

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



Filière : Génie Industriel

Projet de Fin d'Etudes

Master : Génie Industriel

Intitulé :

**L'étude de Faisabilité d'une Unité de
Transformation laitière (lait en poudre)
Région Centre**

Présenté par :

DJAFER Mohamed

Spécialité : Ingénierie de la Production.

DJEMAA Youcef

Spécialité : Ingénierie des Systèmes.

Jury:

Président :	M. Bennekrouf Mohammed	MCB EPST - Tlemcen
Examineur :	M. Belkaid Fayçal	MCB Université de Tlemcen
Examineur :	M. Bensmaine Abderrahmane	MCB Université de Tlemcen
Encadrant :	Mme SARI TRIQUI Lamia	MCB Université de Tlemcen
Co- Encadrant :	M. MALIKI Fouad	MAA EPST - Tlemcen

Année Universitaire : 2016/2017

Dédicaces

Ce travail modeste est dédié :

*A ma chère mère et mon père pour leur soutien
m'a soutenue, Qui ont toujours cru en moi et
encouragées.*

A mes sœurs : Asmaa et Zineb

*Et à tout mes sœurs : Khaira, Soumia, Fatima El
Zohra, Zoubida, Sakina et leurs familles pour leurs
soutien.*

A ma femme.

*Et à tous mes proches de la famille Djafer tout à son
nom et sans et à tous mes chers amis : Youcef,
Abderrahmane, Rania, Yahia et mes collègues de la
faculté de technologie de l'université de Tlemcen.*

DJAFER MOHAMED.

Dédicaces

Je dédie ce modeste mémoire de Master:

A ma mère et mon père et mes grands-parents

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect et mon amour. Pour le support que vous me portez depuis le début de mes études.

A mes sœurs : Meriem et Imane.

A tout la famille Djemaa.

A mes amis : Mohamed, Yahia, Najib, Rania. A tout mes chers collègues de la faculté de technologie de l'université de Tlemcen.

DJEMAA YUCEF.

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 necessitais 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 mon projet de fin d'études et à l'élaboration de ce modeste travail.

Pour commencer, nous voudrions adresser nos vifs remerciements à notre directrice de mémoire, Madame SARI TRIQUI Lamia Maitre de conférence a l'université de Tlemcen pour sa grande disponibilité, ses encouragements et le temps qu'elle nous a consacré tout au long de ce travail à qui nous voudrions témoigner toute notre reconnaissance.

Nos sincères gratitudes à notre co-encadrant Monsieur MALIKI Fouad Maitre Assistant a l'Ecole Préparatoire en Sciences et Techniques de Tlemcen pour ses conseils et son intérêt incontestable qu'il porte à ce travail.

Nous tenons à exprimer nos remerciements à Monsieur BENNEKROUF Mohammed Maitre de conférence a a l'Ecole Préparatoire en Sciences et Techniques de Tlemcen d'avoir accepté de présider le jury de ce mémoire.

Nos remerciements vont également à Monsieur BELKAID Fayçal Maitre de conférence a l'université de Tlemcen, pour leur soutien qui nous a aidés à développer nos compétences universitaires et pour l'honneur d'examiner ce travail.

Un grand merci Monsieur BENSMAINE Abderrahmane Maitre de conférence a l'université de Tlemcen pour l'honneur d'avoir accepté d'évaluer notre travail.

Nous tenons à remercier grandement Monsieur Nabi Toufik pour grande disponibilité et ses précieux conseils.

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.

Un grand merci s'adresse à l'ensemble du personnel de L'entreprise B.Y.G de Bordj Menail et les chambres de département agricole (wilayas de Blida, Boumerdes, Tizi Ouzou) pour leur patience, leurs conseils pleins de sens et pour le suivi et l'intérêt qu'ils ont portés à nos travaux. Dans l'impossibilité de citer tous les noms, nos sincères remerciements vont à tous ceux et celles, qui de près ou de loin, ont permis par leurs conseils et leurs compétences la réalisation de ce mémoire.

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

Sommaire

Sommaire

Introduction général.....	1
---------------------------	---

Partie I : Étude de Marché

I-1. Introduction.....	7
I-2. Analyse de la demande.....	7
I-3. Analyse de l'offre.....	8
I-4. Analyse concurrentielle.....	9
I-5. Positionnement.....	10
I-6. Identification des besoins de clients.....	10
I-7. Analyse des priorités des besoins.....	11
I-8. Conclusion.....	11

Partie II : Étude Technique

II-1. Introduction.....	14
II-2. Section A : Processus de fabrication et choix de technologie.....	14
Phase 1 : Processus de fabrication.....	14
1-1. Processus de transformation de lait cru à des différents produits.....	15
1-2. Processus de fabrication de lait en poudre.....	17
1-2-1. La collecte et le transport.....	18
1-2-2. Sélectionne et critère de réception.....	18
1-2-3. Nettoyage et clarification.....	21
1-2-4. Réfrigération et la conservation de lait nettoyé.....	23
1-2-5. Stockage de lait cru.....	25
1-2-6. L'écémage.....	26
1-2-7. Standardisation.....	27
1-2-8. Pasteurisation.....	30
1-2-9. Evaporation.....	35
1-2-10. Homogénéisation.....	40
1-2-11. Séchage.....	45
1-2-12. Emballage.....	66
1-2-13. Stockage de lait en poudre.....	66

Phase 2 : Choix de technologie.....	67
2-1. Choix des machines et des technologies (alternatives).....	67
2-1-1. Premier outil de prise de décision (Matrice de Décision).....	67
2-1-2. Deuxième outil de prise de décision (TOPSIS).....	71
2-1-3. Troisième outil de prise de décision (L’AHP).....	84
2-2. Résultat obtenue après cette phase.....	103
II-3. Section B : Modèle de localisation allocation.....	106
Phase 1 : Collecte des données.....	106
1-1. Justification de choix de la région centre.....	106
1-2. Collecte des données réelles.....	106
Phase 2 : Modélisation mathématique et programmation.....	114
2-1. Modèle mathématique.....	114
2-2. Recuite simulé.....	117
2-3. Programmation et Résultat.....	119
II-4. L’innovation (nouveau produit).....	125
II-5. Conclusion.....	126

Partie III : Étude Organisationnelle et institutionnelle

III-1. Introduction.....	129
III-2. Section A : Étude Organisationnelle.....	129
III-2-1. Département de Production.....	130
III-2-2. Département D’approvisionnement.....	130
III-2-3. Service Commercial.....	130
III-3. Section B : Étude Institutionnelle.....	131
III-3-1. SPA (Société Par Action).....	131
III-3-2. SARL (Société à responsabilité limité).....	132
III-3-3. Les Inconvénients De La Sarl (Société à responsabilité limité).....	132

III-3-4. Gestion des ressources humaines.....	133
III-3-4-1. La Main-d'œuvre de notre entreprise.....	134
III-3-4-2. La formation.....	134
III-3-4-3. Recrutement.....	135
III-3-4-4. Gestion de personnel.....	136
III-3-4-5. Condition de Travail.....	137
III-3-4-6. Contrat d'apprentissage.....	137
III-3-4-7. Période d'essai.....	137
III-3-4-8. Rémunération.....	138
III-4. Conclusion.....	139

Partie IV : Étude financière

IV-1. Introduction.....	142
IV-2. Importance de la gestion financière.....	142
IV-2-1. La comptabilité générale.....	142
IV-3. Détermination des charge.....	144
IV-3-1. Plan comptable.....	144
IV-3-2. Calcul le prix des produits.....	146
IV-3-3. Flux de trésorerie	148
IV-4. Conclusion.....	148

Conclusion Générale

Conclusion Générale.....	149
--------------------------	-----

Liste des figures

Fig. I.1 : Histogramme des pourcentages d'appréciation des critères insatisfaisants.....	10
Fig. II.1 : Camion de collecte et de transport.....	18
Fig. II.2 : Station de réception automatisé de type REDA.....	18
Fig. II.3 : Station de sélection et de réception.....	21
Fig. II.4 : Représentation schématique d'une centrifugeuse clarificateur.....	22
Fig. II.5 : Les différentes types et caractéristiques pour les centrifugeuses clarificateur.....	23
Fig. II.6 : tank à lait.....	24
Fig. II.7 : Représentation schématique d'un tank à lait avec un agitateur.....	24
Fig. II.8 : Boitier de commande.....	25
Fig. II.9 : les cuves de stockage de lait.....	25
Fig. II.10 : Représentation schématique d'un Ecrèmeuse.....	26
Fig. II.11 : écrémeuse centrifugeuse.....	27
Fig. II.12: Principe de standardisation direct en ligne de la crème et du lait.....	29
Fig. II.13 : Echangeurs tubulaire.....	32
Fig. II.14 : Les différentes types et caractéristiques pour les pasteurisateurs tubulaire.....	33
Fig. II.15: échangeurs à spirale.....	33
Fig. II.16 : Les différentes types et caractéristiques pour les pasteurisateurs à spirale.....	34
Fig. II.17 : échangeurs à surface raclée.....	34
Fig. II.18 : Évaporateur sous vide avec pompe de chaleur marque REDA.....	36
Fig. II.19 : Chaîne de traitement d'un évaporateur sous vide.....	36
Fig. II.20 : Circulation de produit dans une chambre sous vide.....	37
Fig. II.21 : Évaporateur à flot tombant à simple effet.....	38
Fig. II.22 : Partie supérieur d'un évaporateur tubulaire.....	38
Fig. II.23 : Évaporateur à cassate à plaque.....	39
Fig. II.24 : Évaporateur à flot tombant marque Zhejiang Sunny Machinery Technology.....	40
Fig. II.25 : Vanne d'homogénéisation schématisée.....	42
Fig. II.26 : Homogénéisateur avec deux vannes.....	44
Fig. II.27 : Les différentes types et caractéristiques pour les homogénéisateurs.....	45
Fig. II.28.1 : Psychrométrie simplifiée et Taux de séchage.....	47
Fig. II.28.2 : Psychrométrie simplifiée et Taux de séchage.....	47
Fig. II.29 : Séchoir de lyophilisation.....	49
Fig. II.30 : Fonctionnement de séchoir à tambour.....	50
Fig. II.31 : Séchoir à tambour.....	50

Fig. II.32 : Ajustage stationnaire.....	52
Fig. II.33 : Disque centrifuge.....	53
Fig. II.34 : Disque à haute pression et centrifuge atomisation.....	53
Fig. II.35 : Séchage à un étage.....	54
Fig. II.36 : L'état de gouttelette de lait dans la chambre de séchage.....	55
Fig. II.37 : Séchage multi stage.....	57
Fig. II.38 : Modèle Flux d'air Wide Body.....	58
Fig. II.39 : Modèle Flux d'air Tall from bustle dryer.....	58
Fig. II.40 : Modèle Flux d'air.....	59
Fig. II.41 : Cyclone.....	60
Fig. II.42 : Vue microscopique de la surface d'une gouttelette sèche.....	61
Fig. II.43 : Agglomération inter-pulvérisation.....	62
Fig. II.44 : Agglomération à lit fluidisé.....	63
Fig. II.45 : Les différents types et caractéristiques des machines pour le séchage.....	65
Fig. II.46 : Emballeuse DS-320 C.....	66
Fig. II.47 : HITACHI refroidisseur.....	66
Fig. II.48 : Carte de la wilaya de Blida.....	107
Fig. II.49 : Carte de la wilaya de Boumerdes.....	107
Fig. II.50 : Carte de la wilaya de Tizi Ouzou.....	108
Fig. II.51: la figure suivant représente les locaux et les régions des fournisseurs.....	109
Fig. II.52 : Les deux couches et la couverture de moule.....	125

Liste des tableaux

Tableau. I.1. La consommation Algérienne de lait traité par ans.....	8
Tableau. I.2. La Production de lait cru en Algérie.....	8
Tableau. I.3. Les différentes caractéristiques des marques de produit (lait en poudre).....	9
Tableau. I.4. Le pourcentage d'appréciation des critères insatisfaisants.....	10
Tableau II.1. Les spécifications et les caractéristiques de lait concentré.....	36
Tableau II.2. Valeurs de l'activité de l'eau (aw) des aliments.....	49
Tableau II.3. Les capacités de productions et le nombre des locaux pour chaque wilaya.....	106
Tableau. II.4. Les capacités de productions de lait cru pour chaque région à TIZI OUZOU.....	110
Tableau. II.5. Les capacités de productions de lait cru pour chaque région à Boumerdes.....	111
Tableau. II.6. Les capacités de productions de lait cru pour chaque région à Blida.....	111
Tableau II.7. Les distances et les temps entre chaque local et région de fournisseur à Tizi Ouzou.....	112
Tableau II.8. Les distances et les temps entre chaque local et région de fournisseur à Boumerdes.....	113
Tableau II.9. Les distances et les temps entre chaque local et région de fournisseur à Blida.....	114
Tableau II.10. Les couts globaux des terrains.....	116
Tableau III.1. Rémunération des salaires.....	139
Tableau IV.1. Cout d'achat des marchandises.....	145
Tableau IV.2. Les Dépense de la matière première.....	145
Tableau IV.3. Les Dépense des Fournitures non stockable.....	145
Tableau IV.4. Les charges par produit (une unité)	147
Tableau IV.5. Flux de trésorerie (5 mois)	148

Introduction Générale

Introduction général

1. Concept d'un projet

L'étude dans ce travail consiste à l'étude de faisabilité d'une entreprise laitière qui assure la transformation de lait cru en poudre de lait près à la commercialisation et la consommation par l'individu. Le but dans ce mémoire est de faire une étude complète et détaillée sur le choix du positionnement du site de production, en passant par une description détaillé et rigoureuse du processus de transformation dès la traite jusqu'a l'obtention du produit fini qui est la poudre dans notre cas.

Ayant ciblé une problématique qui est la création d'entreprise qui s'avère très complexe par le nombre d'informations qui la constitue, notre objectif peut s'énumérer en plusieurs points qu'en essaye de résoudre au fur et à mesure.

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 différents composantes économique, sociale, juridique commerciales, avec une description et un 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.

Les étapes de la préparation d'un projet : Pour une bonne préparation d'un projet qui étudie la faisabilité d'une organisation industriel il est nécessaire d'effectuer une étude des différentes phases dans le projet à savoir que nous allons expliqués par la suite :

- L'étude de marché.
- L'étude technique.
- L'étude organisationnelle et institutionnelle.
- L'étude financière.

a) L'étude de marché

L'étude de marché consiste à définir l'offre et la demande d'un produit, d'une prestation plus précisément elle doit vérifie l'existence d'une clientèle pour le produit proposé compte tenu de la demande et de la concurrence.

L'étude de marché utilise des techniques quantitatives telles que le sondage, les enquêtes, et des techniques qualitatives telles que les entretiens individualisés, les réunions de groupes. Dans ce cadre les informations peuvent être recueillies soit directement auprès d'enquêteurs dans la rue, par téléphone, questionnaire papier ou d'un formulaire par Internet.

Soit par recherches documentaires, des informations émanant de sources existantes, publications légales et/ou financières, travaux académiques, etc.).

Nous appuyons nos études avec des données réelles fournies par les statistiques du producteur de lait cru et par des questionnaires faits sur mesure par nous même.

b) L'étude technique

Est une étude permet de vérifier que le projet soit techniquement faisable et économiquement viable. Son élaboration consiste d'une part a : déterminer le processus de production avec toutes ses composantes (précision des différents maillons, les techniques utilisées et les méthodes choisies). Ce qui conduit par la suite au choix d'un procédé technique approprié. Ce choix impliquera par la suite l'investissement, les couts de fonctionnement, les besoin de main d'œuvre adaptée et les autres moyens.

