9
Figure 10: la steppe à halophytes	10
Figure 11: structure de fibre alfa.	10
Figure 12: la fibre cellulosique alfa.	11
Figure 13: toffees Alfa	13
Figure 14: la composition d'alfa.	13
Figure 15: la relation alfa pluie.	14
Figure 16: Stipa tenacissima L Glacis.	15
Figure 17: Stipa tenacissima L Ensablée.	16
Figure 18: Stipa tenacissima L De montagne.	16
Figure. 19:l'état de l'apparaissent les fleurs.	17
Figure 20: cycle d vie d'alfa.	18
Figure 21: cycle de traitement d'alfa.	18
Figure 22: cas de dégradation des nappes alfatière	20
Figure 23: état normal des nappes alfatières.	21
Figure 24: les étapes de MOORA	25
Figure 25: la déférence entre les types des MCDM	31

Figure 26: progression d'alfa en fonction de la pluie.....	32
Figure 27: carte de sensibilisation à la désertification. ....	34
Figure 28: lingo. ....	52
Figure 29: répartitions des steppes en Algérie. [17].....	54
Figure 31: Les willayas alfatière. ....	59
Figure 33: Les sites candidats. ....	59
Figure 34: Les meilleurs sites sélectionnés. ....	60
Figure 35: le site optimal sélectionné.....	60
Figure 36: machine de récolte. ....	67
Figure 37: Schéma générale de la fabrication de pâte à papier. [16] .....	72
Figure 38: Raffineur de pâte mécanique. ....	73
Figure 39: atelier de cuisson.....	81
Figure 40: Atelier de lavage et de blanchiment.....	83
Figure 41: la livraison des produits. ....	88
Figure 42: Schéma générale Kraft.....	89
Figure 43 : Les contraintes de projet.....	109
Figure 44: Le cycle de vie de projet. ....	110
Figure 45: relation fin début.....	113
Figure 46: relation début fin.....	113
Figure 47: relation début. ....	113
Figure 48: relation fin.....	114
Figure 49: Représentation des taches. ....	114
Figure 50: la durée totale de projet.....	131
Figure 51: le cout total de projet .....	131
Figure 52: Diagramme de gant.....	132

## Liste des Tableaux :

Tableau 1: Nomenclature et classification botanique.....	11
Tableau 2: la composition chimique d'alfa. ....	15
Tableau 3 : les surfaces de la willaya alfatière .....	31
Tableau 4: critère de pluviosité. ....	32
Tableau 5: critère de Température. ....	33
Tableau 6: critère d'accessibilité. ....	33
Tableau 7: critère de sensibilité à la désertification. ....	34
Tableau 8: critère de population. ....	35
Tableau 9: matrice de décision. ....	35
Tableau 10: les racines des sommes carrées. ....	36
Tableau 15: les résultats de point de référence.....	37
Tableau 16: la Méthode Multi-moora .....	37
Tableau 17: La Méthode Moosra.....	38
Tableau 18: interprétation des résultats. ....	38
Tableau 19 : Le classement des 4 approches.....	38
Tableau 20: caractéristique des wilayas. ....	38
Tableau 21: Résultats des MCDM.....	40
Tableau 22 : Choix des sites candidats.....	40
Tableau 23: choix des critères de site. ....	41
Tableau 24: La matrice originale. ....	41
Tableau 25: Ajustement de matrice originale.....	41
Tableau 26: comparaison entre les sites par rapport aux critères (accessibilité). ....	42
Tableau 27: la matrice originale de critères d'accessibilité .....	42
Tableau 28: normalisé la matrice d'accessibilité .....	43
Tableau 29: les valeurs finales de normalisation (accessibilité).....	43
Tableau 30: les poids d'accessibilité des 9 sites candidats (accessibilité). ....	44
Tableau 31: comparaison entre les sites par rapport aux critères (L'énergie d'eau). ....	44
Tableau 33: normaliser la matrice de critères L'énergie d'eau. ....	45
Tableau 34: les valeurs finales de normalisation des critères (L'énergie d'eau). ....	45
Tableau 35: les poids L'énergie d'eau des 9 sites candidats. ....	45
Tableau 36: comparaison entre les sites par rapport aux critères (énergie électrique). ....	46
Tableau 37: la matrice originale de critère de L'énergie électrique. ....	46
Tableau 38: normalisé la matrice de L'énergie électrique.....	47
Tableau 39: les valeurs finales de normalisation (L'énergie électrique) .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Tableau 40: les poids d'accessibilité des 9 sites candidats (L'énergie électrique). ....	47
Tableau 41: comparaison entre les sites par rapport aux critères (La surface).....	48
Tableau 42: la matrice originale de critères de la surface. ....	48
Tableau 43: normalisé la matrice de la surface. ....	49
Tableau 44: les valeurs finales de normalisation (surface). ....	49
Tableau 45: les poids d'accessibilité des 9 sites candidats (surface). ....	49
Tableau 46: tableau des critères .....	50
Tableau 47: la matrice finale. ....	50
Tableau 48: classement des sites par AHP.....	51

Tableau 49 : le classement des sites candidats0 par willaya .	51
Tableau 50: les quantités alfatières.	52
Tableau 51: le rendement annuel des régions alfatières.	53
Tableau 52: matrice des distances (zones alfatières _ sites candidats).	54
Tableau 53: les capacités des sites candidats.	54
Tableau 54: cout unitaires des terrains des sites candidats.	55
Tableau 55: les régions alfatières et leurs quantités sélectionné par lingo.	56
Tableau 56 : la partie d'optimisation.	56
Tableau 57: la liste des régions et des quantités optimales.	58
Tableau 58: Méthode Trade off.	67
Tableau 59 : détermination des nombres des machines.	68
Tableau 60: dimension de camion type 1.	69
Tableau 61: dimension de camion type 2.	69
Tableau 62: dimension de camion type 3.	69
Tableau 63: dimension de la balle.	70
Tableau 64: les nombres de l'arracheuses affectée dans cheque zones.	71
Tableau 65: les nombres des voyages pour chaque zone.	71
Tableau 66: les procède de transformation d'alfa en papier. [17]	73
Tableau 67: les types des procède chimiques.	74
Tableau 68: comparaison entre la voie chimique et mécanique.	75
Tableau 69: les prévisions d'utilisation de papier.	90
Tableau 70: cout de production des produits.	93
Tableau 71: Demande national par produits(2020).	96
Tableau 72: Demande international par produits(2020).	96
Tableau 73: Demande totale par produits(2020).	97
Tableau 74: Demande national par produits(2021).	97
Tableau 75: Demande international par produits(2021).	98
Tableau 76: Demande totale par produits(2021).	98
Tableau 77: Demande national par produits(2022).	99
Tableau 78: Demande international par produits(2022).	99
Tableau 79: Demande totale par produits(2022).	100
Tableau 80: Demande national par produits(2023).	100
Tableau 81: Demande international par produits(2023).	101
Tableau 82: Demande totale par produits(2023).	101
Tableau 83: Demande national par produits(2024).	102
Tableau 84: Demande international par produits(2024).	102
Tableau 85: Demande totale par produits(2024).	103
Tableau 86: résultats de planification de production.	106
Tableau 87: identification des ressources humaines nécessaires.	118
Tableau 88: identification des ressources matérielles nécessaires.	118
Tableau 89: identification des ressources consommables nécessaires.	120
Tableau 90: affectation des matières aux taches convenable.	122
Tableau 91: affectation des ressources.	125
Tableau 92: Les couts unitaires des ressources type produit.	127

Tableau 93: Les couts des Matières. ....	129
Tableau 94:les relations entre les taches. ....	130
Tableau 95: les avantages et les inconvénients de SPA .....	135
Tableau 96: les avantages et les inconvénients de SARL.....	135
Tableau 97: la préparation de la pâte. ....	136
Tableau 98 : la mise en feuilles. ....	136
Tableau 99: la mise en balle.....	136
Tableau 100 : la mise en roulant.....	137
Tableau 101: l’effectif des ingénieurs .....	137
Tableau 102 : les profils de notre projet. ....	137
Tableau 103: les amortissements des équipements.....	139
Tableau 104: les charges mensuelles. ....	139
Tableau 105: le cout total de pate a papier .....	140
Tableau 106: le cout total de papier. ....	141
Tableau 107: le cout totale des produits (pate a papier et papier). ....	141
Tableau 108: Flux financière .....	142

# Introduction générale

« Les grandes réalisations sont toujours précédées par  
des grandes idées... »

**Steve jobs**

# Introduction générale

## **Introduction Générale :**

Le développement économique est une mesure de performance et de croissance pour les différents pays, ce qui implique que ce développement nécessite une consommation et utilisation importante dans différents secteurs (alimentaires, agro-alimentaires, pharmaceutiques, industriel, ...) afin de répondre à cette phénomène il faut toujours essayer d'investir et d'exploiter nos ressources existantes d'une façon intelligente. Dans ce contexte notre pays a une relation dépendante avec l'exportation des matières premières et même des produits finis à cause des différentes raisons (manque de matières premières, manque des matériels d'exploitation, ignorance de savoir et des stratégies de production, mauvaise exploitation des ressources naturelles...) Ce qui génère des problèmes majeurs dans la création et la production locale.

La problématique actuelle qui se pose dans notre pays est la mauvaise exploitation des sources naturelles des matières premières, pour cela on a choisi le projet de :

L'exploitation de la plante d'alfa (*stipa Tenacissima L*) pour la fabrication de pâte à papier et du papier.

Et malgré les avantages multiples de cette matière première (l'alfa), elle est abandonnée et non exploitable, donc on a pensé à investir cette ressource (qui est facile à exploiter, moins chère en terme de coût précieuse en terme de valeur) d'une façon optimale.

Le but dans ce mémoire est de faire une étude complète stratégique et détaillée sur le choix du positionnement des zones fournisseurs d'alfa et du site de production, en passant par une description détaillée et rigoureuse du processus de transformation dès la Récolte jusqu'à l'obtention du produit fini qui la pâte à papier et le papier.

L'idée fondamentale de cette étude est de concevoir un projet qui sera rentable pour l'investisseur et qui pourra contribuer au développement du pays en étudiant un certain nombre de facteurs. Cette étape permet de déterminer les dif-

## Introduction générale

férents composantes économique, sociale, juridique commerciales, avec une description et une analyse de faisabilité qui permettras la réalisation du projet à savoir le mettre en œuvre, la réalisation de la phase d'investissement, la réalisation de la phase de production, le contrôle et le rééquilibrage du projet.

# Chapitre I : Généralité sur les steppes et stipa Tenacissima L

« Il n'y a pas d'échec, il n'y a que des abandons... »

**Albert Einstein**

### Chapitre1 : Généralité sur les steppes et stipa Tenacissima L

#### 1. Introduction

L'Algérie couvre une superficie de 2 381 741 km<sup>2</sup>, 84% de la superficie totale représente un Désert qui est classé parmi les plus vastes déserts du monde. 9% de la superficie Hautes plaines c'est des plaines arides et étendues steppiques à Alfa et des autres steppes grâce à l'influence du climat méditerranéen.

Malheureusement ces steppes malgré qu'elle a une grande valeur mais elle est mal exploitée à cause de surpâturage et la cueillette aléatoire qui influence leur régénération.

À la raison de protéger ces ressources et d'exploiter les plantes d'alfa pour le demain industriel, on va traiter dans ce chapitre tous les facteurs clés qui influencent sur l'existence d'alfa et tous les facteurs qui l'ont guidé vers la désertification. Au but de transformer l'alfa en pâte à papier qui introduit sur la fabrication de papier de qualité aux mêmes temps de diminuer la sécheresse.

#### 2. Les steppes

##### 2.1. Définition de steppes

La steppe est un paysage végétal caractéristique des régions de climat tropical à longue saison sèche et des semi-déserts (en particulier les bordures désertiques).



Figure 1: les steppes dans les régions sèches

Donc on appelle steppe, une formation herbacée et arbustive basse plus ou moins ouverte et suffisamment continue pour dominer le paysage. La densité de la couverture herbeuse dépend des latitudes sous lesquelles on la trouve. Sous un climat presque tempéré, elle est

## Chapitre II : Etude stratégique

plus élevée. Dans les régions semi-désertiques, les touffes d'herbe s'espacent. Chaque plante doit alors trouver suffisamment d'eau dans les sols pour survivre.



Figure 2 : les steppes dans des régions semi déserte

Le terme steppe vient du russe et désigne la steppe eurasiatique, une formation végétale constituée d'immenses étendues d'herbes dont les arbres sont quasiment absents. L'équivalent, en Amérique du Nord, de la prairie. Cette steppe s'étend du delta du Danube et de la côte de la mer Noire jusqu'à la Mongolie et à l'Altaï. On la retrouve également plus loin, en Extrême-Orient et au nord de la Chine.

### 2.2. Présentation de la région steppique

Les steppes algériennes présente une entité géographique bien différenciée, en raison de l'aridité de son climat, de son hydrologie, de la nature de son sol, de sa végétation, de l'occupation des terres et du monde de vie de ses habitants. C'est un ruban de **1000 Km** de long sur une largeur de **300 Km** à l'ouest et au centre, réduit a moins de **150 Km** à l'est.

## Chapitre II : Etude stratégique

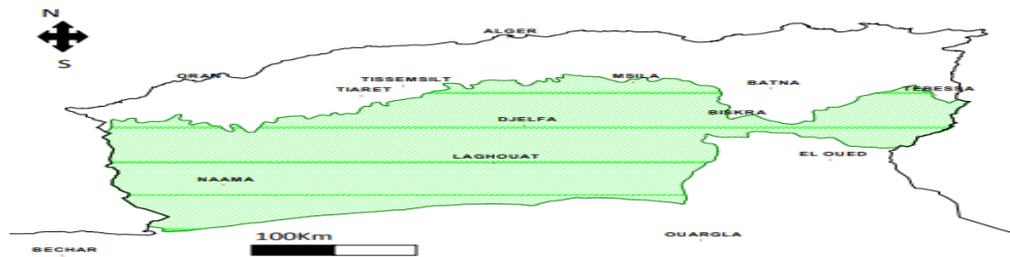


Figure 3 : la région steppique algérienne

Elle se localise entre deux chaînes de montagnes en l'occurrence, l'Atlas tellien au Nord et l'Atlas saharien au Sud couvrant une superficie globale de **20 millions d'hectares** (8,5 % de la surface de l'Algérie). [1]

Elle répartie administrativement à travers 08 wilayas steppiques et 11 wilayas agropastorales totalisant 354 communes. Le climat varie du semi-aride inférieur frais au nord à l'aride inférieur tempéré au sud. La plupart des sols steppiques sont caractérisés par la présence d'accumulation calcaire réduisant la profondeur de sol utile ; ils sont généralement pauvres en matière organique et sensibles à la dégradation.



Figure 4 : la répartition des 9 wilayas steppiques en Algérie

La végétation steppique est représentée par quatre (04) grands types de formations :

### 1). Les parcours à graminées

- *Stipa tenacissima* (l'Alfa).
- *Lygeum spartum* (Sparte).
- *aristida pungens* (drinn).

## Chapitre II : Etude stratégique

### 2). Les parcours à chamaephytes

- *Artemisia herba alba* (Armoise blanche).
- *Artemisia campestris* (Armoise champêtre)
- *Arthrophytum scoparium* (Remth)
- *Thymelaea microphylla* (Methnane)
- Les parcours à espèces crassules centes
- *Atriplex halimus*.
- *Salsola vermiculata*.
- *Suaeda fructuosa*.

### 3). Les parcours dégradés et post culturales

- *Noaea micronata*.
- *Piganum harmala*
- *Satrgalus armatus* [2]

### 2.3. Les types des steppes

Parmi les types précédents les plus connus sont :

#### 2.3.1. Les steppes à alfa (*Stipa tenacissima*) :

Elles couvrent une superficie de 4 millions d'hectares, On les retrouve en effet dans les étages bioclimatiques semi arides à hiver frais et froid et aride supérieur à hiver froid.



Figure 5: la steppe alfa.

#### 1). Les steppes à armoise blanche “Chih“ (*Artémision herba alba*) :

## Chapitre II : Etude stratégique

Elles recouvrent une superficie de **3 millions d'hectares**, on les trouve dans les étages arides supérieur et moyen à hiver frais et froid avec des précipitations variant de 100 à 300 mm.



Figure 6: la steppe de Chih.

### 2). Les steppes à sparte “Sennagh“ (*Lygeum spartum*) :

Elles recouvrent 2 millions d'hectares, rarement homogènes occupant les glacis d'érosion encroûtés recouverts d'un voile éolien sur sols bruns calcaires, halomorphes dans la zone des chotts.



Figure 7: la steppe de Sennagh

### 3). Les steppes à remt (*Arthrophytum scoparium*) :

Elles présentent un intérêt assez faible sur le plan pastoral, elles forment des steppes buissonneuses chamaephytiques avec un recouvrement moyen inférieur à 12,5%.

## Chapitre II : Etude stratégique



Figure 8: Les steppes à remt

### 4). Les steppes à psamophytes :

Elles recouvrent une superficie de 200.000 ha, on les trouve dans zones aride et présaharienne.



Figure 9 : La steppe à psamophytes

### 5). Les steppes à halophytes :

Elles couvrent environ 1 million d'hectares, composées de végétation halophile autour des dépressions salées. [3]

## Chapitre II : Etude stratégique



Figure 10: la steppe à halophytes

### 3. *Stipa tenacissima* L

#### 3.1. Définition d'Alfa

L'Alfa, Stipe tenace, Sparte, Esparto, *Macrochloa tenacissima*, *Stipa tenacissima*, est une plante herbacée vivace de la famille des poacées, venant des régions arides de l'ouest du bassin de la Méditerranée, elle pousse en touffes d'environ un mètre de haut, formant de vastes « nappes » dans les régions aride et semi-aride. [4]

#### 3.2. Structure d'alfa

Ce schéma représente le structure ligno-cellulosique et cristalline d'une fibre cellulosique et les différentes composition d'alfa [5]

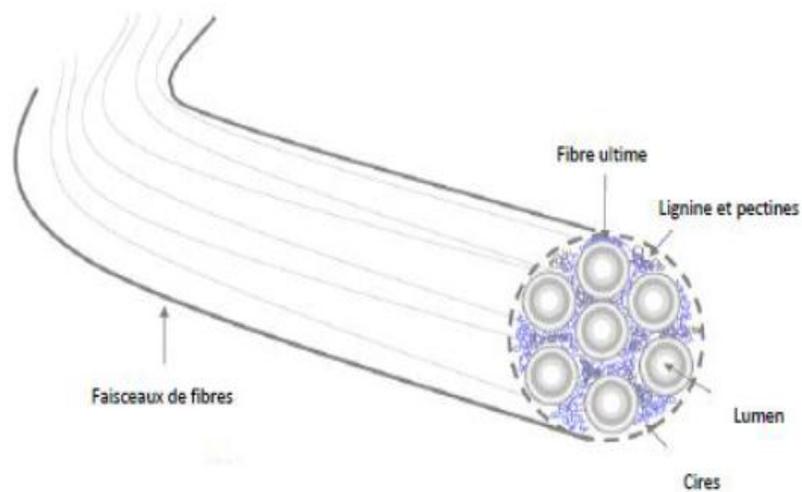


Figure 11: structure de fibre alfa.

## Chapitre II : Etude stratégique

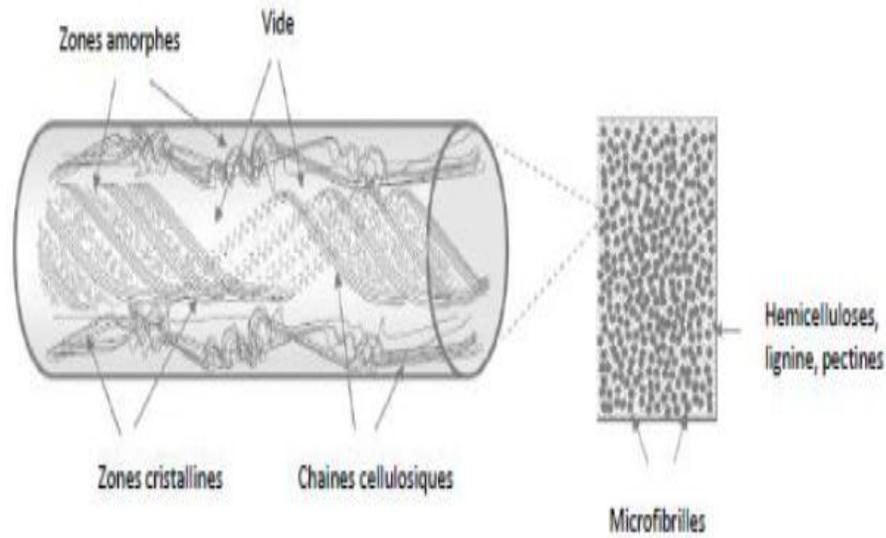


Figure 12: la fibre cellulosique alfa.

### 3.3. Nomenclature et classification botanique :

Classification	Caractère
Règne	Plante
Sous règne	Tracheobionta
Super Division	Spermatophyta
Division	Magnoliophyta
Classe	Liliopsida
Ordre	Poales
Famille	Poaceae
Genre	Stipa
Espèce	Stipa tenacissima
Nom vulgaire	Alfa
Nom arabe	Halfa

Tableau 1 : Nomenclature et classification botanique.

## Chapitre II : Etude stratégique

### 3.4. 3 Répartition géographique :

#### 3.4.1. Mondiale

Cette plante vient du bassin méditerranéen en Afrique du Nord, et tout particulièrement les hauts plateaux du Maroc et de l'Algérie ainsi elle est présente en Espagne, au Portugal, aux Baléares, et elle s'étend vers l'est jusqu'en Égypte en passant par la Tunisie et la Libye.

En France, elle serait présente uniquement dans le département du Var au sud et à l'est, elle est beaucoup plus rare dans les étages subhumides et surtout humide

Au Maroc, c'est une espèce Trans atlasique qui a une amplitude écologique très vaste s'étendant depuis les dunes littorales de la région d'Essaouira jusqu'à des altitudes de 2400 m sur le versant sud du Moyen Atlas dominant Reggou et dans le jbel Saghro. [6]

Et voici les superficies occupées par l'alfa dans ces différentes pays :

**Algérie** : 4.000.000 ha

**Maroc** : 3.186.000 ha

**Tunisie** : 600.000 ha

**Lybie** : 350.000 ha

**Espagne** : 300.000 ha

#### 3.4.2. En l'Algérie

L'alfa est une graminée typiquement méditerranéenne dont les grands foyers s'étendent sur les hauts plateaux d'Algérie.

En Algérie, l'alfa est abondant dans la région oranaise, depuis le littoral jusqu'aux monts des Ksour, sur les hauts plateaux de la région de Ksar Celaya, Djelfa, autour de Boussaâda, jusqu'aux montagnes d'Oued Nabil et autour de Laghouat.

A l'est, elle se répartit surtout dans les régions ouest et sud de Sétif, les Bibans, Boutade et Maradi. Elle couvre également une partie importante des versants de montagnes du massif des Aurès.

En Algérie, l'alfa tellien jusqu'à la bordure nord du Sahara : on le trouve soit sous forme de vastes peuplements (mer d'alfa) principalement sur les hauts- plateaux, soit en touffes dispersées sous le couvert de colonie peut être évaluée à environ 3800 000-4000 000 ha, sur lesquels 3000 000 ha sont exploités ou exploitable. [7]

## Chapitre II : Etude stratégique

### 3.5. Caractère biologique de l'alfa :

Cette plante est présente sous forme des toffees circulaire a peut pré, ça diamètre est varié dépend des quantités des nappes.

*Stipa tenassicima* comprend une partie souterraine très importante pour la régénération et une partie aérienne.



Figure 13: toffees Alfa

#### 3.5.1. La partie souterraine :

C'est un rhizome à entre-nœuds très courts, portant des racines adventives, s'enfonçant profondément dans le sol, Le rhizome est très ramifié et ses rejets se terminent par les jeunes pousses (elle peut profond jusqu'à 50cm dans le sol).

#### 3.5.2. La partie aérienne :

Est constituée de rameaux portant des graines imbriquées les unes dans les autres, surmontées de limbes longs de **30 à 120 cm**. La face inférieure des limbes est unie et luisante, la face supérieure porte de fortes nervures. L'une et l'autre sont recouvertes d'une cire isolante qui permet à la plante de résister à la sécheresse. [6]

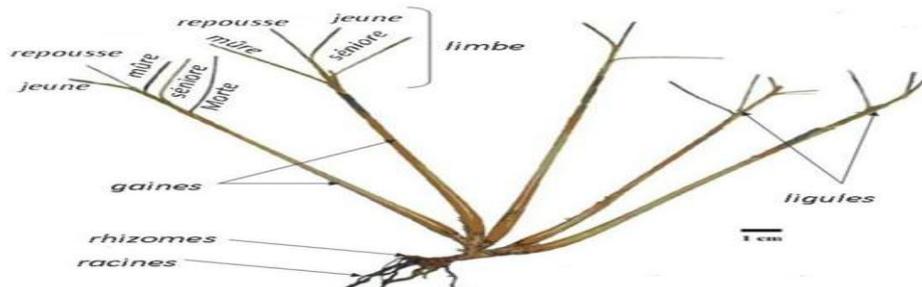


Figure 14 : la composition d'alfa.

## Chapitre II : Etude stratégique

### 3.6. L'écologie de l'alfa :

Cette plante est présente dans les milieux arides méditerranéens, par contre elle est très rare dans les étages subhumides et surtout humide car elle ne rencontre pas cette condition favorable.

L'approche climatique est fondée sur deux critères Chacun des deux paramètres sont nécessaires mais il y a d'autres paramètres qui influencent sur la vie de l'alfa comme l'humidité relative et l'insolation, le vent ....

#### 3.6.1. Le premier critère c'est la pluviosité.

La limite inférieure pour le développement de l'Alfa est de 150 mm d'eau par an, l'optimum se situe entre 200 et 400 mm Et la limite supérieure est d'environ 500mm.

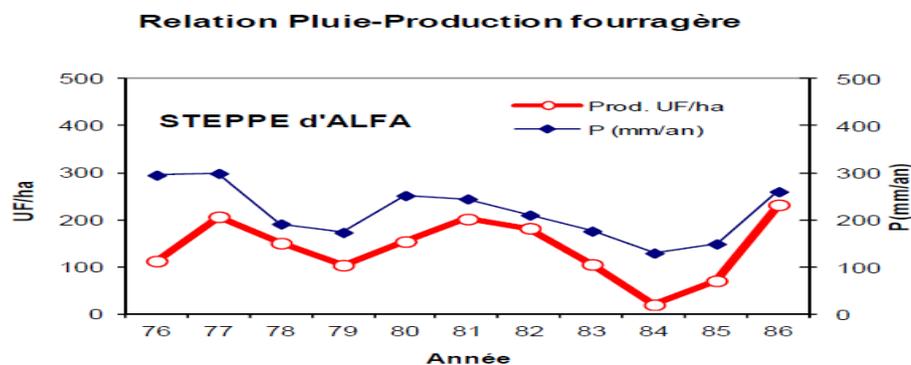


Figure 15 : la relation alfa pluie.

#### 3.6.2. Le deuxième critère c'est la température :

L'Alfa résiste à des températures de  $-15^{\circ}\text{C}$ . Il présente une vie latente qui est observée au-dessous de  $1$  à  $3^{\circ}\text{C}$  pour atteindre une vie optimale entre  $19$  et  $25^{\circ}\text{C}$ .

Le vent joue un rôle important dans la dispersion des semences et le transport des matériaux qui en s'accumulant au niveau de la touffe d'Alfa augmentent l'épaisseur du sol.

L'alfa est une plante extrêmement rustique, supportant bien la sécheresse, le froid, les chaleurs excessives à dire toutes les irrégularités du climat steppique.[7]

### 3.7. La composition chimique d'alfa :

La fibre d'alfa contient 35 à 40 % de cellulose, 20 à 30 % d'hémicelluloses et moins de lignines que le bois (17 à 19 %). Les fibres sont courtes (de l'ordre de 1 mm de long).

## Chapitre II : Etude stratégique

Le papier d'alfa est souple, soyeux, résistant, très léger et prend bien les caractères d'imprimerie. L'alfa sert à la préparation de pâtes blanchies. Mélangé en proportions variables à d'autres fibres de résineux et de coton, il peut donner des combinaisons de pâtes de grande qualité pour la fabrication de papier d'impression-écriture de luxe.[8]

Matière	[9](%)	[8](%)	[10](%)	[11](%)
Cellulose	43.81	45	45	47.63
Lignine	18.76	23	24	17.71
Cendres	4.66	2	2	5.12
Silica	1.76	/	/	/
Hémicellulose/pectines	28.4	25	24	22.15
Cires	/	5	5	
Extraction et autres	2.61	/	/	7.39
Somme(%)	100	100	100	100

Tableau 2 : la composition chimique d'alfa.

### 4. Les types de *Stipa Tenacissima L* :

*Stipa tenacissima L* se développe sur des sols à substrat calcaire (cas de Maghreb) ou bien des sols marno-calcaire (cas d'Espagne) et généralement sont bien drainés, pour cela on distingue 03 types de *Stipa tenacissima L* lesquelles :

#### 4.1. *Stipa tenacissima L* Glacis

A faible pente (<2cm)



Figure 16: *Stipa tenacissima L* Glacis.

## Chapitre II : Etude stratégique

### 4.2. *Stipa tenacissima* L Ensablée

La taille peut dépasser 1.5cm lorsque l'ensablement est limité à la touffe.



Figure 17: *Stipa tenacissima* L Ensablée

### 4.3. *Stipa tenacissima* L De montagne

Donc, elle se développe sur des sols marneux, calcaire, gypseux, et peu profond par contre, elle fuit les sols argileux (dépassent 12 à 15%), les sols salés, les dépressions inondées.



Figure 18: *Stipa tenacissima* L De montagne

## 5. Cycle de vie d'alfa

Le cycle de vie de *Stipa tenacissima* L nécessite un ensemble des conditions biologique et climatique et l'intervention humaine pour assurer la bonne régénération de cette plante

Le stipe pousse en sol ordinaire, sec et caillouteux, modérément fertile, et en situation ensoleillée. Le pH importe peu si la terre est bien drainée et si l'humidité ne stagne pas en hiver, ce qui peut lui être fatal ou du moins entraver sa croissance.

## Chapitre II : Etude stratégique

Pour une meilleure reprise, on recommande généralement une plantation automnale des graminées de climat froid, telle le stipe, qui entrent en croissance en fin d'hiver. Cependant, dans les régions aux hivers rigoureux et humides, une plantation printanière est préférable.

### 5.1. Phase de végétation :

Les formations steppiques et ceux de *Stipa tenacissima* L. sont considérés comme étant l'un des meilleurs remparts face à l'avancée du désert. Il entre dans la catégorie des végétaux verts. Ses phases sont les suivantes :

début de printemps dès que la température dépasse 3 à 5 °C les feuilles persistantes entrent en activité, et commencent à synthétiser leurs substances nutritives.

Les jeunes feuilles déjà ébauchées depuis l'automne sortent des gaines et de nouvelles innovations se forment entre la fin du mois d'Avril et le début du mois de Mai. Apparaissent les fleurs.



Figure.19:l'état de l'apparaissent les fleurs.

Au début de l'été les fruits sont murs. En Juillet, la feuille ferme ses stomates et se met en état de vie ralentie sous l'effet de la sécheresse.

Aux premières pluies d'automne, les feuilles en voie de développement au centre des innovations s'allongent et le travail d'assimilation continue.

L'alfa présente deux périodes de vie ralentie, une période de repos hivernal du au froid qui diminue l'assimilation dès que la température descend en dessous de 3 à 5°C.