D'autre part il effectue un choix de localisation en prenant en considération la capacité laitière et les distances des fournisseurs potentiel dans la région afin de localiser notre entreprise dans un endroit favorable qui satisfait nos contraintes.

c) L'étude organisationnelle et institutionnelle

i. L'analyse organisationnelle de projet : cette analyse est une étape indispensable pour le fonctionnement du projet afin d'attribuer clairement les responsabilités en matière de prise de décisions et de répartition de taches de chaque acteur du projet de manière général, l'aspect organisationnel se résume à la structure et à la description des fonctions autour de l'environnement interne du projet.

ii. L'analyse institutionnelle de projet : l'analyse institutionnelle détermine le degré de relations du projet avec son environnement externe compte tenu de l'environnement institutionnel dans lequel le projet va se mouvoir selon des dispositions administratives et réglementaires dans le secteur ou dans le pays : le statut juridique du projet, le code des investissements, le code des douanes, la fiscalité applicable, les procédures et les aides à la création de projet...;

d) L'étude financière

L'investissement dans les projets est un ensemble de processus visant à répartir des ressources financières, entre les bâtiments, équipements et autres immobilisations en vue de produire des articles, biens et services directement l'objectif visé est de maximiser les avantages économiques pendant la durée du placement.

L'étude financière doit statuer sur la rentabilité du projet et sur la possibilité de le financer, donc :

- Évaluer le coût prévisionnel du projet ;
- Identifier les risques financiers du projet ;
- Élaborer son plan de financement ;
- Analyser son équilibre financier ;
- Évaluer sa rentabilité ;
- Identifier les sources de financement (internes et/ou externes) ;

2. Présentation de projet

L'agriculture est un facteur important de l'économie de l'Algérie. Elle génère, en incluant les industries agroalimentaires, près de 10 % du produit intérieur brut (PIB), mais avec des variations importantes selon les années en fonction des conditions climatiques. Le secteur agricole emploie 11 % de la population active. Depuis les années 2000, l'agriculture est devenue l'une des priorités du gouvernement afin de diversifier son économie, encore dominée par la production pétrolière.

Les principales productions végétales sont les céréales, largement majoritaires en surface, l'arboriculture, les cultures maraîchères, notamment les pommes de terre, et les fourrages. L'élevage occupe une place non négligeable, en particulier l'élevage ovin et l'aviculture.

En 2014, la production agricole algérienne a atteint 35 milliards de dollars permettant de satisfaire les besoins du pays à 72%. Mais l'Algérie doit importer du lait et massivement des céréales pour un coût de l'ordre de 4 milliards de dollars. Ce sont en effet ces deux derniers produits qui constituent le principal talon d'Achille de l'agriculture nationale et qui l'empêchent de réaliser, du moins à court terme, l'autosuffisance alimentaire.

Notre matière première la plus importante dans cette étude est le lait cru qui désigne un lait animal brut, qui n'a pas subi de pasteurisation, de stérilisation, de thermisation, de microfiltration, d'ultrafiltration. Un lait cru n'a jamais excédé la température de 40 degrés Celsius, c'est-à-dire proche de la température du corps de l'animal. Et pour notre produit final qui est le lait en poudre autrefois appelé « farine de lait » est constitué de lait déshydraté. La poudre peut provenir de lait entier, demi-écrémé ou écrémé (allégé). Il peut aussi être sucré ou contenir des additifs (vitamines ajoutées au lait par exemple).

Le cœur de filière de lait est les élevages qui sont classifiés sur 4 types comme suit :

Type A : 7% ; élevage bovine laitière de grande capacité de production et d'agricole plus de 21 hectare par exploitation.

Type B : 22% ; élevage bovine laitière de moyenne - forte capacité de production de lait cru ; superficie suffisant.

Type C : 35% ; élevage bovine laitière de faible - moyenne capacité de production de lait cru ; superficie moyenne suffisant aux besoins d'élevage.

Type D : 36% ; élevage bovine laitière strictement familiale avec une production de lait cru faible.

Les wilayas d'Est de l'Algérie sont les plus forte à l'échèle national dans la production de lait cru (**Setif, Batna, Costantine**) mais ils restent d'autre wilaya avec un bonne avenir dans ce domaine qui sont les wilayas de centre d'Algérie comme **Blida, Boumerdes, Tizi Ouzou, Chlef, Media**.

a) Pourquoi l'Algérie consomme une grande quantité de lait ?

L'aspect sociologique : pendant la période colonial (1830-1962) la France a utilisé la politique de terre brûlée pour le but d'affamer le peuple Algérienne mais nos ancêtres n'ont pas abandonnés et résistés la colonisation de diverses manières.

Donc pour survivre ils mangeaient le blé, les dates et aussi ils buvaient le lait, cette habitude devient une culture alimentaire qui reste jusqu'à notre temps.

b) Pourquoi on a choisir la production de lait en poudre ?

Le cout d'importation de lait en poudre est énorme malgré les efforts de l'état pour réduire les frais d'importation. La demande massive sur cette matière exige son importation de manière considérable malgré la crise économique puisqu'elle est vitale et essentiel et constitue un des besoins primordiaux pour la croissance et l'alimentation équilibré. Une autre cause est du de l'absence de contrôle (La fraude dans la déclaration de type d'activité de transformation de lait par les propriétaires des unités de transformation laitière), l'état support financièrement seulement les activités de transformation de poudre vers le lait liquide.

Ce choix est justifié aussi par le pouvoir d'achat des citoyens algériens selon certaines régions, par exemple : Le prix d'un sachet de lait de vache (LV) est de 50 DZD. Le prix de sachet de lait reconstitué à base de poudre (RBP) est moins cher de 25 DZD. Une famille algérienne consomme au moyenne deux sachet par jour c'est-à-dire 6 à 7 sachets chaque 3 jours vu le manque et la mauvaise distribution de cette matière dans le marché, donc une famille consomme presque 13 sachets par semaine celui ci lui revient a dépenser 325 DZD pour les sachets de lait (RBP). Par contre la même famille paiera 650 DZD pour les sachets de lait (LV). Alors les familles algérienne de la région centre favorisent les sachets de lait (RBP).

Nous avons aussi opté pour cette étude sur la poudre de lait par ce que la production de lait cru en Algérie est dans une augmentation exponentiel depuis l'année 2009 ce qui nous permet de l'exploiter industriellement.

Afin d'achever ce projet nous devons établir une étude technique complète dans le domaine de matériel de fabrication de lait (lait en poudre) qui englobe tout les étapes de transformation de lait cru vers lait en poudre. Ces étapes doivent assurés la préservation des propriétés nutritives de lait et garanti la satisfaction des besoins de nos clients. Nous avons choisit d'aborder ce travail en quatre partie plus une introduction générale pour la présentation de l'étude en question.

Dans la première partie est dédié a l'étude du marché laitier et de la consommation du lait en poudre en en Algérie. La deuxième partie est réserver a l'étude technique composée de deux grandes sections A et B. dans la section A, nous allons présenter la phase de processus de fabrication et choix de technologique approprié pour la transformation du lait en poudre et nous allons proposer notre touche innovante de la poudre de lait. Dans la section B est réservée ou choix du site d'implémentation de l'unité de transformation. Sachant que pour notre projet nous avons trouvé 5 locaux dans trois wilayas différentes ou chaque a ses avantage et inconvénient. Dans cette partie nous allons justifier le locale qui respecte au mieux notre cahier de charge. Nous appuyions nos études avec des données réelles fournies par les statistiques du producteur de lait cru et par des questionnaires faits sur mesure par nous même.

Partie I

Étude de Marché

Partie I : Étude de Marché

I-1. Introduction.....	7
I-2. Analyse de la demande.....	7
I-3. Analyse de l'offre.....	8
I-4. Analyse concurrentielle.....	9
I-5. Positionnement.....	10
I-6. Identification des besoins de clients.....	10
I-7. Analyse des priorités des besoins.....	11
I-8. Conclusion.....	11

I-1. Introduction

Après une analyse du marché et du consommateur algérien, nous avons constaté un déficit concernant le lait en poudre malgré l'existence de plusieurs producteurs dans le secteur mais la quantité produite reste insuffisante à la satisfaction totale de la demande.

Par la suite, nous allons présenter la donnée quantitative et qualitative relatives au marché laitier et au secteur de l'élevage dans la zone d'implantation du projet.

L'objectif de cette études est de vérifier l'existence réel du besoin et de proposer une offre adéquate.

I-2. Analyse de la demande

L'Algérie a importé environ 17% du marché mondial du lait en poudre au cours des 5 dernières années, selon les experts de l'association britannique à but non lucratif DairyCo.

Depuis le début de l'année 2013 à septembre, les importations de lait en poudre ont coûté à l'Etat la somme de 777,98 millions de dollars, contre 877,96 millions de dollars à la même période de l'année 2012. Selon le bilan des douanes, soit une baisse 11,4%. Les douanes algériennes notent un recul de 13,8% des quantités de lait importées. Elles passent à 200.980 tonnes, contre 233.302 tonnes durant les neuf premiers mois de 2012.

Le volume des importations algériennes du lait en poudre durant les huit premiers mois de 2014 a déjà dépassé le volume importé en 2013 dans son ensemble, affirment la même source.

Rappelons que l'Algérie est le deuxième plus grand importateur de poudre de lait, après la Chine. Les importations ont atteint 1.45 milliards de dollars les huit premiers mois de 2014, contre 1.13 milliards USD durant toute l'année 2013.

L'ONIL a profité de la chute des prix mondiaux des matières premières pour augmenter son stock en poudre de lait, en faveur d'un changement dans son calendrier d'achats.

L'Office algérien interprofessionnel du lait (ONIL) s'est procuré des volumes suffisants pour répondre à la demande nationale jusqu'à juillet 2015. [1]

La facture d'importation de lait s'affiche moins pesante en ce début de l'année 2016.

En baisse de 34,2%, la facture d'importation de l'Algérie en matière de lait a reculé à 414,2 millions de dollars durant le 1er semestre 2016, contre près de 630 millions de dollars à la même période de 2015, indique les services des Douanes algériennes.

Idem pour les quantités importées de ce produit. D'ailleurs, selon les chiffres du centre national des statistiques(Cnis), les importations du lait en poudre, crèmes de lait et matières grasses laitières utilisées comme intrants ont reculé durant cette même période de comparaison pour s'établir à 172.902 tonnes contre 210.303 tonnes, soit une réduction de près de 18%.

D'après les explications du Cnis, la baisse des quantités importées et de la facture a reculé également en raison de la chute des prix à l'importation par l'Algérie de cette denrée alimentaire. Il détaille dans ce sens, que durant les quatre premiers mois 2016, le prix moyen à l'importation par l'Algérie des poudres de lait a baissé de 17,6%. Le prix s'est établi à 2.468 dollars la tonne contre 2.996 dollars la tonne à la même période de 2015.

Pour rappel, la facture des importations du lait en poudre, crèmes de lait et matières grasses laitières, avait connu une diminution en 2015 avec 1,04 milliard de dollars contre 1,91 milliards de en 2014, pour des quantités de 372.252,4 tonnes contre 395.898,2 tonnes.

Il est à signaler également, que des mesures avaient été décidées par le gouvernement en faveur des éleveurs et des opérateurs de ce secteur en augmentant la subvention du lait cru et en encourageant l'investissement.

L'objectif était de baisser les importations de la poudre de lait de 50% à l'horizon 2019. [2]

La consommation Algérienne de lait par ans

Année	Quantité (milliard)
2011-2012	3.1
2012-2013	3.4
2013-2014	3.048
2014-2015	3.6
2015-2016	2 milliard pour les 6 premiers mois

Tableau. I.1. La consommation Algérienne de lait traité par ans [3]

I-3. Analyse de l'offre

Le tableau suivant récapitule l'offre du lait cru en Algérie des différents producteurs au cours de la période de 2012 au 2015.

Année	Quantité (million)
2012	687.9
2013	701
2014	964
2015	1044

Tableau. I.2. La Production de lait cru en Algérie [3,4]

A partir de ces statistiques, on conclut que le prix de poudre importé de l'année 2012 à 2013 a baissé de 11,4% puisque l'importation de poudre de lait a importé à diminuer. Par contre le prix de poudre importé de l'année 2013 jusqu'à 2014 a augmenté avec un pourcentage de 22,06%.

On remarque bien qu'il ya une variation dans les quantités de poudres mais dans un intervalle faible, reste que cette quantité peut satisfait les besoins des entreprises de production de lait liquide (Donc le prix de cette matière agro alimentaire est acceptable aux clients et disponible) aussi bien que la poudre pour les individus.

Et dans l'année 2015 et les 4 premiers mois de l'année 2016, à cause de la crise économique mondial, L'Algérie a diminué les quantités importé de la poudre par 34% ce qui conduit à l'augmentation de prix de poudre et le prix de lait liquide sur le marché national (diminuer la quantité de lait liquide sur le marché).

Plus l'importation de poudre de lait augment la production de lait cru sur le territoire nationale a chuter et le contraire est vrais.

Donc la production de lait cru augmente qui nécessite des entreprises capable de traité et de transformé de lait cru soit à une poudre ou à un lait pasteurisé.

I-4. Analyse concurrentielle

C'est une analyse de la concurrence, d'une parte qui répertorie les différentes quantités de produits offerts pour des prix différents.

L'analyse concurrentielle est centrée essentiellement sur la recherche d'informations sur les organisations produisant ou fournissant les mêmes produits ou substitut des produits ou services que le projet envisage de commercialiser.

Et d'autre part, La concurrence peut être définie par la compétition existant entre les entreprises opérant sur un même marché et satisfaisant les mêmes besoins des consommateurs. Afin de se maintenir ou d'augmenter ses parts de marché, l'entreprise doit comprendre la manière dont la concurrence s'exerce. Identifier les Marque d'un marché permet de connaitre la densité concurrentielle existant sur ce marché.

A ce stade nous allons sélectionner les produits et les marques de poudre de lait les plus vendu sur le marché algérien en compte sur les préférences de l'acheteur, ainsi que la qualité, le prix et la quantité de matière grasse et matière protéine :

La marque (500 g)	Prix(DA)	MG (g/100g)	MP (g/100g)	Qualité (1-2-3)
Lovely Milk	240	28	26.70	1
Milkospray	300	26	24	2
Loya	320	28	24	3
Borjot	250	26-28	23	1
Thika	280	26	26	2
Gloria (Nestlé)	350	28	23.6	3

Tableau. I.3. Les différentes caractéristiques des marques de produit (lait en poudre)

Pour la qualité nous avons les poids suivants selon les marques (1 : Mauvais, 2 : Moyenne, 3 : Bon).

I-5. Positionnement

Pour assurée la bon qualité de notre produit, il faut respecter les normes suivants : L'ONIL, ISO

Après la première réalisation de produit, ça distribution et consommation, On va faire une évaluation sur le produit qui permet à nous de mesuré la qualité des exigences des clients.

I-6. Identification des besoins de clients

Dans ce travail nous avons commencé par établir une enquête a l'aide d'un échantillon des clients : Les individus et les Gros(les entreprises commercial) ; pour ce faire nous avons questionné au hasard quelque consommateurs et les critères appréciatives les plus connu entre eux sont mentionné par la suite et leur pourcentage d'appréciation sont classés dans le tableau I.4 et présenté dans la figure I.1:

- 1- Boules insolubles.
- 2- Un faible dosage.
- 3- Mal gout.
- 4- L'odeur indésirable.
- 5- Le prix.
- 6- L'emballage.
- 7- La mauvaise qualité.

Problème	Pourcentage (Clients)
1	30%
2	24%
3	7%
4	80%
5	70%
6	2%
7	20%

Tableau. I.4. Le pourcentage d'appréciation des critères insatisfaisants

Les clients peuvent motionné plusieurs problèmes ;

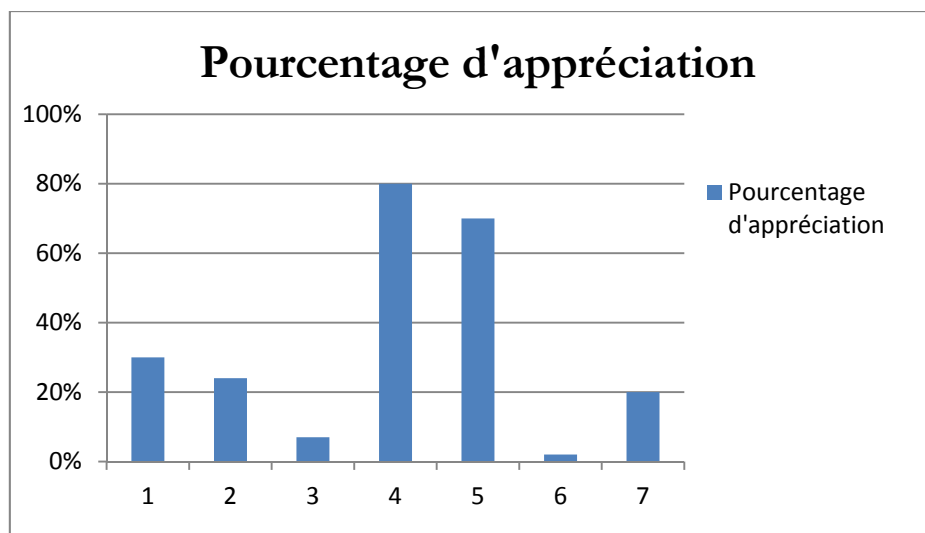


Fig. I.1 Histogramme des pourcentages d'appréciation des critères insatisfaisants

La majorité des entreprises algérienne de la production de lait liquide demande des quantités fortes de poudre avec un prix raisonnable et une moyenne qualité.

I-7. Analyse des priorités des besoins

C'est une analyse initiale faite après une enquête avec les consommateurs, des analyse de la demande, l'offre et l'analyse concurrence et après ça nous avons peut dresser un questionnaire de consommation et qualité laitière décrite comme suit :

- 1- Lait en poudre instantanée (il n ya pas des boules insoluble).
 - 2- Une bonne concentration de la poudre de lait (avec des dosages dans les normes).
 - 3- Gout est acceptable de poudre de lait.
 - 4- L'odeur désirable dans le lait.
 - 5- Le prix est raisonnable.
 - 6- La Bonne qualité de la poudre de lait
- (Il n ya pas des matières additifs qui sont utilisent pour augmenter le poids de poudre).

Après la réalisation de questionnaire nous avons obtient les résultats suivants selon l'avait de certain client :

Les besoins	Pourcentage	Priorité
1	85 %	2
2	72 %	3
3	51 %	4
4	38 %	6
5	87 %	1
6	44 %	5

En outre nous avons sélectionné les besoins suivantes : Le prix est raisonnable. Lait en poudre instantanée (il n ya pas des boules insoluble). Une bonne concentration de la poudre de lait (avec des dosages dans les normes).

I-8. Conclusion

Dans cette partie nous avons d'une part donné un bref historique sur la consommation laitière en Algérie et l'évolution du marché algérien par rapport à l'offre et la demande de cette matière. Dans ce cadre nous avons déterminé les priorités des besoins sur la poudre de lait suite une enquête sur le terrain. En se basant essentiellement sur les données recueillies par l'analyse de la demande, de l'offre et l'analyse concurrentiel. D'autre part nous avons détaillé les statistique concernant ce projet ce qui permet d'utiliser ces informations et ces facteurs pour choisir de manière efficace les technologies utilisé dans le processus de fabrication.

Partie II

Étude Technique

Plan de travail de Partie II : Étude Technique

II-1. Introduction.....	14
II-2. Section A : Processus de fabrication et choix de technologie.....	14
Phase 1 : Processus de fabrication.....	14
1-1. Processus de transformation de lait cru à des différents produits.....	15
1-2. Processus de fabrication de lait en poudre.....	17
1-2-1. La collecte et le transport.....	18
1-2-2. Sélectionne et critère de réception.....	18
1-2-3. Nettoyage et clarification.....	21
1-2-4. Réfrigération et la conservation de lait nettoyé.....	23
1-2-5. Stockage de lait cru.....	25
1-2-6. L'écémage.....	26
1-2-7. Standardisation.....	27
1-2-8. Pasteurisation.....	30
1-2-9. Evaporation.....	35
1-2-10. Homogénéisation.....	40
1-2-11. Séchage.....	45
1-2-11. Emballage.....	66
1-2-11. Stockage de lait en poudre.....	66
Phase 2 : Choix de technologie.....	67
2-1. Choix des machines et des technologies (alternatives)	67
2-1-1. Premier outil de prise de décision (matrice de décision).....	67
2-1-2. deuxième outil de prise de décision (TOPSIS)	71
2-1-3. troisième outil de prise de décision (L'AHP).....	84
2-2. Résultat obtenue après cette phase.....	103
II-3. Section B : Modèle de localisation allocation.....	106
Phase 1 : Collecte des données.....	106
1-1. Justification de choix de la région centre.....	106
1-2. Collecte des données réelles.....	106
Phase 2 : Modélisation mathématique et programmation.....	114
2-1. Modèle mathématique.....	114
2-2. Recuite simulé.....	117
2-3. Programmation et Résultat.....	119
II-4. L'innovation (nouveau produit).....	125
II-5. Conclusion).....	126

II-1. Introduction

Cette partie représente le cœur de notre travail, nous allons présenter l'aspect technique relatif à l'étude de faisabilité d'une unité de transformation laitière. Dans ce cadre et d'après notre étude technologique notre plus grande contribution réside dans cette tranche qui est composé de deux grandes sections différentes, la première concerne le processus de fabrication et le choix technologique approprié, la deuxième section concerne le choix d'implémentation du local.

II-2. Section A : Processus de fabrication et choix technologique

Phase 1 : Processus de fabrication

Bien évidemment nous allons commencer par une petite présentation du produit étudié qui est le lait et ses dérivées

a. Le lait (réf wikipédia)

Le lait est un liquide biologique comestible généralement de couleur blanchâtre produit par les glandes mammaires des mammifères femelles. Riche en lactose, il est la principale source de nutriments pour les jeunes mammifères. L'homme utilise le lait produit par certains mammifères domestiques comme un aliment.

b. Caractéristiques et composition

Le lait est un liquide de couleur blanche, avec des nuances variant du bleuté au jaunâtre, légèrement visqueux, dont la composition et les caractéristiques physico-chimiques varient sensiblement selon les espèces animales, et même selon les races. Ces caractéristiques varient également au cours de la période de lactation, ainsi qu'au cours de la traite ou de l'allaitement.

c. Le lait cru

Le lait cru est le nom donné au lait d'origine animal qui n'a subi aucune modification majeure telle que la stérilisation ou la pasteurisation. Le lait cru peut être légèrement chauffé. Cependant, pour conserver toutes ses qualités nutritionnelles, la température ne doit pas être supérieure à 40°C soit celle de l'animal. La consommation de lait cru est rare dans les pays développés, les habitants y favorisent la consommation de lait pasteurisé, plus sûr.

d. Le lait en poudre

Le lait en poudre est un lait déshydraté, essentiellement constitué de la matière sèche du lait. Le lait se conserve ainsi plus longtemps et convient parfaitement pour à l'industrie des produits alimentaires.

À partir de ce produit aussi riche que complexe, le lait donne naissance à une grande diversité de produits laitiers connu sous le nom des dérivées laitières tel que : yaourt, fromage, beurre, crème, lait concentré, lait pasteurisé, lait stérilisé, lait en poudre. Ou chaque article est obtenu a partir du lait cru selon a certain procéder approprié pour chaque article.

1-1. Les processus de transformation du lait cru à des différents produits

a. Le beurre

- ☞ **L'écémage** : le lait est séparé de la crème. Cette crème servira de base à la fabrication du beurre
- ☞ **L'ensemencement et la maturation** : Des ferments lactiques sont ajoutés à la crème qui s'épaissit.
- ☞ **Le barattage et le malaxage** : La crème est battue pour obtenir des grains, qui sont ensuite malaxés.

b. La crème

- ☞ **L'écémage et le dosage** : La crème est séparée du lait. Puis on ajuste sa teneur en matière grasse.
- ☞ **L'ensemencement et la maturation** : Des ferments lactiques sont ajoutés dans la crème, puis elle est mise à maturé.
- ☞ **Le conditionnement** : La crème est mise en pots puis conservée au froid (4°C).

c. Le yaourt

- ☞ **L'écémage et le dosage** : La crème est séparée du lait. Puis on ajuste la quantité de crème.
- ☞ **L'ensemencement** : Des ferments lactiques sont ajoutés pour que le produit perde son aspect liquide.
- ☞ **Le conditionnement** : Le yaourt est conditionné dans des pots scellés avec un opercule.

d. Le fromage

- ☞ **L'écémage** : La crème est séparée du lait. Puis on ajuste la quantité de crème.
- ☞ **Le caillage** : Des ferments lactiques et des présures sont ajoutés au lait pour obtenir le caillé.
- ☞ **Le moulage** : Le fromage est mis en moule, de forme variable.
- ☞ **L'affinage** : Le fromage mûrit en cave d'affinage. La durée varie selon le type de fromage.

e. Lait liquide

A l'exception du lait cru, tous les laits liquides subissent les étapes d'écémage-standardisation et de traitement thermique. Celles-ci peuvent varier en termes de technique ou intervenir dans un ordre différent en fonction du type de lait considéré.

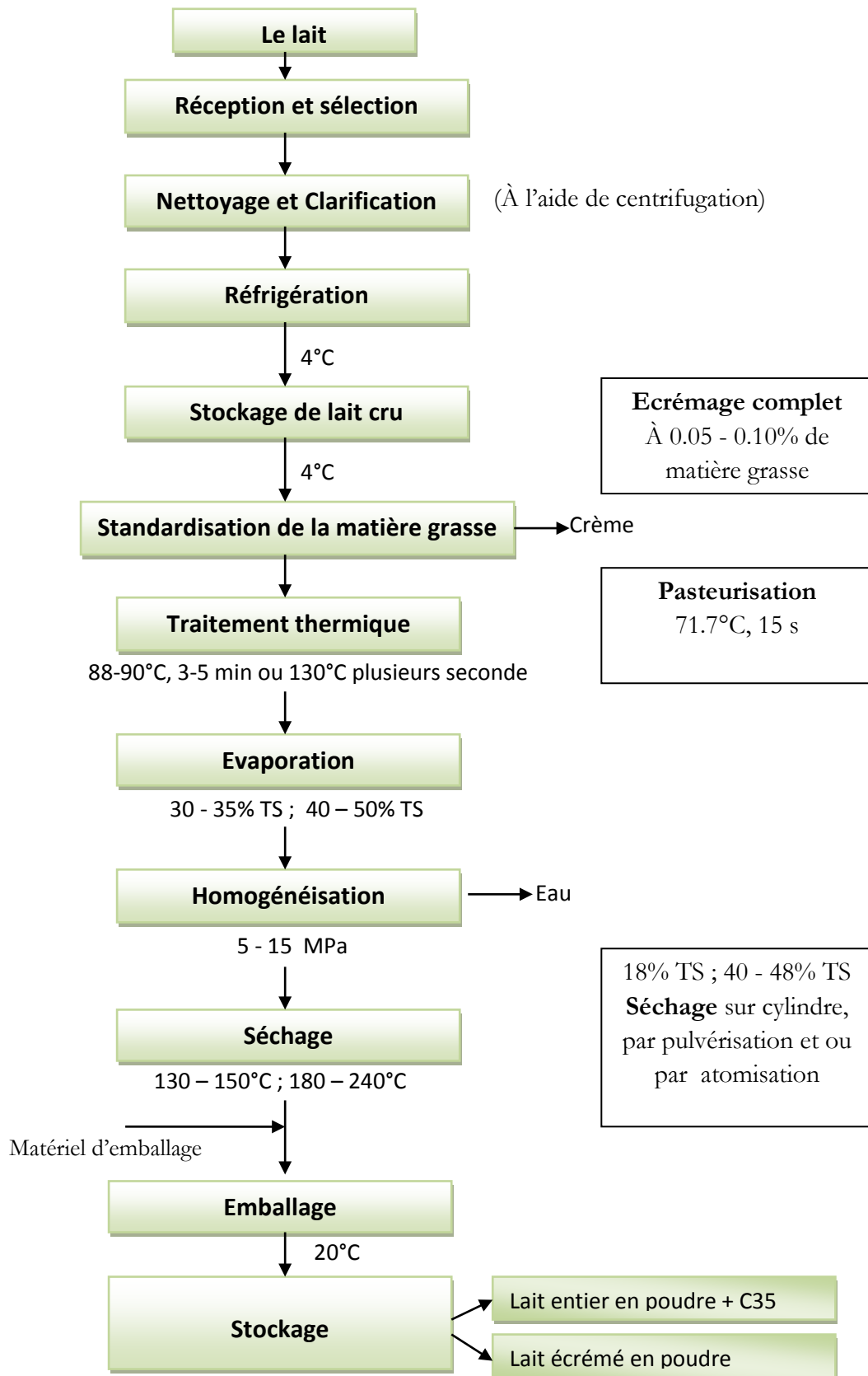
- ☞ **L'écémage et le dosage :** La crème est séparée du lait puis ajustée en quantité (lait écémé, demi-écémé, entier)
- ☞ **Le traitement thermique :** Pasteurisation, stérilisation et/ou microfiltration
- ☞ **Le conditionnement :** En bouteille ou en brique. Selon les cas : en conditions aseptiques, à l'obscurité...

f. Lait en poudre

- ☞ **L'écémage :** La crème est séparée du lait. Puis on ajuste la quantité de crème.
- ☞ **La concentration :** Des évaporateurs successifs permettent de concentrer le lait
- ☞ **Le séchage :** La tour de séchage transforme le lait concentré en poudre

Le cœur de notre travail réside dans cette partie qui est la fabrication du lait en poudre qu'on détaille par la suite ses statistique son processus, ses caractéristique et sa consommation.

1-2. Processus de fabrication de lait en poudre



1-2-1. La collecte et le transport

La collecte du lait est effectuée directement après la traite du lait crue sans dépassé un intervalle de temps limité au maximum à 2 jours. Le transport et la collecte peut se faire par plusieurs mode selon les régions. Soit par l'utilisation des camions citerne conforme à la conservation des denrées alimentaires de la laiterie productrice ou par le transport individuel du fermier collecteur.

☞ **Camion de collecte et de transport**

Camion porteur ou semi-porteur équipé d'une citerne satisfaisant à la législation sur le transport des denrées alimentaires, d'un système de pompage, d'un appareil d'échantillonnage et d'un système de détermination et d'enregistrement des quantités chargées.