## Chapitre II : Etude stratégique

Phases de reproduction L'alfa se multiplie en milieu naturel par semis, par bourgeon dormant et par extension et fragmentation des souches. [5]

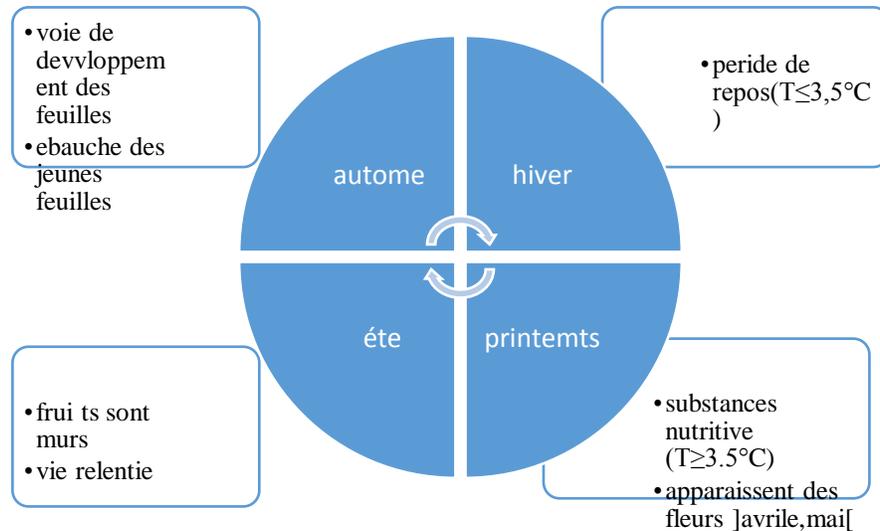


Figure 20: cycle de vie d'alfa

### 5.2. Récolte

- L'enlèvement des feuilles se fait par des modes traditionnels comme :
- À la main par arrachage.
- En enroulant les feuilles autour d'un bâton court.
- En se garnissant la main d'une tige de métal.

L'enroule autour d'une tige métallique pour assurer sa prise et tire brusquement. Avec son pied il retient les racines pour les empêcher d'être arrachées en même temps que les feuilles. Celles-ci sont liées en petites balles avec une tresse d'Alfa. Puis ces petites balles sont pressées pour constituer les grosses balles qui seront envoyées au centre de collecte. Ensuite, l'Alfa pesée sera stockée dans ces centres avant d'être transférée à l'usine, pour en extraire la pâte à papier en particulier.



Figure 21: cycle de traitement d'alfa

## **Chapitre II : Etude stratégique**

### **6. Les avantages d'alfa**

Cette plante a un rôle très important dans différents domaines :

#### **6.1. Écologique**

La protection et le maintien de l'intégrité écologique de tout l'écosystème.

La lutte contre le phénomène de désertification

Elle est considérée comme l'un des remparts face à l'avancée du désert grâce à son système racinaire très développé qui permet la fixation et la protection du sol

Elle permet aussi d'éviter l'érosion éolienne durant les périodes sèches grâce à son aptitude de persister durant les périodes de sécheresse en maintenant une activité physiologique au ralenti.

La lutte contre l'érosion pluviale, les touffes d'Alfa constituent des barrages qui freinent le ruissellement

Les nappes alfatières constituent un espace pastoral de réserve tant pour le bétail.

#### **6.2. Économique**

L'industrie de papier puisqu'elle sert à fabriquer des papiers d'impression de qualité.

L'alfa est une plante utilisée pour ses fibres dans le Domain du textile.

Au printemps, la feuille est tressée pour confectionner divers objets de sparterie : paniers, couffins...

#### **6.3. Sociale**

Espaces pastoraux.

L'homogénéité apparente de l'écosystème alfater cache une grande diversité biologique et d'énormes potentialités pour le développement socio-économique régional.

#### **6.4. Energie**

Le pouvoir calorifique supérieur de l'alfa varie de 4666 Kcal/kg pour les brins de 1 an et de 5160 et 5163 Kcal/kg pour les brins âgés de 2 ans et de 3 ans respectivement, ce qui lui confère un usage énergétique important sous forme de briquettes combustibles en remplacement ou d'appoint au bois de feu.

#### **6.5. Composites**

Analogiquement, des études ont été réalisées pour développer des composites à base de fibres d'Alfa.

### 7. Les menaces et les contraintes

Malgré tous les avantages de cette plante, elle est vraiment négligeable et parmi ces menaces :

La régression des nappes d'alfa à cause des conséquences négatives sur l'équilibre écologique de l'ensemble de l'écosystème.



Figure 22: cas de dégradation des nappes alfatière

La régression des surfaces d'exploitation.

Les méthodes de cueillettes ne sont ni évaluées ni optimisées.

Le manque important d'études et recherches pour la valorisation.

Manque de maîtrise de la régénération et des productivités

Malgré l'existence de disposition législatives pour réglementer l'exploitation, leur application et les contrôles se font très rares voire inexistantes. [6]

### 8. Suggestion d'amélioration

On a remarqué dans notre recherche que la dégradation de *stipa tenacissima* dépend de plusieurs facteurs physiques comme la sécheresse et des facteurs humains comme le surpâturage et même le défrichement et extension de la céréaliculture qui a conduit à la désertification et automatiquement la dégradation de la productivité des steppes dans ces régions.

Pour cela on a proposé quelque suggestion pour la protection de cette richesse :

Tous d'abord on va commencer par le causatif principal qui est l'homme et pour bien exploiter les types de plantes il faut :

Préciser une sécurité pour les régions steppiennes pour éliminer le surpâturage et même l'exploitation irrationnelle afin de l'utiliser dans des biens qui sont utiles et rentables.

## Chapitre II : Etude stratégique



Figure 23: état normal des nappes alfatières.

Les deuxièmes propositions c'est de contrôler les facteurs physiques comme l'humidité et la température dans ce cas va augmenter au maximum la production de *Stipa tenacissima* L.

### 9. Etat de l'art :

D'après notre recherche on remarque que l'alfa est introduit dans beaucoup de Domain et plusieurs gens ont travaillé sur la valorisation et l'exploitation de cette plante, parmi ces domaines.

Domain biologique	<ul style="list-style-type: none"><li>• En 2017 SGHIR Salim faire une étude d'évolution de la nappe alfatière dans la commune d'El-Aricha(Tlemcen)</li></ul>
Domain d'environnement	<ul style="list-style-type: none"><li>• En 2009 Mustapha Rhanem a étudié la climatologie d'alfa dans la partie de Maroc.</li></ul>
Domain industriel	<ul style="list-style-type: none"><li>• En 2012 Mohamed Dallel a évalué le potentiel textile des fibres d'Alfa, caractérisation physico-chimique de la fibre au fil .</li></ul>

Et pour les gens qui ont travaillé dans la fabrication de pâte à papier et de papier à base d'alfa on a la SNCPA (la société nationale de cellulose et de papier d'alfa située à la Tunisie an 1968.

### 10. Conclusion

Nous avons présenté dans ce chapitre des généralités sur les steppes algériennes et surtout les nappes d'alfa. Pour définir les facteurs clés qui influencent la régénération de cette plante. On a aussi donné une vision globale sur la situation actuelle d'une forte dépendance de cette matière aux pays étrangers ce qui nous pousse à l'améliorer et développer afin d'exploiter nos ressources naturelles d'une façon intelligente et contribuer à l'économie algérienne.

Cette partie est une fiche descriptive d'alfa qui représente une ressource Naturelle qui introduit dans plusieurs domaines. Et car elle n'est pas exploitée en notre pays on va commencer dans ce travail d'industrie papetière à base d'alfa.

# Chapitre II :

# Etude stratégique

« La réussite sourit à ceux qui font les choses avec passion pas

Avec raison... »

**Jack welche**

## Chapitre II : Etude stratégique

### 1. Introduction

A partir des différentes recherches on a trouvé que la plante d'alfa (*stipa Tenassicima L*) se trouve dans plusieurs régions totalement différentes par rapport un ensemble des critères et condition climatique, pour cela dans ce chapitre on a étudié ces différentes régions d'une façon précise. afin de choisir notre meilleur fournisseur de matière première (les zones alfatières) ,et même la localisation stratégique de notre usine de transformation toutes en répondant au minimisation de cout, temps, et maximisation de qualité, de plus cette étude est basé sur la chaine logistique de collecte de alfa, qui est composée d'un ensemble de points de collecte (willaya alfatière).

Dans la première partie de Notre travail nous allons traitons les régions steppiques pour choisir les bonnes sources d'alfa en appliquant les METHODE de MCDM MOORA MULTIMOORA et MOOSRA pour avoir les meilleurs sites de collecte d'alfa permet l'ensemble des régions étudié.

Dans la deuxième partie, nous traitons le problème de localisation des meilleurs centres de transformation d'Alfa à base de même méthode parmi d'abord de proposé un ensemble des sites au but de choisir le meilleur site.

Dans la troisième partie on va utiliser une modélisation mathématique qui représente notre chaine logistique c'est à dire affectation entre les zones alfatière et l'ensemble des sites candidats de centre de transformation. Et on va finir notre étude par une présentation des différentes zones choisit sous logiciel QGIS.

Afin de résoudre ce problème on doit appliquer la résolution multicritère ce qu'ont appelé l'optimisation multi-objectifs.

### 2. Méthode d'aide à la décision

La prise de décision consiste à applique des méthodes qui aide à la décision, soit des décisions simples ou complexes permet ses méthodes on a les MCDM (méthode aide à la décision multicritères) [9].

## Chapitre II : Etude stratégique

### 2.1. Définition des MCDM (la prise de décision multicritères) :

Les méthodes ou bien l'analyse multicritères d'aide à la décision c'est une démarche d'aide et de prise de décision basé sur des critères ou des objectifs contradictoires pour des alternatives et la sélection de la meilleure alternative.

### 2.2. Le principe des MCDM

Tout abord pour résoudre un problème de décision il faut sélectionner ensemble des propositions qui représente des solutions, des actions ou bien des options qui s'appelle les alternatives, et ensembles des critères bien déterminer qui définit l'importance de chaque alternative au but de construire la matrice de décision.

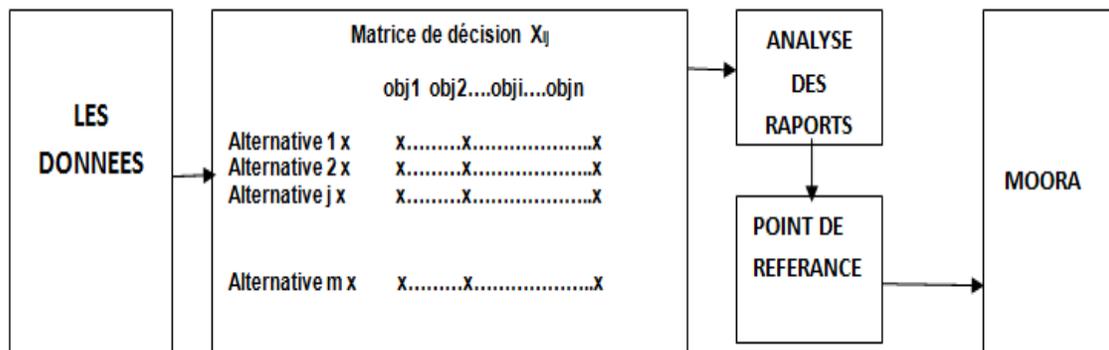


Figure 24: les étapes de MOORA

### 2.3. Les types de MCDM :

A base des MCDM, les chercheurs développent plusieurs types des méthodes qui aident à la décision, ces méthodes dépendent de contexte choisit et de l'objectif à atteindre, on a :

Eighties Sumo Model (WSM) : Modèle de somme pondérée développé par Lisburnau 1967, qui est utilisé dans l'optimisation structurelle et la planification énergétique. [10]

Eighties Product, Model (WPM) : Modèle de produit pondéré développé par Bridgman au 1922 qui est utilisé la division de travail dans un processus base sur divers éléments. [10]

Elimination and Choice Translating Reality (ELECTRE) : Élimination et choix traduisant la réalité développée par Benayoun et al. Au 1966. [10]

## Chapitre II : Etude stratégique

Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solutions (TOPSIS) : Technique de comparaison d'ordre par similarité avec la solution idéale développé par Hwang and Yoon 1981. [10]

Multi attribute utility theory (MAUT) : Théorie de l'utilité multi-attribue développé par Edwards and Newman 1982. [10]

Performance Ranking Organisation method (PROMETHEE) : Méthode d'organisation du classement de performances développé par Brans and Vincke 1985. [10]

Vlse Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje (VIKOR) :Développé par Opricovic au 1998. [10]

Analytical hierarchy process (AHP) : Développé par Saaty, 1970's qui est utilisé la gestion des ressources. L'ingénierie de transport logistique [10]. Choix de fournisseur [30].

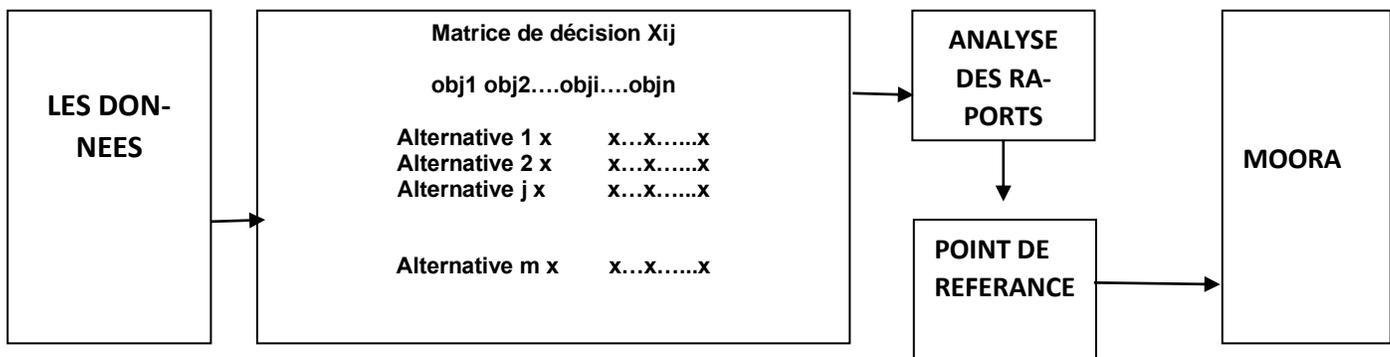
Pour la résolution de ce problème on a plusieurs types des MCDM, dans notre projet on choisit la méthode MOORA.

### 3. L'optimisation multi-objective sur la base de l'analyse des rapports (MOORA) :

#### 3.1.Définition de MOORA :

MOORA est une méthode d'optimisation permet de résoudre différents problèmes de décision complexe.

MOORA est suivi par deux types des méthodes MULTIMOORA qui base sur la forme multiplicatif ou l'analyse de rapport et l'autre est MOOSRA qui basé sur un point de référence.



## Chapitre II : Etude stratégique

### 3.2.Principe de MOORA :

La méthode MOORA est composée de cinq étapes, tout d'abord en commençant de remplir la matrice de décision qui contient les valeurs de différentes alternatives par rapport à divers attributs (objectifs) au but d'appliquer les autres étapes de la méthode pour avoir un classement idéal des alternatives.

### 3.3.Méthodologie :

Cette méthode est composée de deux parties :

#### 3.3.1. L'analyse des rapports

##### Étape 1 :

La première étape consiste à déterminer l'objectif et à identifier les attributs d'évaluation pertinents.

##### Étape 2 :

L'étape suivante consiste à représenter toutes les informations disponibles pour les attributs sous la forme d'une matrice de décision. Les données en éq. (1) sont représentés en tant que matrice  $X$  (m,n). Où  $x_{ij}$  est la mesure de la performance de l'alternative sur l'attribut  $j$ ,  $m$  est le nombre d'alternatives, et  $n$  est le nombre d'attributs. Ensuite, un système de rapport est développé dans lequel chaque performance d'une alternative sur un attribut est comparée à un dénominateur qui est un représentant pour toutes les alternatives concernant cet attribut.

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdot & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdot & x_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdot & x_{mn} \end{bmatrix}$$

##### Étape 3 :

Brauers et al. (2008) ont conclu que pour ce dénominateur, le meilleur choix est la racine carrée de la somme des carrés de chaque alternative par attribut. Ce rapport peut être exprimé comme suit :

## Chapitre II : Etude stratégique

$$x_{ij}^* = x_{ij} / \sqrt{\left[ \sum_{i=1}^m x_{ij}^2 \right]} \quad \mathbf{J=1, 2, \dots, n} \quad \mathbf{Eq (2)}$$

Où  $x_{ij}^*$  est la performance normalisée de l'alternative sur l'attribut j.

### Étape 4 :

Pour une optimisation multi-objective, ces performances normalisées sont ajoutées en cas de maximisation (pour les attributs bénéfiques) et soustraites en cas de minimisation (pour les attributs non bénéfiques). Ensuite, le problème d'optimisation devient :

$$y_i = \sum_{j=1}^g x_{ij}^* - \sum_{j=g+1}^n x_{ij}^* \quad \mathbf{Eq (3)}$$

Où g est le nombre d'attributs à maximiser, (n-g) est le nombre d'attributs à minimiser, et  $y_i$  est la valeur d'évaluation normalisée de la i-ème alternative par rapport à tous les attributs. Dans certains cas, on observe souvent que certains attributs sont plus importants que les autres. Afin de donner plus d'importance à un attribut, il pourrait être multiplié par son poids correspondant (coefficient de signification) (Brauers et al. 2009). Lorsque ces poids d'attributs sont pris en compte, Eq. 3 devient comme suit :

$$y_i = \sum_{j=1}^g w_j x_{ij}^* - \sum_{j=g+1}^n w_j x_{ij}^* \quad \mathbf{j=1, 2, \dots, n} \quad \mathbf{Eq (4)}$$

Où  $w_j$  est le poids de l'attribut j-ème.

### Étape 5 :

La valeur  $y_i$  peut être positive ou négative selon les totaux de ses maximum (attributs bénéfiques) et minimum (attributs non bénéfiques) dans la matrice de décision. Un classement ordinal de  $y_i$  montre la préférence finale. Ainsi, la meilleure alternative à la valeur  $y_i$  la plus élevée, alors que la pire alternative à la plus faible valeur  $y_i$ .

### 3.3.2. Le point de référence

La théorie des points de référence par des ratios déjà normalisés tels que définis dans la méthode MOORA, à savoir la formule (2).

## Chapitre II : Etude stratégique

Ensuite, la théorie des points de référence choisit pour la maximisation un point de référence, qui a comme coordonnée la plus haute coordonnée par objectif de toutes les alternatives candidates. Pour la minimisation, la coordonnée la plus basse est choisie.

Pour mesurer la distance entre les alternatives et le point de référence, on utilise la formule suivante :

$$\min_{(j)} \{ \max_{(i)} |r_i - x_{ij}^*| \} \quad \text{Eq (5)}$$

$r_i$  = la  $i$ -eme coordonnée du point de référence.

### 3.3.3. L'approche MULTIMOORA

La forme multiplicative complète des critères multiples consiste à la fois à maximiser et à minimiser une fonction d'utilité purement multiplicative.

Il a d'abord été développé par Miller et Starr (1969). Les principales caractéristiques de cette forme sont non linéaires, non additives et n'utilisent pas de poids d'attributs (Kracka et al, 2010). L'utilité globale de l'alternative  $i$ -eme ( $U_i$ ) est calculée comme suit :

$$U_i = \prod_{j=1}^n x_{ij} \quad \begin{array}{l} i=1, 2, \dots, m \\ j=1, 2, \dots, n \end{array} \quad \text{Eq (6)}$$

Dans cette formule,  $m$  et  $n$  sont les nombres d'alternatives et de critères, respectivement, et  $x_{ij}$  est la performance de l'alternative  $i$  sur le l'objectif  $j$ . Les utilités globales sont obtenues par la multiplication de différentes unités de mesure et deviennent sans dimension. Si les décideurs veulent combiner le problème de minimisation avec la maximisation d'autres critères, alors **Eq (6)** devient **Eq (7)** (Brauers et Zavadskas 2012) :

$$U_i = \frac{A_i}{B_i} \quad \text{Eq (7)}$$

Dans cette formule  $A_i$  et  $B_i$  sont calculés comme suit :

$$A_i = \prod_{j=1}^g x_{ij} \quad \text{Eq (8)}$$

$$B_i = \prod_{j=g+1}^n x_{ij} \quad \text{Eq (9)}$$

## Chapitre II : Etude stratégique

(g) et (g+1) sont le nombre des critères à maximiser et à minimiser respectivement. Si  $x_{ij}$  est égal à 0, Brauers (2002) a suggéré de retirer ce critère de la matrice de décision, car la prise de valeur 0 signifie l'absence d'un critère particulier dans la matrice de décision (Karande et Chakraborty 2012b).

### 3.3.4. MOOSRA

La méthode MOOSRA est l'une des méthodes d'optimisation multi-objective. Si la méthode MOOSRA est comparée à la méthode MOORA, les scores de performance négatifs dans la méthode MOORA n'apparaissent pas et la méthode MOOSRA est moins sensible à la grande variation des valeurs des critères (Jagadish et Ray 2014).

Les étapes d'application de la méthode MOOSRA sont similaires à la méthode MOORA. A savoir, la première étape consiste à construire la matrice de décision du problème et la seconde étape est la normalisation de la matrice de décision. Lors du calcul du score de performance global de chaque alternative ( $y_i$ ), la méthode MOOSRA utilise un ratio simple de la somme des valeurs de performance normalisées pour les critères bénéfiques à la somme des valeurs de performance normalisées pour les critères non bénéfiques. Alors la formule devient comme (Kumar et Ray 2015) :

$$y_i^* = \frac{\sum_{j=1}^g x_{ij}^*}{\sum_{j=g+1}^n x_{ij}^*} \quad \text{Eq (10)}$$

Dans cette formule, g et (n - g) sont le nombre de critères à maximiser et à minimiser, respectivement. Lorsque les poids des critères sont considérés, Eq(10) devient Eq (11) comme :

$$y_i^* = \frac{\sum_{j=1}^g w_j x_{ij}^*}{\sum_{j=g+1}^n w_j x_{ij}^*} \quad \text{Eq (11)}$$

$w_j$  est le poids du j-eme critère.

Le classement des alternatives est obtenu en fonction du score global de performance de chaque alternative ( $y_i$ ). L'alternative avec le score de performance globale le plus élevé est la meilleure (Jagadish et Ray 2014). [11]

## Chapitre II : Etude stratégique

### 3.4.L'avantage de cette méthode :

Malgré la multitude des MCDM, il y a des particularités, des avantages et méfaits dans chaque méthode, le tableau suivant résume ces caractéristiques :

MODM	Temps de calculs	Simplicité	Calcul Mathématique	Stabilité	Type d'information
MOORA	Très faible	Très simple	Minimum	Bien	Quantitative
AHP	Très élevé	Compliqué	Maximum	Faible	Hybride
TOPSIS	Moyen	Moyennement élevé	Moyen	Moyen	Quantitative
VIKOR	Faible	Simple	Moyen	Moyen	Quantitative
ELECTRE	Elevé	Moyennement élevé	Moyen	Moyen	Hybride
PROMETHEE	Elevé	Moyennement élevé	Moyen	Moyen	Hybride

Figure 25: la déférence entre les types des MCDM

### 3.5.Application de méthode sur notre problème :

On va appliquer les MCDM sur notre problème au but de classé les willayas alfatières selon des critères au but de choisir les meilleures régions pour mes aides de définir ensemble des sites candidats pour localisé notre centre de traitement.

#### 3.5.1. Les critères de choix des wilayas alfatières :

##### 3.5.1.1.La surface alfatière

C'est l'élément principal dans notre étude car chaque willaya a une surface donc dans notre travail on va essayer de choisir les meilleures zones qui répondre à notre besoin.

La wilaya	La surface alfatière (ha)
Djelfa	4012
Msila	366777.5
Laghouat	78000
Naàma	29000
Tbessa	112000
Saida	214455
Tlemcen	160000
Sidi bel abbés	43000
Tiaret	200000

Tableau 3 : les surfaces de la willaya alfatière

## Chapitre II : Etude stratégique

### 3.5.1.2. Les conditions climatiques

Dans notre recherche on a trouvé que l'alfa nécessite un ensemble des conditions climatiques qui est très importants pour la régénération parmi ces conditions on a, le vent, la texture de sol, l'humidité etc. Mais il Ya deux facteur sont les plus important :

#### 1). La pluviosité :

La plante d'alfa (*stipa tenassicima*) demande une quantité d'eau de moyenne de 200mm à 400mm par année, avec une quantité inférieure et supérieure de 150 et 500 mm par année, cette facture joue un rôle très important qui influence sur l'existence et la croissance d'alfa. Donc la pluviosité moyenne est 325 mm par année. Ce graphe justifier la dépendance de croissance d'alfa par rapport à la pluviosité :

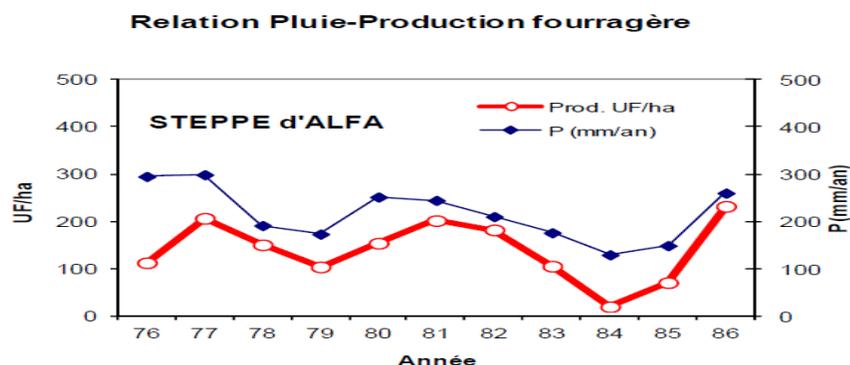


Figure 26: progression d'alfa en fonction de la pluie.

Et voici les statistiques des wilayas alfatières qu'on a trouvé dans nos recherches, on a essayé de minimiser l'écart de pluviosité entre chaque wilaya et la pluviosité optimale pour la croissance d'alfa.

La Willaya	L'écart
Djelfa	13
Msila	96
Laghouat	1
Naàma	57
Tbessa	38
Saida	16
El-Bayad	54
Tlemcen	159
Sidi Bel Abbese	117
Tiaret	204

Tableau 4: critère de pluviosité.

## Chapitre II : Etude stratégique

### 3). La Température :

La température joue un rôle primordial qui assure la bonne qualité d'alfa, cette plante peut vivre dans un intervalle optimal de [16° et 25°], sachons que la limite inférieure de résistance d'alfa à la chaleur est 40° et à la résistance de froid est -15°.

La Willaya	La température Moyenne 2018
Djelfa	13,4
Msila	15,8
Laghouat	13,2
Naàma	15,8
Tbessa	15,7
Saida	16,1
El-Bayad	14,2
Tlemcen	16
Sidi Bel Abbese	15,7
Tiaret	14,7

Tableau 5: critère de Température.

#### 3.5.1.3.L'accessibilité :

Est un critère qui désigne la facilité d'accès aux zones d'agriculture pour la supervision des zones et la récolte d'alfa et même pour le déplacement de la main ouvrière et les moyennes de transport pour cela nous avons utilisé la distance maximale (aller- retour) entre les zones d'agriculture de chaque willaya et le route notionnel la plus proche.

La Willaya	La distance (aller- retour)
Djelfa	111,6
Msila	146,8
Laghouat	282
Naàma	362
Tbessa	184,4
Saida	177
Tlemcen	173,4
Sidi Bel Abbese	216
Tiaret	300

Tableau 6:critère d'accessibilité

## Chapitre II : Etude stratégique

### 3.5.1.4. La sensibilisation à la désertification

La désertification c'est l'un des facteurs qui guide à la dégradation d'alfa pour cela on a essayé de traiter les régions pour éliminer la désertification et la sécheresse dans les régions steppiques en Algérie.

C'est-à-dire est ce que cette zone est menacé par la désertification ou non.

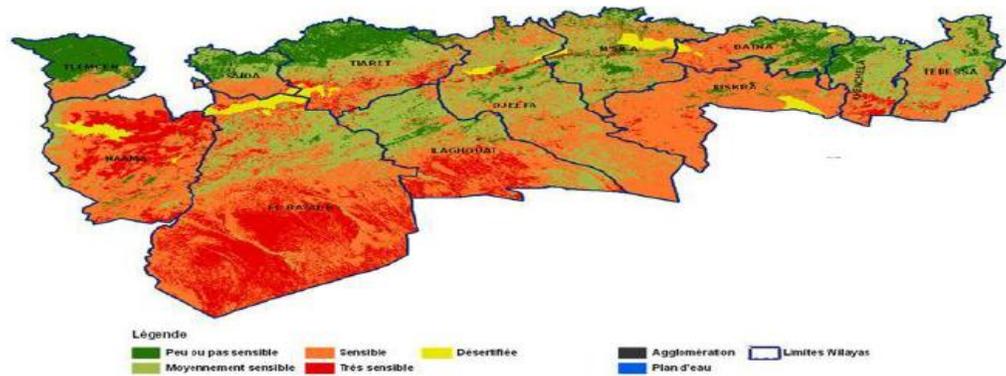


Figure 27: carte de sensibilisation à la désertification.

A l'aide de méthode AHP on a noté chaque zone dépend de notre sensibilité à la désertification pour une échelle de [1.9].

Le tableau suivant représente le poids de sensibilisation de chaque zone :

La Willaya	La sensibilisation à la désertification
Djelfa	5
Msila	1
Laghouat	5
Naàma	9
Tbessa	4
Saida	3
El-Bayad	7
Tlemcen	7
Sidi Bel Abbesse	3
Tiaret	5

Tableau 7: critère de sensibilité à la désertification.

## Chapitre II : Etude stratégique

### 3.5.1.5. La disponibilité de main d'œuvre :

Le but de ce critère est de voir le taux ou le nombre des gens en chômage qui ont la possibilité et les compétences de travaillé sur le Domain d'agriculture afin de suivre le cycle de croissance d'alfa jusqu'à la phase de récolte.

La Willaya	la population (mille)
Djelfa	976,037
Msila	945,633
Laghouat	381,124
Naàma	146,157
Tbessa	634,332
Saida	318,717
Tlemcen	950,431
Sidi Bel Abbese	594,098
Tiaret	839,011

Tableau 8: critère de population.

### 3.5.2. la matrice de décision :

	Max	Max	Min	Min	Max	Min
	La surface Alfatière (km <sup>2</sup> )	la Tempéra- ture	la pluviosité	distance	la population (mille)	sensibilisation à la désertification
Djelfa	40,12	13,4	13	55,8	976,037	5
Msila	3667,775	15,8	96	73,4	945,633	1
Laghouat	780	13,2	1	141	381,124	5
Naàma	290	15,8	57	94,96	146,157	9
Tbessa	1120	15,7	38	71,8	634,332	4
Saida	2144,55	16,1	16	52,4	318,717	3
Tlemcen	1600	16	159	61,35	950,431	7
Sidi AB	430	15,7	117	107	594,098	7
Tiaret	2000	14,7	204	150	839,011	3

Tableau 9:matrice de décision.

## Chapitre II : Etude stratégique

### 3.5.3. Les racines des sommes carrées.

	Max	Max	Min	Min	Max	Min
	La surface Alfatière (km <sup>2</sup> )	la Température	la pluviosité	distance	la population (mille)	sensibilisation à la désertification
Djelfa	1609,6144	179,56	169	12454,56	952648,2254	25
Msila	13452573,5	249,64	9216	21550,24	894221,7707	1
Laghouat	608400	174,24	1	79524	145255,5034	25
Naâma	84100	249,64	3249	131044	21361,86865	81
Tbessa	1254400	246,49	1444	34003,36	402377,0862	16
Saida	4599094,7	259,21	256	31329	101580,5261	9
Tlemcen	2560000	256	25281	30067,56	903319,0858	49
Sidi.BA	184900	246,49	13689	46656	352952,4336	49
Tiaret	4000000	216,09	41616	90000	703939,4581	9
somme ^2	26745077,8	2077,36	94921	476628,72	4477655,958	264
racine	5171,56434	45,5780649	308,0925186	690,383024	2116,047248	16,24807681

Tableau 10: les racines des sommes carrées.