Fig. II.1 : Camion de collecte et de transport

1-2-2. Sélectionne et critère de reception

a. Station de sélection : pour la sélection de lait, on fait deux test l'un des tests s'appelé test de paiement (déterminer la quantité de matière grasse et protéine) et l'autre s'appelle test de l'acidité de lait, à fin d'assuré une bonne



Fig. II.2 : Station de réception automatisé de type REDA

Pour le premier test il faut que le taux d'acidité doive avoir un PH inférieur à 7.5°. La mesure de l'acidité peut être effectuée par utilisation de la soude caustique et la phénolphtaléine ou bien par la détermination de la concentration en ions « hydrogène ».

Le premier de ces systèmes est certainement le plus utilisé dans les industriels literies, l'acidité ne représente en définitive que la quantité d'alcali nécessaire pour porter un liquide aussi fortement tamponné que le lait, du PH initial au PH dans lequel la phénolphtaléine montre une notable coulure rouge PH > 8,5° SH. Il ne doit pas y avoir de contamination avec des ions métalliques, de cuivre en particulier.

Les exigences relatives au nombre de germes doivent être prises en considération. [5]
Pour le deuxième test, Le paiement de lait se fait pendant l'étape de réception pour déterminer la valeur de prix de lait cru selon l'un des méthodes suivants :

➤ **Paiement à la densité**

La mesure de la densité se fait toujours avec une température de 20°C grâce à l'utilisation d'un abaque, les densités sont exprimées en g/l à 20°C.

Le paiement à la densité peut se faire sous deux formes :

- Réduction ou augmentation de la quantité livrée, exemple : si la base est à 1028, un producteur livrant 50 L de lait à 1024, ne sera payé que $50 \times 1024/1028 = 49,8$ L.
- Pénalisation ou bonus sur le prix bas : $\text{prix} = \text{prix de base} \times \Delta \text{ densité du lait}$. [6]

➤ **Paiement à la composition (Matière grasse MG et matière protéique MP)**

D'une façon quasi générale, le prix payé aux producteurs découlant de la composition du lait résulte de l'application d'une méthode de calcul dite « différentielle » qui s'exprime par la formule :

$$P = P_0 + X \cdot \Delta TB + Y \cdot \Delta TP$$

Dans laquelle :

P : Désigne le prix de lait versé à chaque producteur pour un litre ou un kilogramme ;

P_0 : Désigne le prix de base déterminé en fonction des données techniques (teneur en matière grasse et en matière protéique) et économiques propres au département, fraction de département ou zone de ramassage de l'établissement ;

X : Désigne de la valeur nominale de gramme différentiel de matière grasse ;

Y : Désigne de la valeur nominale de gramme différentiel de matière protéique ;

ΔTB : Désigne la différence entre la teneur moyenne en matière grasse du lait livré par le producteur et la teneur retenue pour fixer le prix P_0 ;

ΔTP : Désigne la différence entre la teneur moyenne en matière protéique du lait livré par le producteur et la teneur retenue pour fixer le prix P_0 ;

D'autres payent encore à la matière sèche utile en utilisant une méthode dite « unitaire » et non plus « différentielle ». Tous les grammes de MSU (matière sèche utile) ont en effet la même valeur, contrairement au système différentielle. La méthode unitaire, peu utilisée, s'exprime ainsi :

$$P = X \cdot TB + Y \cdot TP$$

Dans le cas du paiement à la MSU (matière sèche utile), les valeurs unitaire (X et Y) données à la matière grasse et aux protéines sont les mêmes : $X=Y$.

Le plus souvent, pour chaque producteur, le teneur en matière grasse et en matière protéines retenue pour le paiement de lait est égal à la moyenne des taux observés sur les échantillons de lait prélevés au cours du mois, après pondération de ces taux en fonction des quantités de lait qu'il a livrées le jour des prélèvements (3 prélèvement par mois).

A l'inverse du paiement à la matière grasse qui était assez largement répandu, le paiement du lait à la matière protéique est plus difficile à mettre en œuvre, vu le matériel qu'il nécessite. [6]

➤ **Paiement du lait à la qualité**

Selon les notes obtenues au cours du mois pour l'ensemble des contrôles qui tiennent compte de la charge microbienne des laits.

L'attribution des notes s'effectue sur la base du barème suivant :

Note 1 : lait contenant plus de 200 000 germes/ml

Note 2 : lait contenant entre 100 000 et 200 000 germes/ml

Note 3 : lait contenant moins de 100 000 germes/ml

Remarque : le paiement de la qualité du lait tient généralement également compte :

➤ Du taux cellulaire (moyenne sur trois prélèvements par mois) :

Note 3 : < 300 000 cellules/ml

Note 2 : 300 à 450 000 cellules/ml

Note 1 : > 450 000 cellules/ml

➤ Présence d'inhibiteur : non-paiement du ramassage concerné. [6]

b. Station de réception

Certain système sont doté des lignes automatiques pour la réception du produit avec des appareils de mesure précis, pour recueillir le produit à partir des camions-citernes et l'envoyer aux cuves de stockage.

Après ces deux tests, le lait cru est aspiré en utilisant un procédé « sous vide », qui permet l'extraction de l'air englobé lors de la phase de collecte. Ce produit est accepté et préservé à l'aide d'un système de refroidissement de 1°C à 5°C dans les normes internationales et ensuite le lait passe par l'étape de nettoyage. [7]

Ce système de refroidissement est relié avec la station de sélectionne et réception pour le pré conservation.



Fig. II.3 : Station de sélection et de réception

1-2-3. Nettoyage et clarification

Une fois le lait est accepté, un deuxième procédé est déclenché pour le nettoyage et la clarification bactérienne de lait cru, on utilise des séparateurs centrifuges, qui sont construites spécialement pour des applications liées aux produits laitiers. Caractérisées par des vitesses du tambour très élevées le séparateur permet d'obtenir une efficacité maximale de la séparation des particules solides ayant des tout petits diamètres (impuretés, spores, bactéries,....etc.).

Le design standard de ces centrifugeuses prévoit une alimentation sous pression afin d'effectuer manipulation produit réalisée par un système d'entrée doux. Le produit est ensuite soumis à une accélération jusqu'à atteindre la vitesse de séparation toute en préservant la qualité physiologique des différents composants plus précisément les globules gras.

La grande surface de travail, la vitesse élevée de rotation et l'expulsion extrêmement garantissent une efficacité maximale en ce qui concerne le nettoyage.

Le produit clarifié sort sous pression, par conséquent, il n'est pas nécessaire d'avoir une pompe de récupération. La gamme de capacité de traitement s'étend d'un minimum de 3 000 l/h et un maximum de 35000 l/h. [8]

- a. Méthode de fonctionnement :** Le lait à nettoyer s'écoule à l'intérieur de centrifugeuse et arrive à la chambre dotée d'une pompe centrifuge.

Le lait est extrait du bol du séparateur en rotation sous pression et sans mousse par la pompe centrifète fixe. Les particules solides sont acheminées vers l'extérieur et s'accablent dans une chambre pour les particules solides de forme biconique.

Un système hydraulique évalue les particules solides du bol selon des intervalles qui peuvent être définis. L'éjection est réalisée lorsque le bol tourne à grande vitesse.

Procédés dans l'espace intermédiaire du disque, le grand nombre des chambres de séparation individuelles positionnées en parallèle entre les disques permet de diviser le volume de lait en plusieurs couches fines. Cela permet de minimiser la sédimentation. On dit d'une particule solide qu'elle est séparée dès lors qu'elle a atteint la surface inférieure du disque supérieur. Le débit est faible à ce moment-là. La particule n'est plus entraînée avec le débit, mais est acheminée vers l'extérieur sous l'influence de la force centrifuge. Au terme du disque, elle quitte la chambre de séparation de centrifugeuse. [9]

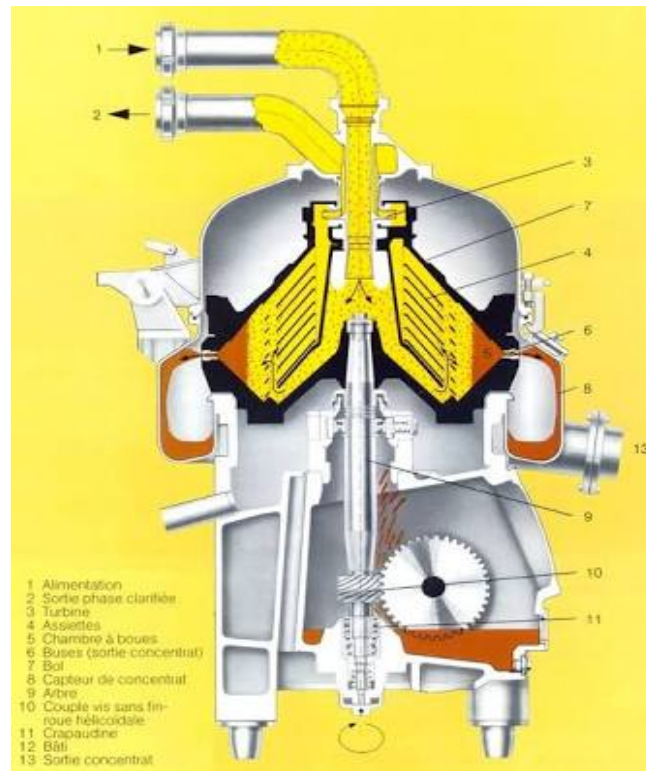


Fig. II.4 : Représentation schématique d'une centrifugeuse clarificateur

En présence d'éjections totales, tout le contenu du bol est évacué. Pour ce faire, l'alimentation du séparateur doit être brièvement interrompue. Les éjections totales permettent de nettoyer toutes les surfaces à l'intérieur du bol grâce à des vitesses de flux très élevées. Cela est particulièrement important pour CIP (Cleaning In Place) chimique de la ligne et du séparateur. Les éjections totales d'un séparateur pendant le CIP garantissent des résultats optimaux et avec une vitesse de rotation de 5500 à 10500 tr/min. [9]

b. Les types des centrifugeuses clarificateurs




 <p>FUYI 富士</p>		
<ul style="list-style-type: none"> - Prix Unitaire: 3 833 484 DZD par pièce, pour une capacité de 80000 l/h (316 262 DZD pour une capacité de 6600 l/h). - Type de centrifugeuse: Centrifugeuse de disque avec bol et huile. - Mode de séparation: Type de sédimentation. -Type de fonctionnement : Continu sans CIP. -Marque : FUYI -Capacité : 500l/h à 80000l/h 	<ul style="list-style-type: none"> - Prix Unitaire: 4 287 639 DZD par pièce, pour une capacité de 35000 l/h (408 526 DZD pour une capacité de 6600 l/h). - Type de centrifugeuse: Centrifugeuse de disque avec bol. - Mode de séparation: Type de sédimentation. -Type de fonctionnement: Continu avec CIP. -Marque : REDA type RD -Capacité : 3000 l/h à 35000l/h 	<ul style="list-style-type: none"> - Prix Unitaire: 450 000 DZD pour une capacité de 6600 l/h. - Type de centrifugeuse: Centrifugeuse de disque avec bol. - Mode de séparation: Type de sédimentation. -Type de fonctionnement: Continu avec CIP. -Marque : GEA ecoclear / MSE, MSI -Capacité : 3000 l/h à 75000l/h

Fig. II.5 : Les différents types et caractéristiques pour les centrifugeuses clarificateur

1-2-4. Réfrigération et la conservation de lait nettoyé

Après le nettoyage et la clarification, le lait subit à une autre opération qui est la réfrigération pour assurée que la température de cette matière est dans les normes internationales (entre 1°C et 5°C), cette opération est assurée par un tank à lait.

a. Tank à lait : est une cuve de refroidissement pour refroidir le lait à une basse température de 1°C à 5°C. Généralement fabriqué en acier inoxydable et utilisé pour stocker dans de bonnes conditions le lait issu de la traite des animaux. Il doit être soigneusement nettoyé après chaque collecte. [10]

b. Types de tanks à lait : Le type et la capacité du tank dépendent de la taille du troupeau, de la fréquence de ramassage du lait, de la qualité du lait souhaitée, de la disponibilité et des coûts liés à l'énergie ainsi qu'à l'eau, qui peuvent être différencié en taille et volume selon le développement de l'industrie laitière.

➤ **Tanks ouverts** : avec une capacité de 150 à 3 000 litres dans ce genre de Tanks le couvercle de la cuve est mobile c'est à dire qu'on peut l'ouvrir pour charger le lait ou ajouter des adition ou des produit chimique conservateur.

➤ **Tanks fermés** : avec une capacité de 1 000 à 30 000 litres, ce type de Tanks est fermé le seul accès du lait se fait par la tuyauterie.

Le système de refroidissement d'un Tanks peut se trouver selon deux manières soit en expansion directe, dans ce cas le lait est refroidi par les plaques qui sont en contact direct avec le réservoir intérieur, soit en réserve d'eau glacée ou le lait est refroidi quand de l'eau glacée s'écoule le long de la paroi intérieure du réservoir. [10]

c. Description d'un tank à lait

Un tank à lait est composé en deux cuve imbriqué l'une dans l'autre : une cuve intérieure et une cuve extérieure, faites en acier inox de qualité alimentaire, séparé par une mousse polyuréthane Pour un tank à expansion directe, se trouve un dispositif de plaque et de tubes dans lequel circule un gaz réfrigérant (R22) soudé à la cuve intérieure. Ce gaz absorbe la chaleur du liquide contenu dans la cuve (le lait).

De manière générale les tanks à expansion directe sont livrés avec un compresseur et une grille de condensation dans laquelle circule aussi le gaz réfrigérant (même principe qu'un réfrigérateur).

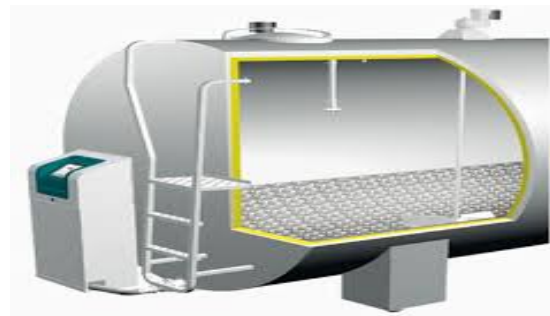


Fig. II.6 : tank à lait

d. Descriptif d'un tank à lait

➤ Mousse polyuréthane isolante

L'espace entre les deux cuves inox est rempli de mousse polyuréthane isolante. En cas de problème d'électricité ainsi qu'à une température extérieure de 30°C, le contenu ne doit s'échauffer que de 1° C par 24 heures.

➤ Agitateur

De façon à permettre un refroidissement rapide et correct de la totalité du contenu de la cuve, chaque tank est équipé d'au moins un **agitateur**. L'agitation du lait permet que tout le lait à l'intérieur du tank reste à la même température et homogène.

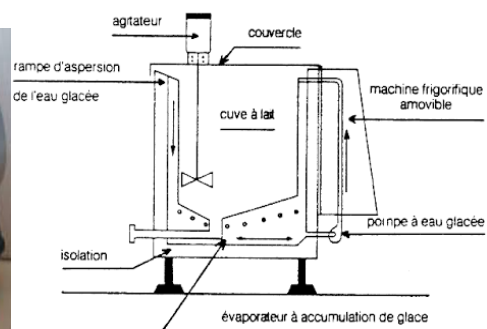


Fig. II.7 : Représentation schématique d'un tank à lait avec un agitateur

Un trou d'homme se situe en haut de chaque tank fermé pour l'inspection de l'intérieur et pour nettoyer manuellement si besoin. Ce trou d'homme est fermé par un couvercle hermétique.

Il y a également deux ou trois petites ouvertures : une est une aération, les autres peuvent être utilisées pour l'introduction de la canne à lait qui introduit le lait de la traite dans le tank.

Un tank à lait repose sur 4, 6, ou 8 pieds ajustables. La cuve intérieure est en légère pente ce autorise tout le lait de s'évacuer vers la sortie du tank.

En bas de chaque tank, on trouve un sortie de vidange le plus souvent fileté avec ou sans vanne. [10]

➤ Thermomètre

Tous les tanks ont un thermomètre qui sert à vérifier la température à l'intérieur du tank. La plupart des tanks ont un dispositif de lavage automatique : il utilise de l'eau chaude et froide combiné à des produits de nettoyage acides et basiques. Une pompe et un diffuseur nettoie l'intérieur, ce qui sert à conserver un environnement propre à chaque fois que le tank est vidé.

➤ La commande

Presque chaque tank dispose d'un boîtier de commande qui gère le processus de refroidissement avec un thermostat. L'utilisateur peut mettre en marche ou arrêter le tank, commander l'agitation du lait, démarrer la procédure de lavage de l'intérieur du tank, et réinitialiser le dispositif. [10]



Fig. II.8 : Boîtier de commande

1-2-5. Stockage de lait cru

Une fois que le lait cru est nettoyé, clarifié et refroidir, ce dernier est stocké dans d'énorme cuves et silos de stockage qui pouvant contenir plus de 100 000 litres de lait cru.

Ces cuves et silos sont construit spécialement pour le stockage de lait cru avant le traitement, en utilisant une matière solide inoxydable selon les normes de conservation de lait cru pour assurée la bonne qualité.

C'est des cuves iso-thermique soit réfrigérée ou non. Les cuves non réfrigérée sont reliés avec le système de refroidissement de lait cru (les tanks à lait) pour assurée que le lait stocké est entre 1 C° à 5C° (cercle fermé).



Fig. II.9 : les cuves de stockage de lait

1-2-6. L'écémage

L'écémage consiste à une centrifugation du lait en utilisant une écémuse afin de séparer les graisses du lait, cette opération de l'écémage donne deux produit : le lait écémé et la crème. La crème constituant simplement du lait concentrer en matière grasse environ 10 fois (lait entière 35/kg, crème 350 g/kg). La crème du lait est ensuite utilisée pour la production de beurre ou de crème prête à l'emploi.

L'écémage centrifugeuse est réalisé dans une écémuse qui est un outil permettant de séparer la crème du lait. L'opération est rapide, continue et assure le passage dans la crème de la quasi-totalité de la matière grasse. [11]

a. Méthode de fonctionnement

L'écémuse comprend une réception appelée bol, généralement de forme cylindro-conique, tournant à une grande vitesse, le lait entière porté à la température de 30°C à 0°C, est introduit à la base au centre de bol rotatif.

Sous l'action de la force centrifugeuse, les globules grasse dirigent vers l'axe de rotation est sont entrainés avec une petite quantité de lait vers la sortie de la crème, le lait séparé des globules gras, plus lourd, se dirige vers la périphérie du bol ou il est entrainé vers la sortie de lait écémé. L'écémage est facilité par la répartition du lait en couches minces à l'intérieur du bol grâce à la présence empilement des disques solidaires au l'axe de rotation, la teneur de la matière grasse de la crème est réglée en laissant de celle-ci une quantité de lait écémé plus au moins importante.

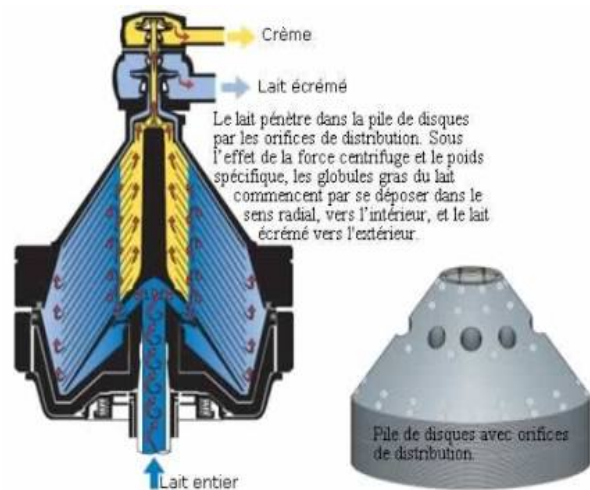


Fig. II.10 : Représentation schématique d'un Ecémuse

L'écémage centrifugeuse provoque une épuration du lait en entrainant les impuretés lourdes sur les parois du bol au elles forment « les boues » d'écémuse.

Les machines modernes d'écémage permettent un écémage très poussé (matière grasse de lait écémé < 0,5 g/kg), limitent les chocs endommageant les globules gras et évitent la formation de mousses.

On distingue généralement deux catégories de crème : crème de consommation, utilisée directement notamment en cuisine, en pâtisserie, dans la préparation des crèmes glacées et crème de transformation, destiné à la fabrication du beurre, et autre produit.

La vitesse de rotation de centrifugeuses de l'écémage est 10500 tr/min. Le principe de fonctionnement de l'écémuse presque le même que la centrifugeuse de la clarification. [12]

b. Exemple d'écrémeuse centrifugeuse

Prix Unitaire : 458 526 DZD.

Type de centrifugeuse : Centrifugeuse de disque.

- Mode de séparation : Type de sédimentation
- Fonctionnement : continue selon la capacité.
- Marque : AVEDSMIL - Capacité : 30000 l/h



Fig. II.11 : écremeuse centrifugeuse

1-2-7. Standardisation

Nous savons que le lait liquide vendu sur le marché est de types différents en ce qui concerne sa composition. Etant donné que le lait disponible pour le transformateur peut ne pas nécessairement être de la même composition que souhaitée dans le lait à commercialiser, il est très fréquent d'ajuster la composition selon l'exigence. En outre, une modification de la composition (ou un ajustement) est nécessaire si le lait doit être converti en un certain produit. Un produit doit être conforme aux normes légales qui lui sont prescrites ou aux normes de qualité fixées par le fabricant. La fabrication d'un produit sans manipulation compositionnelle appropriée du lait peut conduire à un produit de mauvaise qualité, ou à un produit qui ne répond pas aux exigences légales, ou peut constituer une perte économique pour le transformateur.

La standardisation fait donc référence au procédé par lequel la composition du lait est ajustée au niveau souhaité. Les paramètres de composition les plus couramment considérés sont la graisse et la SNF (solids-not-fat) pour le lait de marché, bien que parfois la graisse seule puisse être prise en compte pour la normalisation. Pour certaines applications spécifiques de produits et de fabrication, même la teneur en protéines peut être ajustée. En conséquence, le processus de normalisation implique d'abaisser ou d'augmenter le niveau d'un ou de plusieurs constituants particuliers à la valeur souhaitée, spécialement la graisse. [13]

➤ Pour la graisse

Souvent, le lait peut être standardisé à une certaine valeur d'un composant unique, c'est-à-dire la graisse ou le SNF (solids-not-fat) seul. Cela peut être obtenu en ajoutant au lait une quantité calculée d'un produit riche en matières grasses tel que la crème si le niveau de matière grasse doit être élevé, ou un composant faible en matières grasses ou sans graisse, par ex. Lait écrémé, si le lait a excès de graisse.

La teneur en matières grasses du lait peut également être réduite en séparant une quantité calculée de crème de pourcentage de graisse connue.

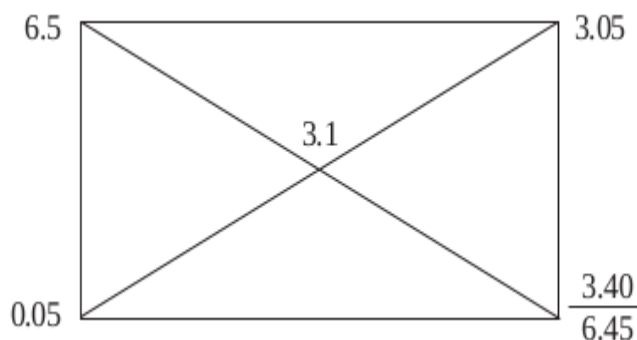
Le calcul de la quantité ajouter ou séparer de la crème ou du lait écrémé au lait ; peut être réalisée par une méthode simple connue sous le nom de méthode carrée de Pearson.

Cette technique consiste à dessiner un carré arbitraire (ou un rectangle), en plaçant à gauche les préoccupations du carré, les valeurs de la teneur en matière grasse des deux produits à mélanger et au centre du carré, le pourcentage de graisse souhaité.

Ensuite, les soustractions sont faites en diagonale sur le carré, la plus petite étant déduite de la plus grande, et les différences sont entrées dans les coins correspondants opposés sur le côté droit. Ces deux nouvelles valeurs aux coins droits sont additionnées pour obtenir une troisième valeur. Toutes les trois valeurs placées à droite représentent les proportions ou quantités relatives des produits donnés à mélanger (chiffre en haut à droite pour la quantité du produit vers le haut à gauche, en bas à droite pour le produit en bas à gauche, et la somme Pour le produit final). [13]

➤ **Voici un exemple d'un tel calcul**

500 kg de lait testant 6,5% de matières grasses à standardiser à 3,1% de matières grasses en utilisant du lait écrémé contenant 0,05% de matières grasses.



Ainsi, le mélange de 3,05 kg de lait gras à 6,5% avec 3,40 kg du lait écrémé donnera 6,45 kg de lait contenant le taux de graisse souhaité, c'est-à-dire 3,1%. Par conséquent, la quantité de lait écrémé devant être ajoutée à 500 kg de lait entier sera : **$(3.4 \times 500)/3.05=557.38$ kg.**

En conséquence, 557,38 kg de lait écrémé à 0,05% mélangés à 500 kg de lait entier gras 6,5% donne la quantité de 1057,38 kg de lait ayant 3,1% de graisse.

La normalisation à un composant (à base de matières grasses) est couramment utilisée pour la crème destinée à la fabrication du beurre. Il consiste généralement à ajuster le pourcentage de graisse d'une crème élevée en matières grasses au niveau désiré en le mélangeant avec la quantité calculée de lait écrémé (ou de lait entier). Le mélange des deux composants, à savoir la crème et le lait écrémé ou le lait entier, peut être effectué en transférant les quantités calculées des deux (l'une après l'autre), dans un réservoir (ou un silo) avec une disposition pour un mélange adéquat.

Le mélange continu en ligne est beaucoup plus souhaitable dans une opération à grande échelle. Ceci peut être réalisé sur le séparateur de crème lui-même en permettant à une crème suffisante de remixer avec le lait écrémé de sorte que le mélange soit un lait avec la teneur en graisse souhaitée ; La crème équilibrée s'écoule à travers la ligne de crème dans le réservoir de crème.

Cela nécessite que le séparateur soit équipé d'un dispositif de normalisation.

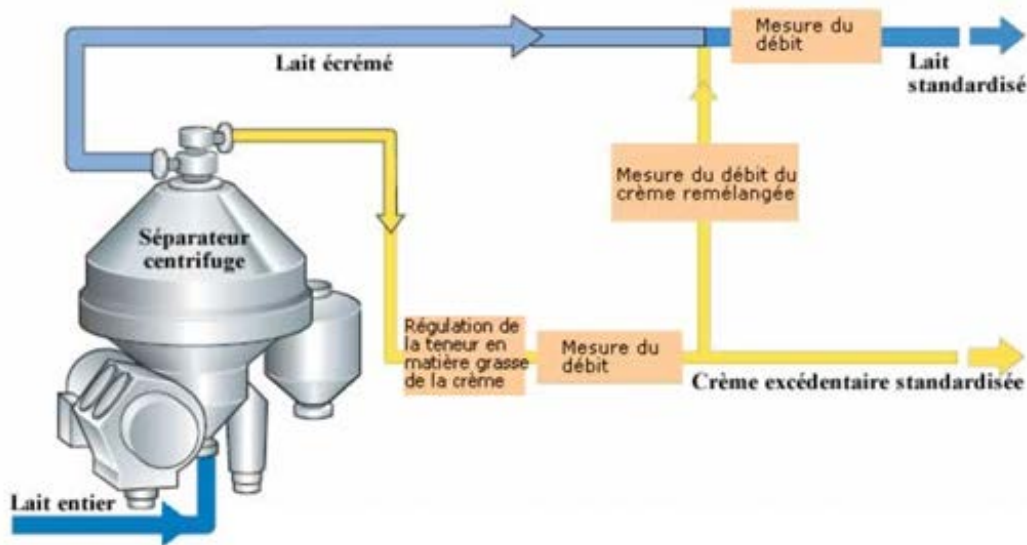


Fig. II.12: Principe de standardisation direct en ligne de la crème et du lait

➤ **Pour SNF (Lactose, caséine, protéines de lactosérum et minéraux)**

Lorsque le lait doit être normalisé tant pour les graisses que pour les SNF, la base de calcul de la quantité de lait écrémé ou de crème à ajouter est le rapport entre la graisse et le SNF et la teneur totale en matières solides (TS). Si le rapport graisse-SNF souhaité est supérieur au rapport réel dans le lait disponible, il faudra ajouter du lait écrémé. D'autre part, lorsque le rapport souhaité est plus faible, la crème doit être mélangée dans le lait. Il est donc nécessaire que les teneurs en matières grasses et en SNF du lait soient normalisées, ainsi que celles de la crème ou du lait écrémé à utiliser soient connues.

Si l'on connaît la teneur en matières grasses de la crème ou du lait écrémé (séparé d'un lait de matière grasse connue et du contenu du SNF), la teneur en SNF peut être estimée sous :

$$\text{SNF dans la matière grasse en pourcentage est :} = \frac{\text{SNFm} \times (100 - \text{Fc})}{100 - \text{Fm}}$$

$$\text{SNF dans le lait écrémé} = \frac{\text{SNFm} \times (100 - \text{Fs})}{100 - \text{Fm}}$$

SNFm = pourcentage de SNF dans le lait.

Fc = pourcentage de graisse dans la crème.

Fm = pourcentage de graisse dans le lait.

Fs = pourcentage de graisse dans le lait écrémé.

La quantité de lait écrémé ou de crème devant être ajoutée à une quantité donnée de lait (de manière à atteindre les taux souhaités de graisse et de SNF) peut être calculée en utilisant les formules suivantes:

$$Q_c = \frac{Q_m \times ((R \times SNF_m))}{(f_c - (R \times SNF_c)) - F_m}$$

$$Q_s = \frac{Q_m \times ((f_m / R) - SNF_m)}{(SNF_s - (\frac{F_s}{R}))}$$

Q_m = Quantité de lait à standardiser

Q_c = quantité de crème requise

Q_s = Quantité de lait écrémé requis

R = rapport (graisse / SNF) souhaité.

f_c = pourcentage de graisse dans la crème

F_m = pourcentage de graisse dans le lait

F_s = Pourcentage de graisse dans le lait écrémé

SNF_m = pourcentage de SNF dans le lait

SNF_c = pourcentage SNF dans la crème

SNF_s = pourcentage de SNF dans le lait écrémé.

Alternativement, on peut utiliser une méthode algébrique en prenant une quantité «x» de crème ou de lait écrémé de matière grasse connue et de SNF contenu devant être ajoutée à la quantité donnée de lait avec certains taux de matières grasses et de SNF, puis en résolvant.