### 3.5.4. Les rapports

	Max	Max	Min	min	max	min
	La surface Alfatière (km <sup>2</sup> )	la Température	la pluviosité	Distance	La population (mille)	sensibilisation à la désertification
Djelfa	0,00775781	0,294001073	0,042195117	0,1616494	0,461254823	0,307728727
Msila	0,70921964	0,346657982	0,311594713	0,21263559	0,446886524	0,061545745
Laghouat	0,15082477	0,289612998	0,003245778	0,40846891	0,18011129	0,307728727
Naâma	0,05607588	0,346657982	0,185009361	0,52434661	0,069070764	0,553911709
Tbessa	0,2165689	0,344463944	0,123339574	0,26709811	0,299772134	0,246182982
Saida	0,4146811	0,353240096	0,051932452	0,25637942	0,150619038	0,184637236
Tlemcen	0,30938414	0,351046058	0,516078744	0,25116492	0,449153959	0,430820218
Sidi BA	0,08314699	0,344463944	0,379756057	0,3128698	0,280758381	0,430820218
Tiaret	0,38673018	0,322523565	0,662138766	0,43454139	0,396499181	0,184637236

Tableau 11 : Analyse des rapports.

## Chapitre II : Etude stratégique

### 3.5.5. Point de références

ri	0,70921964	0,353240096	0,003245778	0,1616494	0,461254823	0,061545745
----	------------	-------------	-------------	-----------	-------------	-------------

Tableau 12 :point de référence.

#### 1) Analyses:

	Max	Max	Min	Min	max	min
	surface Alfa-tière	Température	Pluviosité	Distance	population	sensibilisation à la désertification
Djelfa	0,70146183	0,059239022	-0,038949339	0	0	-0,246182982
Msila	0	0,006582114	-0,308348935	-0,05098619	0,014368299	0
Laghouat	0,55839487	0,063627098	0	-0,24681951	0,281143533	-0,246182982
Naâma	0,65314376	0,006582114	-0,181763583	-0,36269721	0,392184059	-0,492365964
Tbessa	0,49265074	0,008776151	-0,120093796	-0,10544871	0,161482689	-0,184637236
Saida	0,29453854	0	-0,048686674	-0,09473002	0,310635786	-0,123091491
Tlemcen	0,3998355	0,002194038	-0,512832966	-0,08951553	0,012100864	-0,369274473
SBA	0,62607265	0,008776151	-0,376510279	-0,1512204	0,180496442	-0,369274473
Tiaret	0,32248946	0,03071653	-0,658892988	-0,27289199	0,064755643	-0,123091491

Tableau 13: analyse point de référence.

#### 2) Le résultat de point de référence

Willaya	Ri	classement
Djelfa	0,70146183	9
Msila	0,30834894	1
Laghouat	0,55839487	5
Naâma	0,65314376	7
Tbessa	0,49265074	3
Saida	0,31063579	2
Tlemcen	0,51283297	4
Sidi bel abbés	0,62607265	6
Tiaret	0,65889299	8

Tableau 11:les résultats de point de référence.

### 3.5.6. MULTIMOORA

Willaya	Y*ij	classement
Djelfa	72,3359939	7
Msila	3888,52687	1
Laghouat	2783,0161	2
Naâma	3,60619137	9
Tbessa	397,951175	4
Saida	1295,24754	3
Tlemcen	126,07132	6
Sidi bel abbés	22,6719328	8
Tiaret	134,351435	5

Tableau 12:la Méthode Multi-MOORA

## Chapitre II : Etude stratégique

### 3.5.7. MOOSRA

Willaya	Y*i	classement
Djelfa	1,49150433	4
Msila	2,56542437	1
Laghouat	0,86254047	7
Naâma	0,37347953	9
Tbessa	1,3521474	3
Saida	1,86335712	2
Tlemcen	0,92614774	5
Sidi bel abbés	0,63053254	8
Tiaret	0,86298128	6

Tableau 13:La Méthode MOOSRA.

### 3.6.Conclusion et Interprétation des résultats

	Analyse des rapports	Point de références	MULTIMOORA	MOOSRA
<b>Djelfa</b>	3	9	7	4
<b>Msila</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Laghouat</b>	6	5	2	7
<b>Naâma</b>	9	7	9	9
<b>Tbessa</b>	4	3	4	3
<b>Saida</b>	2	2	3	2
<b>Tlemcen</b>	5	4	6	5
<b>Sidi bel abbés</b>	8	6	8	8
<b>Tiaret</b>	7	8	5	6

Tableau 14: interprétation des résultats.

D'après les résultats obtenus dans les méthodes précédentes, on remarque que la willaya de Msila est la première dans les 4 démarche ce qui nous assurent qu'elles sont les meilleures 4 wilayas permettent les 9 wilayas grâce à leurs places stratégiques et leurs caractéristiques.

#### 3.6.1. Le classement des 4 proches

<b>Djelfa</b>	3	9	7	4
<b>Msila</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Laghouat</b>	6	5	2	7
<b>Saida</b>	2	2	3	2

Tableau 15:Le classement des 4 approches.

#### 3.6.2. Caractéristiques des wilayas

	la surface Alfatière	la Température	la pluviosité	distance	la population	sensibilisation à la désertification
Djelfa	40,12	13,4	13	55,8	976,037	5
Msila	3667,775	15,8	96	73,4	945,633	1
Laghouat	780	13,2	1	141	381,124	5
Saida	2144,55	16,1	16	52,4	318,717	3

Tableau 16: caractéristique des wilayas.

## Chapitre II : Etude stratégique

Après le classement stratégique de notre région alfatière à l'aide des MCDM (MOORA, MULTIMOORA, MOOSRA) qui représente les meilleurs fournisseurs de matière première, on doit maintenant choisir notre site de transformation (notre usine) d'une façon intelligente, optimale afin de minimiser les différents couts liés à la chaine logistique et qui nous assure une très bonne qualité de produit finis.

Dans cette partie on a étudié chaque wilaya et ces différentes zones alfatières afin de prendre la décision optimale.

### 4. Le choix de site :

#### 4.1. Les critères de choix du site :

Pour la meilleure localisation et choix stratégique de notre site on a sélectionné un ensemble des critères qui aide à la prise de décision, parmi ces critères :

##### 4.1.1. L'accessibilité et infrastructure :

Ce critère joue un rôle très important car il nous assure l'accès et l'atteinte des zones alfatières, plus la disponibilité et la qualité des infrastructures qui garante l'accès des moyennes de transports afin de faciliter notre travail dans la chaine logistique liés à ce problème.

##### 4.1.2. La proximité aux sources d'eau :

La disponibilité de l'eau est un facteur intéressant dans l'industrie de papier, car cette industrie nécessite des quantités importantes pour assurer ça continuer, et notre rôle ici est de sélectionner les meilleures zones qui offre ce critère toute en prend en considération les facteurs de distance, cout et l'accessibilité.

##### 4.1.3. La proximité aux énergies électrique :

La disponibilité des sources d'énergie est un facteur incontournable dans notre usine pour cela notre rôle est d'assurer leur fonctionnement d'une façon régulière sans coupeurs et sans problèmes.

##### 4.1.4. La possibilité d'extension de site :

Dans ce critère on a pensé à longue termes, car cette industrie classée parmi l'industrie lourdes (comme la pétrochimie) donc la surface est très importante la gestion des déchets et même pour les espace de stockage.

Parmi le critère précédent, il y a qui sont qualitatif et qui sont quantitatif, voici les données liées aux critères de la **possibilité d'extension de site.**

Remarque :

## Chapitre II : Etude stratégique

On a pris 04 wilayas alfatières d'après les résultats obtenue dans la Méthode MCDM pour assurer et confirmer notre choix.

La Wilaya	La région	La surface	la possibilité d'extension de site
Msila	Boussaâda	249.3 km	4
Msila	El Hamel	120 km	3
Msila	Tamsa	600 km	6
Saida	Ain Skhona	120 km	3
Saida	Bordj lmay	120 km	3
Laghouat	Aflou	303 km	5
Djelfa	Ain ouessera	809.5 km	9
Djelfa	Hassi Bahbah	763 km	8
Djelfa	EL GUEDDID	720 km	7

Tableau 17:Résultats des MCDM

Pour un bon choix de notre site on va appliquer la méthode **AHP**. Les wilayas concernées sont : Msila, Saida, Djelfa et Laghouat. Dans ces wilayas on a approfondie dans ces régions pour la localisation convenable de notre site grâce à un ensemble des critères appliqués dans la méthode AHP.

### 4.2.Définition AHP (Analytic Hierarchy Process) :

Cette méthode permet de considérer la priorité relative de chaque critère pour obtenir la meilleure alternative selon les objectifs identifiés, sa flexibilité permet son utilisation dans un éventail varié de problèmes. [12]

#### 4.2.1. Le principe d'AHP :

**Étape 1** : Décomposer le problème complexe en une structure hiérarchique

**Étape 2** : Effectuer les combinaisons binaires

**Étape 3** : Déterminer les priorités

**Étape 4** : Synthétiser les priorités

**Étape 5** : Cohérence des jugements

### 4.3.Application de méthode :

**Etape1** : Choisir le nombre des sites candidats :

Les sites	La wilaya	La région
S1	Msila	Boussaâda
S2	Msila	El Hamel
S3	Msila	Tamsa
S4	Saida	Ain Skhona
S5	Saida	Bordj lmay
S6	Laghouat	Aflou
S7	Djelfa	Ain ouessera
S8	Djelfa	HASSI BAHBAH
S9	Djelfa	EL GUEDDID

Tableau 18 :Choix des sites candidats.

## Chapitre II : Etude stratégique

**Etape2** : Choisir le nombre de critères :

Dans cette partie on va appliquer cette méthode à base des quatre critères

Les critères	L'accessibilité	L'énergie d'eau	L'énergie électrique	La surface
--------------	-----------------	-----------------	----------------------	------------

Tableau 19: choix des critères de site

**Etape3** : Choisir le nombre de hiérarchie.

Le niveau 0 c'est le but : Notre objective est de choisir les quatre meilleures sites candidats permet les neufs sites candidats.

Le niveau 1 c'est les critères :

4 critères : (L'accessibilité, L'énergie d'eau, L'énergie électrique et La surface).

Le niveau 2 c'est les alternatives :

9 sites candidats : (Boussaâda, El Hamel, Tamsa, Ain Skhona, Bordj lmay, Aflou, Ain ouessera, HASSI BAHBAH, EL GUEDDID)

### 4.3.1. La matrice originale :

	l'accessibilité	La proximité aux sources d'énergie	la proximité sources d'eau	La surface
l'accessibilité	1	1/5	1/5	7
La proximité aux sources d'énergie	5	1	1/3	7
La proximité sources d'eau	5	3	1	9
La surface	1/7	1/7	1/9	1
La somme des colonnes	78/7	152/35	222/135	24

Tableau 20:La matrice originale.

Les valeurs de cette matrice représentent l'importance d'un critère par rapport à un autre sur une échelle de 1 et 9.

### 4.3.2. Ajustement de matrice originale :

	A : l'accessibilité	B :la proximité aux sources d'énergie	C : la proximité sources d'eau	D : La surface	Poids (A+B+C+D)/4
l'accessibilité	$1*7/78$	$1/5*35/152$	$1/5*135/222$	$7*1/24$	<b>0.13</b>
La proximité aux sources d'énergie	$5*7/78$	$1*35/152$	$1/3*135/222$	$7*1/24$	<b>0.31</b>
La proximité sources d'eau	$5*7/78$	$3*35/152$	$1*135/222$	$9*1/24$	<b>0.53</b>
La surface	$1/7*7/78$	$1/7*35/152$	$1/9*135/222$	$1*1/24$	<b>0.03</b>
La somme des colonnes	/	/	/	/	<b>1</b>

Tableau 21:Ajustement de matrice originale.

## Chapitre II : Etude stratégique

Cette étape permet de normaliser la matrice originale.

Pour cela, on divise chaque nombre de la colonne de la matrice originale par la somme de la même colonne de cette matrice. Une fois cette matrice est normalisée, on calcule la moyenne arithmétique des nombres sur chaque ligne. Notons que chaque ligne correspond à un critère.

### 4.3.3. Comparaison entre les sites :

Cette partie a pour le but la Comparaison entre le choix des sites les plus candidats par rapport aux critères sur une échelle de 1 à 9 (On refait les mêmes étapes de la matrice originale mais cette fois ci entre les sites pour chaque critère).

Comparaison entre les sites par rapport à :

#### A : L'accessibilité :

Les sites	La wilaya	Les régions	L'accessibilité	L'énergie d'eau	L'énergie électrique	La surface
S1	Msila	Boussaâda	7	9	9	4
S2	Msila	El Hamel	5	8	7	3
S3	Msila	Tamsa	6	5	8	6
S4	Saida	Ain Skhona	5	6	7	3
S5	Saida	Bordj lmay	3	4	7	3
S6	Laghouat	Aflou	7	8	8	5
S7	Djelfa	Ain ouessera	6	5	8	9
S8	Djelfa	HASSI BAHBAH	5	8	7	8
S9	Djelfa	EL GUEDDID	5	7	6	7

Tableau 22: comparaison entre les sites par rapport aux critères(accessibilité).

Le tableau suivant représente le poids d'accessibilité de chaque site candidats, les valeurs de cette matrice représentent l'importance d'accessibilité des 9 sites candidats.

	S1 :7	S2 :5	S3 :6	S4 :5	S5 :3	S6 :7	S7 :6	S8 :5	S9 :5
<b>A. Accessibilité</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/
S1 :7	1	3	2	3	7	1	2	3	3
S2 :5	1/3	1	1/2	1	3	1/3	1/2	1	1
S3 :6	1/2	2	1	2	5	1/2	1	2	2
S4 :5	3	1	1/2	1	3	1/3	1/2	1	1
S5 :3	1/7	1/3	1/5	1/3	1	1/7	1/5	1/3	1/3
S6 :7	1	3	1	3	7	1	1	3	3
S7 :6	1/2	2	1	2	5	1/2	1	2	2
S8 :5	1/3	1	1/2	1	3	1/3	1/2	1	1
S9 :5	1/3	1	1/2	1	3	1/3	1/2	1	1
<b>LA SOMME</b>	<b>129/24</b>	<b>43/3</b>	<b>35/5</b>	<b>43/3</b>	<b>37</b>	<b>113/15</b>	<b>36/5</b>	<b>43/3</b>	<b>43/3</b>

Tableau 23: la matrice originale de critères d'accessibilité.

## Chapitre II : Etude stratégique

Le tableau suivant pour un objectif d'ajustera la matrice présidente, il permet de normalise les valeurs précédentes :

	a.S1	b.S2	c.S3	d.S4	e.S5	f.S6	g.S7	h.S8	i.S9
<b>A. Accessibilité</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/
S1	1*24/1 29	3*3/43	2*5/35	3*3/43	7*1/37	1*15/113	2*5/36	3*3/43	3*3/43
S2	1/3*24/ 129	1*3/43	1/2*5/3 5	1*3/43	3*1/37	1/3*15/1 13	1/2*5/3 6	1*3/43	1*3/43
S3	1/2*24/ 129	2*3/43	1*5/35	2*3/43	5*1/37	1/2*15/1 13	1*5/36	2*3/43	2*3/43
S4	3*24/1 29	1*3/43	1/2*5/3 5	1*3/43	3*1/37	1/3*15/1 13	1/2*5/3 6	1*3/43	1*3/43
S5	1/7*24/ 129	1/3*3/4 3	1/5*5/3 5	1/3*3/4 3	1*1/37	1/7*15/1 13	1/5*5/3 6	1/3*3/43	1/3*3/4 3
S6	1*24/1 29	3*3/43	1*5/35	3*3/43	7*1/37	1*15/113	1*5/36	3*3/43	3*3/43
S7	1/2*24/ 129	2*3/43	1*5/35	2*3/43	5*1/37	1/2*15/1 13	1*5/36	2*3/43	2*3/43
S8	1/3*24/ 129	1*3/43	1/2*5/3 5	1*3/43	3*1/37	1/3*15/1 13	1/2*5/3 6	1*3/43	1*3/43
S9	1/3*24/ 129	1*3/43	1/2*5/3 5	1*3/43	3*1/37	1/3*15/1 13	1/2*5/3 6	1*3/43	1*3/43

Tableau 24: normalisé la matrice d'accessibilité.

Voilà les résultats concernant le premier critère :

	a.S1	b.S2	c.S3	d.S4	e.S5	f.S6	g.S7	h.S8	i.S9
<b>A</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/
S1	0,1860465	0,2093023	0,2857143	0,2093023	0,1891892	0,1327434	0,2777778	0,2093023	0,2093023
S2	0,0620155	0,0697674	0,0714286	0,0697674	0,0810811	0,0442478	0,0694444	0,0697674	0,0697674
S3	0,0930233	0,1395349	0,1428571	0,1395349	0,1351351	0,0663717	0,1388889	0,1395349	0,1395349
S4	0,5581395	0,0697674	0,0714286	0,0697674	0,0810811	0,0442478	0,0694444	0,0697674	0,0697674
S5	0,0265781	0,0232558	0,0285714	0,0232558	0,027027	0,0189633	0,0277778	0,0232558	0,0232558
S6	0,1860465	0,2093023	0,1428571	0,2093023	0,1891892	0,1327434	0,1388889	0,2093023	0,2093023
S7	0,0930233	0,1395349	0,1428571	0,1395349	0,1351351	0,0663717	0,1388889	0,1395349	0,1395349
S8	0,0620155	0,0697674	0,0714286	0,0697674	0,0810811	0,0442478	0,0694444	0,0697674	0,0697674
S9	0,0620155	0,0697674	0,0714286	0,0697674	0,0810811	0,0442478	0,0694444	0,0697674	0,0697674

Tableau 25: les valeurs finales de normalisation (accessibilité).

## Chapitre II : Etude stratégique

Les poids des 9 sites candidats

	<b>Le Poids (a+b+c+d+e+f+g+h+i)/9</b>
<b>A : accessibilité</b>	/
<b>S1</b>	0,2120756
<b>S2</b>	0,06747635
<b>S3</b>	0,12604618
<b>S4</b>	0,12260124
<b>S5</b>	0,0246601
<b>S6</b>	0,18077049
<b>S7</b>	0,12604618
<b>S8</b>	0,06747635
<b>S9</b>	0,06747635

Tableau 26: les poids d'accessibilité des 9 sites candidats (accessibilité).

Comparaison entre les sites par rapport à :

### **B :L'énergie d'eau**

<b>Les sites</b>	<b>Les noms des régions</b>	<b>L'accessibilité</b>	<b>L'énergie d'eau</b>	<b>L'énergie électrique</b>	<b>La surface</b>
<b>S1</b>	Boussaâda	7	9	9	<b>4</b>
<b>S2</b>	El Hamel	5	8	7	<b>3</b>
<b>S3</b>	Tamsa (Msila)	6	5	8	<b>6</b>
<b>S4</b>	Ain Skhona	5	6	7	<b>3</b>
<b>S5</b>	Bordj lmay (Saida)	3	4	7	<b>3</b>
<b>S6</b>	Aflou (Laghouat)	7	8	8	<b>5</b>
<b>S7</b>	Ain ouessera	6	5	8	<b>9</b>
<b>S8</b>	HASSI BAH-BAH	5	8	7	<b>8</b>
<b>S9</b>	EL GUEDDID (Djelfa)	5	7	6	<b>7</b>

Tableau 27: comparaison entre les sites par rapport aux critères (L'énergie d'eau).

Le tableau suivant représente le poids de **L'énergie d'eau** de chaque site candidats, les valeurs de cette matrice représentent l'importance d'accessibilité des 9 sites candidats.

## Chapitre II : Etude stratégique

	a.S1	b.S2	c.S3	d.S4	e.S5	f.S6	g.S7	h.S8	i.S9
<b>B.1 L'énergie d'eau</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/
S1	1*945/2904	2*210/1339	7*2/57	5*3/55	9*1/43	2*210/1339	7*2/59	2*210/1339	3*30/341
S2	1/2*945/2904	1*210/1339	5*2/57	3*3/55	7*1/43	1*210/1339	5*2/59	1*210/1339	2*30/341
S3	1/7*945/2904	1/5*210/1339	1*2/57	1/2*3/55	2*1/43	1/5*210/1339	1*2/59	1/5*210/1339	1/3*30/341
S4	1/5*945/2904	1/3*210/1339	2*2/57	1*3/55	3*1/43	1/3*210/1339	2*2/59	1/3*210/1339	1/2*30/341
S5	1/9*945/2904	1/7*210/1339	1/2*2/57	1/3*3/55	1*1/43	1/7*210/1339	1/2*2/59	1/7*210/1339	1/5*30/341
S6	1/7*945/2904	1*210/1339	5*2/57	3*3/55	7*1/43	1*210/1339	5*2/59	1*210/1339	2*30/341
S7	1/7*945/2904	1/5*210/1339	1*2/57	1/2*3/55	2*1/43	1/5*210/1339	1*2/59	1/5*210/1339	1/3*30/341
S8	1/2*945/2904	1*210/1339	5*2/57	3*3/55	7*1/43	1*210/1339	5*2/59	1*210/1339	2*30/341
S9	1/3*945/2904	1/2*210/1339	3*2/57	2*3/55	5*1/43	1/2*210/1339	3*2/59	1/2*210/1339	1*30/341

Tableau 28: normaliser la matrice de critères L'énergie d'eau.

Le tableau suivant pour un objectif d'ajoutera la matrice précédente, il permet de normalise les valeurs précédentes :

	a.S1	b.S2	c.S3	d.S4	e.S5	f.S6	g.S7	h.S8	i.S9
<b>B :L'énergie d'eau</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/
S1	0,325413223	0,313666916	0,245614035	0,272727273	0,209302326	0,313666916	0,237288136	0,313666916	0,263929619
S2	0,162706612	0,156833458	0,175438596	0,163636364	0,162790698	0,156833458	0,169491525	0,156833458	0,175953079
S3	0,046487603	0,031366692	0,035087719	0,027272727	0,046511628	0,031366692	0,033898305	0,031366692	0,029325513
S4	0,065082645	0,052277819	0,070175439	0,054545455	0,069767442	0,052277819	0,06779661	0,052277819	0,04398827
S5	0,036157025	0,02240478	0,01754386	0,018181818	0,023255814	0,02240478	0,016949153	0,02240478	0,017595308
S6	0,046487603	0,156833458	0,175438596	0,163636364	0,162790698	0,156833458	0,169491525	0,156833458	0,175953079
S7	0,046487603	0,031366692	0,035087719	0,027272727	0,046511628	0,031366692	0,033898305	0,031366692	0,029325513
S8	0,162706612	0,156833458	0,175438596	0,163636364	0,162790698	0,156833458	0,169491525	0,156833458	0,175953079
S9	0,108471074	0,078416729	0,105263158	0,109090909	0,11627907	0,078416729	0,101694915	0,078416729	0,08797654

Tableau 29: les valeurs finales de normalisation des critères (L'énergie d'eau).

Voilà les résultats concernant le deuxième critère :

	<b>Le poids (a+b+c+d+e+f+g+h+i)/9</b>
<b>B : L'énergie d'eau</b>	/
<b>S1</b>	0,27725282
<b>S2</b>	0,16450192
<b>S3</b>	0,03474262
<b>S4</b>	0,0586877
<b>S5</b>	0,02187748
<b>S6</b>	0,15158869
<b>S7</b>	0,03474262
<b>S8</b>	0,16450192
<b>S9</b>	0,09600287

Tableau 30: les poids L'énergie d'eau des 9 sites candidats.

## Chapitre II : Etude stratégique

Comparaison entre les sites par rapport à :

C : L'énergie électrique

Les sites	La région	L'accessibilité	L'énergie d'eau	L'énergie électrique	La surface
S1	Boussaâda	7	9	9	4
S2	El Hamel	5	8	7	3
S3	Tamsa	6	5	8	6
S4	Ain Skhona	5	6	7	3
S5	Bordj lmay	3	4	7	3
S6	Aflou	7	8	8	5
S7	Ain ouessera	6	5	8	9
S8	HASSI BAHBAH	5	8	7	8
S3	EL GUEDDID	5	7	6	7

Tableau 31: comparaison entre les sites par rapport aux critères (énergie électrique).

Le tableau suivant représente le poids de L'énergie électrique de chaque site candidats, les valeurs de cette matrice représentent l'importance d'accessibilité des 9 sites candidats.

	S1 :9	S2 :7	S3 :8	S4 :7	S5 :7	S6 :8	S7 :8	S8 :7	S9 :6
C. L'énergie électrique	/	/	/	/	/	/	/	/	/
S1 :9	1	3	2	3	3	2	2	3	5
S2 :7	1/3	1	1/2	1	1	1/2	1/2	1	2
S3 :8	1/2	2	1	2	2	1	1	2	3
S4 :7	1/3	1	1/2	1	1	1/2	1/2	1	2
S5 :7	1/3	1	1/2	1	1	1/2	1	1	2
S6 :8	1/2	2	1	2	2	1	1	2	3
S7 :8	1/2	2	1	2	2	1	1	2	3
S8 :7	1/3	1	1/2	1	1	1/2	1/2	1	2
S9 :6	1/5	1/2	1/3	1/2	1/2	1/3	1/3	1/2	1
LA SOMME	<b>121/30</b>	<b>27/2</b>	<b>22/3</b>	<b>27/2</b>	<b>27/2</b>	<b>22/3</b>	<b>47/6</b>	<b>27/2</b>	<b>23</b>

Tableau 32: la matrice originale de critère de L'énergie électrique.

Le tableau suivant pour un objectif d'ajouter la matrice précédente, il permet de normaliser les valeurs précédentes :

## Chapitre II : Etude stratégique

	a.S1	b.S2	c.S3	d.S4	e.S5	f.S6	g.S7	h.S8	i.S9
<b>C.</b> <b>L'énergie électrique</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>S1</b>	1*30/121	3*2/27	2*3/22	3*2/27	3*2/27	2*3/22	2*6/47	3*2/27	5*1/23
<b>S2</b>	1/3*30/121	1*2/27	1/2*3/22	1*2/27	1*2/27	1/2*3/22	1/2*6/47	1*2/27	2*1/23
<b>S3</b>	1/2*30/121	2*2/27	1*3/22	2*2/27	2*2/27	1*3/22	1*6/47	2*2/27	3*1/23
<b>S4</b>	1/3*30/121	1*2/27	1/2*3/22	1*2/27	1*2/27	1/2*3/22	1/2*6/47	1*2/27	2*1/23
<b>S5</b>	1/3*30/121	1*2/27	1/2*3/22	1*2/27	1*2/27	1/2*3/22	1*6/47	1*2/27	2*1/23
<b>S6</b>	1/2*30/121	2*2/27	1*3/22	2*2/27	2*2/27	1*3/22	1*6/47	2*2/27	3*1/23
<b>S7</b>	1/2*30/121	2*2/27	1*3/22	2*2/27	2*2/27	1*3/22	1*6/47	2*2/27	3*1/23
<b>S8</b>	1/3*30/121	1*2/27	1/2*3/22	1*2/27	1*2/27	1/2*3/22	1/2*6/47	1*2/27	2*1/23
<b>S9</b>	1/5*30/121	1/2*2/27	1/3*3/22	1/2*2/27	1/2*2/27	1/3*3/22	1/3*6/47	1/2*2/27	1*1/23

Tableau 33: normalisé la matrice de L'énergie électrique

	a.S1	b.S2	c.S3	d.S4	e.S5	f.S6	g.S7	h.S8	i.S9
<b>C</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>S1</b>	0,24793388	0,22222222	0,27272727	0,22222222	0,22222222	0,27272727	0,25531915	0,22222222	0,2173913
<b>S2</b>	0,08264463	0,07407407	0,06818182	0,07407407	0,07407407	0,06818182	0,06382979	0,07407407	0,08695652
<b>S3</b>	0,12396694	0,14814815	0,13636364	0,14814815	0,14814815	0,13636364	0,12765957	0,14814815	0,13043478
<b>S4</b>	0,08264463	0,07407407	0,06818182	0,07407407	0,07407407	0,06818182	0,06382979	0,07407407	0,08695652
<b>S5</b>	0,08264463	0,07407407	0,06818182	0,07407407	0,07407407	0,06818182	0,12765957	0,07407407	0,08695652
<b>S6</b>	0,12396694	0,14814815	0,13636364	0,14814815	0,14814815	0,13636364	0,12765957	0,14814815	0,13043478
<b>S7</b>	0,12396694	0,14814815	0,13636364	0,14814815	0,14814815	0,13636364	0,12765957	0,14814815	0,13043478
<b>S8</b>	0,08264463	0,07407407	0,06818182	0,07407407	0,07407407	0,06818182	0,06382979	0,07407407	0,08695652
<b>S9</b>	0,04958678	0,03703704	0,04545455	0,03703704	0,03703704	0,04545455	0,04255319	0,03703704	0,04347826

Tableau 34: les valeurs finales de normalisation (L'énergie électrique)

Voilà les résultats de troisième critère

	<b>Le Poids (a+b+c+d+e+f+g+h+i)/9</b>
<b>C : L'énergie électrique</b>	/
<b>S1</b>	<b>0,23944309</b>
<b>S2</b>	<b>0,0740101</b>
<b>S3</b>	<b>0,13859791</b>
<b>S4</b>	<b>0,0740101</b>
<b>S5</b>	<b>0,0811023</b>
<b>S6</b>	<b>0,13859791</b>
<b>S7</b>	<b>0,13859791</b>
<b>S8</b>	<b>0,0740101</b>
<b>S9</b>	<b>0,04163061</b>

Tableau 35: les poids d'accessibilité des 9 sites candidats (L'énergie électrique).

## Chapitre II : Etude stratégique

Comparaison entre les sites par rapport à :

D : La surface

Les sites	Les noms des régions	L'accessibilité	L'énergie d'eau	L'énergie électrique	La surface
S1	Boussaâda	7	9	9	4
S2	El Hamel	5	8	7	3
S3	Tamsa	6	5	8	6
S4	Ain Skhona	5	6	7	3
S5	Bordj lmay	3	4	7	3
S6	Aflou	7	8	8	5
S7	Ain ouessera	6	5	8	9
S8	HASSI BAHBAH	5	8	7	8
S3	EL GUEDDID	5	7	6	7

Tableau 36: comparaison entre les sites par rapport aux critères(La surface).

Le tableau suivant représente le poids **de surface** de chaque site candidats, les valeurs de cette matrice représentent l'importance d'accessibilité des 9 sites candidats.

	S1 :4	S2 :3	S3 :6	S4 :3	S5 :3	S6 :5	S7 :9	S8 :8	S9 :7
<b>D. la surface</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>S1 :4</b>	1	2	3	2	½	1/2	1/6	1/5	¼
<b>S2 :3</b>	½	1	¼	1	1	1/3	1/7	1/6	1/5
<b>S3 :6</b>	1/3	4	1	4	4	3	¼	1/3	½
<b>S4 :3</b>	½	1	¼	1	1	1/3	1/7	1/6	1/5
<b>S5 :3</b>	2	1	¼	1	1	1/3	1/7	1/6	1/5
<b>S6 :5</b>	2	3	1/3	3	3	1	1/5	1/4	1/3
<b>S7 :9</b>	6	7	4	7	7	5	1	2	3
<b>S8 :8</b>	5	6	3	6	6	4	½	1	2
<b>S9 :7</b>	4	5	2	5	5	3	1/3	1/2	1
<b>LA SOMME</b>	<b>64/3</b>	<b>30</b>	<b>169/12</b>	<b>30</b>	<b>57/2</b>	<b>35/2</b>	<b>3627/1260</b>	<b>861/80</b>	<b>461/60</b>

Tableau 37: la matrice originale de critères de la surface.