(Pour X) une équation du rapport graisse-SNF désiré:

$$R = \frac{F_c \text{ (or } F_s) \times \frac{X}{100} + F_m \left(\frac{Q_m}{100} \right)}{SNF_c \text{ (or } SNF_s) \times \frac{X}{100} + SNF_m \left(\frac{Q_m}{100} \right)} \quad [13]$$

1-2-8. Pasteurisation

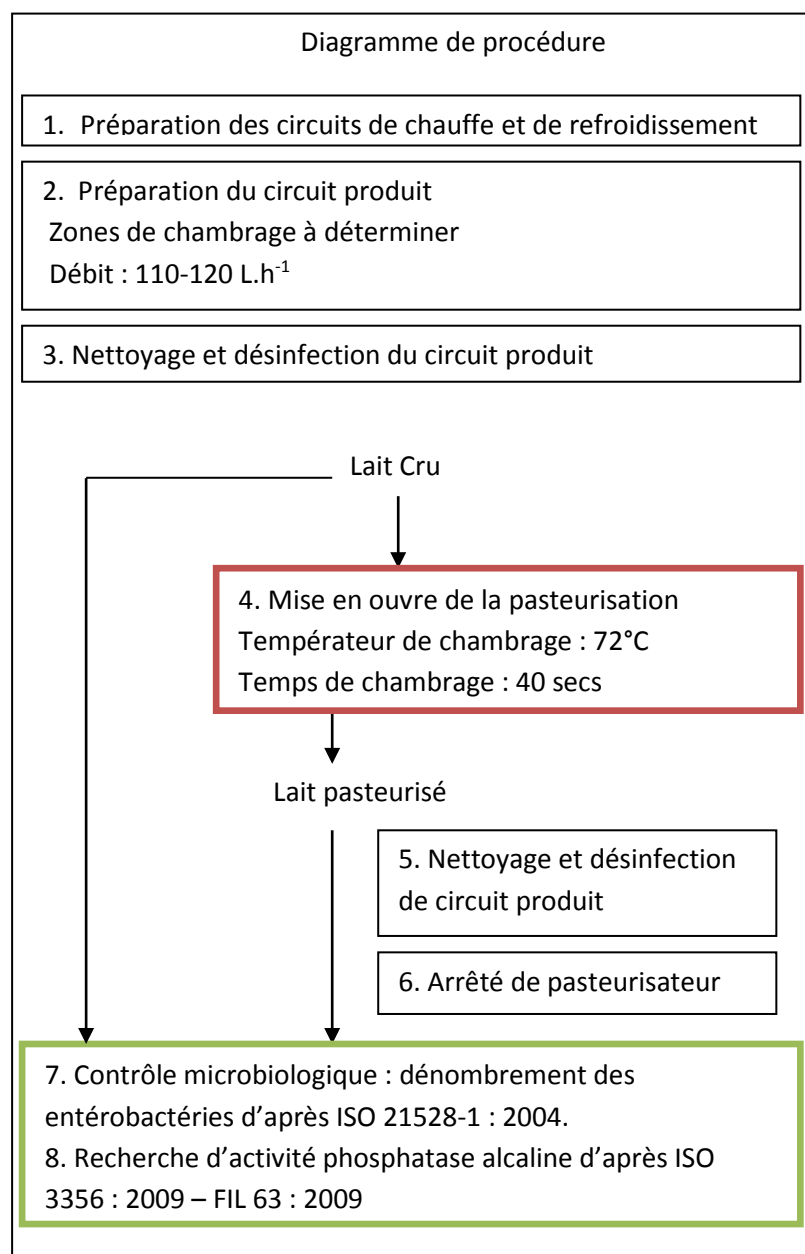
La pasteurisation est un traitement thermique décrit par un procédé de conservation des aliments par lequel ceux-ci sont chauffés à une température définie, pendant une durée bien définie comprises entre 60 et 100 °C ayant pour but de détruire la totalité des micro-organismes pathogènes non sporulés et de réduire significativement la flore végétative présente dans un produit.

C'est un procédé de conservation limité pour le quelle produit doit être conditionné hermétiquement (avec ou sans atmosphère modifiée ou sous vide) et, puis refroidis rapidement ou réfrigéré (le produit pasteurisé peut être en effet conservé à +4 °C de quelques jours à quelques semaines).

La pasteurisation réduit au maximum les activités biologiques d'un produit tout en évitant de modifier ses caractéristiques organoleptiques et nutritionnelles.

La pasteurisation, comme tout traitement thermique, doit permettre :

- De préserver l'aspect nutritionnel du produit tel que la non-destruction des vitamines.
 - De ne pas modifier ses qualités organoleptiques telles que l'absence de brunissement, de décoloration, de goûts de cuit, de rupture de l'émulsion, de coagulation des protéines, etc.
- [14]



a. Les types des échangeurs thermiques

➤ Les échangeurs tubulaires

Un échangeur de chaleur est un dispositif permettant de transférer de l'énergie thermique d'un fluide vers un autre, sans les mélanger. Le flux thermique traverse la surface d'échange qui sépare les fluides¹.

Ils constituent une technologie ancienne qui, même si elle se trouve de plus en plus concurrencée par les technologies des échangeurs à plaques et joints ou par les échangeurs à plaques soudées, reste une technologie indispensable notamment pour des fluides à forte pression ou très visqueux.

Les échangeurs thermiques tubulaires fonctionnent grâce à un faisceau de tubes, disposés à l'intérieur d'une enveloppe que l'on nomme « calandre ». Placés verticalement ou horizontalement, ces tubes permettent l'échange thermique : l'un des fluides circule à l'intérieur des tubes, pendant que l'autre circule dans la calandre — et par conséquent autour des tubes, permettant ainsi le transfert des calories d'un fluide vers l'autre.

Le principal avantage des échangeurs thermiques tubulaires est sans aucun doute leur robustesse. Ils sont en effet théoriquement utilisables dans toutes les applications industrielles, de plus ils sont capables de résister à des températures et pressions extrêmes, ils acceptent par ailleurs des écarts de température potentiellement importants.

Autre caractéristique notable : ces appareils peuvent être gigantesques, Ils peuvent mesurer jusqu'à plusieurs dizaines de mètres de long et de diamètre, devenant ainsi une des rares solutions à pouvoir répondre à des besoins très importants d'échange thermique. Ce qui nous amène à l'un des inconvénients majeurs des échangeurs tubulaires : très grands, ils ne sont pas pratiques en termes de maintenance.

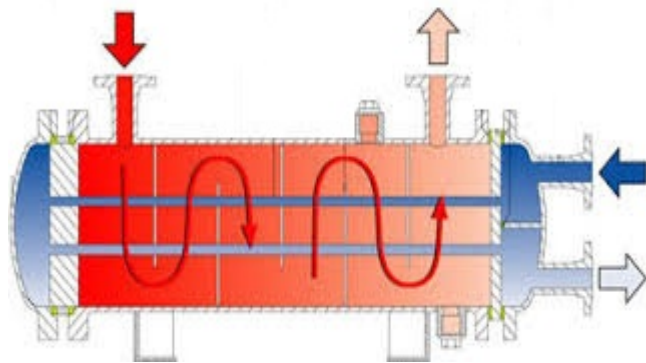


Fig. II.13 : Echangeurs tubulaire

Cela constitue un réel problème car dans l'industrie, les fluides utilisés peuvent être sales, ce qui entraîne des encrassements à l'intérieur des tubes et donc des risques importants de colmatage. Enfin, dans bien des environnements leurs performances ne sont pas optimales aujourd'hui par rapport à celles des échangeurs à plaques (soudées ou jointées) !



	
<ul style="list-style-type: none"> - Prix Unitaire: 2 500 000 DZD - Type de pasteurisation : tubulaire avec CIP. -Type de fonctionnement: Continu. -Marque : Changzhou KATJ-5 -Capacité : 4000 l/h à 7000 l/h -Consommation d'énergie : 7.5 KW 	<ul style="list-style-type: none"> - Prix Unitaire: 1 700 000 DZD - Type de pasteurisation : tubulaire avec CIP. -Type de fonctionnement: Continu. -Marque : Changzhou KATJ-8 -Capacité : 3000 l/h à 5000 l/h -Consommation d'énergie : 4 KW à 6 KW

Fig. II.14 : Les différents types et caractéristiques pour les pasteurisateurs tubulaire

➤ Échangeur à spirale

Est constitué de deux canaux concentriques, dont la largeur et l'espacement (spacings) sont obtenus par utilisation de barres et choisies selon les critères du client et les conditions opérationnelles. Ce type de conception permet de prendre en compte des paramètres tels que la présence et les différentes concentrations d'impuretés (solides, fibres, etc...), les débits des fluides, et les pertes de charge.

Leur avantages : robustes et résistants à des pressions et températures extrêmes et leur inconvénients : leur volume et ils sont peu performants.

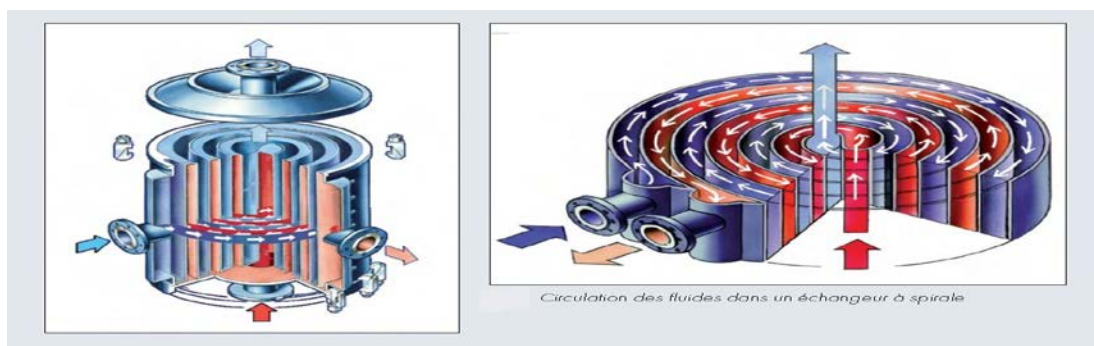


Fig. II.15: échangeurs à spirale



	
<ul style="list-style-type: none"> - Prix Unitaire: 1 200 000 DZD - Type de pasteurisation : Spirale avec CIP. -Type de fonctionnement: Continu. -Marque : Groupe CIOA BR26-BS-6-8 -Capacité : 6000 l/h -Consommation d'énergie : 8 KW -Consommation de vapeur : 400 Kg/h -la zone de transfert de chaleur : 35 à 50 m² 	<ul style="list-style-type: none"> - Prix Unitaire: 900 000 DZD - Type de pasteurisation : Spirale avec CIP. -Type de fonctionnement: Continu. -Marque : Groupe CIOA BR26-B-S-4-5 -Capacité : 4000 à 5000 l/h -Consommation d'énergie : 8 KW -Consommation de vapeur : 260 Kg/h -la zone de transfert de chaleur : 30 à 45 m²

Fig. II.16 : Les différents types et caractéristiques pour les pasteurisateurs à spirale

➤ **Les échangeurs à surface raclée**

Ils sont utilisés lorsque le produit est visqueux et pâteux. Ce type d'échangeur est composé d'éléments tubulaires dans lesquels le fluide thermique circule dans l'espace annulaire et le produit dans l'espace central. Le canal central est muni d'un rotor équipé de lames qui raclent continuellement la surface intérieure de transfert, évitant au produit des 'y déposer, et qui mélangent le produit chauffé ou refroidi. [14]

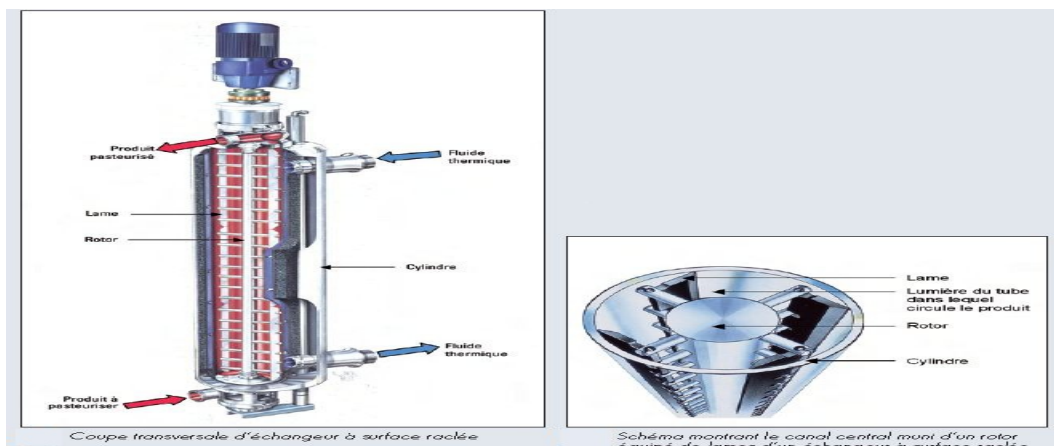


Fig. II.17 : échangeurs à surface raclée

1-2-9. Évaporations

L'évaporation sous vide est une technique de concentration qui consiste à introduire le liquide, préalablement porté à sa température d'ébullition, dans une enceinte sous vide. Toute chaleur ensuite fournie au liquide entraînera la vaporisation d'une partie de l'eau.

Dans l'industrie laitière, l'évaporation est utilisée pour des opérations de concentration, par exemple du lait, du lait écrémé et du sérum. Les produits laitiers destinés à la fabrication de lait en poudre sont habituellement concentrés d'une teneur en extrait sec initiale de 9 à 13% à une concentration finale de 40 à 50% d'extrait sec total, c'est une étape préliminaire du séchage avant pompage du produit dans le système de séchage. {15}

Ce processus peut s'effectuer en deux manières soit par la dessiccation générale qui est un procédé d'élimination de l'eau d'un corps à un stade poussé. Il s'agit d'une déshydratation visant à éliminer autant d'eau que possible. Ou part la dessiccation partielle est l'opération de concentration de lait en utilisant un évaporateur, le lait concentré est obtenu à partir de lait entier ou de lait écrémé.

On fait cette opération pour obtenir le lait évaporé avec une qualité constante, un goût parfait et une quantité des sels minéraux stable.

a. Méthode de fabrication de lait évaporé (concentré)

Avant que le lait entre dans l'évaporateur thermique partielle, il doit être d'excellente qualité microbiologique, non acide et ne pas flocculer et ensuite filtré ou centrifugé de façon à éliminer les impuretés physiques, standardisé puis préchauffé à haute température (105-130 °C pendant quelques secondes). lorsqu'il est soumis à ébullition en présence de phosphate mono-potassique 5 M.

Pour des raisons de qualité, on cherche à limiter la température de lait dans les évaporateurs entre 45-90°C par l'une des techniques suivantes : un traitement sous vide ou un traitement à flot tombant (tubulaire ou mince film). Et pour des raisons énergétiques, on utilise l'effet multiple (plusieurs évaporateurs), avec un système de compression mécanique des vapeurs et le préchauffage du liquide. Il est ainsi possible d'évaporer plusieurs kg d'eau avec l'énergie de vaporisation de 1 kg d'eau, alors que le séchage demande l'énergie de plus de 1 kg de vapeur pour sécher 1 kg d'eau. Il y a donc intérêt à concentrer au maximum avant de procéder au séchage. {16}

Une fois l'obtention du produit (lait concentré) de l'évaporateur, les spécifications et les caractéristiques sont résumées dans le tableau « II.1 » qui correspondent à des qualités couramment rencontrées. Les installations de concentration nécessitent un équipement important, complexe et un personnel très qualifié.

Composants	Lait concentré	
	Entier	Ecrémé
Eau	66	69-70
Matière grasse	10	0.5
Matières azotées	9	12
Lactose	13	16
Matières minérales	2	3
Saccharose	-	-
Extrait dégraissé	24	31
Matière sèche totale	34	31.5

Tableau II.1. Les spécifications et les caractéristiques de lait concentré

b. Les différentes technologies

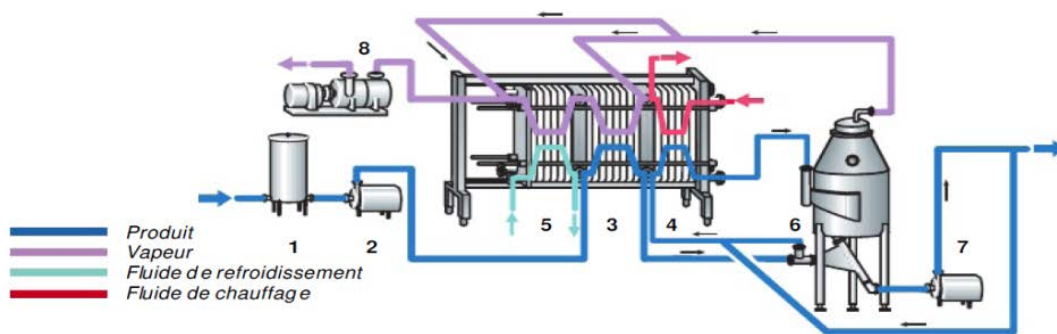
➤ **Évaporation sous vide avec pompe à chaleur**

Définition : La concentration est effectuée dans une chambre sous vide en utilisant l'ébullition qui se fait sur une surface chaude dans des évaporateurs vacuums, sous vide partiel, de façon à diminuer la température d'ébullition. Il s'agit d'appareils fonctionnant en continu et en simple effet. [15]



Fig. II.18 : Évaporateur sous vide avec pompe de chaleur marque REDA

Le procédé d'évaporation sous vide est illustré sur la (figure II.19). Le lait, chauffé à 90°C, pénètre tangentiellement dans la chambre à vide à vitesse élevée et forme une fine couche tournant à la surface de la paroi - voir (figure II.20). Pendant qu'il tourne autour de la paroi, une partie de l'eau est évaporée et la vapeur est soutirée vers un condenseur. L'air et autres gaz non condensables sont extraits du condenseur par une pompe à vide.



- 1 Bac de lancement
- 2 Pompe d'alimentation
- 3 Section de préchauffage/Condenseur
- 4 Section d'ajustement de la température
- 5 Section de refroidissement/Condenseur
- 6 Chambre à vide
- 7 Pompe de recirculation
- 8 Pompe à vide

Fig. II.19 : Chaîne de traitement d'un évaporateur sous vide

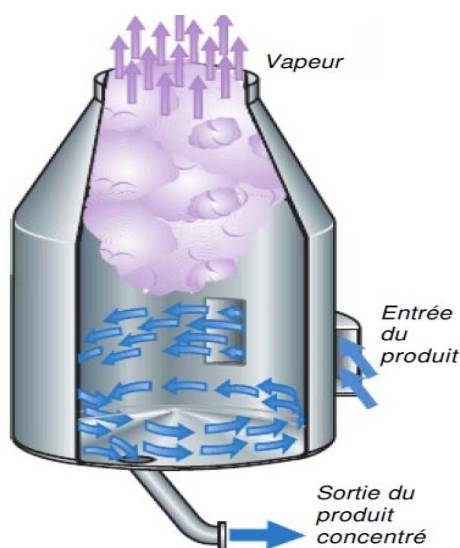


Fig. II.20 : Circulation de produit dans une chambre sous vide

Le produit perd finalement de sa vitesse et retombe vers le fond, incurvé vers l'intérieur, d'où il est extrait. Une partie du produit est recyclée par une pompe centrifuge vers un échangeur de chaleur, aux fins d'ajustement de la température, puis vers la chambre à vide pour un supplément d'évaporation. Une grande partie du produit doit être recyclée pour atteindre le niveau de concentration désiré. Le débit dans la chambre à vide est de 4 à 5 fois supérieures au débit d'entrée de l'installation. [16]

Les avantages	Les inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> - Concentrations jusqu'à 65-70°C. - Aucun dommage thermique grâce aux basses températures de concentration (max+60/65°C) et au processus extrêmement rapide. - Échangeurs de chaleur pour chauffage et refroidissement du produit inclus. - Capacités d'évaporation de 1 000 à 15 000 litres/heure. - Contrôle totalement automatisé avec supervision. - Installation facile et rapide sur le site de production avec de très courts Usage convivial. <p>Le prix : 1 411 726 DZD. Marque de l'évaporateur : REDA Company</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Une technologie qui consomme beaucoup d'énergie de gaz ou de l'électricité. - Petites et moyenne capacité de traitement. - Une seule installation qui consiste des évaporateurs multiple effet (puissance élever pour produire la chaleur de l'évaporation). - Un système fermé sans CIP (clean in place). - On ne peut pas varier la capacité de traitement.

➤ **Évaporateurs à flot tombant**

L'évaporateur à flot tombant est constituée de tubes ou de plaques en acier inoxydable. Les plaques sont empilées les unes à côté des autres, formant un ensemble avec le produit d'un côté des plaques et la vapeur de l'autre. Si l'on utilise des tubes, le lait forme un film à l'intérieur du tube, qui est entouré de vapeur.

Le produit est tout d'abord préchauffé à une température égale ou légèrement supérieure à la température d'évaporation - voir (figure II.21). En sortie du préchauffeur, le produit s'écoule vers le système de distribution au sommet de l'évaporateur. La clé de la réussite, avec des évaporateurs à flot tombant, passe par l'obtention d'une répartition uniforme du lait sur la surface chauffante. Il existe de nombreuses façons pour l'obtenir.

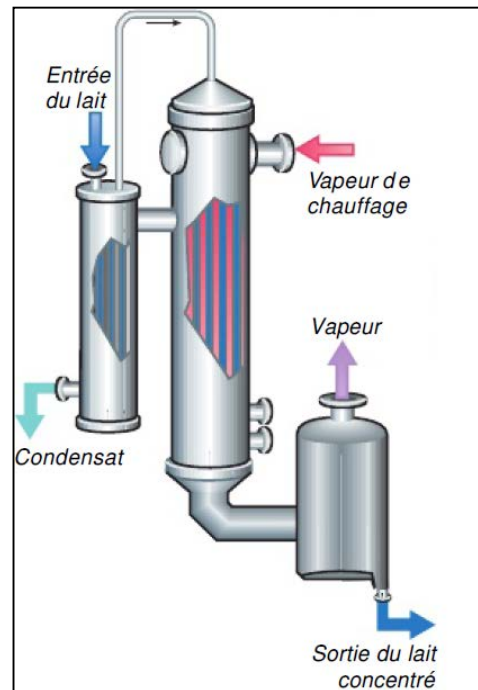


Fig. II.21 : Évaporateur à flot tombant à simple effet

Ce système est le plus souvent utilisé dans l'industrie laitière. Dans ce caure on peut distinguer deux modèles différents

Évaporateur Tubulaire

Dans un évaporateur tubulaire, on peut résoudre le problème comme sur la (figure II.22), en utilisant une buse de forme spéciale (1) qui répartit le produit sur une plaque de distribution (2). Le produit est légèrement surchauffé et se dilate donc dès qu'il sort de la buse. Une partie de l'eau est immédiatement vaporisée et la vapeur force le produit contre l'intérieur des tubes.

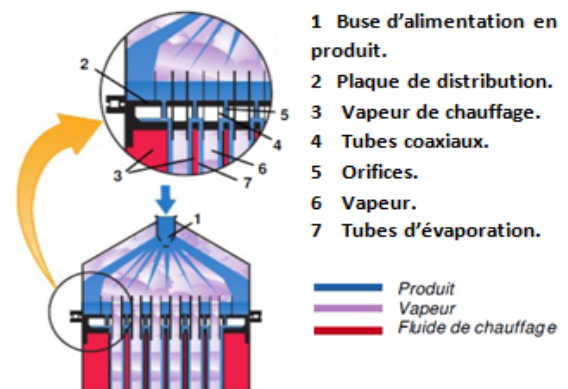


Fig. II.22 : Partie supérieure d'un évaporateur tubulaire

Évaporateur à plaques

La distribution dans un évaporateur à flot tombant à plaques peut être assurée par deux tubes traversant l'ensemble de plaques. Il existe, pour chaque plaque, côté produit, une buse de pulvérisation (n°1 de la figure II.22) qui pulvérise le produit en un mince film uniforme sur toute la surface de la plaque.

Le produit entre, dans ce cas, à la température d'évaporation, pour éviter une évaporation-éclair instantanée pendant la phase de distribution. [16]

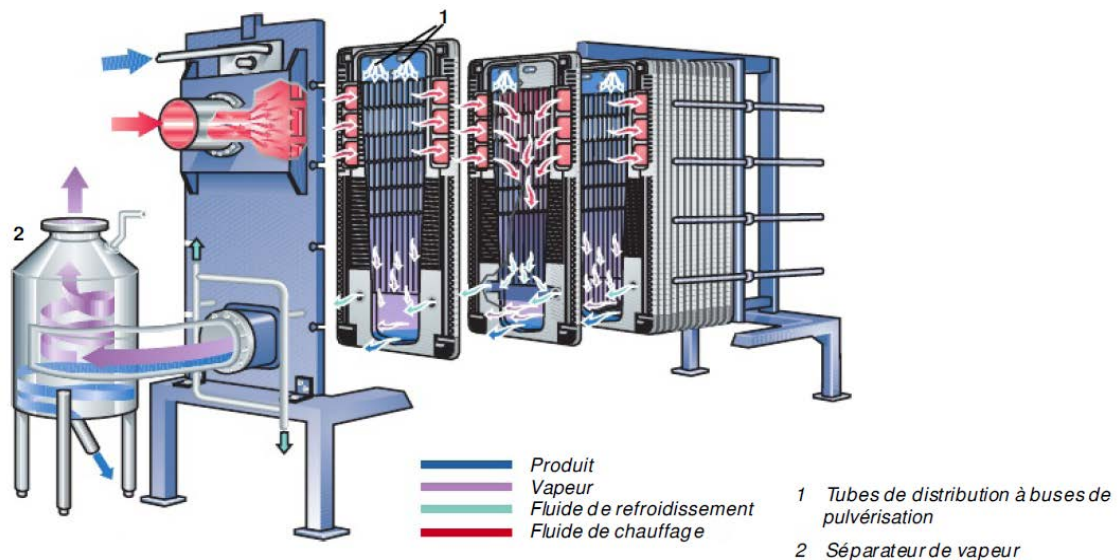


Fig. II.23 : Évaporateur à cassate à plaque

Remarque : Le système d'évaporation multiple effets se compose de plusieurs évaporateurs simple effet.

Les avantages	Les inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> - Haut coefficient de transmission thermique. - bas coût et une consommation de puissance faible. - Spécialement adéquat à la concentration des matières liquides avec peu matières en suspension. - capacité supérieure d'évaporation. - haut facteur de concentration. - Produit est certifiés avec la certification CE et l'authentification GMP et ISO9001 : 2000. <p>Prix : 1 176 441 DZD Marque: Zhejiang Sunny Machinery Technology.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Plusieurs installations simple effet pour obtenir une installation multiple effet. - La possibilité de blocage de la pompe responsable sur l'évacuation de liquide concentré.



Fig. II.24 : Évaporateur à flot tombant marque Zhejiang Sunny Machinery Technology

1-2-10. Homogénéisation

L'homogénéisation du lait est utilisée dans l'industrie laitière depuis les années 50 du 20ème siècle pour stabiliser l'émulsion de matière grasse du lait et éviter la séparation de la crème. Ce procédé consiste à faire éclater les globules de matière grasse en fines particules. Celles-ci ne remontent ainsi pas à la surface, mais se répartissent de façon homogène dans la phase aqueuse du lait, ce qui empêche la séparation de la crème même après un entreposage de plusieurs jours. [17]

a. Le principe processus d'homogénéisation

Consiste à soumettre le globule de matière grasse à un nombre suffisant des conditions sévères, ce qui perturbe en petits globules. Les globules gras néoformés sont maintenus en dispersion pendant une durée suffisante pour permettre à la membrane grasse du lait globule (MFGM) devant être formée à l'interface matière grasse sérum. Les théories suivantes ont été proposées pour être responsable de l'ensemble du phénomène :

➤ Cisaillement ou Rectification

Comme le lait est passé à haute pression (vitesse $\sim 200-300 \text{ m s}^{-1}$) à travers la soupape d'homogénéisation ($\sim \text{gap } 100 \text{ mm}$), les globules gras subissent une action de cisaillement. Le cisaillement entre les globules gras et la surface de la paroi d'homogénéisation couplé avec les résultats de l'effet de tréfilage à l'allongement des globules de graisse qui devient progressivement instable. Ces phénomènes entraînent dans la subdivision des globules gras. En outre, la différence de vitesse de la phase sérique se déplaçant plus rapidement au centre du courant de liquide par rapport au liquide à proximité du bord du courant provoque des globules gras pour broyer les uns contre les autres.

La turbulence créée par la différence de vitesse des courants de Foucault et du liquide ajouté aux effets de cisaillement et donc d'améliorer le procédé de rupture des globules gras.

➤ **Exploser**

Cette théorie suggère que pendant l'homogénéisation, il y a accumulation de pression énorme. Lorsque cette pression est soudainement libérée, les pressions internes dans les globules gras tirent le globule à part avec l'explosion effet. Cela se traduit par la désintégration ou la subdivision des globules gras en petits globules.

➤ **Éclabousser / Shattering**

Comme la pression d'homogénéisation élevée est atteinte dans l'homogénéisateur, la vanne d'homogénéisation libère le lait fortement comprimé à très haute vitesse. Le liquide frappe soudain un mur de soutènement / perpendiculaire surface. Sa provoque des éclaboussures ou un effet fracassant sur les globules gras résultant en décomposition des globules dans les petites tailles.

➤ **Accélération et de décélération**

Cette théorie concerne le changement brusque de vitesse du lait lorsqu'elle passe à travers homogénéisateur à l'effet d'homogénéisation. Lorsque le lait entre dans la vanne d'homogénéisation, la vitesse des changements de lait à partir de presque statique à très grande vitesse. Comme il ressort de la soupape, il y a décélération soudaine à un taux auquel il a été accéléré. Ce changement soudain dans les résultats de la vitesse en brisant effet conduisant à la division des globules gras.

➤ **Cavitation**

On suppose que le lait passe à travers la soupape d'homogénéisation, la pression d'homogénéisation initiale diminue fortement en raison de la brusque augmentation de la vitesse du lait. En fonction de la pression qui existe à l'extérieur de la soupape d'homogénéisation, la pression peut tomber aussi faible que la pression de vapeur saturante du liquide. Ceci conduit à la formation de bulles de vapeur dues à la cavitation. Cavitation génère des ondes de choc, qui pourrait être plus de 1600 kg / cm² en intensité. En raison du chevauchement de ces ondes de choc, la désintégration des globules de graisse peut se produire. [17]

b. Avantages et inconvénients du lait homogénéisé

➤ **Les Avantages**

- Empêche l'élimination de la graisse / crème de lait.
- Homogénéisé résultats du lait en caillé doux et donc facilement digéré par les nourrissons.
- Barattage de la graisse ne se produit pas pendant le transport en vrac.
- La graisse est répartie uniformément et donne donc une consistance uniforme.