Le tableau suivant pour un objectif d'ajoutera la matrice précédente, il permet de normalise les valeurs précédentes :

## Chapitre II : Etude stratégique

	a.S1	b.S2	c.S3	d.S4	e.S5	f.S6	g.S7	h.S8	i.S9
<b>D. la surface</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>S1</b>	1*3/64	2/30	3*12/169	2/30	1/2*2/57	1/2*2/35	1/6*1260/3627	1/5*180/861	1/4*160/461
<b>S2</b>	1/2*3/64	21/30	1/4*12/169	1/30	1*2/57	1/3*2/35	1/7*1260/3627	1/6*180/861	1/5*160/461
<b>S3</b>	1/3*3/64	24/30	1*12/169	4/30	4*2/57	3*2/35	1/4*1260/3627	1/3*180/861	1/2*160/461
<b>S4</b>	1/2*3/64	1/30	1/4*12/169	1/30	1*2/57	1/3*2/35	1/7*1260/3627	1/6*180/861	1/5*160/461
<b>S5</b>	2*3/64	1/30	1/4*12/169	1/30	1*2/57	1/3*2/35	1/7*1260/3627	1/6*180/861	1/5*160/461
<b>S6</b>	2*3/64	3/30	1/3*12/169	3/30	3*2/57	1*2/35	1/5*1260/3627	1/4*180/861	1/3*160/461
<b>S7</b>	6*3/64	7/30	4*12/169	7/30	7*2/57	5*2/35	1*1260/3627	2*180/861	3*160/461
<b>S8</b>	5*3/64	6/30	3*12/169	6/30	6*2/57	4*2/35	1/2*1260/3627	1*180/861	2*160/461
<b>S9</b>	4*3/64	5/30	2*12/169	5/30	5*2/57	3*2/35	1/3*1260/3627	1/2*180/861	1*160/461

Tableau 38: normalisé la matrice de la surface.

	a.S1	b.S2	c.S3	d.S4	e.S5	f.S6	g.S7	h.S8	i.S9
<b>D :surface</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>S1</b>	0,046875	0,066666667	0,213017751	0,066666667	0,01754386	0,028571429	0,05789909	0,041811847	0,086767896
<b>S2</b>	0,0234375	0,7	0,017751479	0,033333333	0,035087719	0,019047619	0,049627792	0,034843206	0,069414317
<b>S3</b>	0,015625	0,8	0,071005917	0,133333333	0,140350877	0,171428571	0,086848635	0,069686411	0,173535792
<b>S4</b>	0,0234375	0,033333333	0,017751479	0,033333333	0,035087719	0,019047619	0,049627792	0,034843206	0,069414317
<b>S5</b>	0,09375	0,033333333	0,017751479	0,033333333	0,035087719	0,019047619	0,049627792	0,034843206	0,069414317
<b>S6</b>	0,09375	0,1	0,023668639	0,1	0,105263158	0,057142857	0,069478908	0,052264808	0,115690528
<b>S7</b>	0,28125	0,233333333	0,284023669	0,233333333	0,245614035	0,285714286	0,347394541	0,418118467	1,041214751
<b>S8</b>	0,234375	0,2	0,213017751	0,2	0,210526316	0,228571429	0,17369727	0,209059233	0,694143167
<b>S9</b>	0,1875	0,166666667	0,142011834	0,166666667	0,175438596	0,171428571	0,11579818	0,104529617	0,347071584

Tableau 39: les valeurs finales de normalisation (surface).

Voilà les résultats concernant le quatrième critère :

Les sites	Le pods (a+b+c+d+e+f+g+h+i)/9
<b>D :surface</b>	
<b>S1</b>	0,069535578
<b>S2</b>	0,109171441
<b>S3</b>	0,18464606
<b>S4</b>	0,035097366
<b>S5</b>	0,042909866
<b>S6</b>	0,079695433
<b>S7</b>	0,374444046
<b>S8</b>	0,262598907
<b>S9</b>	0,175234635

Tableau 40: les poids d'accessibilité des 9 sites candidats (surface)

## Chapitre II : Etude stratégique

### 4.3.4. Tableau des critères

	<b>A : l'accessibilité</b>	<b>B : la proximité aux sources d'énergie</b>	<b>C : la proximité sources d'eau</b>	<b>D : La surface</b>	<b>Poids (A+B+C+D) 4</b>
<b>A : l'accessibilité</b>	1*7/78	1/5*35/152	1/5*135/222	7*1/24	0.13
<b>B :La proxi- mité aux sources d'énergie</b>	5*7/78	1*35/152	1/3*135/222	7*1/24	0.31
<b>C :La proxi- mité sources d'eau</b>	5*7/78	3*35/152	1*135/222	9*1/24	0.53
<b>D :La surface</b>	1/7*7/78	1/7*35/152	1/9*135/222	1*1/24	0.03
<b>La somme des colonnes</b>	/	/	/	/	<b>1</b>

Tableau 41: tableau des critères.

	<b>A : C1</b>	<b>B : C2</b>	<b>C : C3</b>	<b>D : C4</b>	<b>Poids (A+B+C+D)</b>	<b>pois s</b>	<b>classe- ment</b>	<b>Les noms des régions</b>
<b>S1</b>	0,02756983	0,08594837	0,12690484	0,0020861	0,242509107	0,24	1	Boussaâda
<b>S2</b>	0,00877193	0,0509956	0,03922535	0,0032751	0,102268017	0,1	6	El Hamel
<b>S3</b>	0,016386	0,01077021	0,07345689	0,0055394	0,10615249	0,11	5	Tamsa
<b>S4</b>	0,01593816	0,01819319	0,03922535	0,0010529	0,074409622	0,07	7	Ain Skhona
<b>S5</b>	0,00320581	0,00678202	0,04298422	0,0012873	0,054259347	0,05	9	Bordj lmay
<b>S6</b>	0,02350016	0,04699249	0,07345689	0,0023909	0,146340413	0,15	2	Aflou
<b>S7</b>	0,016386	0,01077021	0,07345689	0,0112333	0,111846429	0,11	3	Ain ouessera
<b>S8</b>	0,00877193	0,0509956	0,03922535	0,007878	0,106870841	0,11	4	HASSI BAHBAH
<b>S9</b>	0,00877193	0,02976089	0,02206422	0,005257	0,065854078	0,06	8	EL GUED- DID
La somme						1		

Tableau 42: la matrice finale.

D'après ces résultats on a conclu que les sites prioritaires pour l'installation de notre usine sont :

## Chapitre II : Etude stratégique

Classement	Les noms des régions	La willaya
1	Boussaâda	Msila
6	El Hamel	Msila
5	Tamsa	Msila
7	Ain Skhona	Saida
9	Bordj lmay	Saida
2	Aflou	Laghouat
3	Ain ouessera	Djelfa
4	HASSI BAHBAH	Djelfa
8	EL GUEDDID	Djelfa

Tableau 43:classement des sites par AHP.

Remarque :

Nous avons fait les calculs en utilisant l'EXCEL comme un logiciel.

Dans cette partie, la méthode AHP nous donne que le meilleur site pour localisé notre site de production est dans le site de Boussaâda (willaya de Msila).

Dans ce dernier nous sommes négligés la partie transport et leur cout et on a basé sur l'ensemble des critères de choix pour cela on va appliquer la deuxième méthode de localisation base sur la modélisation mathématique de notre chaine (zones fournisseur, site candidats) au but de localise le site qui minimise tous les couts de la chaine logistique concernant les couts de transport et les couts d'achat de terrain.

Pour applique ce modelé nous somme base sur les résultats de la dernière méthode. Nous avons choisi le meilleur site dans chaque willaya (nous supposé que le prix d'achat des terrains dans la même willaya estla même).

Voisé les résultats :

Le classement	La wilaya	La zone
1	Msila	Boussaâda
4	Saida	Ain Skhona
2	Laghouat	Aflou
3	Djelfa	Ain ouessera

Tableau 44:le classement des sites candidats0 par willaya .

Pour le meilleur choix de localisation de notre site, on a allé appliquer les résultats de la méthode **AHP** sur le logiciel lingo.

## Chapitre II : Etude stratégique

Voici nos zones fournisseur de la matière première : Dans cette partie on a supposé que le rendement alfater soit de 500kg/ha (guendouzi 2014). [13]

Les zones	La willaya	Régions	Surface	Rendement
Z1	Msila	Milieu	209587,3	104793,65
Z2	Msila	Sud	157190,5	78595,25
Z3	Djelfa	milieu	4012	2006
Z4	Saida	sud	214455	107227,5
Z5	Naàma	Sud	19333,3	9666,65
Z6	Naàma	milieu	9666,7	4833,35
Z7	Tbessa	Sud	74666,7	37333,35
Z8	Tbessa	milieu	37333,3	18666,65
Z9	Tlemcen	Sud	160000	80000
Z10	SBA	Sud	43000	21500
Z11	Tiaret	milieu	133333,3	66666,65
Z12	Tiaret	Sud	66666,7	33333,35
Z13	Laghouat	nord	78000	39000

Tableau 45: les quantités alfatières.

Les couts de transport : on estimer le cout unitaire de transport de 11.66 da/t/km

### 5. La partie optimisation sur le solver :

#### 5.1.Définition du solver utilisé :

LINGO est un outil pour formuler rapidement, facilement et efficacement les problèmes d'optimisation de modèles linéaires, non linéaires, quadratiques, de cônes du second degré et stochastiques. LINGO met à votre disposition : un langage puissant et un environnement complet pour construire et éditer vos modèles, le tout complété d'un jeu de solveurs ultra-performants.



Figure 28: Lingo.

## Chapitre II : Etude stratégique

### 5.2.Modélisation :

#### 5.2.1. Le modèle mathématique :

Les indices :

Les régions (i) :  $i=1 :22$

Les sites (j)=1 :4

Les données :

Les quantités de chaque zone (i) :

Q(i) : quantité de zones (tonnes).

Les zones	Les willayas	Les régions	Le rendement
Z1	Msila	Milieu	104793,65
Z2	Msila	Sud	78595,25
Z3	Djelfa	milieu	2006
Z4	Saida	sud	107227,5
Z5	Naàma	Sud	9666,65
Z6	Naàma	milieu	4833,35
Z7	Tbessa	Sud	37333,35
Z8	Tbessa	milieu	18666,65
Z9	Tlemcen	Sud	80000
Z10	SBA	Sud	21500
Z11	Tiaret	milieu	66666,65
Z12	Tiaret	Sud	33333,35
Z13	Laghouat	nord	39000

Tableau 46: le rendement annuel des régions alfatières.

Les distances entre les sites candidats e les régions alfatières :

## Chapitre II : Etude stratégique

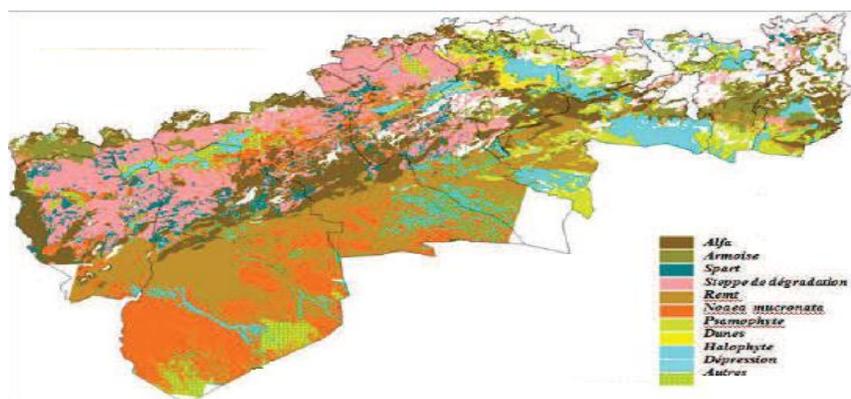


Figure 29: répartitions des steppes en Algérie. [17]

**Dis (i, j)** : La distance (km) entre la zone (i) et le site (j).

Les zones	Les willayas	Les régions	S1	S2	S3	S4
			Boussaâda	Ain skhona	Aflou	Ain Ouessarra
Z1	Msila	Milieu	30	422	231	160
Z2	Msila	Sud	51	458	262	193
Z3	Djelfa	milieu	146	282	130	93
Z4	Saida	Sud	402	51.4	198	265
Z5	Naâma	Sud	562	213	298	465
Z6	Naâma	milieu	597	330	333	542
Z7	Tbessa	Sud	427	782	680	564
Z8	Tbessa	milieu	450	850	704	588
Z9	Tlemcen	Sud	623	244	438	486
Z10	SBA	Sud	505	126	288	369
Z11	Tiaret	milieu	227	175	206	91
Z12	Tiaret	Sud	332	97	101	195
Z13	Laghouat	nord	290	171	29	235

Tableau 47: matrice des distances (zones alfatières \_ sites candidats).

Capacité de site de production

**Cap (j)** : Capacité du centre (kg).

100.000 tonnes de papier qui est équivalente de 217400 tonnes d'alfa

Site	S1	S2	S3	S4
<b>Capacité</b>	217400	217400	217400	217400

Tableau 48: les capacités des sites candidats.

## Chapitre II : Etude stratégique

Cout fixe d'installation de site

**Cf (j)** : Le coût fixe (da) du site (j).

Sur une surface de 3 hectares (30000 m<sup>2</sup>)

SITE	S1	S2	S3	S4
Cout :1 m <sup>2</sup>	5000	9000	8750	2000

Tableau 49: cout unitaires des terrains des sites candidats.

Cout de transport :

a : le cout unitaire de transport (da/t/km)

Variables de décision :

$X(j) = \begin{cases} 1 & \text{si le site est ouvert} \\ 0 & \text{Sinon} \end{cases}$  on doit localiser un seule site

$F(i, j) \in \{R\}$  la quantité affectée de la zone (i) vers le site (j)

La fonction objective :

Notre objective est de minimiser les couts de transport entre les zones fournisseurs et les sites localiser prend à la considération les couts d'achat des sites.

$$\min \left( \sum_{i=1}^{12} \sum_{j=1}^4 \text{Dist}(i, j) * a * F(i, j) + \sum_{j=1}^5 \text{Cf}(j) * X(j) \right)$$

**Les contraintes :**

Contrainte de capacité des zones

$$\forall i \sum_{j=1}^4 F(i, j) \leq Q(i) * X(i)$$

Contrainte de localisation : on doit localiser un seule site.

$$\forall i \sum_{j=1}^4 X(j) = 1$$

Contrainte de capacité des sites

$$\forall j \sum_{i=1}^{22} F(i, j) \leq \text{Cap}(j) * X(j)$$

### 5.3.Le modèle mathématique :

#### 5.3.1. Interprétation des résultats :

La localisation de notre site :

## Chapitre II : Etude stratégique

Après l'exécution du model sous le solver lingo nous obtient que le site qui doit localisé est site 2 dans la région d ain skhouna la wilaya de Saida

Les affectations des zones fournisseurs :

D'après la simulation on a conclud que les différentes zones fournisseur de notre site sont :

Les zones	Les willayas	Les régions	Le rendement	Affectation lingo
<b>Z1</b>	Msila	Milieu	104793,65	104793.65
<b>Z2</b>	Msila	Sud	78595,25	78595.25
<b>Z3</b>	Djelfa	Milieu	2006	2006
<b>Z4</b>	Saida	Sud	107227,5	0
<b>Z5</b>	Naàma	Sud	9666,65	0
<b>Z6</b>	Naàma	Milieu	4833,35	0
<b>Z7</b>	Tbessa	Sud	37333,35	0
<b>Z8</b>	Tbessa	Milieu	18666,65	0
<b>Z9</b>	Tlemcen	Sud	80000	0
<b>Z10</b>	SBA	Sud	21500	0
<b>Z11</b>	Tiaret	Milieu	66666,65	32005.1
<b>Z12</b>	Tiaret	Sud	33333,35	0
<b>Z13</b>	Laghouat	nord	39000	0

Tableau 50: les régions alfatières et leurs quantités sélectionné par lingo.

### 6. La partie d'optimisation :

Le but de cette partie est de combiner les résultats de la méthode AHP avec les résultats obtenus de logiciel lingo. Le but est de trouver un compromis entre les deux résultats afin d'obtenir la meilleur localisation pour notre site.

Pour appliquer cette démarche nous ajouter un facteur  $\beta$  on va calculer a base des résultats AHP

Les noms des régions	Poids	$\beta$	$C= 1- \beta$	classement
Boussaâda	0,24	0.4211	0.5789	<b>1</b>
Ain Skhona	0,07	0.1228	0.8772	<b>4</b>
Aflou	0,15	0.2632	0.7368	<b>2</b>
Ain ouessera	0,11	0.1929	0.8071	<b>3</b>
La somme	0.57	1		

Tableau 51 : la partie d'optimisation.

## Chapitre II : Etude stratégique

### Les indices :

Les régions (i) : i=1 :13

Les sites (j)=1 :4

### Les données :

Q(i) : quantité de zones (kg).

Dis (i, j) : La distance (km) entre la zone (i) et le site (j).

Cap (j) : Capacité du centre (kg).

Cf (j) : Le coût fixe (da) du site (j).

a : le cout unitaire de transport (da/t/km)

$\beta$  (i) : les facteurs de classement

### Variables de décision :

$X(j) = \begin{cases} 1 & \text{si le site est ouvert} \\ 0 & \text{Sinon} \end{cases}$  on doit localiser un seule site

$F(i, j) \in \{R\}$  la quantité affectée de la zone (i) vers le site (j)

### La fonction objective :

La seule modification doit être dans la fonction objective, en multipliant la FO par  $c = (1 - \beta)$

$$\min \left( \sum_{i=1}^{13} \sum_{j=1}^4 \text{Dist}(i, j) * a * F(i, j) * c(j) + \sum_{j=1}^4 \text{Cf}(j) * X(j) * c(j) \right)$$

Les contraintes :

$$\forall i \sum_{j=1}^4 F(i, j) * X(i) \leq Q(i)$$

$$\forall j X(j) = \{0,1\}$$

$$\forall i \sum_{j=1}^4 X(j) = 1$$

$$\forall j \sum_{i=1}^{13} F(i, j) \geq \text{Cap}(i) * X(i)$$

Les résultats :

**X (1) =1 (Boussaâda)**

Le modelé final :

La fonction objective :

## Chapitre II : Etude stratégique

$$\min \left( \sum_{i=1}^{13} \sum_{j=1}^4 \text{Dist}(i, j) * a * F(i, j) + \sum_{j=1}^4 \text{Cf}(j) * X(j) \right)$$

Les contraintes :

$$\forall i \sum_{j=1}^4 F(i, j) * X(i) \leq Q(i)$$

$$\forall j X(j) \in \{0,1\}$$

$$\forall i \sum_{j=1}^4 X(j) = 1$$

$$\forall j \sum_{i=1}^{13} F(i, j) \geq \text{Cap}(i) * X(i)$$

X (1) =1 on va forcer la localisation de site 1

Les résultats :

Les zones	Les willayas	Les régions	Le rendement	Affectation lingo
<b>Z1</b>	Msila	Milieu	104793,65	104793.65
<b>Z2</b>	Msila	Sud	78595,25	78595.25
<b>Z3</b>	Djelfa	Milieu	2006	2006
<b>Z4</b>	Saida	Sud	107227,5	0
<b>Z5</b>	Naàma	Sud	9666,65	0
<b>Z6</b>	Naàma	Milieu	4833,35	0
<b>Z7</b>	Tbessa	Sud	37333,35	0
<b>Z8</b>	Tbessa	Milieu	18666,65	0
<b>Z9</b>	Tlemcen	Sud	80000	0
<b>Z10</b>	SBA	Sud	21500	0
<b>Z11</b>	Tiaret	Milieu	66666,65	32005.1
<b>Z12</b>	Tiaret	Sud	33333,35	0
<b>Z13</b>	Laghouat	Nord	39000	0

Tableau 52: la liste des régions et des quantités optimales.

## Chapitre II : Etude stratégique

Affichage des résultats :

### 6.1.1. Les wilayas alfatières :



Figure 30: Les wilayas alfatière.

### 6.1.2. Les sites candidats :

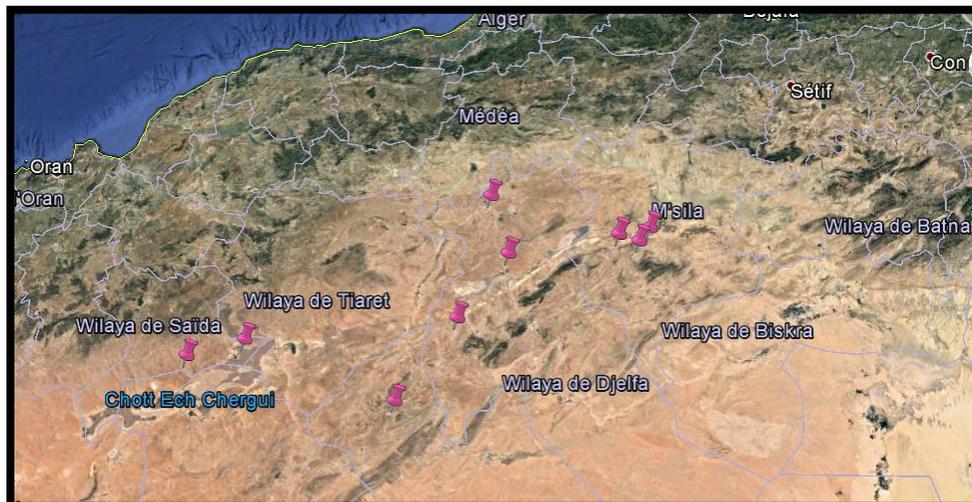


Figure 31: Les sites candidats.

## Chapitre II : Etude stratégique

### 6.1.3. Les sites classés par AHP :

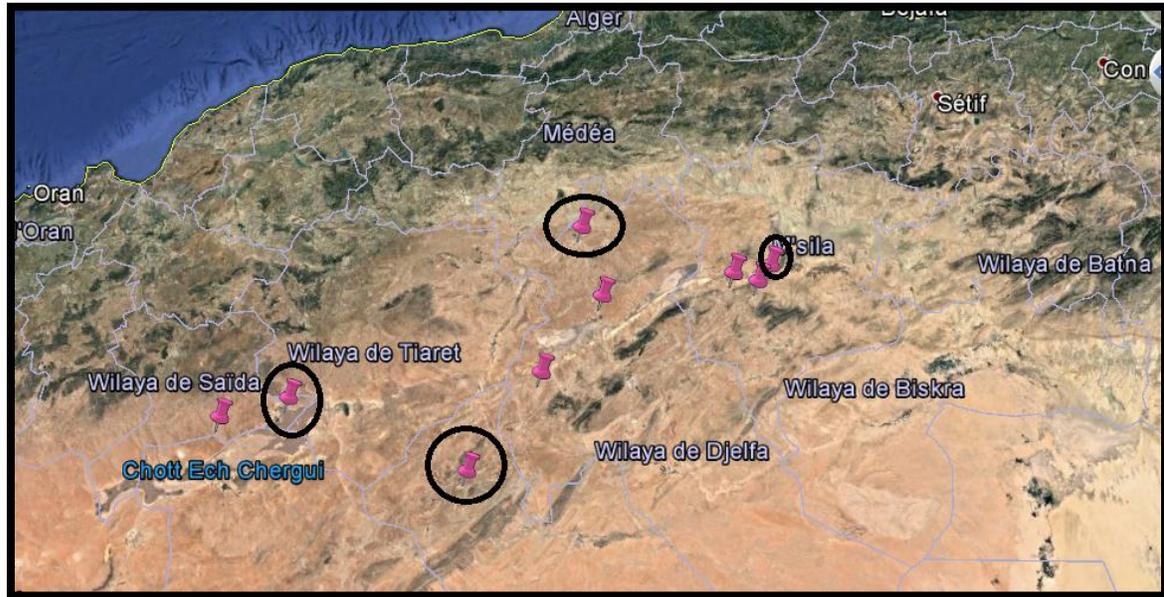


Figure 32: Les meilleurs sites sélectionnés.

### 6.1.4. Le Site Optimal :



Figure 33: le site optimal sélectionné.

## **Chapitre II : Etude stratégique**

### **7. Conclusion :**

Dans cette partie on a présenté une étude détaillé et précis sur le choix des zones fournisseurs optimale a base des plusieurs critères de sélection et à l'aide des différentes méthodes de choix multicritères (MCDM), on a aussi travaillé sur la localisation et l'affectation des quantités alfatières vers notre sites d'une façon optimale on terme de garantir les délais prévu, synchroniser la manière de livraison et optimiser le cout.

Cette étude nous a permet d'identifier notre point de force dans ce domaine afin de l'exploiter dans l'industrie de papier d'une façon efficace et intelligentes.

# Chapitre 3 :

# Etude Technique

« Le plus difficile est de se décider à agir, le reste n'est que de la

Ténacité... »

**Amel Earhart**

## Chapitre 3 : Etude technique

### Chapitre 3 : Etude Technique

#### 1. Introduction:

Le papier joue un rôle très important dans notre vie quotidienne sans oublier les grandes valeurs dans le développement d'économie mondiale.

Mais malheureusement jusqu'à maintenant notre pays l'Algérie reste toujours dans une dépendance éternelle aux pays étrangers pour satisfaire leurs besoins, et cette dépendance est estimée par 110 000 tonnes de papier par an (en 2010) et En 2018, ils sont de l'ordre de 310 000 tonnes, Pour l'année 2020, les prévisions les situent à 410 000 tonnes et à 717 000 tonnes en 2024.

Ce qui implique que l'Algérie ne produit que 2% du papier qu'elle consomme malgré sa consommation annuelle de papier c'est de 5,4 kilos par habitant

(Sources Rothschild et ONU) [14]

Dans cette situation on doit vraiment penser d'une façon intelligente pour trouver des solutions fiables qui aident à la satisfaction de nos besoins et réalisent l'autosuffisance de papier en Algérie.

#### 2. L'origine de papier :

Le papier est né en Chine vers la fin du III<sup>ème</sup> siècle, sous le règne de l'empereur Chiuangdi (dynastie des Qin). Au VIII<sup>ème</sup> siècle, les arabes apprennent l'art chinois de fabrication du papier, et le transmettent peu à peu à l'occident. Au XV<sup>ème</sup> siècle, l'invention de la typographie par Gutenberg accroît la consommation de papier. Mais c'est au XIX<sup>ème</sup> siècle que l'industrie du papier prend réellement son essor. Au siècle suivant, elle devient l'industrie lourde que nous connaissons aujourd'hui. [15]

#### 3. Usage de papier :

Le papier est un incontournable car il est utilisé dans plusieurs applications comme :

Les emballages de tous les produits, les affiches publicitaires, papier journal, Revues, catalogues, ou bien affiches publicitaires, flyers, cartes d'invitations, papiers bureautiques, emballage alimentaire, livres, les magazines, créations et de décoration,...

Aussi un produit permet de communiquer, d'emballer et de protéger des produits, il est aussi indispensable pour l'hygiène et la santé de tous. Le papier est enfin, un produit écologique biodégradable, recyclable et largement recyclé.

## Chapitre 3 : Etude technique

Le bois a longtemps été la matière première pour la fabrication de papier. Mais dans le cadre du développement durable et de la protection de la nature et des forêts, ces derniers temps l'homme ont pensé sur d'autres matières cellulosiques pour la fabrication du papier et même pour exploiter des ressources négligeables malgré sa grande valeur.

Dans ce chapitre on va vous donner les techniques, les outils, et les étapes de toute la chaîne logistique étudié dans ce projet depuis la phase de récolte jusqu'au produit fini (la pâte à papier et le papier) d'une façon optimale et innovante, notre travail sera divisé selon différentes phases et parties successives.

### 4. La partie de récolte :

Notre rôle cette partie est de choisir les meilleurs moyennes de récolte qui nous a faciliter la récolte et la collecte rapidement et d'une façon organisé pour sera prête à la partie de transport.

#### 4.1. Les moyennes de récolte :

D'après nous recherche on a trouvé un ensemble des moyennes de récolte automatique, et notre objectif et de choisir la meilleur grâce à des différents critères de décision et par l'application de méthode TRAD OFF :

<b>La machine</b>	
<b>NOM</b>	presse à balles rondes à foin avec technologie CLAAS
<b>La marque</b>	BOYO
<b>Le modèle</b>	92YG1.5

### Chapitre 3 : Etude technique

<b>Les caractéristiques</b>	<p><b>Prix :</b> 7.000,00 \$ /1260 000Da  <b>Type :</b> Presse à balles rondes  <b>La vitesse :</b> 12-14 balles / h  <b>Largeur de ramassage :</b> 1460mm  <b>Puissance (tracteur) :</b> plus de 40 kW  <b>Largeur de balle :</b> 1230 mm  <b>Diamètre de la balle :</b> 1500 mm  <b>Certification :</b> ISO 9001  <b>Garantie :</b> 1année</p>
-----------------------------	--

<b>La machine</b>	
<b>Nom</b>	Professional Silage Baler Claas Mini Tractor Baler
Model	DF1840
<b>La marque</b>	Golddafeng
<b>Les caractéristiques</b>	<p><b>Prix :</b> \$12.000,00/2160 000Da  <b>Type :</b> presse à balles carrées  <b>Dimension de balle :</b>  L=1321mm  l=356mm  h=457 mm  <b>La vitesse :</b> 120 balle/h  Poids de balle : 25kg  <b>Certification :</b> ISO  <b>Garantie :</b> 1année</p>

## Chapitre 3 : Etude technique

<b>La machine</b>	
<b>Le nom</b>	Top quality of RXYK0850 class markant balerfor sale with CE certification
<b>Le modèle</b>	RXYK0850
<b>Les caractéristiques</b>	<b>Prix :</b> \$1.780,00 /320 400Da <b>Vitesse :</b> 80-120 balles/h <b>Type :</b> Presse à balles rondes <b>Dimension balles :</b> 500*700/610*700mm <b>Poids de balles :</b> 25kgs <b>Vitesse de fonctionnement :</b> 2-5km/h <b>Garantie :</b> 5ans

### 4.2. Application de la méthode Trade off :

#### 4.2.1. Les critères de choix :

On proposé un ensemble des critères de sélection.

1). le rendement :

Ce critère est très important car on doit maximiser la capacité et le rendement des machines.

2). le cout :

Notre objectif est de trouver un compromis entre la qualité des machines et le cout qui minimise les différentes charges.

3). la garantie :

La garantie est les critères de choix stratégique qui nous a assuré la durabilité du fonctionnement de notre machine.

4). dimension de balles :

L'objectif de ce critères est de savoir le nombre exact des balles qu'on peut les transporter afin d'utiliser l'espace dans les moyennes de transport d'une façon optimale et facile.

## Chapitre 3 : Etude technique

### 4.2.2. Application de la méthode TRAD OFF :

Echelle :

On a choisi une échelle entre : [1-9]

1 : Moins important.

9 : Très important.

Les critères	Le poids	M1	M2	M3
le rendement	9	3	9	7
la garantie	6	3	3	7
dimension de balles	4	5	3	7
le cout	8	5	6	3
La somme		105	159	157

Tableau 53: Méthode Trade off.

### 4.2.3. Interpretation :

D'après ces résultats on a conclu que la machine optimale dans la récolte est celle de : Professional Silage Baler Claas Mini Tractor Baler



Figure 34: machine de récolte.

Pour déterminer le nombre exacte des machine de récolte qu'on est besoin, il faut d'abord savoir la quantité récoltés dans les zones fournisseurs sélectionné d'après la simulation du modèle sur le solver lingo (Résultats qu'on a trouvé dans le chapitre 02)

Dans cette partie on a les données suivant :

- **Le temps de récolte journalière** =16heur/jours.
- **Capacité d'une machine** : C=120balles/h.

$$C=1920balles/jours.$$

- **Poids de balle** :P= 25kg.
- **capacité horaire d'une machine** : CH=3000 kg/h.

## Chapitre 3 : Etude technique

$$CH=3t/h.$$

- **capacité journalière d'une machine :CJ=48000kg/j.**

$$CJ=48 T/j.$$

Donc la quantité journalière récoltée par une seule machine est 48 Tonnes.

Notre objectif dans cette partie est de définir le nombre des machines des récoltes pour récolter toute la quantité nécessaire dans une période de 03 mois (la saison de récolte d'alfa) d'une façon optimale pour minimiser le nombre des machines et augmenter le rendement.

$$48\text{Tonnes} * 22\text{jours} * 3\text{mois} = 3168\text{Tonnes/Machine/saison.}$$

### 4.3. Le nombre total des machines nécessaires :

Les zones	Les willayas	Les régions	Affectation lingo	Nombre des machines
<b>Z1</b>	Msila	Milieu	104793.65	33
<b>Z2</b>	Msila	Sud	78595.25	25
<b>Z3</b>	Djelfa	milieu	2006	1
<b>Z11</b>	Tiaret	milieu	32005.1	10

Tableau 54: détermination des nombres des machines.

### 4.4. Planification de Récolte :

Pour le but de minimiser le nombre des machines de récolte on a proposé un plan qui aide à la gestion est l'optimisation de nombre des machines, de temps de récolte journalière et de couts.

Remarque :

Il Ya deux méthodes pour attendre cette résultats :

zones	willayas	régions	Affectation	Nombre machines	Rende/j	N/j/3mois	N/h/3mois	N/h/j
<b>Z1</b>	Msila	Milieu	104793.65	33	1584	66.11576	1058.521	16
<b>Z2</b>	Msila	Sud	78595.25	25	1200	65.4960	1047.936	15.8
<b>Z3</b>	Djelfa	Milieu	2006	1	48	41.79	668.666	10.13
<b>Z11</b>	Tiaret	milieu	32005.1	10	480	66.67	1066.83	16.16

Tableau 55: le nombre des heures d'arrachage

Interprétation des résultats :

## Chapitre 3 : Etude technique

D'après les résultats trouvés on a conclu que la meilleure stratégie de planification est d'ajuster les heures de travail journalier selon la capacité des machines et le rendement de chaque zone d'une façon optimale c'est-à-dire on va ajouter des heures supplémentaires pour la grande surface à récolter afin de minimiser le nombre des machines de récoltes et les couts.

### 5. la partie de transport:

Dans cette partie on va préciser le type des moyennes de transport optimal pour transporter la quantité maximale de la matière première et minimiser le cout de transport.

D'après nos études on a trouvé que la moyenne de transport idéale est :

L'étape suivante maintenant est d'optimiser et arranger notre matière première d'une façon intelligente à l'aide d'une méthode d'arrangement pour gagner de l'espace utilisé dans notre camion.

#### 5.1. Les dimensions des camions :

Parmi les camions (Tracteur + remorque)qu'on a trouvés :

Camion type 1 :

Le Type	Tracteur routier 4*2 700 HINO Algérie
Longueur	5.935m
Largeur	2.490m
Hauteur maximale	4.15m

Tableau 56: dimension de camion type 1.

Camion type 2 :

Le Type	Tracteur routier 6*4 700 HINO Algérie
Longueur	7.335m
Largeur	2.55m
Hauteur maximale	4.15m

Tableau 57: dimension de camion type 2.

Camion type 3 :

Le Type	Tracteur routier 4*2 M2S6F Daewoo Truck Algérie
Longueur	6.290m
Largeur	2.565m
Hauteur maximale	4.15m

Tableau 58: dimension de camion type 3.

## Chapitre 3 : Etude technique

### 5.2. Les dimensions des balles :

Longueur	1.321m
Largeur	0.356m
Hauteur	0.457 m

Tableau 59: dimension de la balle.

#### 5.2.1. Application de méthode de chargement des balles dans les camions :

##### Les possibilités de chargement :

Afin de savoir combien de balle on peut transporter dans notre camion.

Les différentes combinaisons qu'on a obtenues sont :

##### La première combinaison :

$$5.935/1.321 = 4$$

$$2.490/0.356=7$$

$$4.15/0.457 =9$$

##### Multiplication des résultats :

$$4*7*9=252\text{balles.}$$

##### La deuxième combinaison :

$$5.935/1.321=4$$

$$2.490/0.457=5$$

$$4.15/0.356=12$$

##### Multiplication des résultats :

$$4*5*12=240 \text{ balles}$$

##### La troisième combinaison :

$$5.935/0.356=16$$

$$2.490/1.321=1$$

$$4.15/0.457=9$$

##### Multiplication des résultats :

$$16*1*9=144 \text{ balles}$$

##### La cinquième combinaison :

$$5.935/0.457 =13$$

$$2.490/1.321 =1$$

$$4.15/0.356 =11$$

##### Multiplication des résultats :

$$13*1*11=143 \text{ balles.}$$

D'après les résultats obtenue on a conclus que la meilleure configuration pour utiliser notre espace du camion d'une façon optimale est La 1ère combinaison et qui peut transporter **252balles** d'alfa.

Calcule de poids maximal du camion :

Le volume d'une balle :

## Chapitre 3 : Etude technique

$$1.321\text{m} * 0.356\text{m} * 0.457\text{m} = 0.2\text{m}^3$$

On a:

$$1\text{ m}^3 \text{ d'alfa} = 120\text{kg}$$

Donc:

$$120 * 0.2 = 24\text{kg/balle}$$

$$24 * 252 = 6048\text{kg} = 6.048\text{Tonnes/Remarque.}$$

Dans cette partie on va utiliser des 01 à 02 remorques combinées avec le tracteur pour augmenter la capacité de livraison et minimiser les couts.

Les zones	Les willayas	Les régions	Affectation lingo	Nombre des machines
Z1	Msila	Milieu	104793.65	33
Z2	Msila	Sud	78595.25	25
Z3	Djelfa	milieu	2006	1
Z11	Tiaret	milieu	32005.1	10

Tableau 60: les nombres de l'arracheuses affectée dans cheque zones.

Les zones	Willaya	Région	N machines	h/j/m	quantité récolté journalière	N voyages
Z1	Msila	Milieu	33	16	1587.78	263
Z2	Msila	Sud	25	15.8	1190.83	197
Z3	Djelfa	Milieu	1	10.13	30.39	5
Z11	Tiaret	Milieu	10	16.16	484.93	80

Tableau 61: les nombres des voyages pour chaque zone.

### 5.3. Le cout unitaire de transport :

Dans cette partie on a proposé 3 modèles de transports routiers.

#### Camion (1 seul remorque) :

Dans le cas où le nombre journalière des remorques (capacité de 6T) est entre]0 ; 100],

On a le cout de transport est 70 da / Km/T, donc, le cout unitaire de transport est de 11.66 da/T/Km.

#### Camion (2 remorques) :

Dans le cas où le nombre journalière des remorques (capacité de 12T) est entre]100 ; 200],

Le cout unitaire de transport est de 5.83 da/T/Km

## Chapitre 3 : Etude technique

### Camion (3 remorques) :

Dans le cas où le nombre journalière des remorques (capacité de 18T) est entre]200 ; 300],  
Le cout unitaire de transport est de 2.91 da/T/Km.

### 6. Les processus de transformation d'alfa en pâte à papier et papier :

Après la phase d'arrachage, de récolte, et de transport d'alfa on doit passer par les étapes de transformation de matière première en produit finis, voici un schéma générale qui résume toute l'opération nécessaire de fabrication et transformation des matières cellululosiques (Bois, alfa, plante annuelles,...)

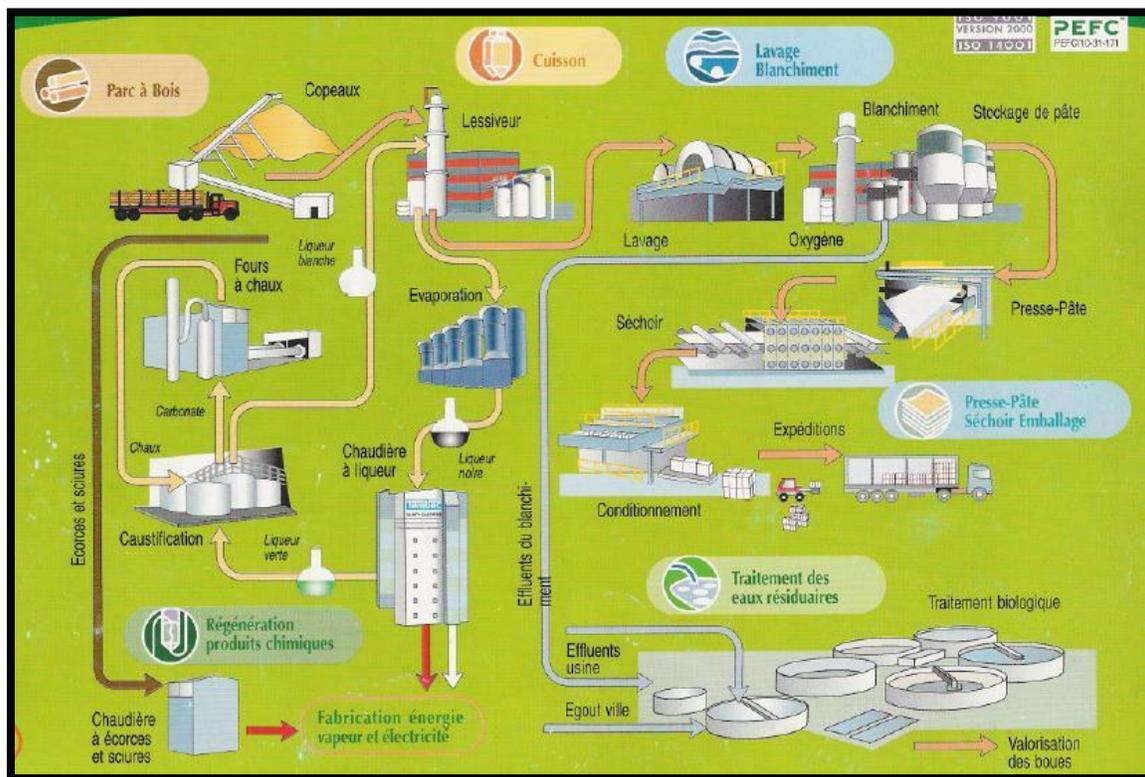


Figure 35:Schéma générale de la fabrication de pâte à papier. [16]

#### 6.1. La production de pâte à papier :

La production de pâte à papier consiste à séparer les fibres contenues dans le bois ou les plantes.

Cette séparation peut s'effectuer selon différents procédés :

## Chapitre 3 : Etude technique

	<b>Procédé</b>	<b>Le rendement</b>
<b>Mécanique</b>	Meule	90-95%
	Raffineur	90-95%
	Thermomécanique	90%
<b>Chimico-mécanique</b>	Semi-Chimico-mécanique	85-90%
	Soude froide	85-90%
	Chimico- Thermomécanique	85-90%
<b>Mi- chimique</b>	NSSC	65-80%
	Sulfite à haut rendement	55-75%
	Kraft à haut rendement	50-70%
<b>Chimique</b>	Kraft	40-50%
	Sulfite	45-55%
	Soude	45-55%

Tableau 62: les procédé de transformation d'alfa en papier. [17]

Parmi ces procédé on a 02 procédés principaux sont :

### 1) la séparation mécanique :

Ce procédé est facile dans la pratique car il ne nécessite pas des méthodes et des outils compliqué (il faut juste déchiqueter la matière première d'une façon mécanique) même son rendement est très grand (environ 90%) par rapport des autres procédés, mais il a plusieurs inconvénients comme :

La pâte qui en résulte est plus fragile que celle fabriquée par les autres procédés.

La lignine qui fait le lien entre la cellulose et l'hémicellulose n'est pas dissoute.

La qualité de produit finis est un peu dégradée. [18]



Figure 36: Raffineur de pâte mécanique

## Chapitre 3 : Etude technique

### 2) la séparation chimique :

La production de pâte chimique s'effectue en dissolvant par un procédé chimique la lignine se trouvant entre les fibres (bois, végétaux, alfa) de manière qu'elles se détachent en étant très peu détériorées. Comme ce procédé élimine la plupart des matières non fibreuses, le rendement se situe habituellement entre 40 et 55%, l'avantage principal de ce procédé est de fournir un produit fini de bonne qualité (pâte à papier et papier). [19]

### 3) Caractéristiques

- meilleure résistance mécanique
- papier compact
- mauvaise opacité
- bon vieillissement, car absence de lignine
- blanchiment complexe, en particulier le papier au sulfate.

#### Remarque :

Depuis 1990, la production de pâte chimique a augmenté de plus de 62%. Au cours de la même période, la production de pâte mécanique a diminué de plus de 44%.

### 4) les types de procédés chimiques :

Dans ce procédé on a plusieurs types, chacun son avantage et inconvénients :

Les types	Caractéristiques
<b>Procédé Kraft</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• utilisant la soude et le sulfate de sodium.</li><li>• utilisé pour les plantes annuelles.</li><li>• Il permet d'obtenir des pâtes de hautes résistances.</li></ul>
<b>Procédé à la soude</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• il recourt à la soude et au carbonate de sodium.</li><li>• Il permet d'éviter les problèmes d'odeurs.</li><li>• utilisé pour les plantes annuelles.</li></ul>
<b>Procédé au sulfite</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• basé sur l'hydroxyde de sodium, l'hydroxyde de calcium, l'hydroxyde de magnésium et l'hydroxyde d'ammonium.</li><li>• Il est utilisé pour certaines plantes annuelles.</li></ul>
<b>Procédé ALCELL</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• basé sur l'éthanol.</li><li>• La pâte obtenue est plus simple à blanchir.</li></ul>

Tableau 63: les types des procédés chimiques.

## Chapitre 3 : Etude technique

### Comparaison entre les 02 procédés de pâte à papier :

/	par voie mécanique	par voie chimique
<b>Avantage</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Haut rendement (90%).</li> <li>• Prix de revient faible.</li> <li>• Capacité.</li> <li>• rendement est estimé à 3 tonnes/heure.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les résidus ligneux ET produits chimique brûlé fournissent de l'énergie au site de production.</li> <li>• Papier de haute qualité.</li> </ul>
<b>Inconvénient</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Forte dépense en énergie(1 200 - 2 200 kWh/t)</li> <li>• Caractéristique mécanique faible(un peu de qualité).</li> <li>• Le prix élevé des lignes d'extraction.</li> <li>• Ce qui n'est pas toujours rentable quand il s'agit de petites productions.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rendement moindre(45 a 55%).</li> <li>• Forte pollution.</li> </ul>
<b>Utilisation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Papier journal.</li> <li>• Papier pour magazines.</li> <li>• papiers de bas de gamme et d'emballage.</li> <li>• A moindre échelle papiers à usage graphique, carton, papiers sanitaires et domestiques. (moins de qualité)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emballage.</li> <li>• Papiers impression/écriture.</li> </ul>

Tableau 64: comparaison entre la voie chimique et mécanique.

D'après nos recherches et les informations qu'on a trouvés on peut maintenant choisir le meilleure procédé de fabrication qui sert à minimiser le cout, le temps, et augmenter le gain et respecte l'aspect écologique et environnementale.

Et voici notre procédure de fabrication de pâte à papier et de papier :

#### 5) Le procédé de Kraft :

Le procédé kraft implique le traitement des copeaux de (bois, plante annuelle, alfa,...) avec un mélange chaud d'eau, d'hydroxyde de sodium, et de sulfure de sodium, connu sous l'appellation « liqueur blanche », qui brise les fibres du bois, séparant la lignine et l'hémicellulose de la cellulose. [20]

## Chapitre 3 : Etude technique

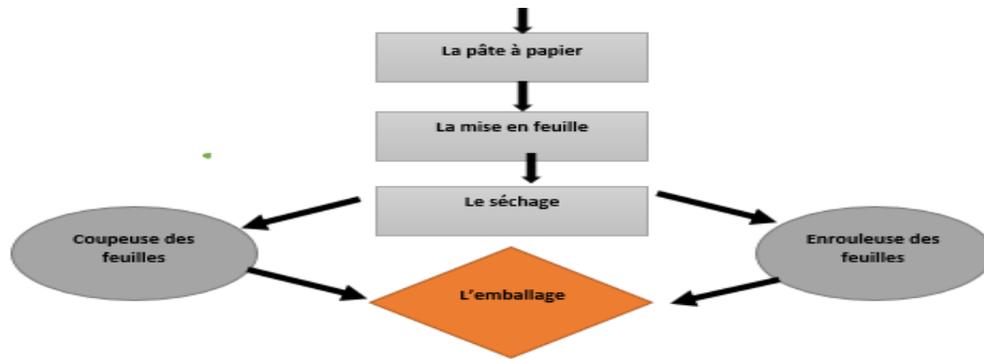
### 5.1) Pourquoi Kraft :

- 1) La pulpe produite par le procédé kraft est plus forte que celle réalisée par d'autres procédés de fabrication de pâte à papier.
- 2) un haut ratio de sulfure ou sulfidité est important pour obtenir la plus grande résistance possible.
- 3) Le procédé par sulfites acides dégrade la cellulose plus que le procédé kraft, ce qui conduit à l'affaiblissement des fibres.
- 4) Le procédé kraft supprime la plupart de la lignine, tandis que les procédés mécaniques laissent l'essentiel de la lignine dans les fibres.
- 5) Permet une forte résistance à la traction et la déchirure.
- 6) La pâte issue du procédé kraft est plus foncée que les autres pulpes de bois, mais elle peut être blanchie pour en faire de la pulpe blanche.
- 7) La pâte kraft entièrement blanchie est utilisée pour fabriquer du papier de grande qualité où la force, la blancheur et la résilience au jaunissement sont importantes.

### 6.2. Notre organigramme de travail :



## Chapitre 3 : Etude technique



### 6.3. la réception de la matière première (l'alfa) :

Lorsque l'alfa arrive à l'usine grâce à des camions, un contrôle préalable s'effectue afin de vérifier les quantités demandées, les formes des balles afin de minimiser l'espace de stockage au sein d'usine.

(Il est préférable la forme des balles : des carrés, des cylindres)

### 6.4. le déchargement et le stockage de l'alfa :

Le déchargement des camions sera effectué dans un tapis roulant appelé tapis d'alimentation.

### 6.5. le déchiquetage d'alfa :

Ce tapis d'alimentation sert à alimenter notre ligne de production,

Le découpage et le déchiquetage d'alfa sera effectué en des morceaux dont la longueur varie entre 2cm et 5cm. L'alfa coupé sera aspiré par un ventilateur ou se fait –la séparation de la poussière, cette quantité de poussière devra passer directement vers un silo spéciale.

L'alfa déchiqueté sera nettoyé pour passer à la phase de cuisson.

Dans cette partie on a trouvé plusieurs types de déchiqueteuse lesquelles :

Déchiqueteuse 01



### Chapitre 3 : Etude technique

<b>Les caractéristiques</b>	<b>Code :D1</b> <b>Prix :</b> \$1,000.00 - \$6,000.00//1080000DA <b>Capacité :</b> 300-3000kg/h <b>Voltage:</b> 380V/50Hz/3Phase <b>Power(W):</b> 100000w <b>Dimension(L*W*H):</b> Variable <b>Weight:</b> 500kg <b>Power:</b> 15-110KW <b>final product:</b> 3-7cm  <b>Warranty:</b> 1year <b>Certification :</b> CE ISO
-----------------------------	--

<b>Déchetuseuse 02</b>	
<b>Les caractéristiques</b>	<b>Code :</b> D2 <b>Prix :</b> \$1,000.00 - \$6,000.00 /1080000DA <b>Capacité :</b> 5000-15000kg/h <b>Voltage :</b> Personnalisé <b>Power(W) :</b> 2*55KW <b>Dimension (L*W*H) :</b> 5500*2100*2900 <b>Weight:</b> 15t <b>Warranty:</b> 1year <b>Certification:</b> CE SGS ISO

## Chapitre 3 : Etude technique

<b>Décheteteuse 03</b>	
<b>Les caractéristiques</b>	<b>Code :</b> D3 <b>Prix :</b> \$8,000.00 – \$200,000.00 /36000000Da <b>Capacité :</b> 2-60t/h <b>Voltage:</b> 380V/50Hz/3Phase <b>Power(W):</b> 30-320kw <b>Dimension(L*W*H):</b> <b>Weight:</b> 3000kg-36000kg <b>Warranty:</b> 1year <b>Certification:</b> CE ISO SGS

### 6.6. la cuisson :

Cette opération est très importante car elle va séparer les composants de l'alfa, parmi ces composants principale on a la cellulose, la chimie cellulose et lignine, notre objectif dans cette phase est de séparer lignine et la chimie cellulose toute en gardant la cellulose qui représente notre composant clés et préférable.

Cette opération s'agit d'une cuisson chimique dans une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium (NaOH, nom commercial : la soude) et de sulfure de sodium (Na<sub>2</sub>S), L'alfa est mise dans un réacteur avec 1.75N de soude à une température de 140°C à 170°C et une pression élevée de 8 bar pendant 13 à 15 minutes.

Les anions d'hydroxyde (OH<sup>-</sup>) et sulfuryl (SH<sup>-</sup>) réagissent avec la lignine, hémicellulose et les pectines en les dégradant par hydrolyse. Les fragments courts de ces composants se dissolvent dans la solution.

Le milieu de réaction doit être basique car la cellulose est sensible à une hydrolyse acide. Les fibres utilisées dans la fabrication de papier sont les fibres courtes.

### Chapitre 3 : Etude technique

D'une longueur moyenne de 1.5 mm et un diamètre moyen de 12  $\mu\text{m}$ .

Cette opération permet de libérer les fibres de cellulose par dissolution de la lignine.

<b>lessiveuse 01</b>	
<b>Les caractéristiques</b>	<b>Code : C1</b> <b>Prix : \$100.00 - \$5,000.00/900 000Da</b> <b>Capacité : 100-100000L (0.1-100m<sup>3</sup>)</b> <b>Type : chemical reactor prices</b> <b>Warranty: 1 year</b>
<b>lessiveuse 02</b>	
<b>Les caractéristiques</b>	<b>Prix : \$1,200.00 - \$35,000.00/6300000Da</b> <b>Code : C2</b> <b>Capacité : 5-100M3</b> <b>Pression : 0.8-1.75Mpa</b> <b>Temperature: -196/ +50degree</b> <b>Weight: 4130 -40550kg</b> <b>Warranty: 1year</b> <b>Certification : GB/ASME/EN</b> <b>Dimension (L*W*H) : 2216*4405-3520*17585</b>

## Chapitre 3 : Etude technique

lessiveuse 03



Les caractéristiques

Code : C3

Prix : \$1,000.00 / 180000DA

Capacité : 1603m<sup>3</sup>, Installation : 15 Person, 4 jours

Warranty: 1 year

Certification: iso

Dimension: Ø17.59×6.6M;

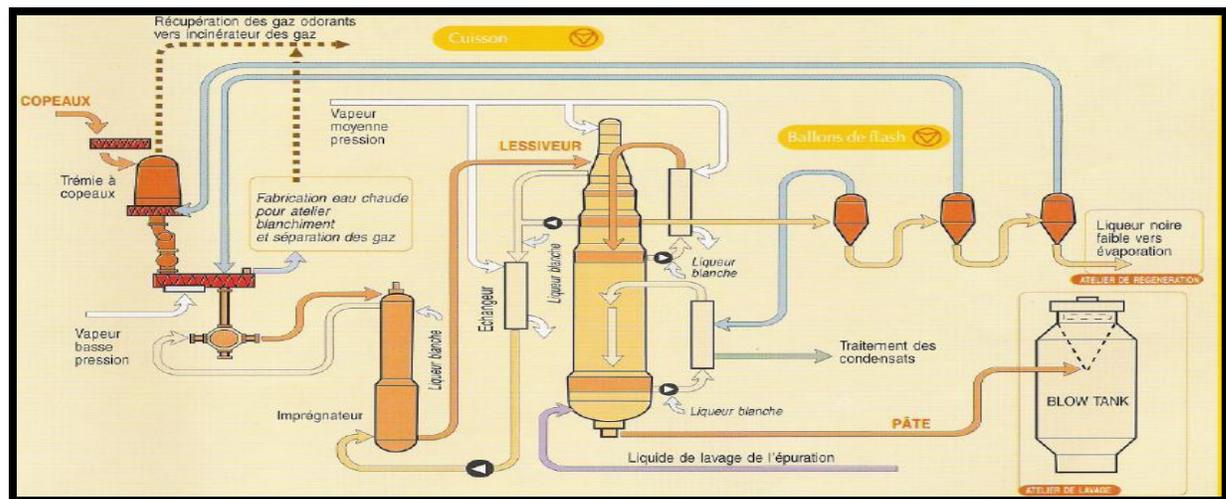


Figure 37: atelier de cuisson

## Chapitre 3 : Etude technique

### 6.7. Atelier de lavage et de blanchiment :

Le blanchiment s'effectue en plusieurs étapes dont l'ensemble forme ce qu'on appelle une 'séquence de blanchiment'

La pâte est tout d'abord traitée pour éliminer les incuits à savoir les nœuds qui sont renvoyés vers l'atelier de cuisson et les bûchettes. Elle passe ensuite par des filtres de lavage avant d'être lavée à l'oxygène puis pré-blanchie dans un réacteur couplé à un diffuseur d'oxygène. On peut ici plus parler de délignification oxygénée que de blanchiment.

L'utilisation de l'oxygène en début de séquence de blanchiment s'avère très intéressante dans la mesure où elle est peu coûteuse en réactifs (O<sub>2</sub> gazeux et soude) et qu'elle produit des effluents non chlorés donc peu polluants et recyclables.

<b>lessiveuse 01</b>	
<b>Les caractéristiques</b>	<p><b>Prix :</b> \$9,000.00 - \$50,000.00 /9000000Da <b>Code :</b> B1 <b>Capacity:</b> 10Mt per. Batch <b>Voltage:</b> 380V <b>Power(W):</b> 14000W <b>Weight:</b> 27Mt <b>Warranty:</b> 18 month <b>Certification:</b> ISO9001 <b>Installation area:</b> 80 square meters per set <b>Structure form:</b> horizontal <b>Dimension(L*W*H):</b> 5000*2000*2000mm <b>Automatic Grade:</b> Semi-Automatic <b>After-sales Service Provided:</b> Engineers available to service machinery overseas</p>

Dans cette phase On est besoin de même type de réacteurs utilisé dans la phase de cuisson.

## Chapitre 3 : Etude technique

<p>lessiveuse 02</p>	
<p>Les caractéristiques</p>	<p>Code : B2          Prix : \$1,000.00 / 180000DA          Capacité : 1603m<sup>3</sup>, Installation : 15 Person, 4 jours          Warranty: 1 year          Certification : iso          Dimension : Ø17.59×6.6M.</p>

### 6.7.1. LES CONDITION DE BLANCHIMENTS :

Elle nécessite l'apport de 20 kg d'oxygène et de 40 kg de soude par tonne de pâte à papier  
 Elle s'effectue à une température de 95 °C pendant 1h30.

La pression opératoire est de 3,5 bars.

La pâte est alors dirigée vers une presse laveuse qui permet de retirer la liqueur de lavage qui sera recyclée vers les filtres de lavage. La pâte écrue est stockée dans un réservoir.

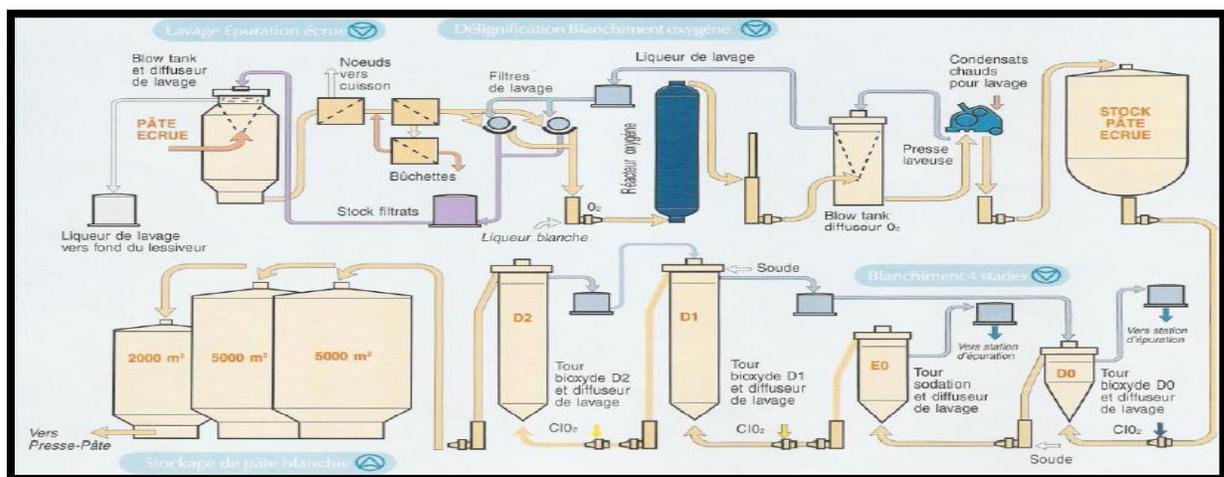


Figure 38: Atelier de lavage et de blanchiment.

## Chapitre 3 : Etude technique

### 6.8. Atelier de mise en feuille :

Après passage à travers un système composé d'un tapis roulant et de presses permettant l'égouttage et le pressage de la pâte qui contient, rappelons-le, une grande quantité d'eau, la pâte forme une feuille continue de 4 mètres de large.

Mise en feuille :

<b>Mise en feuille 01</b>	
<b>Les caractéristiques</b>	<b>Prix :</b> \$70,000.00 - \$120,000.00/21600000Da <b>Code :</b> MF1 <b>Capacity:</b> 3-4tons/day <b>Voltage:</b> 220V/380V/440v <b>Power(W):</b> 75kw <b>Dimension(L*W*H):</b> 12*4.5*4meter <b>Weight:</b> 15000kg <b>Final product:</b> tissue paper, A4 paper etc. <b>Warranty:</b> 12 mois <b>Certification:</b> ISO9001

## Chapitre 3 : Etude technique

<p><b>Mise en feuille 02</b></p>	
<p><b>Les caractéristiques</b></p>	<p><b>Code :</b> MF2  <b>Prix :</b> \$200,000.00 /36 000 000DA  <b>Capacité :</b> 30-100t/d  <b>vitesse :</b> 350m/min or more  <b>Power(W):</b> 1406kw  <b>Warranty:</b> 1 Year  <b>Certification:</b> ISO BV CE</p>

Mise en roulant :

<p><b>Mise en roulant 03</b></p>	
<p><b>Les caractéristiques</b></p>	<p><b>Code :</b> MR3  <b>Prix :</b> \$900,000.00 /162 000 000DA  <b>Capacité :</b> 50-100t/d  <b>vitesse:</b> 60-300m/min  <b>Power(W):</b> 500kw  <b>Warranty:</b> 1 Year  <b>Certification:</b> ISO9001, SGS</p>

## Chapitre 3 : Etude technique

### 6.9. le séchage :

Cette dernière est séchée dans un séchoir où elle est aéroportée par de l'air réchauffé à la vapeur.

<b>Machine séchoir</b>	
<b>Les caractéristiques</b>	<b>Code :</b> S1 <b>Prix :</b> \$10,000.00 /1800 000Da <b>Voltage :</b> 220-440V <b>Power(W):</b> 5.5-15 <b>Dimension(L*W*H):</b> Variable <b>Weight:</b> depending model <b>Total height:</b> 762-1778mm <b>Warranty:</b> 12 month <b>Certification:</b> ISO9001:2008 CE

Elle est ensuite acheminée vers une coupeuse afin d'être découpée en feuilles de 80 cm de côté.

Ces feuilles sont empilées pour former des balles de 250 kg qui sont alors emballées, cerclées et regroupées par 8 en fardeaux de 2 tonnes. Toutes ces opérations de conditionnement se font par l'intermédiaire d'une presse, d'une emballeuse, d'une cyrcleuses et d'une fardeleuse.

### Chapitre 3 : Etude technique

Ces fardeaux sont finalement expédiés par camion vers les papeteries.



Code : CP  
Machine : Coupeuse  
Prix : \$4,000.00 /720 000Da  
Voltage: 380V/50Hz, 3phase  
Power(W): 11kw-6H  
Dimension(L\*W\*H): 2980\*2300\*2500mm  
Weight: 14000kg  
Warranty: 1 year  
Certification: CE Certificate  
Machine type: Flat Plate Die Cutting Machine



Code :Ps  
Machine :Presse  
Prix : \$1,500.00 /270 000Da  
Voltage: 220 v /380 v  
Power(W): 4kw  
Dimension(L\*W\*H): 800\*400\*800 mm  
Capacity: 8-10/h  
Automatic Grade: Automatic  
Packing Size: 1200\*800\*1000 m  
Weight: 800 kg  
Warranty: 12 Months  
Certification: ISO

## Chapitre 3 : Etude technique

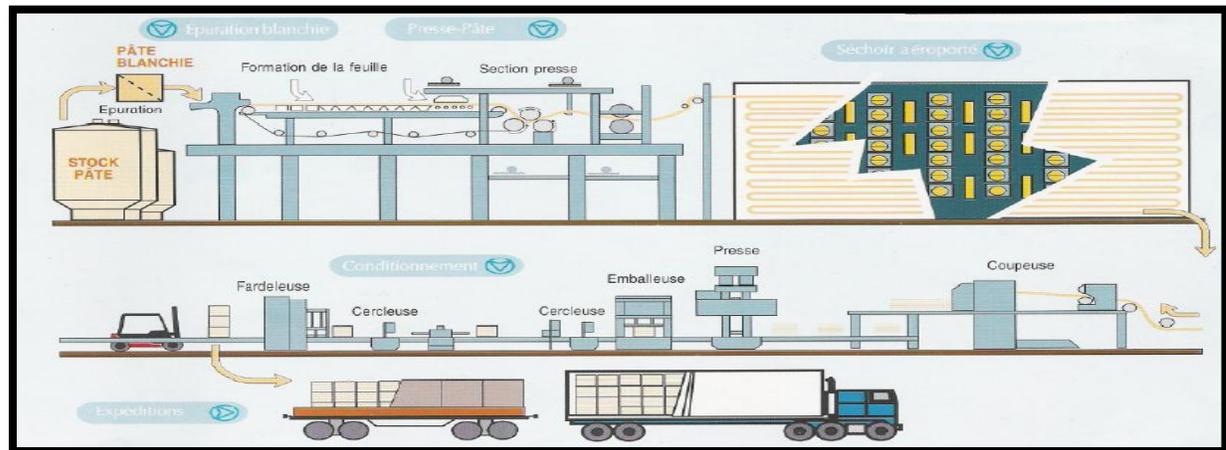


Figure 39: la livraison des produits.

<p><b>Emballeuse</b></p>	
<p><b>Les caractéristiques</b></p>	<p>Code : Em  <b>Prix</b> :\$20,000.00/3600 000Da  <b>Capacité</b> : 15-20m<sup>3</sup>/h  <b>Weight</b> 780kg  <b>Dimension(L*W*H):</b> 1800x1200x2200  <b>Power(W):</b>0.5kw  <b>Automatic Grade:</b> Automatic  <b>Warranty:</b>12 Months  <b>Certification:</b> ISO9001, CE</p>

## Chapitre 3 : Etude technique

<p><b>Chaudière :</b></p>	
<p><b>Les caractéristiques</b></p>	<p><b>Code :</b>CH  <b>Prix :</b>6,800.00 /1224 000Da  <b>Weight:</b>1-20 Ton  <b>Temperature:</b>194 °C  <b>Pression minimale:</b>1.25MPa  <b>Capacity:</b>2t/h  <b>Dimension(L*W*H):</b>4030*2010*2210 (mm)  <b>Certification:</b> ISO9001  <b>Warranty :</b>12 Months</p>

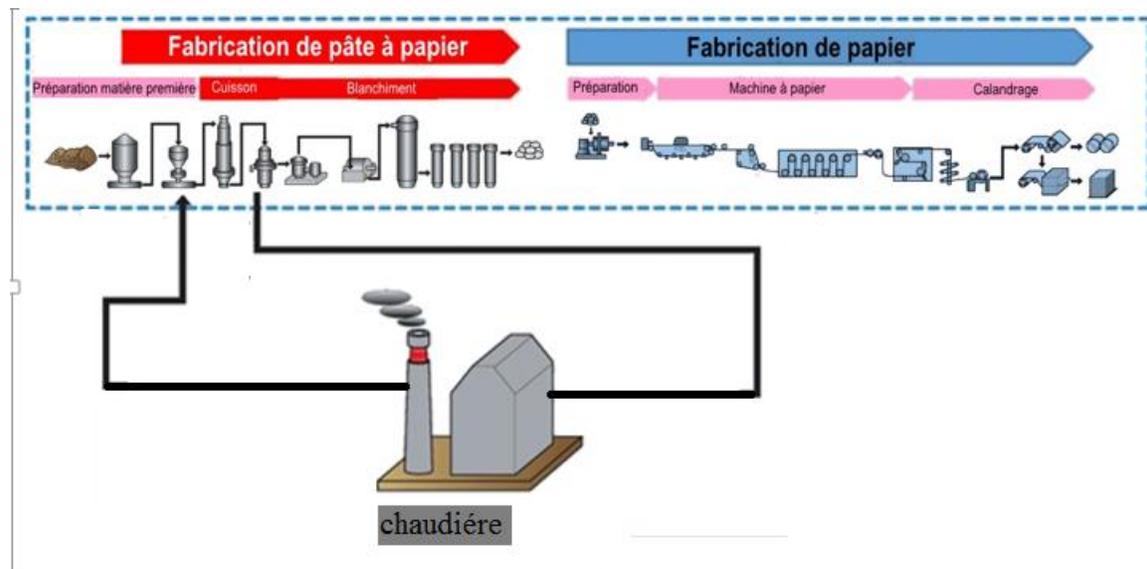


Figure 40: Schéma générale Kraft.

### 7. Détermination de capacité de production :

D'après les dernier statistique (EL Watan.com 22 MAI 2018 À 12 H 00 MIN) on a trouvé que les besoins l'Algérie se chiffraient à 110 000 tonnes de papier pour l'année 2010, et

## Chapitre 3 : Etude technique

pour l'année 2018 de 310 000 tonnes. Pour l'année 2020, les prévisions les situent à 410 000 tonnes et à 717 000 tonnes en 2024.

L'année	La consommation	10 %	20 %	30 %
2020	410000	41 000	82 000	123 000
2021	470000	47 000	97 000	141 000
2022	540000	54 000	108 000	162 000
2023	620000	62 000	124 000	186 000
2024	717000	71 700	143 400	215 100

Tableau 65: les prévisions d'utilisation de papier.

Nous avons déjà une information que le pourcentage de la pâte à papier dans l'alfa et de 46% selon (Guendouzi 2014).

Nous avons donc :

Dans le but de la satisfaction de la consommation de papier en Algérie, on va essayer dans notre étude de réduire l'importation de papier à l'Algérie avec l'augmentation de la production locale de papier de qualité à base d'alfa.

On a travaillé selon des scénarios afin de comparer entre les différentes capacités d'une façon optimale (75000/100000/120000 Tonnes par an) et selon les prévisions d'années mentionnés dans le tableau avec des pourcentages de production différentes.

### Pour une capacité de 75 000 tonnes par année.

#### Méthode de calcul :

1 tonne d'alfa  $\longrightarrow$  0.46 tonnes pâte à papier (460 Kg)  
 X ?  $\longrightarrow$  75 000 tonnes pâte à papier

**X=163043.4783 tonnes d'alfa.**

On a un rendement d'alfa de 500 kg/ ha (0.5 tonne/ha)

0.5 tonne d'alfa  $\longrightarrow$  1 ha  
 163043.4783 Tonnes  $\longrightarrow$  ? ha

**S= 326086.9565 ha**

### Capacité de production de 75.000 ton/an

#### Taux de satisfaction de 10%

	2020	2021	2022	2023	2024
Demande	41.000	47.000	54.000	62.000	71.700
Satisfaction local	41.000	47.000	54.000	62.000	71.700
Quantité exporté	34.000	28.000	21.000	13.000	3.300
Quantité importé	369.000	423.000	486.000	558.000	645.300

## Chapitre 3 : Etude technique

### Taux de satisfaction de 20%

	2020	2021	2022	2023	2024
Demande	82.000	94.000	108.000	124.000	143.400
Satisfaction local	75.000	75.000	75.000	75.000	75.000
Quantité exporté	/	/	/	/	/
Quantité importé	335.000	395.000	465.000	545.000	642.000

### Taux de satisfaction de 30%

	2020	2021	2022	2023	2024
Demande	123.000	141.000	162.000	186.000	215.100
Satisfaction local	75.000	75.000	75.000	75.000	75.000
Quantité exporté	/	/	/	/	/
Quantité importé	335.000	395.000	465.000	545.000	642.000

### Capacité de production de 100.000 ton/an

#### Taux de satisfaction de 10%

	2020	2021	2022	2023	2024
La demande	41.000	47.000	54.000	62.000	71.700
Satisfaction local	41.000	47.000	54.000	62.000	71.700
Quantité exporté	59.000	53.000	46.000	38.000	28.300
Quantité importé	369.000	423.000	486.000	558.000	617.000

#### Taux de satisfaction de 20%

	2020	2021	2022	2023	2024
La demande	82.000	94.000	108.000	124.000	143.400
Satisfaction local	82.000	94.000	100.000	100.000	100.000
Quantité exporté	18.000	6.000	/	/	/
Quantité importé	328.000	376.000	440.000	520.000	617.000

## Chapitre 3 : Etude technique

### Taux de satisfaction de 30%

	2020	2021	2022	2023	2024
Satisfaction local	123.000	141.000	/	/	/
Quantité exporté	/	/	/	/	/
Quantité importé	370.000	370.000	/	/	/

### Capacité de production de 120.000 ton/an

#### Taux de satisfaction de 10%

	2020	2021	2022	2023	2024
Satisfaction local	41.000	47.000	54.000	62.000	71.700
Quantité exporté	79.000	73.000	66.000	58.000	48.300
Quantité importé	369.000	423.000	486.000	558.000	645.300

#### Taux de satisfaction de 20%

	2020	2021	2022	2023	2024
Satisfaction local	82.000	94.000	108.000	124.000	143.400
Quantité exporté	38.000	26.000	12.000	/	/
Quantité importé	328.000	376.000	75.000	520.000	617.000

#### Taux de satisfaction de 30%

	2020	2021	2022	2023	2024
Satisfaction local	123.000	141.000	162.000	186.000	215.100
Quantité exporté	/	/	/	/	/
Quantité importé	335.000	395.000	465.000	545.000	642.000

Après la détermination de capacité nécessaire de notre usine, on va maintenant choisir les machines qui répond à cette capacité, et s'adaptent facilement a notre système.

Voici les machines choisit d'après le process de fabrication à base de cette capacité.

### Chapitre 3 : Etude technique

Machine	code	Consommation énergie électrique	Consommation de l'eau	Rendement/jour	Cout de production unitaire (DA/T)
Chaudière (prix de la vapeur de cuisson)	CH	25 kW/h	2 m³/h	48t /jour	109.625 da /t
1 Déchiqueuse	D2	110 kW/h*2	/	720 t/jour	34.98 da/t
2 Cuisson	C3	/	76.92 m³/h 250 m³/3.25 h 1750 m³/jour	9.23 t /h 30 t /3.25h 210 t /jour	416.68 da/t
3 Blanchiment	B2	/	13.18 m³/h 42.85 m³/3.25 h 300 m³/jour h	4.25 t/jour 13.8 t/jour 96.6 t/jour	16.12 da/t
4 Misse en feuille	MF2	1406 kW/h	/	4.17 t/h 100 t/jour	1610 da/t
5 Séchage	S1	15 kW/h	/	4.17 t/h 100 t/jour	17.17 da/t
6 Coupeuse	CP	1.8 kW/h	/	4.17 t/h 100 t/jour	2.06 da/t
7.1.1 Presse	PS	4 kW/h	/	2.5 c 60 t/jour	7.632 da/t
7.1.2 Emballeuse	Em	0.5kw/h	/	20 m³/h (32 t/h) 480 m³/jour	0.075 da/t
7.2 Mise en roulants	MR3	500 kW/h	/	4.17 t/h 100 t/jour	572.4 da /t
Cout unitaire de production produit semi fini	/	/	/	/	<b>2207 da/t</b>
Cout unitaire de production types 1	/	/	/	/	<b>7.707 da/t</b>
Cout unitaire de production types 2	/	/	/	/	<b>572.4 da /t</b>

Tableau 66: cout de production des produits.

#### 7.1. Partie pacification d'usine :

## Chapitre 3 : Etude technique

$100.000/0.46=217391.3$  tonnes alfa. Dans cette partie on va s'intéresser à la planification et l'ordonnement de production afin d'optimiser l'utilisation de nos ressources, notre temps et augmenter notre gain.

Notre objectif dans cette partie est de déterminer le nombre exact des machines et les capacités convenables à notre système.

Après qu'on a fixé notre capacité de production à 100.000 Tonnes de papier/an, on doit répondre à notre besoin de matière première (alfa) c'est-à-dire la quantité nécessaire de cette dernière pour produire.

### 7.1.1. La capacité de stockage de matière première

0.12 Tonne	—————>	1 m <sup>3</sup>
217391.3 tonnes	—————>	1811594.16 m <sup>3</sup>
<b><math>100.000/0.46= 217391.3</math> tonnes alfa</b>		

Le lieu de stockage doit être de capacité de **1811594.16 m<sup>3</sup>**

### 7.1.2. Le nombre de déchiqueteuse :

Cette déchiqueteuse a une capacité de : 15 Tonne/heurs.

On a:

$$30*12*24=8640\text{h/an}$$

15tonne	—————>	1h
260.870 tonnes	—————>	X ?

$$\mathbf{X=17392h}$$

1 déchiqueteuse	—————>	8640 h
N déchiqueteuse ?	—————>	17392h

$$\mathbf{N=17392/8640=2 \text{ déchiqueteuses.}}$$

### 7.1.3. La cuisson :

Dans cette partie notre objectif est de connaître la capacité de lessiveuse (Réacteur) convenable.

30Tonne d'alfa (Déchiqueté) occupent **250m<sup>3</sup>**, et les produits nécessaires pour cette opération sont :

(La soude : NaOH et la sulfure de sodium : Na<sub>2</sub>S) et bien sûr l'eau avec une quantité importante.

## Chapitre 3 : Etude technique

### 7.1.4. Le blanchiment :

Le blanchiment nécessite une lessiveuse de grande capacité afin de répondre à notre procédé d'une façon optimale.

Cette opération nécessite :

**94.34%** de pâte à papier (Résultat de cuisson).

**3.77%**de soude.

**1.89%**d'O<sub>2</sub>.

### 7.1.5. La mise en feuille :

Après le blanchiment, la pâte doit passer par une presse pour former des feuilles, un séchoir.

Dans cette partie on a 02 propositions :

1/former des balles de pate a papier selon la demande.

2/former des roulants selon des dimensions précises.

## 7.2. Planification agrégée

On va travailler à base de l'estimation qu'on a dans les années 2020/2024 (410000 tonnes/71700 tonnes) et la consommation des papiers saisonniers en Algérie

### 7.3. Planification de la production de la pâte et de papier :

#### 7.3.1. 9.3.1. Les prévisions :

On va supposer que notre entreprise va satisfaire que de 10 % de la consommation totale de papier de notre qualité et le reste va utiliser papier des autres sources (papier de bois, papier recycle ...).

Notre entreprise doit aussi précisé des quantités pour l'exportation.

#### 7.3.2. Modélisation mathématique :

##### Les indices :

La période (t) : les mois de 1 à 12.

##### Les donnes :

L'année 2020 :

Demande du produit 1 (PAP) et produit 2 (RP) :

### Chapitre 3 : Etude technique

#### National :

Mois	Demande P1 (tonnes/mois)	Demande P1 (tonnes/mois)
1	300	900
2	525	1575
3	775	2325
4	950	2850
5	1000	3000
6	1250	3750
7	500	1500
8	1250	3750
9	1125	3375
10	1225	3675
11	650	1950
12	700	2100

Tableau 67: Demande national par produits(2020).

#### International :

Mois	Demande P1 (tonnes/mois)	Demande P1 (tonnes/mois)
1	431,7073	1295,122
2	755,4878	2266,463
3	1115,244	3345,732
4	1367,073	4101,22
5	1439,024	4317,073
6	1798,78	5396,341
7	719,5122	2158,537
8	1798,78	5396,341
9	1618,902	4856,707
10	1762,805	5288,415
11	935,3659	2806,098
12	1007,317	3021,951

Tableau 68: Demande international par produits(2020).

#### Totale :

### Chapitre 3 : Etude technique

Mois	Demande P1 (tonnes/mois)	Demande P2 (tonnes/mois)
1	731,7073	2195,122
2	1280,488	3841,463
3	1890,244	5670,732
4	2317,073	6951,22
5	2439,024	7317,073
6	3048,78	9146,341
7	1219,512	3658,537
8	3048,78	9146,341
9	2743,902	8231,707
10	2987,805	8963,415
11	1585,366	4756,098
12	1707,317	5121,951

Tableau 69: Demande totale par produits(2020).

#### L'année 2021

Demande du produit 1 (PAP) et produit 2 (RP) :

#### National :

Mois	Demande P1 (tonnes/mois)	Demande P2 (tonnes/mois)
1	344	1032
2	602	1806
3	888	2666
4	1090	3268
5	1144	3440
6	1432	4298
7	574	1720
8	1432	4298
9	1290	3868
10	1404	4212
11	746	2236
12	802	2408

Tableau 70: Demande national par produits (2021).

### Chapitre 3 : Etude technique

#### International :

Mois	Demande P1 (tonnes/mois)	Demande P2 (tonnes/mois)
1	387,9149	1163,745
2	678,8511	2036,553
3	1001,362	3006,34
4	1229,149	3685,191
5	1290,043	3879,149
6	1614,809	4846,681
7	647,2766	1939,574
8	1614,809	4846,681
9	1454,681	4361,787
10	1583,234	4749,702
11	841,234	2521,447
12	904,383	2715,404

Tableau 71: Demande international par produits(2021).

#### Totale :

Mois	Demande P1 (tonnes/mois)	Demande P2 (tonnes/mois)
1	731,9149	2195,745
2	1280,851	3842,553
3	1889,362	5672,34
4	2319,149	6953,191
5	2434,043	7319,149
6	3046,809	9144,681
7	1221,277	3659,574
8	3046,809	9144,681
9	2744,681	8229,787
10	2987,234	8961,702
11	1587,234	4757,447
12	1706,383	5123,404

Tableau 72: Demande totale par produits(2021).

## Chapitre 3 : Etude technique

L'année 2022 :

Demande du produit 1 (PAP) et produit 2 (RP) :

**National :**

Mois	Demande P1 (tonnes/mois)	Demande P2 (tonnes/mois)
1	500	1300
2	600	1500
3	700	2400
4	1100	3700
5	1300	3900
6	1300	4000
7	1700	5000
8	900	2000
9	1700	4500
10	1500	4400
11	1700	4800
12	900	2600

Tableau 73: Demande national par produits (2022).

**International :**

Mois	Demande P1 (tonnes/mois)	Demande P2 (tonnes/mois)
1	425,9259	1107,407
2	511,1111	1277,778
3	596,2963	2044,444
4	937,037	3151,852
5	1107,407	3322,222
6	1107,407	3407,407
7	1448,148	4259,259
8	766,6667	1703,704
9	1448,148	3833,333
10	1277,778	3748,148
11	1448,148	4088,889
12	766,6667	2214,815

Tableau 74: Demande international par produits (2022)

### Chapitre 3 : Etude technique

#### Totale :

Mois	Demande P1 (tonnes/mois)	Demande P2 (tonnes/mois)
1	925,9259	2407,407
2	1111,111	2777,778
3	1296,296	4444,444
4	2037,037	6851,852
5	2407,407	7222,222
6	2407,407	7407,407
7	3148,148	9259,259
8	1666,667	3703,704
9	3148,148	8333,333
10	2777,778	8148,148
11	3148,148	8888,889
12	1666,667	4814,815

Tableau 75: Demande totale par produits(2022).

#### L'année 2023 :

Demande du produit 1 (PAP) et produit 2 (RP) :

#### National :

Mois	Demande P1 (tonnes/mois)	Demande P2 (tonnes/mois)
1	454	1360
2	794	2382
3	1172	3516
4	1438	4310
5	1512	4538
6	1890	5670
7	756	2268
8	1890	5670
9	1702	5104
10	1852	5558
11	982	2948
12	1058	3176

Tableau 76: Demande national par produits(2023)

## Chapitre 3 : Etude technique

### International :

Mois	Demande P1 (tonnes/mois)	Demande P2 (tonnes/mois)
1	278,2581	833,5484
2	486,6452	1459,935
3	718,3226	2154,968
4	881,3548	2641,613
5	926,7097	2781,355
6	1158,387	3475,161
7	463,3548	1390,065
8	1158,387	3475,161
9	1043,161	3128,258
10	1135,097	3406,516
11	601,871	1806,839
12	648,4516	1946,581

Tableau 77: Demande international par produits(2023).

### Totale :

Mois	Demande P1 (tonnes/mois)	Demande P2 (tonnes/mois)
1	732,2581	2193,548
2	1280,645	3841,935
3	1890,323	5670,968
4	2319,355	6951,613
5	2438,71	7319,355
6	3048,387	9145,161
7	1219,355	3658,065
8	3048,387	9145,161
9	2745,161	8232,258
10	2987,097	8964,516
11	1583,871	4754,839
12	1706,452	5122,581

Tableau 78: Demande totale par produits(2023).

### Chapitre 3 : Etude technique

**L'année 2024 :**

Demande du produit 1 (PAP) et produit 2 (RP) :

**National :**

Mois	Demande P1 (tonnes/mois)	Demande P2 (tonnes/mois)
1	500	1520
2	900	2700
3	1310	4050
4	1630	4950
5	1740	5200
6	2140	6500
7	1850	2600
8	2170	6500
9	1840	5800
10	2200	6400
11	1100	3300
12	1200	3600

Tableau 79: Demande national par produits(2024).

**International :**

Mois	Demande P1 (tonnes/mois)	Demande P2 (tonnes/mois)
1	197,3501	599,9442
2	355,2301	1065,69
3	517,0572	1598,536
4	643,3612	1953,766
5	686,7782	2052,441
6	844,6583	2565,551
7	730,1953	1026,22
8	856,4993	2565,551
9	726,2483	2289,261
10	868,3403	2526,081
11	434,1702	1302,51
12	473,6402	1420,921

Tableau 80: Demande international par produits (2024)

## Chapitre 3 : Etude technique

**Totale :**

Mois	Demande P1 (tonnes/mois)	Demande P2 (tonnes/mois)
1	697,3501	2119,944
2	1255,23	3765,69
3	1827,057	5648,536
4	2273,361	6903,766
5	2426,778	7252,441
6	2984,658	9065,551
7	2580,195	3626,22
8	3026,499	9065,551
9	2566,248	8089,261
10	3068,34	8926,081
11	1534,17	4602,51
12	1673,64	5020,921

Tableau 81: Demande totale par produits(2024).

### Couts de production

Produit semi fini : Cpsf.

Produit 1 : Cpp1

Produit 2 : cpp2

Cpsf	Cpp1	Cpp2
2207	7.707	572.4

### Cout de stockage

Matière première : csm1

Produit 1 : csp1

Produit 2 : csp2

Csm1	Csp1	Csp2
10	15	15

### Capacité de stockage

Matière première : Ksm1.

Produit 1 : Ksp1.

Produit 2 : Ksp2.

## Chapitre 3 : Etude technique

Ksm1	Ksp1	Ksp2
80000	4000	2000

### Capacité de production

Produit semi fini : Ksf.

Produit 1 : Kp1

Produit 2 : Kp2

Ksf	Kp1	Kp2
8400	7200	1200

### Le prix d'achat

Matière première : pam1

Produit 1 : pap1

Produit 2 : pap2

Pam1	Pap1	Pap2
17951.3	120000	180000

### Le prix de vente

Prix de vente produit 1 : cvp1

Prix de vente produit 2 : cvp2

Cvp1	Cvp2
113400	172800

Le cout de lancement de système : Cl

Cl	1500
----	------

### Les variables de décision

#### Variable de décision pour les Quantité produit

Quantité produite semi fini : qpsf.

Quantité produite produit 1 : qpp1.

Quantité produite produit 2 : qpp2.

#### Variable de décision pour Les quantités achetées

Quantité acheté matière première : qam1

Quantité acheté produit 1 :qap1

Quantité acheté produit 2 :qap2

## Chapitre 3 : Etude technique

### Variable de décision pour Les quantités stockées

Quantité stocké matière première qsm1

Quantité stocké produit 1 : qsp1

Quantité stocké produit 2 : qsp2

### Variable de décision pour Les quantités vendues

Quantité vendue produit 1 : qvp1

Quantité vendue produit 2 : qvp2

### La fonction objective

$$\sum_{t=0}^{12} dp1(t) * cvp1(t) + dp2(t) * cvp2(t) \\ - (cpsf(t) * qpsf(t) + cpp1(t) * qpp1(t) + p2(t) * qpp2(t) + csm1(t) \\ * qsm1(t) + csp1(t) * qsp1(t) + csp2(t) * qsp2(t) + qam1(t) \\ * pam1(t) + qap1(t) * pap1(t) + qap2(t) * pap2(t) + cl(t) * y(t)).$$

### Les contraintes :

#### Contraintes de stock initial :

$$qsm1(1)=0$$

$$qsp1(1)=0$$

$$qsp2(1)=0$$

#### Contrainte de capacité de stock de matière première :

$$qsm1(t+1) + qam1(t) = qsm1(t) + qpsf(t) / 0.46 \quad \text{Pour } t \neq 1 \quad \forall t=1 \dots 12$$

#### Contraintes de stock de produit 1 :

$$qsp1(t-1) + qpp1(t) + qap1(t) = qsp1(t) + dp1(t) \quad \text{Pour } t > 1 \quad \forall t=1 \dots 12$$

#### Contraintes de stock de produit 2 :

$$qsp2(t-1) + qpp2(t) + qap2(t) = qsp2(t) + dp2(t) \quad \text{Pour } t > 1 \quad \forall t=1 \dots 12$$

#### Contraints d'égalité des quantités produites :

$$qpp1(t) + qpp2(t) - qpsf(t) = 0 \quad \forall t=1 \dots 12.$$

#### Contrainte de lancement de système :

$$qpsf(t) \leq y(t) * 10000 \quad \forall t=1 \dots 12.$$

#### Contrainte d'achat de matière première :

## Chapitre 3 : Etude technique

$$q_{am1}(t)=0 \quad \text{pour } t>3.$$

### Contraintes de capacité de production :

$$q_{psf}(t) \leq K_{sf}(t) \quad \forall t=1 \dots 12$$

$$q_{pp1}(t) \leq K_{p1}(t) \quad \forall t=1 \dots 12$$

$$q_{pp2}(t) \leq K_{p2}(t) \quad \forall t=1 \dots 12$$

### Contraintes des stockages :

$$q_{sm1}(t) \leq K_{sm1}(t) \quad \forall t=1 \dots 12$$

$$q_{sp1}(t) \leq K_{sp1}(t) \quad \forall t=1 \dots 12$$

$$q_{sp2}(t) \leq K_{sp2}(t) \quad \forall t=1 \dots 12$$

### 7.3.1. Modèle mathématique sous le solveur lingo :

Après la simulation par logiciel lingo nous obtenons les résultats suivants :

#### Résultats de l'année 2020 :

	QPSF	Y	QAM1	QSM1	QPP1	DP1	QSP1	QPP2	DP2	QSP1
0	0	0	0	0	0		0	0	0	0
1	10000	1	21739.13	0	731.7073	731,7073	0	9268.293	2195,122	7073.171
2	10000	1	21739.13	0	1280.488	1280,488	0	8719.512	3841,463	11951.22
3	10000	1	173913	152173.9	1890.244	1890,244	0	8109.756	5670,732	14390.24
4	10000	1	0	130434.8	4756.197	2317,073	2439.024	5243.903	6951,22	12682.93
5	10000	1	0	108695.6	0	2439,024	0	10000	7317,073	15365.85
6	10000	1	0	86956.52	3046.780	3048,78	0	6951.22	9146,341	13170.73
7	10000	1	0	65217.39	1219.512	1219,512	0	8780.488	3658,537	18292.68
8	10000	1	0	42478.26	5792.682	3048,78	2743.902	4207.318	9146,341	13353.66
9	10000	1	0	21739.13	0	2743,902	0	10000	8231,707	15121.95
10	10000	1	0	0	6280.488	2987,805	32920683	3719.510	8963,415	9878.049
11	0	0	0	0	0	1585,366	1707.317	0	4756,098	5121.951
12	0	0	0	0	0	1707,317	0	0	5121,951	0

Tableau 82: résultats de planification de production.

### Interprétation des résultats :

D'après les résultats obtenus par la simulation de logiciel lingo on conclut que la meilleure stratégie de planification de production est d'acheter la matière première dans les deux premiers mois, et la quantité restante dans le 3ème mois, aussi ce programme nous a donné

## **Chapitre 3 : Etude technique**

un compromis entre la quantité produite et la quantité stocké afin de minimiser le cout de stockage.

### **8. Conclusion :**

Le travail de cette partie est un plan stratégique sur l'ensemble des phases et des processus de la chaine logistique (la phase de récolte, transport, livraison, stockage, transformation d'alfa en pate a papier et papier,....).

À fin de déterminer les meilleurs technologies selon les capacités de l'investissement de notre projet. En basent sur des méthodes de sélections multicritères pour équilibrer entre la capacité financière et la qualité de nos produits, suivis d'une planification agrégée afin de connaitre notre progression à longue terme.

# Chapitre 4 :

# Management de projet

« Les deux choses les plus importantes n'apparaissent pas au bilan de l'entreprise : sa réputation et ses hommes..... »

**Henry Ford**

## Chapitre 4 : management de projet

### Chapitre 4 : management de projet

#### Partie 01 : installation de projet.

##### 1. Introduction

Dans cette partie on va appliquer les démarches de la gestion de projet sur notre problème de l'installation de l'entreprise de fabrication de pâte à papier et de papier en Algérie.

Le démarche de la gestion ou le management de projet apparaît comme la tendance de l'avenir c'est à dire donne une estimation des dépenses nécessaires dès la réalisation de ce projet (entreprise) dès l'idée de la création jusqu'à l'installation et la mise au marché et de définir les ressources (humain, matières et machines) et la durée totale de projet.

Pour ce chapitre on va proposer un planning de réalisation de notre projet pour but de déterminer le devis estimatif à partir du logiciel de planification (MSP) et aussi respecter la durée provisionnée.

Nous intéressons dans cette partie à déterminer la durée totale de la réalisation de projet, effectuée par un ensemble des ressources, car le coût de projet est relié directement à ses ressources.

##### 2. Projet :

###### 2.1. Définition de projet:

Un projet est un ensemble d'étapes et d'activités coordonnées ayant pour objectif de répondre à un besoin exprimé par un client dans un délai imparti et un coût estimé au préalable. [21]

« UN projet est un processus unique qui consiste en un **ensemble d'activités coordonnées** et maîtrisées, comportant des dates de début et de fin, entrepris dans le but d'atteindre un **objectif** conforme à des exigences spécifiques, incluant des **contraintes** de délais, de coûts et de ressources ». Définition de l'Organisation Mondiale Normalisation selon la norme ISO 10006 (version 2003)



Figure 41 : Les contraintes de projet.

## Chapitre 4 : management de projet

### 2.2. Les contraintes de projet

#### 2.2.1. Contraintes de délais

Fenêtre temporelle à l'intérieur de laquelle le projet doit être réalisé

#### 2.2.2. Contraintes de coûts

Budget pour réaliser le projet Soit une Contrainte de rentabilité Ou bien une Contrainte pour l'équilibre financier de l'entreprise

#### 2.2.3. Contraintes de qualité

C'est une Contraintes fortes, l'entreprise un doit être respecté certaines règles pour avoir un projet conforme.

#### 2.2.4. Le cycle de vie de projet

Pour bien organiser un projet il faut d'abord découpé en quatre phases :



Figure 42: Le cycle de vie de projet.

Chaque projet a des contraintes spécifiques au but de réaliser leur objectif dans les bons conditions ces contraintes combine cinq aspects :

- Fonctionnel (Répondre à un besoin)
- Technique (Respect des spécifications)
- Délai (Respect des échéances)
- Organisationnel (Respect d'un mode de fonctionnement)
- Coût (respect du budget)

## Chapitre 4 : management de projet

### 3. La gestion de projet :

La gestion de projet ou bien le management de projet est l'utilisation de techniques, d'outils, connaissances et compétences dans le but de satisfaire les exigences et les attentes des différentes parties prenantes.

Il permet d'intégrer et combiner entre les différentes activités de projet de chaque étape.

Les différentes étapes de la gestion de projet sont les suivantes :

#### 1) L'organisation

Organisation structurelle, des flux d'informations, des acteurs et des supports de communications.

#### 2) La planification

Estimation des coûts et des délais

#### 3) La coordination

Entre les différents acteurs du projet, responsables, exécutants, ...

#### 4) Le pilotage

Organisation du déroulement du projet, découpage en activités. Suivi du déroulement, gestion des ressources.

#### 5) La surveillance

Contrôle des coûts, des délais et de la qualité.

L'étude détaillée des activités de projet est conduite à la meilleure estimation des durées et des coûts réaux d'installation.

Le but de l'utilisation de gestion de projet dans cette partie est de calculer la prévision de délais et de coûts réalistes.

Notre projet doit se terminer hors délais Et ne dépassent pas les budgets prévus.

Pour cela on va déterminer les choses suivant Estimer le temps nécessaire à l'accomplissement de chaque tâches et besoins en ressources humaines et matérielles.

#### 3.1. WBS:

Est une décomposition hiérarchique et incrémentielle du projet en phases, livrables et lots de travaux. C'est une structure arborescente , qui montre une subdivision de l'effort requis pour atteindre un objectif ; par exemple, un programme , un projet et un contrat . Dans un projet ou

## **Chapitre 4 : management de projet**

un contrat, la structure de répartition du travail est développée en commençant par l'objectif final, puis en le subdivisant en composants gérables en termes de taille, de durée et de responsabilités (par exemple, systèmes, sous-systèmes, composants, tâches, sous-tâches et travaux). Forfaits) qui comprennent toutes les étapes nécessaires à la réalisation de l'objectif. [22].

### **3.1.1. Les avantages de la décomposition de projet (WBS)**

Le but de la décomposition de projet est :

Définir le Tableau des tâches

Estimation des coûts

Estimation des durées

Ordonnancement des tâches

Affectation des ressources

Réduit le projet en lots de travail (Work packages)

Pouvant être budgétés, planifiés, contrôlés individuellement.

### **3.2. La notion d'activité et de tâches.**

#### **3.2.1. L'activité**

Est l'élément de travail effectué dans le projet. Cette élément doit être réalisé dans une durée et par un budget, avec un ensemble des ressources (humaine, matériel, énergie ...)

#### **3.2.2. La tâche :**

Une tâche est une entité élémentaire de travail dont la réalisation de cette tâche est caractérisée par une durée et par une intensité avec laquelle elle consomme certains moyens ou ressources.

#### **3.2.3. Les relations des tâches :**

##### **1) Fin-Début**

La tâche 02 ne peut débiter que lorsque la tâche 01 est terminée.

## Chapitre 4 : management de projet

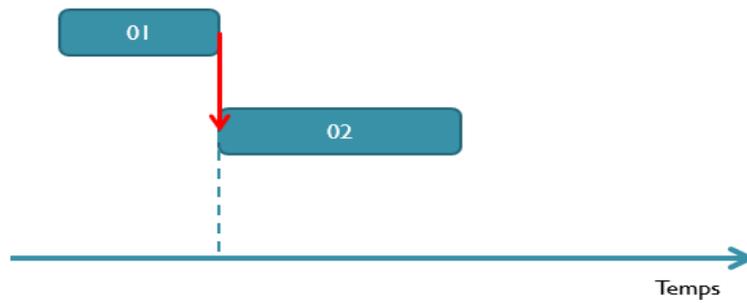


Figure 43: relation fin début.

### 2) Début-Fin

La tâche 02 ne peut se terminer que lorsque la tâche 01 est commencée.

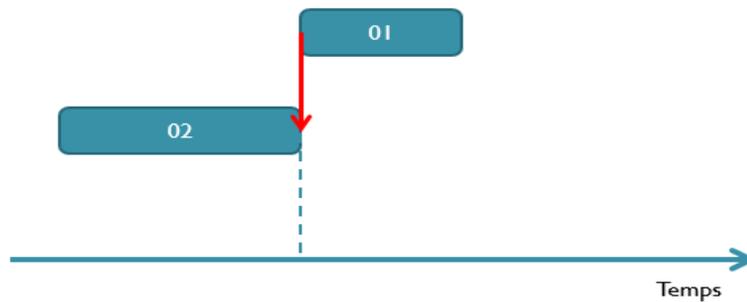


Figure 44: relation début fin.

### 3) Début-Début

La tâche 02 ne peut débuter que lorsque la tâche 01 est commencée.

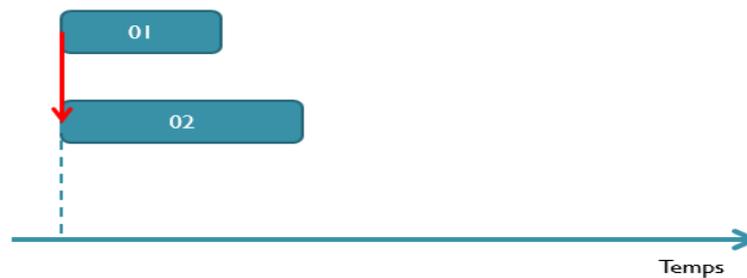


Figure 45: relation début.

### 4) Fin-Fin

La tâche 02 ne peut se terminer que lorsque la tâche 01 est terminée

## Chapitre 4 : management de projet

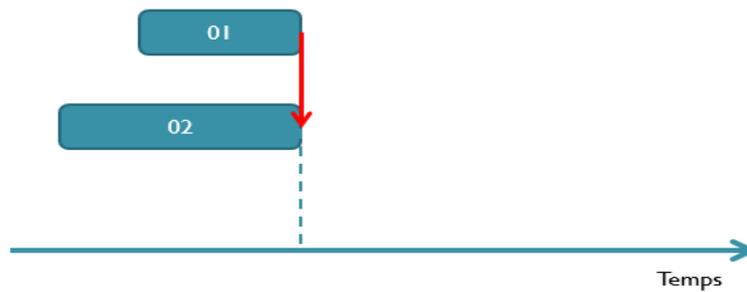


Figure 46: relation fin.

### 5) Marge totale :

Présenté la plage du temps dont la tâche peut être avancée ou retardée sans modifier la durée totale du projet.

**Marge totale (début) = Date début au plus tard – Date début au plus tôt.**

**Marge totale (Fin) = Date fin au plus tard – Date fin au plus tôt.**

### 6) Marge libre :

Présenté la plage de temps dont la tâche peut être avancée ou retardée sans déplacer aucune autre tâche du projet.

**Marge libre = Date début au plus tôt (tâche suivante) – Date fin au plus tôt**

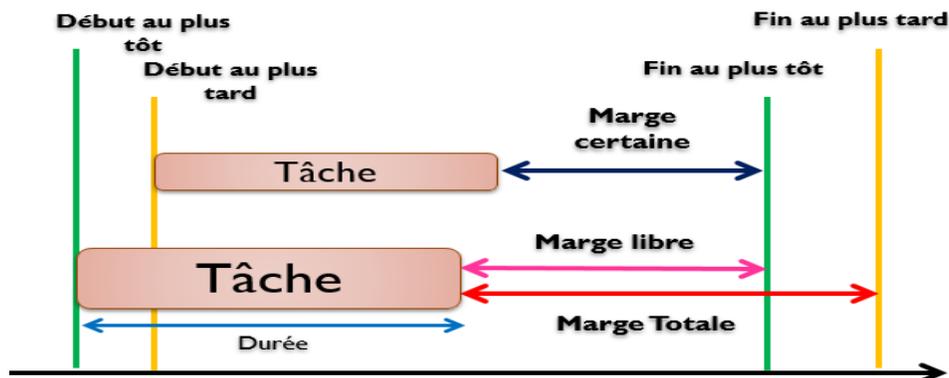


Figure 47: Représentation des tâches.

### 3. Les ressources :

Il est représenté tous les intervenues affectées pour réaliser chaque tâche

**Humaines** : comme les ingénieurs, les techniciens, les mains ouvre etc.

**Matérielles** : comme les camions les grues etc.

**Financières** : représente le Budget ou coût. [23]

## Chapitre 4 : management de projet

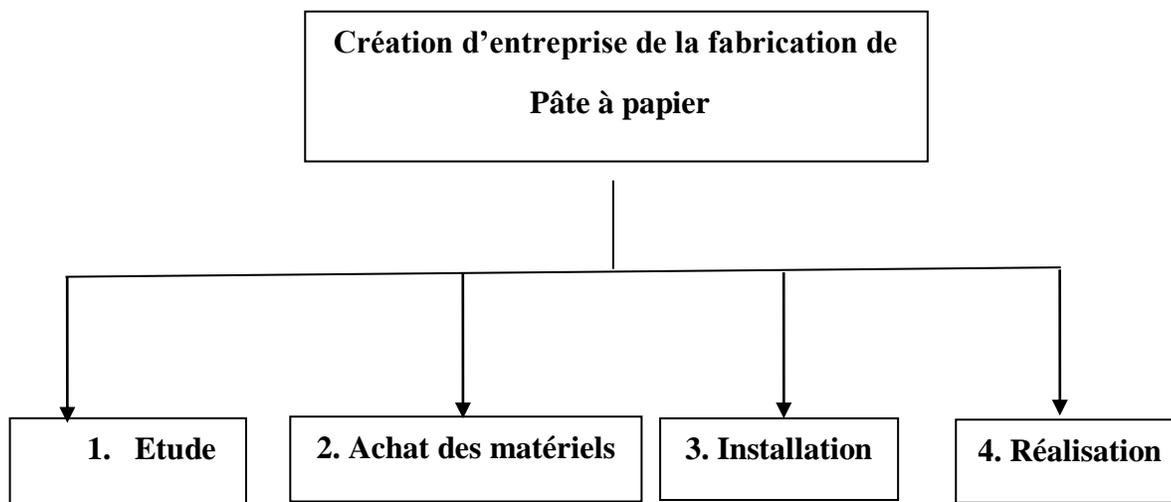
### 4. Description du projet :

Nous souhaitons de créer une unité de production de la pâte à papier de bonne qualité à la base de la plante d'alfa à travers d'un processus bien déterminé.

Dans cette partie dans le but d'acquérir un savoir-faire récent .on va estimer tous les moyennes et les équipements nécessaires à la réalisation de ce projet.

Pour cela nous dispose cette étude technique pour avoir l'état du marché local et même de l'importation, ainsi que la disponibilité de la matière première qui est largement suffisante. Les infrastructures nécessaires sont également disponibles (énergies, eau, routes, télécommunications), de même qu'une main d'œuvre qualifiée pouvant assurer un bon fonctionnement et la gestion du produit. Dans le but de la satisfaction local de notre besoin de papier et même, démineur le taux de chômage et bien sûr gagne des bénéfices.

#### 4.2. WBS de notre projet :



#### I. Etude

1. Le choix des zones fournisseurs
2. Le choix processus de fabrication
  - A. Définir les machines
  - B. Choix des fournisseurs des machines
    - Les dimensions des machines et équipements
    - Les couts des machines et équipements
3. Le choix des machines de récolte
4. Le choix stratégique de site
  - A. Choix de site

## Chapitre 4 : management de projet

- B. Conception d'usine
  - Structure d'usine
  - Etude génie civil
- a) Traitement de bâtiments
  - Définir les quantités des produits pour la construction
  - Définir les meilleurs matériaux
  - Le choix de meilleur fournisseur
- C. Approbation
  - Dossier graphique
- 5. Le choix des moyennes de transport

### II. Achat des matériels et équipements

1. La commande
2. Fourniture
3. Essai

### III. Installation de chantier

1. Achat de terrain
2. Décapage
3. Mobilisation
4. La clôture
5. Construction
- b) Atelier de production
  1. Reçoit les équipements
  2. Lancer l'installation
    - a. Construire la base de site
    - b. Montage les canalisations des sanitaire
    - c. Montages les équipements
      1. Chaudière
      2. Déchiqueteuse
      3. Lessiveuse de cuisson
      4. Lessiveuse de blanchiment
      5. Machine de mise en feuille
      6. Séchoir
      7. Coupeuse
      8. Presse
      9. Emballeuse
      10. Machine de mise en roulant
      11. Les tapis roulants
      12. Alimentation des machines aux tuyaux d'eau
      13. Montage Des murs

## Chapitre 4 : management de projet

- 14. Montage De plafond
- 15. Alimentation des câbles d'électricité
- d. Espace de stockage PF
  - 1. Coffrage 1
  - 2. Ferrailage1
  - 3. Béton
  - 4. Coffrage 2
  - 5. Ferrailage2
  - 6. Maçonnerie
- e. Département administrative
- f. Terrassement
- g. Infrastructure
  - o Coffrage 1
  - o Ferrailage1
  - o Béton
- h. Super structure
  - o Coffrage 2
  - o Ferrailage2
- i. Finition
  - o Lot électricité
  - o Lot plomberie et sanitaire
  - o Maçonnerie
  - o Revêtement
  - o L'enduit

Après la subdivision des taches on doit relier chaque tache avec ses ressources soit matérielles soit humaines. Donc on a besoin de

- Ressources humaines

-Ressources matérielles : (engins et produits).

### 4.3. Ressources humaines :

Ressource humain	Le nombre
Ingénieure logistique	2
Ingénieure de mécanique	2
Ingénieure de génie civile	2
Architecte	2
Chef de projet	1
Chauffeur	6
Main d'ouvre	20
Maçons	4

## Chapitre 4 : management de projet

Mécanicien	2
Electricien	2
Soudeuse	2
Plombier	2
Peintre	4

Tableau 83: identification des ressources humaines nécessaires.

Dans notre projet on a définie l'ensemble des ressources humaines nécessaires pour affecter tous les taches de projet :

### 4.4. les ressources matérielles :

Il existe deux formes de ressources matérielles :

#### 4.4.1. Les ressources matérielles engins :

Le nombre de ressource matérielle et le type d'engin affecté pour réaliser une tache :

Resource	Nombre
<b>Palle hydraulique</b>	1
<b>Camions</b>	3
<b>Malaxeur</b>	1
<b>Pompe à béton</b>	1
<b>Chalumeau</b>	4
<b>Grue</b>	5
<b>Escalier</b>	4
<b>Soudeuse</b>	4

Tableau 84: identification des ressources matérielles nécessaires.

#### 4.4.2. Les ressources matérielles produites consommable :

Le type des ressources produit utilise pour réaliser une taches dans notre projet les ressource consommable sont :

## Chapitre 4 : management de projet

Produit	Cout unitaire
Acier	90000da/t
Béton	53410.45 da/m <sup>3</sup>
Brique	20 da /u
Tuyaux T1 (110mm)	950da/6m
Chaudière	1224000 da
Déchiqteuse	1080000 da *2
lessiveuse 1	180000 da
lessiveuse 2	180000 da
Machine de mise en feuille	36000000 da
Séchoir	1800000 da
Coupeuse	720000 da
Presse	270000 da
Emballeuse	3600000 da
Machine de mise en roulant	162 000 000 da
Tapis roulant	65000 da
Tuyaux d'eau T2	250 da/m
Feuilles d'acier T1	900 da/m
Les vise (vise bardage)	5 da/u
Feuilles d'acier T1 (zy227)	720 da/m
Câbles d'électricité T1	1200 da /m
Plaquette d'acier T2	720 da/m
Ciment	9000 da /t
Câble d'électricité T2	140 da/m 160 da/m
Prise	100 da/u
Interrupteur	250 da/u 300da/u
Disjoncteur	1700da/u 2600da/u
Tuyaux T3	150 da/m
Robinet	600 da/u

## Chapitre 4 : management de projet

Peinture	8000da/18kg 216m <sup>2</sup>
Carrelage	400 da/m <sup>2</sup>
Sable	480da/t

Tableau 85: identification des ressources consommables nécessaires.

### 4.5. Affectation matière tâches

Les tâches	MATIERE	Quantité
Construire la base de site	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acier</li> <li>• béton</li> <li>• brique</li> </ul>	252 kg 860 m 63m (1449 u)
Montage les canalisations des sanitaire	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tuyaux</li> </ul>	40 m
CH	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chaudière</li> </ul>	1
D	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Déchiqteuse</li> </ul>	2
C	<ul style="list-style-type: none"> <li>• lessiveuse 1</li> </ul>	1
B	<ul style="list-style-type: none"> <li>• lessiveuse 2</li> </ul>	1
MF	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Machine de mise en feuille</li> </ul>	1
S	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Séchoir</li> </ul>	1
CP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coupeuse</li> </ul>	1
PS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presse</li> </ul>	1
Em	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emballeuse</li> </ul>	1
WR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Machine de mise en roulant</li> </ul>	1
Tapis roulants	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tapis roulants</li> </ul>	7
Alimentation des machines aux tuyaux d'eau	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tuyaux d'eau</li> </ul>	60 m
Montage Des murs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Feuilles d'acier</li> <li>• Les vise</li> </ul>	15000 m
Montage De plafond	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Feuilles d'acier</li> <li>• les vise</li> </ul>	850 m

## Chapitre 4 : management de projet

Alimentation des câbles d'électricité	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Câbles d'électricité</li> </ul>	223m (2*6mm)
Espace de stockage M1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plaquette d'acier</li> </ul>	74800 m3
Coffrage 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acier</li> <li>• béton T1</li> <li>• briques</li> </ul>	60 kg 0.2*16 120 u
Ferraillage1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• acier</li> </ul>	16*0.5 kg 16*0.5m3
Béton	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Béton</li> </ul>	300m2
Coffrage 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brique</li> <li>• acier</li> <li>• béton</li> </ul>	240 m 2 24*0.4 kg 24*0.4 m3
Ferraillage2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acier</li> <li>• béton</li> </ul>	300 m2 300 m2
Maçonnerie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brique</li> <li>• Ciment</li> </ul>	1260 u 214.2 kg
Terrassement	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pelles hydraulique</li> <li>• camion</li> </ul>	
Coffrage 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acier</li> <li>• béton T1</li> <li>• briques</li> </ul>	30 kg 0.4*16 110 u
Ferraillage1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• acier</li> </ul>	16*50*2 kg 16*0.5*2 m3
Béton	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brique</li> <li>• acier</li> <li>• béton</li> </ul>	240*2 m 2 300 *2 m2 300 *2 m2
Coffrage 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brique</li> <li>• acier</li> <li>• béton</li> </ul>	240*2 m 2 24*40 *2 kg 24*0.4 *2 m3
Ferraillage2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acier</li> <li>• béton</li> </ul>	300 *2 m2 300 *2 m2
Lot électricité	<ul style="list-style-type: none"> <li>• câble</li> <li>• prise</li> <li>• interrupteur</li> <li>• disjoncteur</li> </ul>	180 m 40 u 30 u 2 u
Lot plomberie et sanitaire	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tuyaux</li> <li>• Robinet</li> </ul>	80 m 6 u

## Chapitre 4 : management de projet

Maçonnerie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brique</li> <li>• béton</li> </ul>	510 m2 358 kg
Revêtement	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ciment</li> <li>• sable</li> </ul>	1425m2*1kg 1425m2*2kg
L'enduit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carrelage</li> <li>• peinture</li> </ul>	500m2 1425m2*1L

Tableau 86: affectation des matières aux tâches convenable.

### 4.6. Affectation ressources tâches

Les tâches	Ressource	Nombre
Choix des zones fournisseurs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingénieure logistique</li> </ul>	2
CH.M&Eq	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingénieure de mécanique</li> </ul>	1
CH.F.M&Eq	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingénieure de technique</li> </ul>	1
Dimensionnement des M&Eq	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingénieure de technique</li> </ul>	1
FM1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingénieure de génie civil</li> </ul>	2
QM1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingénieure de génie civil</li> </ul>	2
CHM1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingénieure de génie civil</li> </ul>	2
Conception et structure d'usine	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Architecte</li> </ul>	2
Choix des moyennes de transport	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingénieure logistique</li> </ul>	2
La commande	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chef de projet</li> </ul>	1
Essai	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingénieure de technique</li> </ul>	1
Achat de terrain	<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>	
Décapage	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Palle hydraulique</li> <li>• Chauffeur</li> </ul>	1 1
Mobilisation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Camions</li> <li>• Chauffeur</li> </ul>	2 2
Clôture	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Palle hydraulique</li> <li>• Chauffeur</li> </ul>	1 1
Reçoit les machines et les Eq	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Main œuvre</li> </ul>	6
Construire la base de site	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Malaxeur</li> <li>• Pompe à béton</li> <li>• maçons</li> <li>• Main œuvre</li> </ul>	1 1 2 4

## Chapitre 4 : management de projet

Montage les canalisations des sanitaire	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Main œuvre</li> <li>• Chalumeau</li> </ul>	4 4
CH	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mécanicien</li> <li>• Electricien</li> <li>• Grue</li> </ul>	2 2 1
D	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mécanicien</li> <li>• Electricien</li> <li>• Grue</li> </ul>	2 2 1
C	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Main œuvre</li> <li>• Grue</li> <li>• Escalier</li> <li>• Soudeuse</li> <li>• Soudeur</li> </ul>	15 1 4 4 4
B	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Main œuvre</li> <li>• Grue</li> <li>• Escalier</li> <li>• Soudeuse</li> <li>• Soudeur</li> </ul>	15 1 4 4 4
MF	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mécanicien</li> <li>• Electricien</li> <li>• Main oeuvre</li> <li>• Grue</li> <li>• Escalier</li> </ul>	2 2 4 1 1
S	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mécanicien</li> <li>• Electricien</li> <li>• Grue</li> </ul>	2 2 1
CP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mécanicien</li> <li>• Electricien</li> <li>• Grue</li> </ul>	2 2 1
PS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mécanicien</li> <li>• Electricien</li> <li>• Grue</li> </ul>	2 2 1
Em	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mécanicien</li> <li>• Electricien</li> <li>• Grue</li> </ul>	2 2 1
MR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mécanicien</li> <li>• Electricien</li> <li>• Main oeuvre</li> <li>• Grue</li> <li>• Escalier</li> </ul>	2 2 4 1 1
Tapis roulants	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mécanicien</li> <li>• Electricien</li> <li>• Main œuvre</li> </ul>	1 1 1

## Chapitre 4 : management de projet

Alimentation des machines aux tuyaux d'eau	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soudeuse</li> <li>• Soudeur</li> <li>• Grue</li> </ul>	2 1 1
Montage Des murs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grue</li> <li>• Escalier</li> <li>• Main œuvre</li> </ul>	1 1 8
Montage De plafond	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grue</li> <li>• Escalier</li> <li>• Main œuvre</li> </ul>	1 1 6
Alimentation des câbles d'électricité	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Electriciens</li> </ul>	2
Espace de stockage M1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Main œuvre</li> <li>• Soudeuse</li> <li>• Soudeur</li> </ul>	2 2 2
Coffrage 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• maçons</li> </ul>	2
Ferraillage1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Main œuvre</li> <li>• maçons</li> </ul>	3 2
Béton	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Main œuvre</li> </ul>	3
Coffrage 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• maçons</li> </ul>	2
Ferraillage2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Main ouvre</li> <li>• maçons</li> </ul>	3 2
Maçonnerie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• maçon</li> </ul>	2
Terrassement	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pelle hydraulique</li> <li>• camions</li> </ul>	1 2
Coffrage 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• maçons</li> </ul>	2
Ferraillage1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Main œuvre</li> <li>• maçons</li> </ul>	3 2
Béton	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Main œuvre</li> </ul>	3
Coffrage 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• maçons</li> </ul>	2
Ferraillage2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Main ouvre</li> <li>• maçons</li> </ul>	3 2
Lot électricité	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Electriciens</li> </ul>	1
Lot plomberie et sanitaire	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plombier</li> </ul>	2
Maçonnerie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maçon</li> </ul>	2
Revêtement	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maçon</li> <li>• Main d'ouvre</li> </ul>	2 4

## Chapitre 4 : management de projet

L'enduit	• Peintre	4
	• Main œuvre	2

Tableau 87: affectation des ressources.

### 4.7. Les couts unitaires des ressources type produit

#### 4.7.1. Liste des durées

Les taches	La quantité globale	La cadence U/J	Durée	cout
Choix des zones fournisseurs	/	/	3 MOIS	/
CH.M&Eq			2 MOIS	/
CH.F.M&Eq			2 MOIS	/
Dimensionnement des M&Eq			15 JOURS	/
Choix des moyens des récoltes			1 MOIS	/
FM1			20 JOURS	/
QM1			3 MOIS	/
CHM1	/	/	1 semaine	/
Conception et structure d'usine	/	/	4 MOIS	/
Dossier graphique	/	/	2 MOIS	/
Choix des moyennes de transport	/	/	1 SEMAINE	/
La commande	/	/	20 JOURS	/
Fourniture	/	/	7 j	/
Essai	/	/	1 M	/
Achat de terrain	3 he	/	15 j	60.000.000da
Décapage	300 t 187.5m <sup>3</sup>	4 t /h 2.5m <sup>3</sup> /h 500da/h	75 h	93.750 da
Mobilisation	5104 t	80t / h 500/h	32 h	31.900 da

## Chapitre 4 : management de projet

Clôture	485 m <sup>3</sup>	16 m <sup>3</sup> /h	31 h	31.000 da
Reçoit les équipements	/	1000 da/j	15 jours	150.000 da
Construire la base d'atelier	Acier = 252 KG Brique=63 m <sup>2</sup> +1449 U Béton =860 m <sup>2</sup>	20 KG//H 20U//H 860 m <sup>2</sup> /j	6 j	100000 da
Assainissement	Tuyaux	40 m	4j	65.000 da
CH	4.03*2.01*2.2 1	/	1 jour	12000 da
D	5.5*2.1*2.9	/	1 jour	8000 da
C	R=8.795 H=606 V=1603m	/	4 jours	30000 da
B	R=8.795 H=606 V=1603m	/	4 jours	30000 da
MF	20*5*10	/	4 mois	50000 da
S	10*5*3	/	3 jours	6000 da
CP	2.98*2.3*2.5	/	2 jours	4000 da
PS	0.8*0.4*0.8	/	1 jour	2.000 da
Em	1.8*1.8*2...2	/	3 jours	7.000 da
MR	12*4.5*4	/	3 mois	40.000 da
Tapis roulants	7	/	4 j	10.000 da
Alimentation des machines aux tuyaux d'eau	60 m	/	5j	10.000 da

## Chapitre 4 : management de projet

Montage Des murs	1500 m <sup>2</sup>	100 m <sup>2</sup> /j	15 jours	15.000 da
Montage De plafond	850 m <sup>2</sup>	85 m <sup>2</sup> /j	10 jours	10.000 da
Alimentation des câbles d'électricité	223 m (2*6 mm) <sup>2</sup>	/	20 jours	60.000 da
Espace de stockage M1	74800 m <sup>3</sup>	1000 m <sup>3</sup> /j	2 mois	40.000 da
Coffrage 1	16	2/j	8 j	120.000
Ferrailage1	30	5/j	6 j	36.00
Béton	300 m <sup>2</sup>	/	1j	480.000 da
Coffrage 2	12	2/j	6j	96.000 da
Ferrailage2	24	5/j	5j	264.000 da
Maçonnerie	1260 m <sup>2</sup> briques + 214.2 kg Ci-ment	30 m <sup>2</sup> /j	42j	1.890.000 da
Terrassement	300m <sup>2</sup>	40t/h	10 j	314.410 da
Coffrage 1	16	2/j	8 j	120.000
Ferrailage 1	30	5/j	6 j	36.00
Béton	300 m <sup>2</sup>	//	1j	480.000 da
Coffrage 2	32	2/j	16j	480.000
Ferrailage 2	90	5/j	18j	2.700.000
Maçonnerie	510 m <sup>2</sup> 358 m <sup>2</sup>	30 m <sup>2</sup> /j	29 j	868.000 da
LOT électricité	180 m 40 u 30 u 2 u	/	8j	36.000 10.000
Lot plomberie et sanitaire	80 m	20m/j	4j	100.000 da
Revêtement	250 m <sup>2</sup>	20m <sup>2</sup> /j	13j	150.000 da
L'enduit	1425 m <sup>2</sup>	50 m <sup>2</sup> /j	28.5 j	641.250da

Tableau 88: Les couts unitaires des ressources type produit.

## Chapitre 4 : management de projet

### 4.7.2. Les cout des Matières

MATIERE	Cout unitaire
Acier	90000da/t
béton	53410.45 da/m3
Brique	20 da /u
Tuyaux T1(110mm)	950da/6m
Chaudière	1224000 da
Déchiqteuse	1080000 da *2
lessiveuse 1	180000 da
lessiveuse 2	180000 da
Machine de mise en feuille	36000000 da
Séchoir	1800000 da
Coupeuse	720000 da
Presse	270000 da
Emballeuse	3600000 da
Machine de mise en roulant	162 000 000 da
Tapis roulant	65000 da
Tuyaux d'eau T2	150 da/m
Les vise(vise bardage)	5da/u
Feuilles d'acier T1 (zy227)	720 da m
Câbles d'électricité T1	160 da/m
Plaquette d'acier T2	720 da /m
Ciment	9000 da /t
Câble d'électricité T2	140 da/m 160 da/m
prise	100 da/u
interrupteur	250 da/u 300da/u
disjoncteur	1700da/u 2600da/u
Tuyaux T3	150da/m
Robinet	600 da/u
Peinture	8000da/18kg 216m2

## Chapitre 4 : management de projet

Carrelage	400 da/m <sup>2</sup>
Sable	480da/t

Tableau 89:Les couts des Matières.

### 4.8. Liste des relations entre les tâches.

Les taches	Le code	Prédécesseur
Choix des zones four-nisseurs	A	/
CH.M&Eq	B	/
CH.F.M&Eq	C	B
Dimensionnement des M&Eq	D	B
Choix des moyens des récoltes	E	A
FM1	F	D
QM1	G	F
Conception et struc-ture d'usine	H	G
Approbation		
Dossier graphique	I	H
Choix des moyennes de transport	J	/
La commande	K	I, H
Fourniture	L	K
Essai	M	L
Achat de terrain	N	D
Décapage	O	N
Mobilisation	P	O
Clôture	Q	P
Reçoit les machines et les Eq	R	P
Construire la base de site	S	Q, R
Montage les canalisa-tions des sanitaire	T	P
CH	U	R
D	V	R
C	W	R
B	X	R
MF	Y	R

## Chapitre 4 : management de projet

S	Z	R
CP	A2	R
PS	B2	R
Em	C2	R
MR	D2	R
Tapis roulant	D3	R, V, W, X, Z, A2, B2, C2, D2
Alimentation des machines aux tuyaux d'eau	E2	W, X, Y, D2
Montage Des murs	F2	E2
Montage De plafond	G2	E2
Alimentation des câbles d'électricité	H2	G2
Espace de stockage M1	H3	Q, R
Coffrage 1	I2	Q
Ferraillage1	J2	I2
Béton	K2	J2
Coffrage 2	L2	K2
Ferraillage2	M2	L2
Maçonnerie	N2	M2
Terrassement	O2	Q
Coffrage 1	P2	O2
Ferraillage1	Q2	P2
Béton	R2	Q2
Coffrage 2	S2	R2
Ferraillage2	T2	S2
Maçonnerie	U2	T2
Revêtement	V2	U2
L'enduit	W2	V2

Tableau 90:les relations entre les taches.

## Chapitre 4 : management de projet

### 4.9. Interprétation des résultats obtenus par le logiciel MSP :

A l'aide du logiciel (MSP) nous obtenons les résultats suivants :

La durée totale de l'installation de notre site de production est 18 mois .83 mois jours et le coût total est de **723 032 795.85da**.

	→	↳ création de projet	18,83 mois	Lun 20/05/19	Mar 21/06/22
	→	↳ étude	13,15 mois	Lun 20/05/19	Mer 14/07/21
	→	CH ZF	3 mois	Lun 20/05/19	Mer 13/11/19
	→	CH MR	1 mois	Mar 10/12/19	Lun 10/02/20
	→	CH MT	1 sm	Lun 10/02/20	Lun 24/02/20
	→	↳ CH SS	10,08 mois	Mar 19/11/19	Mer 14/07/21
	→	↳ conception	8,08 mois	Mar 19/11/19	Mer 17/03/21
	→	↳ Etude GC	4,08 mois	Mar 19/11/19	Lun 20/07/20
	→	↳ TB	4,08 mois	Mar 19/11/19	Lun 20/07/20
	→	QM1	3 mois	Mar 19/11/19	Jeu 14/05/20
	→	FM1	20 jours	Jeu 14/05/20	Lun 06/07/20
	→	CHM1	1 sm	Lun 06/07/20	Lun 20/07/20
	→	structure d'usine	4 mois	Mar 21/07/20	Mer 17/03/21

Figure 48: la durée totale de projet.

Noms ressources	Coût
	<b>723 032 795,85DZD.</b>

Figure 49: le coût total de projet

## Chapitre 4 : management de projet

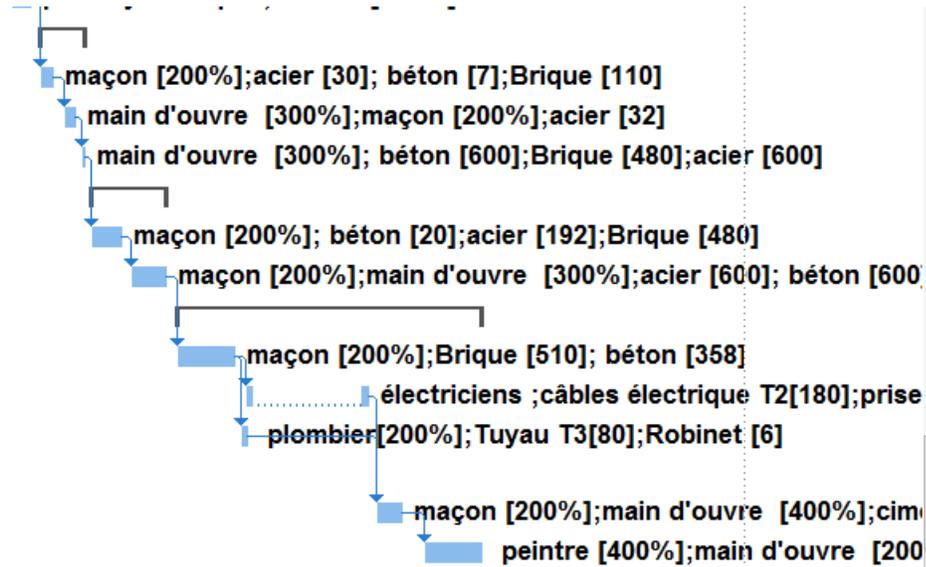


Figure 50: Diagramme de gant.

### Partie02 : Etude organisationnelle et institutionnelle

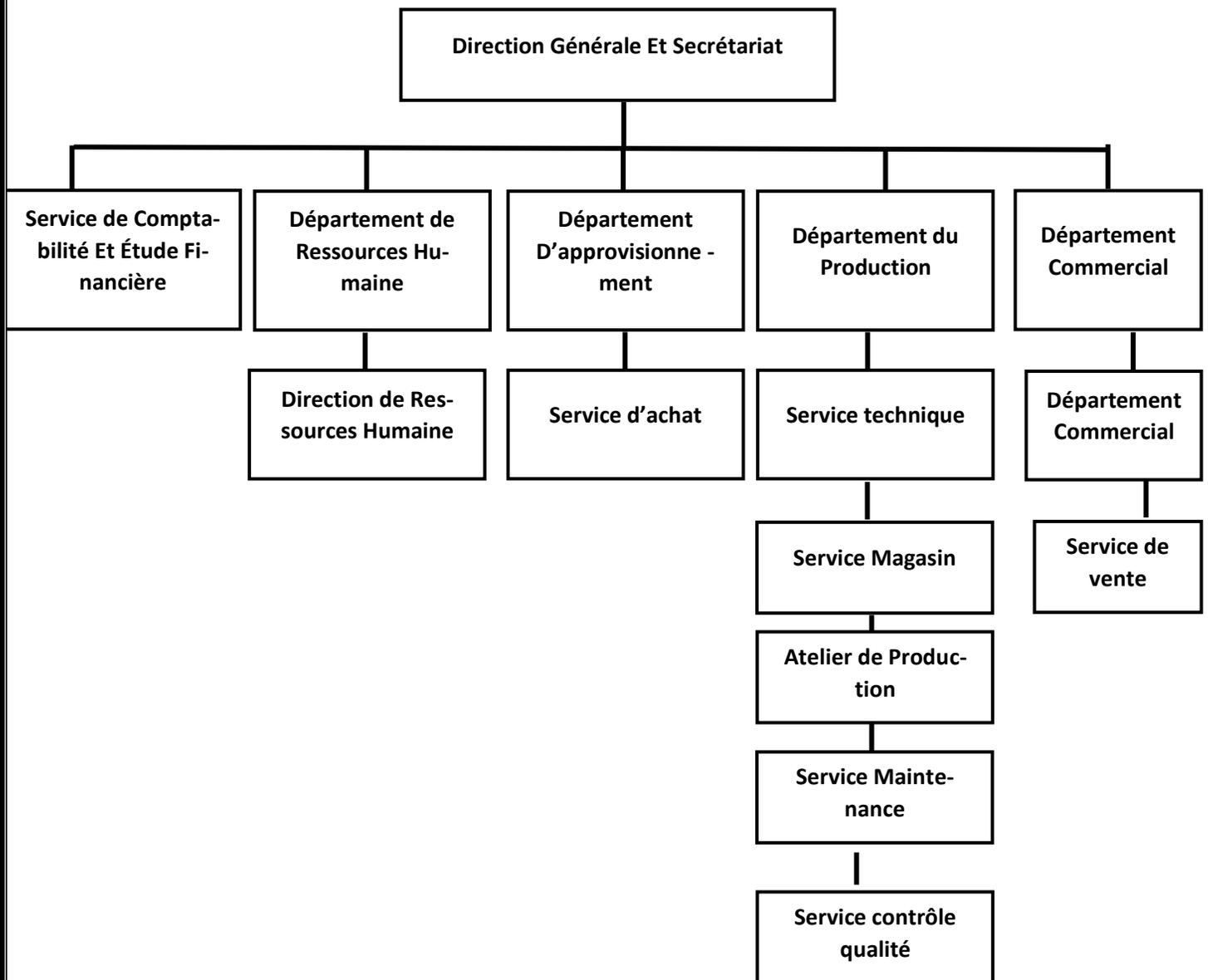
Pour l'objectif de la pérennité et de l'amélioration de notre entreprise, il faut une structure détaillée sur les différents services et départements importantes dans l'entreprise d'une façon hiérarchique ce qui est nommé l'organigramme de l'entreprise qui est l'identité et la référence principale de l'entreprise et qui donne à chaque personne son statut et ses responsabilités afin d'éviter le risque que notre entreprise face à des problèmes judiciaires.

Cette partie contient deux grandes sections :

#### 1. Etude organisationnelle :

L'objectif de cette étude est de structurer les différents départements de notre entreprise d'une façon administrative, voici notre organigramme :

## Chapitre 4 : management de projet



L'organigramme de l'usine de transformation d'alfa en pâte à papier et papier.

Chaque département dans cette entreprise complète les autres départements, et parmi les départements les plus importants dans notre entreprise on a :

### 1.1.Département du Production :

Cette département est le cœur de notre entreprise car elle est le responsable de l'ensemble des activités de la conception, la planification, l'ordonnancement, la gestion des ressources (matériel, financière et humain).L'objectif de ce département est d'améliorer de façon conti-

## **Chapitre 4 : management de projet**

nue la gestion des flux de la fabrication et de stocks pour identifier les différents processus de fabrication à fin d'organiser le démarrage de la chaîne de production.

### **1.2.Département D'approvisionnement :**

Le rôle de ce département est la liaison entre la fourniture de matière première (l'alfa) à notre société à l'aide de service d'achat, le processus de fabrication, la distribution de produits finis au consommateur par un réseau de distributeurs et de détaillants afin de construire une chaîne d'approvisionnement performante.

La bonne gestion est contrôle de cette chaîne nous a permis de maximiser notre gain, assurer notre qualité et minimiser les stocks et les différents coûts.

### **1.3.Département Commercial :**

Cette département a pour l'objectif de donner une place stratégique dans le marché à notre société de fabrication de papier et pâte à papier grâce à un ensemble des activités qui sert à savoir les différentes attentes et les désirs des clients comme :

Les salons d'expositions pour présenter nos produits et montrer ces qualités, Les publicités, les promotions, les offres,....

Les départements restent sont responsable sur le contrôle des matières premières, les produits finis, le cycle de fabrication, la maintenance, la sécurité,....afin de donner une structure rigide qui assure la continuité et le développement de notre entreprise.

## **2. Etude institutionnelle :**

Le choix de statut juridique de l'entreprise est très intéressant car il nous permet de déterminer les différents statuts et procédures administratifs d'une façon légale.

Parmi les statuts juridiques en Algérie adaptable à notre entreprise de fabrication de papier et pâte à papier on a SARL et SPA :

### **2.1.La société par actions (SPA) :**

La société par actions est régie par les articles 592 et suivants du Code de commerce, qui la définit comme « la société dont le capital est divisé en actions et qui est constituée entre des actionnaires qui ne supportent les pertes qu'à concurrence de leurs apports ». En Algérie la société par action existe sur deux formes ; Elle peut être constituée en faisant publiquement appel à l'épargne et dans ce cas le capital social ne peut être inférieur à 5000000 DZD. Celle sans appel public à l'épargne et dans ce cas le capital peut être de 1000000 DZD. [15]

La société par action est dirigée par un conseil d'administration qui désigne un président et un directeur générale ; ou un président directeur générale ; Le directeur générale n'a pas nécessairement la qualité de commerçant et peut être salarié. Le président et le directeur général pouvant être étranger.

## Chapitre 4 : management de projet

- Les actions confèrent à l'actionnaire des droits pécuniaires et des droits sociaux.
- Les droits pécuniaires permettent à chaque actionnaire de recevoir sa quote-part des bénéfices dont la société déciderait la distribution sous forme de dividendes, ainsi que le cas échéant sa quote-part du patrimoine de la société en cas de dissolution avec répartition des actifs restants après paiement des dettes.
- Les droits sociaux donnent à l'actionnaire le droit de participer aux décisions de l'assemblée générale de la société, notamment l'élection des membres du conseil d'administration (ou dans certains cas le « conseil de surveillance »), la distribution de dividendes ou encore toute décision relative à la société ne faisant pas partie de la gestion journalière laissée à l'appréciation du conseil d'administration.

Les avantages	Les inconvénients
<p>Il est plus facile de financé ce type de société.</p> <p>La société continuera d'exister jusqu'à sa dissolution ou sa fusionne avec autre société.</p> <p>cette forme est excellente pour les grandes entreprises.</p>	<p>1/ Frais de constitution.</p> <p>2/ Réglementation de l'État.</p>

Tableau 91:les avantages et les inconvénients de SPA

### 2.2.SARL (Société à responsabilité limité) :

SARL est une société qui combine la limitation des risques pour les associés « leur perte potentielle se limite au montant de leurs apports respectifs »

La société à responsabilité limité correspond au statut d'une petite ou moyenne entreprise. Son capital ne peut être inférieur à 100000 DZD et est divisé en part sociales d'égale valeur nominale de 1000 DZD au moins. Le nombre d'associés est de **1 à 7** personnes. Ils n'ont pas nécessairement la qualité de commerçant. Elle est dirigée par un gérant qui peut être algérien ou étranger, associé ou salarié.

Les avantages	Les inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> <li>• la limitation de responsabilité.</li> <li>• La responsabilité des associés de la SARL est limitée à leurs apports au capital.</li> <li>• Le gérant d'une SARL en tant que dirigeant, il est responsable de ses actes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• le coût et le formalisme de la création.</li> <li>• Le coût ET le formalisme du fonctionnement.</li> </ul>

Tableau 92: les avantages et les inconvénients de SARL

## Chapitre 4 : management de projet

D'après notre étude institutionnelle on a trouvé que le choix optimal pour notre entreprise de transformation d'alfa en papier et pâte à papier est : **La forme juridique SPA.**

### 3. Gestion des ressources humaines :

Les ressources humaines sont des ressources essentielles pour le fonctionnement de notre entreprise, donc on doit les valoriser et motiver afin de les fidéliser et augmenter notre gain.

#### 3.1. Notre Entreprise :

##### 1.1.1. La Main-d'œuvre de notre entreprise :

Dans notre projet on est besoin d'un effectif estimé a :

##### 1). Atelier de préparation de la pâte :

Les employés	Le nombre
Les ouvriers	5
Chimiste	2
Electricien	1
Mécanicien	1

Tableau 93: la préparation de la pâte.

##### 2). Atelier de mise en feuilles :

Les employés	Le nombre
Les ouvriers	3
Electricien	1
Mécanicien	1
Automaticien	1

Tableau 94: la mise en feuilles.

##### 3). Atelier de mise en balle :

Les employés	Le nombre
Les ouvriers	2
Electricien	1
Mécanicien	1

Tableau 95: la mise en balle

##### 4). Atelier de mise en roulant :

Les employés	Le nombre
Les ouvriers	2
Electricien	1
Mécanicien	1
Automaticien	1

## Chapitre 4 : management de projet

Tableau 96:la mise en roulant.

### 5). Les ingénieurs :

Les ingénieurs	Le nombre
Ingénieur logistique	1
Ingénieur automatique	1
Ingénieur électrique	1
Ingénieur mécanique	1
Ingénieur de qualité	1

Tableau 97: l'effectif des ingénieurs

Afin de garantir le bon fonctionnement de notre entreprise on définit l'effectifs totale qu'on est besoin et qui va contribuer à la performance et la qualité de notre projet.

Le poste occupé	Nombre d'employé	Salaire/personne	Salaire totale
Les agents de sécurité	4	35000	140000
Techniciens	10	35000	350000
Les ouvriers	12	32000	384000
Responsable de GRH	1	40000	40000
Comptable	2	42000	84000
Gestionnaire de stock	2	50000	100000
Responsable commerciale	3	40000	120000
Chauffeur de camion	2	45000	90000
Secrétariat	1	30000	30000
Ingénieurs	5	64000	320000
Hygiène et sécurité	3	26000	78000
Avocat	1	40000	40000
Femme de ménage	1	21000	21000
La somme	<b>57</b>	/	<b>1797000DA</b>

Tableau 98:les profils de notre projet.

### 1.1.2. La formation :

La formation est un facteur nécessaire pour assurer l'efficacité de l'éducation en basent sur les principes de fonctionnement des machines, sur la commande et le contrôle numérique des équipements et, la gestion et le management, la communication, le marketing et aussi sur le contrôle de qualité.

### 1.1.3. Recrutement :

## Chapitre 4 : management de projet

Il est important de préparer une description de chaque poste avant de commencer le travail, pour que chaque employés connaitre bien son responsabilité, ces taches, les compétences nécessaires pour le poste d'une façon performante.

### 1.1.4. Gestion de personnel :

La gestion des personnel est l'un des facteurs qui sert à la réussite et le développement au sein de l'entreprise afin d'assurer la coopération entre la direction et le personnel et d'éviter des relations d'opposition et les problèmes assez courantes dans les industries traditionnelles.

### 1.1.5. Condition de Travail :

On va travailler avec un système de 03 équipes par jours (3\* 8), nos employés vont travailler 24 heures par jour, 5 jours par semaine et 4 semaine par mois (22 jours par mois) c'est-à-dire Les heures ordinaire de travail maximum 480 heures par mois.

## Partie 03: Étude financière :

### 1. Étude financière :

La gestion financière est une activité très importante organisation car Il est important que chaque activité de l'entreprise soit contrôlée en termes de coûts, etsavoir des estimations approximatives sur la progression de notre plan financière .l' objectif principale dans cette partie les charges.

2) calculer le prix unitaire des produits.

3) calculer notre gain.

### 2. Calculer les charges

Cette partie est classée en **coûts directs** et **coûts indirects** :

**Coûts directs** : sont les couts qui ont une relation directe avec la production (les matériaux,.....).

**Coûts indirects** : sont les couts des salaires pour le personnel, les livreurs, les chauffeurs,....

Les couts directs sont classés en deux types **les couts fixes** et **les couts variables** :

**Les coûts fixes** :sont les couts qui ne changent pas en fonction de quantité de production (Les salaires,.....)

**Coûts variables** :sont les couts qui changent en fonction de quantité de production (Les matières première,...)

### 3. Notre plan financier

## Chapitre 4 : management de projet

**Capitale :** 2 000 000 DA

**Frais d'installation :**

A l'aide de logiciel MSP(MicrosoftProject) on a réussi à déterminer le cout total d'installation de projet.

Cette étude comprenne(le cout de terrain+machines +installation des machines construction des bâtiments,...)

**Frais d'installation =723032795.85 DA**

**Matériel de transport :** 2 semi remorque +2 camion =20350000 DA

**Matériel des bureaux =** 400000 DA

**Amortissement des immobilisations :**

Equipements	Cout(DA)	Durée (an)	Amortissement /mois
Bâtiment	1151220	20	4796.75
Matériels et machines	208655330	20	869397.25
Matériels de bureaux	400000 DA	10	3333.33

Tableau 99:les amortissementsdes équipements.

**Cout de production de pâteàpapier :** 2214.707 DA /T

**Cout de production de papier :** 2779.4 DA /T

**Moyenne :** 2497.06DA/Tonne.

**Frais d'emballage :** 100000DA/mois

**Les additifs (unité /Tonne) :**50000DA/mois

**Cout de production Totale :**

Les charges mensuelles	Les couts (Da/mois)
cout de production moyenne	2080883.33
frais d'emballage	100000
les additifs	50000
Achats matièrepremières	325210000
Totale	<b>327440883.33 Da</b>

Tableau 100: les charges mensuelles.

**Les frais des salariés**

On a estimé un cout totale de **1797000 DA**pour les différentes profils qu'on est besoin afin d'assurer le fonctionnement de notre entreprise (d'après l'étude organisationnelle).

**Lesfrais d'administration :** 70000DA/mois

**Calcule de cout de transport :**

Quantité moyenne de transporté :**100 000/12=8334 T**

## Chapitre 4 : management de projet

Cout unitaire de transport : **CUT=11.66 DA/T**

Cout de transport mensuel : **97145 DA**

**Calcul de cout d'investissement :**

C= le cout totale d'installation+ le cout de Matériel des bureaux+ matériel de transport.

**C=723032795.85+ 400000 DA++20350000=760 350 000 DA**

**Cout d'investissement = 760 350 000DA**

**Les charges Totale de notre projet** = cout de production Totale + Les frais des salariés+ les frais d'administration +cout de transport

**Dépense =327440884 +1797000+70000+97175=329 405 059DA/mois**

**Le prix de vente des produits.**

On a 02 types de produits :

**La pâte à papier :113400Da/T**

**Le papier :172800 Da/T.**

### 1) La Pate a papier :

Les mois	Les demandes(T)	Le prix de vente(T)	Le prix Totale
1	731,7073	113400	248926834,8
2	1280,488	113400	435621904,2
3	1890,244	113400	643061008,8
4	2317,073	113400	788268348
5	2439,024	113400	829756078,2
6	3048,78	113400	1037195069
7	1219,512	113400	414878095,8
8	3048,78	113400	1037195069
9	2743,902	113400	933475573,8
10	2987,805	113400	1016451261
11	1585,366	113400	539341513,2
12	1707,317	113400	580829243,4

Tableau 101: le cout total de pate a papier

### 2) Le papier :

Les mois	Les demandes(T)	Le prix de vente(T)	Le prix Totale
1	2195,122	172800	82975607,8
2	3841,463	172800	145207339
3	5670,732	172800	214353670
4	6951,22	172800	262756078
5	7317,073	172800	276585322

## Chapitre 4 : management de projet

6	9146,341	172800	345731652
7	3658,537	172800	138292661
8	9146,341	172800	345731652
9	8231,707	172800	311158487
10	8963,415	172800	338817087
11	4756,098	172800	179780504
12	5121,951	172800	193609748

Tableau 102: le cout total de papier.

### 4. 3. Calculer Notre gain.

Après qu'on a déterminé nos différentes charges et évaluer notre plan financière on doit maintenant savoir la durée nécessaire pour pouvoir récupérer notre investissement et augmenter notre bénéfices.

Les mois	Le prix Total (p1+p2)
1	331902442,6
2	580829243,4
3	857414678,4
4	1051024426
5	1106341400
6	1382926721
7	553170756,6
8	1382926721
9	1244634061
10	1355268348
11	719122017,6
12	774438991,2

Tableau 103: le cout totale des produits (pate a papier et papier).

Dans ce tableau en va calculer notre gain dans les premières années de production (année 2020)

M	Vente	Capitale	Solde	Revenue	Investissement	dépense	TVA (19%)	Total dépense	flux trésorerie
0	0	2 000 000	0	2 000 000	760350000	329 405 059	0	1089755059	-1 087 755 059
1	331902442,6	0	-1 087 755 059	-755 852 616	0	329 405 059	63061464,1	392466523,1	-1 148 319 139
2	580829243,4	0	-1 148 319 139	-567 489 896	0	329 405 059	110357556	439762615,2	-1 007 252 511
3	857414678,4	0	-1007252511	-149 837 833	0	329 405 059	162908789	492313847,9	-642 151 681
4	1051024426	0	-642151680,8	408 872 745	0	329 405 059	199694641	529099700	-120 226 955
5	1106341400	0	-120226954,6	986 114 445	0	329 405 059	210204866	539609925	446 504 520
6	1382926721	0	446504520,2	1 829 431 242	0	329 405 059	262756077	592161136,1	1 237 270 106
7	553170756,6	0	1237270106	1 790 440 862	0	329 405 059	105102444	434507502,8	1 355 933 359
8	1382926721	0	1355933359	2 738 860 081	0	329 405 059	262756077	592161136,1	2 146 698 945

## Chapitre 4 : management de projet

9	1244634061	0	2146698945	3 391 333 005	0	329 405 059	236480472	565885530,5	2 825 447 475
10	1355268348	0	2825447475	4 180 715 823	0	329 405 059	257500986	586906045,1	3 593 809 778
11	719122017,6	0	3593809778	4 312 931 795	0	329 405 059	136633183	466038242,3	3 846 893 553
12	774438991,2	0	3846893553	4 621 332 544	0	329 405 059	147143408	476548467,3	4 144 784 077

Tableau 104: Flux financière

### 5. Interprétation des résultats :

D'après les calculs qu'on a obtenue par le flux de trésorerie, on a conclus que notre entreprise de fabrication de pâte à papier et de papier va être bénéficiaire d'après le 6eme mois.

### 6. Conclusion :

Cette partie est une représentation et visualisation des différentes ressources utilisé(humain, matériel,...) afin de nous donner une vision globale et une estimation sur la durée d'installation de ce projet et même les couts qu'on doit les investir pour réaliser cette étude.

# Conclusion Générale

« Le succès est la somme de petits efforts, répétés jours après  
jours... »

**Leo Robert collier**

## **Conclusion Générale**

L'objectif de notre travail était d'étudier la faisabilité d'une unité de transformation papetière (à base d'alfa) dans les régions de haute plaines, Ce projet de la transformation d'alfa en pâte à papier et papier est réalisé sur la base des informations, des données et des statistiques collectées d'après des sorties sur le terrain (visites, questionnaires, sondages, vis des experts etc.).

Le but principal est de formuler et construire une meilleure conception malgré certaines difficultés rencontrées pour les réaliser.

L'étude a montré que le marché du papier, plus particulièrement le papier de qualité un marché d'opportunité en Algérie.

Dans ce mémoire nous opté pour le choix de plante d'alfa vécu cette plante a des conditions climatique favorable particulièrement dans le climat d'Algérie, Ce mémoire se compose de quatre chapitres.

Dans le premier chapitre nous avons fait une étude approfondie sur la culture de l'alfa (*Stipa Tenacissima* L) depuis sa plantation et ces facteurs climatique favorable jusqu'à maturité et croissance.

Dans laquelle nous a montré et présenté la richesse la valeur économique, écologique, et industrielle de cette plante dans l'Algérie.

Dans le deuxième chapitre, nous avons opté pour le choix, et la sélection des zones fournisseurs d'alfa à base des méthodes qui aident à la décision multicritère, d'une façon optimale suivi d'une localisation stratégique de notre site affectation des différentes quantités alfatière depuis les zones fournisseurs jusqu'à livraison à notre site de transformation grâce à une stratégie de transport (affectation des camions, détermination de la capacité nécessaire transportés, temps nécessaire de livraison,...). Tout en respectons la quantité voulue et les délais prévus.

## Conclusion Générale

le troisième a été consacré pour l'étude et la valorisation d'importance de papier dans notre vie quotidienne, suivi par la planification stratégique le choix des moyennes de récoltes nécessaire, les moyennes de transport et la sélection du processus de transformation et la technologie des machines utilisé toute en précisons l'ensemble des phases de la chaine logistique ,et on a finis par une planification agrégé .

le quatrième chapitre est une représentation globale de notre projet a l'aide de logiciel MSP qui nous a donner une visualisation sur la durée nécessaire pour l'installation de ce projet et même une estimation sur le capitale d'investissement pour le lancement de cette entreprise, plus d'une stratégie de gestion est management de projet qui sert à l'orientation efficace et l'amélioration continue.

Comme toute démarche humaine les éléments proposés dans cette étude et recueillis dans des conditions parfois très difficiles sont éminemment perfectibles au contact des réalités vécues et en fonction de la pratique à améliorer sur le terrain.

# Perspectives

## **Perspectives**

### **Perspectives :**

Comme perspectives, nous souhaitons développer notre projet afin d'assurer leur fiabilité dans les partie suivants :

- ❖ **Prise en considération de la dégradation des espace steppique plus précisément les nappes alfatière.**
- ❖ **Etudier la gestion des indisponibilités des matériels (machines d'arrachage, de transport et de transformation,...).**
- ❖ **Etudier la partie d'optimisation de temps et de couts dans le système de production.**
- ❖ **Effectuer un planning qui concerne la stratégie de maintenance, d'affectation des opérateurs,...**
- ❖ **Effectuer une stratégie fiable de la gestion de stock et d'entreposage.**
- ❖ **Prolonger cette étude pour exploiter l'alfa dans le domaine de textile.**

## Bibliographique

### Bibliographique :

- [1] «état actuelle des ressource génétique foresiire en algerie,» n° % IFAO, 2010.
- [2] B. Nedjmi et M. Homaida, «Problématique des zones steppique algerienne et perspectives d'avenir,» 2006.
- [3] «Ecologie.ma,» Algerie, 25 03 2015. [En ligne]. [Accès le 27 12 2018].
- [4] Bousmaha.T, «contribution a l'étude de l'évolution de la nappe alfatiere de la mise en défence de NOfikha,» These de doctorat, n° % INaama.
- [5] Guittonneau et Bourahla, «les phase de reproduction d'alfa,» 1978.
- [6] D. Mohamed, «évolution de potentiel Textile des fibre d'alfa,» These de doctorat, n° % lalascuniversité de haut alsace-mulhouse, 2012.
- [7] laumont.p et A. bebigier, «alfa et l'exprémentation alfatiere en algerie,» journal de l'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée, 1953.
- [8] Msalhi.s, «Etude de potentiel Textile des fibres d'agave americana L,» These de doctorat, n° % l'université de haute alsace, 2002.
- [9] B. K. v. A et g. w, «process concédération and économique evolution,» steam assistant biomass fractionnation I, 1998.
- [10] D. v. vi, «matériaux composite fibre naturelles/polymere biodegradables ou non,» These de doctorat, n° % l'université de grenoble et université des science hochiminh, 2011.
- [11] N.jacquet, v. c, B. C et P. M, « application en tant que prétraitement de la matière lignocellulosique,» a steam explosion, n° % l'société d'environnement , 2010.
- [12] N. Lehoux, «analyse multicritères,» pascale vallée , 2011.
- [13] A. kumar, «a review of multi criteria decision making'MCDM) towards sustainable renewable energy development,» renewable and renewable energy reviews , 2012.
- [14] E. A. Adalý, «The multi-objective decision making methods based on MULTIMOORA and MOOSRA for the laptop selection problem,» open access at Springerlink, vol. 226, 2017.
- [15] saaty, «analyse héhicrachique process,» 1971.
- [16] G. lakhdar, «contribution a l'étude de la phytomasse aérienne d'ecosysteme steppique de la commun de maamora,» n° % l'université de saida, 2014.
- [17] «Rothschild et ONU,» [En ligne]. [Accès le 16 04 2018].
- [18] [En ligne]. Available: [http://cerig.pagora.grenble\\_inp.fr](http://cerig.pagora.grenble_inp.fr). [Accès le 22 01 2019].
- [19] [Enligne]. Available: [http://hmf.enseeiht.fr/travaux/CD0506/bei/bei\\_ere/2/html/Binome1/projet/kraft.htm](http://hmf.enseeiht.fr/travaux/CD0506/bei/bei_ere/2/html/Binome1/projet/kraft.htm). [Accès le 22 03 2019].
- [20] smook, «classification des differanes pates industriellement suinant leur rendement,» 1992.
- [21] [En ligne]. Available: <http://www.ilocis.org>. [Accès le 14 02 2019].
- [22] [En ligne]. Available: <http://www.ilocis.org>. [Accès le 05 04 2019].

## Bibliographique

- [23] b. bouiri et moussa amrani , «elemental chlorine free delegification of kraft pulp produced from halfa (stipa enacissima),» n° % l'université de boumerdes, 2011.
- [24] Dumont, «la gestion de projet,» 2011.
- [25] «structure work breakdown,» 2018.
- [26] A. hadri, «cour management de projet,» 2016.
- [27] guide a investir en algerie, algerie , 2017.
- [28] «alfa une plante d'une grande valeur ecologique,» ecologique ma , 2018 .
- [29] S.Msahli, «etude du potentiel Textiles des fibres d'agave americana,» These de doctorat, n° % l'université de haute alsace, 2002.
- [30] Belkaid, F., & Sari, Z. An optimization based simulation approach for suppliers' selection in the supply chains.

## Résumé :

L'étude dans ce travail consiste à l'étude de faisabilité d'une entreprise papetière qui assure la transformation d'alfa (stipa Tenacissima L) en pâte à papier et papier près à l'utilisation par l'individu. L'idée fondamentale de cette étude est de concevoir un projet qui sera rentable pour l'investisseur et qui pourra contribuer au développement du pays en étudiant un certain nombre de facteurs, L'étude a montré que le marché du papier est un marché d'opportunité en Algérie, grâce aux différentes sources de matière première exister surtout les non exploitables. Cela dit-il est nécessaire de la part du promoteur de maîtriser au moins les grands principes de transformation papetière à base de l'alfa d'une façon optimale par l'exploitation efficace des ressources naturelles, matériels et humains afin d'assurer la qualité de produits finis attendre l'autosuffisance papetière en Algérie et occupe une place stratégique dans le marché locale et internationale.

## Mots Clés :

Étude de Faisabilité, Transformation d'alfa en pate a papier et papier, localisation et allocation, optimisation de la chaine logistique, planification agrégé.

## Abstract:

The study in this work consists of the feasibility study of a paper company that ensures the processing of Alfa (stipa Tenacissima L) pulp and paper near the use by the individual. The basic idea of this study is to design a project that will be profitable for the investor and that can contribute to the development of the country by studying a number of factors. The study has shown that the paper market is a market of opportunity in Algeria, thanks to different sources of raw material exist especially the non-exploitable. That said, it is necessary for the promoter to master at least the main principles of paper processing based on Alfa in an optimal way by the efficient exploitation of natural, material and human resources to ensure the quality of finished products to wait for paper self-sufficiency in Algeria and take a strategic place in the local and international market.

## Key Word:

Feasibility study, Transformation of Alfa into pulp and paper, location allocation, supply chain optimization, aggregate planning.

## ملخص

هذا العمل أو دراسة جدوى شركة انتاج الورق ذو جودة عالية و التي تحول نبات الحلفاء إلى عجينة الورق و الورق كمنتج نهائي قابل للاستعمال من قبل الفرد. الفكرة الأساسية لهذه الدراسة أو تصميم المشروع بطريقة مثالية من شأنها أن تكون مربحة للمستثمر التي يمكن أن تساهم في التنمية الوطنية من خلال دراسة عدة عوامل وأظهرت الدراسة أن سوق الورق، وخاصة الورق ذو الجودة العالية هو فرصة السوق في الجزائر، وذلك بفضل مصادر مختلفة من المواد الخام الموجودة وخاصة التي لم يتم استغلالها، ولهذا من الضروري للمستثمر السيطرة على المبادئ الأساسية والتقنيات الفعالة لجودة تصنيع الورق من خلال الاستغلال الفعال للموارد الطبيعية والمادية والبشرية لضمان جودة المنتجات النهائية لتحقيق الاكتفاء الذاتي في الجزائر ولتتمكنها من احتلال مكانة استراتيجية في السوق المحلية والعالمية.

## كلمات البحث:

دراسة جدوى، تحويل نبات الحلفاء إلى لب الورق والورق، تخصيص الموقع، تحسين لسلسلة اللوجيستكية التخطيط الكلي.