- Le lait homogénéisé est relativement résistant au développement de défaut de saveur oxydée.

➤ Les Inconvénients

- Le lait homogénéisé est sujette au développement de la « lumière du soleil » ou « activé » défaut de saveur.
- Le lait homogénéisé en cas de retour d'inventus du marché est difficile à récupérer que la séparation centrifuge de graisse est pas possible. [17]

c. Conception et exploitation d'Homogénéisateurs

L'homogénéisateur dépend principalement de valve qui diffèrent et varient selon les fabricants. Cependant, de nombreux homogénéisateurs utilisés dans l'industrie laitière ont été développés sur la base des principes introduits par « Gaulin Homogenizers » essentiellement constitué de deux composants - une pompe à piston pour générer une pression élevée et une valve de homogénéisation, la pompe homogénéisateur est généralement une pompe volumétrique avec au moins trois et parfois cinq ou sept pistons, qui fonctionnent de façon consécutive pour générer une pression constante. Pompes à piston unique générer pulsatoire sortie avec fluctuations de la pression de ce fait entraîne une mauvaise homogénéisation. Le bloc de pompe est généralement en acier inoxydable, mais les bagues d'étanchéité du piston sont en un matériau composite mou.

Les vannes (valves) de Homogénéisateur, utilisés pour le lait peut être soit un « type de clapet » ou « type de ballon ». Un design à clapet possède relativement grandes surfaces de contact et fournit joint à ajustement serré.

Si correctement entretenu, les vannes clapet « poppet en anglais » donnent de meilleures performances avec des liquides à faible viscosité comme le lait. Les soupapes «ballon» peuvent exercer une plus grande pression sur la petite zone d'étanchéité beaucoup et sont donc appropriés pour les liquides à haute viscosité ou de suspensions avec des particules plus petites.

Le lait provenant du collecteur à haute pression pénètre dans le centre du siège de soupape. Le diamètre intérieur du siège de soupape est inférieur à celle du collecteur. Comme il passe dans l'espace étroit entre le fixe et les faces réglables de cette vanne, la vitesse du lait est accélérée. L'écart est maintenu contre la pression d'alimentation par une contre-force exercée par un droit puissant ressort réglable. Effets de cisaillement entraînent des gradients de vitesse élevés entre le liquide et la surface de la vanne d'homogénéisation. Turbulence résulte également de la vitesse élevée du liquide dans la vanne, ce qui provoque des courants de Foucault au sein de l'écoulement. Liquide qui passe à travers la vanne à environ 200 à 300 m.s^{-1} chutes brutalement à la pression inférieure à la pression de vapeur de saturation.

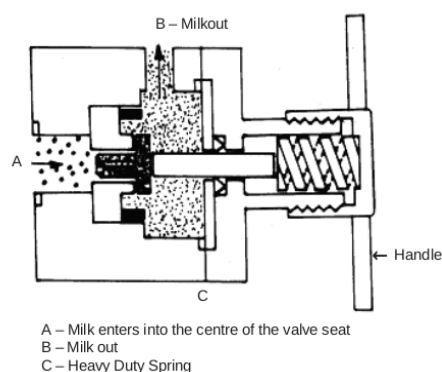


Fig. II.25 : Vanne d'homogénéisation schématisée

Cela permet des bulles microscopiques de se former pendant quelques microsecondes avant l'effondrement. Le jet à grande vitesse du lait frappe alors sur un anneau d'impact perpendiculaire.

Ces effets contribuent à la rupture des globules gras. Les Vannes de Homogénéisateur sont faits de résistance à la corrosion des alliages très durs tels que stellite. Une meilleure résistance à la corrosion peut être obtenue en utilisant du carbure de tungstène et des soupapes en céramique, qui sont utilisés par de nombreux fabricants homogénéisateurs modernes. Étant donné que les globules gras sont divisés en petits globules, on augmente la surface des globules gras nouvellement homogénéisés. Le matériau membrane d'origine des globules gras du lait (MGGL) ne suffit pas à couvrir ce. Les protéines, les micelles de caséine particulièrement migrent de la phase de sérum pour former une nouvelle matière de la membrane avec le MGGL existant.

Cela peut entraîner le partage des micelles de caséine et donc une certaine agrégation des globules gras pourrait avoir lieu ainsi vaincre le but d'homogénéisation. Par conséquent, une seconde homogénéisation de scène devient essentielle à une pression réduite (près de 20% de la première pression de l'étape (175 kg / cm²) ou jusqu'à 35 kg / cm²). Cela permet globules gras agrégées à dissociées pour la formation d'une émulsion stable de globules gras finement dispersés. [17]

d. Les technologies d'homogénéisation haute pression

La technologie haute pression d'homogénéisation avec des capacités de pression plus élevées ont été développées et améliorées suite à une compréhension significative de la conception de la machine, de la résistance des matériaux et de la connaissance mécanique fluide. Ces homogénéisateurs haute pression pourraient être opérationnels basés sur deux principes :

- (1) Type de valve classique homogénéisateur opérant à une pression beaucoup plus élevée;
- (2) de micro-fluidification basé sur le principe des collisions entre des liquide à grande vitesse.

1) Conventionnel Type de valve Homogénéisateurs haute pression (HPS)

Ces homogénéisatrices hautes pressions fonctionnent sur le principe de siège de bille et la vanne de type homogénéisateur conventionnel.

Hautement composants résistants et durables abrasifs homogénéisateurs haute pression sont fabriquées à partir de la meilleure qualité en acier inoxydable, des compositions élevées en alliage et de nouveaux matériaux céramiques. Cela permet à ces systèmes de fonctionner à des pressions jusqu'à 2550 kg / cm² ou plus. En plus de l'utilisation régulière dans la formation d'émulsion, les homogénéisateurs à haute pression, trouvent des applications dans l'inactivation des enzymes et des bactériophages, ainsi que dans la destruction des micro-organismes. Destruction des cellules bactériennes par HPS est due à plusieurs phénomènes à savoir physique. Chute de pression, la cavitation, le cisaillement, la turbulence et de collision. Ces systèmes peuvent donc être utilisés comme procédé combiné pour la pasteurisation et l'homogénéisation.

2) Micro-fluidisation technologie

Le micro-fluidiseur fonctionne selon un principe différent, le liquide en cours de traitement est divisé en micro-courants qui sont projetés de manière que ceux-ci entrent en collision les uns avec les autres. Les caractéristiques de conception essentielles de micro-fluidifiants comprennent une pompe à double effet intensificateur et une chambre d'interaction. La pompe amplificatrice, qui est soit entraînée à entraînement pneumatique ou électro-hydraulique, les forces du lait / produit à haute pression dans la chambre d'interaction. La chambre d'interaction à géométrie fixe possède des micro-canaux, qui divisent le produit en flux.

Ces flux, ce qui accélère à une vitesse très élevée, sont faites pour entrer en collision les uns contre les autres. Cisaillement et de l'impact qui se produisent conduire à une homogénéisation effet. Ces micro-fluidifiants sont capables de générer des pressions jusqu'à 2800 kg / cm^2 . Comme dans le cas des homogénéisateurs de soupape classiques, micro-fluidiseur apporte des changements dans les matières grasses et en protéines des fractions de lait modifiant ainsi certaines propriétés physico-chimiques du lait. [17]

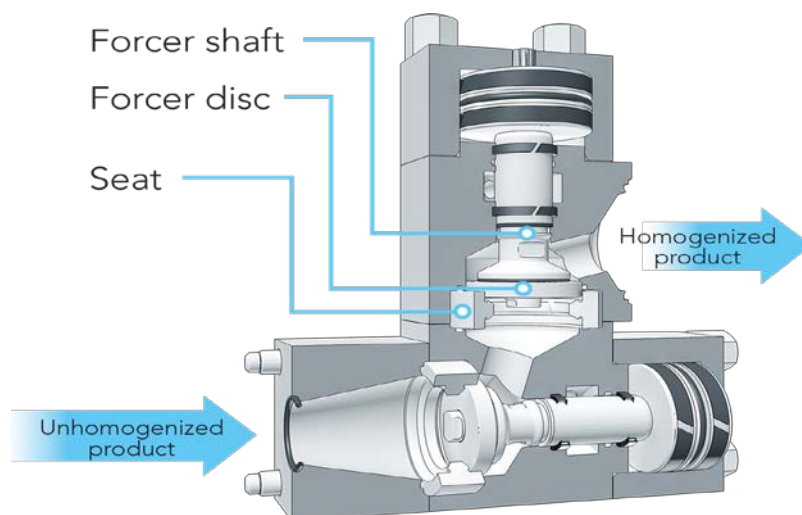


Fig. II. 26 : Homogénéisateur avec deux vannes


	
<ul style="list-style-type: none"> - Prix Unitaire: 710 000 DZD - Type d'Homogénéisation : avec vanne -Type de fonctionnement: Continu avec CIP. -Marque : GJB 4000-25 -Capacité : 4000 l/h -Consommation d'énergie : 2.2 KW à 30 KW -Pression : 25 MPa -Granulométrie : 0.1 à 0.2 micron -Température de lait : 70°C -ISO 9001-2000 	<ul style="list-style-type: none"> - Prix Unitaire: 550 000 DZD - Type d'Homogénéisation : Gaulin -Type de fonctionnement: Continu avec CIP. -Marque : GJB 2000-25 -Capacité : 2000 l/h -Consommation d'énergie : 2.2 à 15 KW -Pression : 22 MPa -Granulométrie : 0.1 à 0.2 micron -Température de lait : 70°C -ISO 9001-2000

Fig. II.27 : Les différents types et caractéristiques pour les homogénéisateurs

1-2-11. Le séchage

A. Le séchage : est une méthode de conservation des aliments qui inhibe la croissance des microorganismes comme par exemple les levures et les moisissures par l'élimination de l'eau.

Le séchage est l'un des plus anciens processus de préservation à la disposition de l'humanité, un qui peut être suivi depuis l'Antiquité. Selon les récits de Marco Polo sur ses voyages en Asie, les Mongols produisaient du lait en poudre en séchant le lait au soleil. Il y a deux raisons principales pour le séchage des aliments :

- Pour empêcher la croissance et l'activité des micro-organismes et préserver ainsi la nourriture.
- Pour réduire le poids et la masse d'aliments pour un transport et un stockage moins coûteux.

De nombreux types différents de produits sont préparés par déshydratation ; de nos jours en utilisant des séchoirs qui sont en opération dans différentes industries comme chimique, pharmaceutique, processus et produits laitiers.

Les produits alimentaires qui sont séchés touche une grande variété d'aliment qui peut aller des fruits, des légumes, de la viande jusqu'au produit laitier comme le lait et le lactosérum ainsi que divers types de nourritures pour bébés.

L'abaissement de la teneur en eau peut être obtenu par différentes voies et moyens. Retirer de l'eau d'un aliment solide, on peut se faire soit par un transfert de l'eau du solide à un liquide ou soit par sa transformation en un gaz. Pour ce faire, l'industrie offre une grande variété de différents types de séchoirs dans lesquels la sélection est soumise aux caractéristiques souhaitées du produit final.

Lorsqu'il est effectué correctement, la qualité nutritionnelle, la couleur, la saveur et la texture des aliments secs réhydratés ne sont que légèrement inférieures aux aliments frais, et si le séchage est effectué de manière incorrecte, les qualités nutritionnelles et alimentaires du produit diminue (perte la couleur, la saveur et la texture....etc), plus sérieusement, un risque de détérioration microbienne et éventuellement d'intoxication alimentaire. [17]

A-1. Caractéristique du séchage

Pour effectuer l'opération du séchage, certain critère doivent être respecté. Habituellement, les aliments sont séchés à l'air qui doit être chaud, sec et en mouvement.

- L'air sec, pour absorber l'humidité du produit.
- Le chauffage de l'air pour assurer un séchage rapide.
- L'air en mouvement : si l'air ne se déplace pas à travers la nourriture, il ne peut pas se débarrasser de la vapeur d'eau qu'il a recueilli. le processus utilise un ventilateur ou une soufflante d'air pour maintenir l'air en circulation.

En résumé - lorsque l'aliment est séché, l'air chaud et sec entre en contact avec les aliments. L'air chaud absorbe l'eau des aliments et s'éloigne de la nourriture. Un nouvel air sec prend sa place et le processus se poursuit jusqu'à ce que la nourriture ait perdu toute son eau. Ces facteurs sont interdépendants et il est important que chaque facteur soit correct (par exemple, l'air froid, l'air chaud mouillé, peuvent engendrer des dysfonctionnements au niveau de cette opération.

Le degré de la sécheresse de l'air est mesuré par la notion de l'humidité - plus l'humidité est faible, plus l'air est sec. Il existe deux façons d'exprimer l'humidité; Le plus utile est un rapport de la vapeur d'eau dans l'air à l'air qui est entièrement saturé d'eau. C'est ce qu'on appelle l'humidité relative (RH). L'air complètement sec à une humidité relative de 0% et un air entièrement saturé de vapeur d'eau a une (RH) de 100%.

Une ampoule de verre est un instrument de mesure de l'humidité. Notez qu'il existe deux types de température de l'air: l'ampoule sèche et l'ampoule humide. Ces deux températures sont utilisées pour évaluer l'humidité de l'air à une température donnée. Le point de rosée est la température à laquelle l'air devient saturé d'humidité (100% HR). Tout refroidissement supplémentaire à partir de ce point entraîne une condensation de l'eau de l'air. On le voit la nuit quand l'air se refroidit et la vapeur d'eau se forme comme de la rosée au sol.

A-2. Psychrométrie

Les lignes de refroidissement adiabatique sont les lignes droites parallèles en pente sur le graphique, qui montrent comment l'humidité absolue diminue à mesure que la température de l'air augmente.

Lorsque la nourriture est placée dans un séchoir, il ya une courte période pendant laquelle la surface se réchauffe. Il est suivi de deux phases distinctes, le taux constant et le taux de chute. Dans la période à taux constant, l'eau est éliminée de la surface de l'aliment par évaporation. Si l'état de l'air (température et humidité relative) à l'intérieur du sécheur est constant, l'eau est évaporée à une vitesse constante. Ceci est représenté par la ligne droite abrupte sur le graphique (figure II.28.1).

Au fur et à mesure que le séchage se poursuit, l'eau doit être retirée de l'intérieur de l'aliment. Cela devient de plus en plus difficile car l'eau doit se déplacer plus loin à travers la nourriture du centre vers l'extérieur d'où elle est évaporée. Le taux de séchage ralentit, ce qui est connu comme la période de taux de chute. Sur le graphique, cela est considéré comme la partie la moins profonde de la courbe. Finalement, on ne peut éliminer plus d'humidité de l'aliment et on dit qu'il est en équilibre avec l'air de séchage (la partie finale de la courbe où elle s'abaisse).

Pendant la période de taux de chute, le taux de séchage est principalement contrôlé par la composition chimique et la structure physique de l'aliment. La température de l'air de séchage est également importante pendant cette phase car l'air chaud aide l'humidité à l'intérieur de l'aliment à se déplacer vers la surface.

➤ L'utilisation d'un tableau psychrométrique

Un graphique psychrométrique est une représentation graphique des différentes caractéristiques de l'air qui sont importantes en termes de séchage. Les caractéristiques figurant sur le tableau sont la température, l'humidité absolue, l'humidité relative (%) et la densité de l'air.

Le diagramme a été développé pour faciliter les calculs de séchage et la conception des sécheurs. De nos jours, des applications logicielles sont disponibles pour calculer la caractéristique de l'air. La figure II.28.2 montre une version simple d'un graphique psychrométrique.

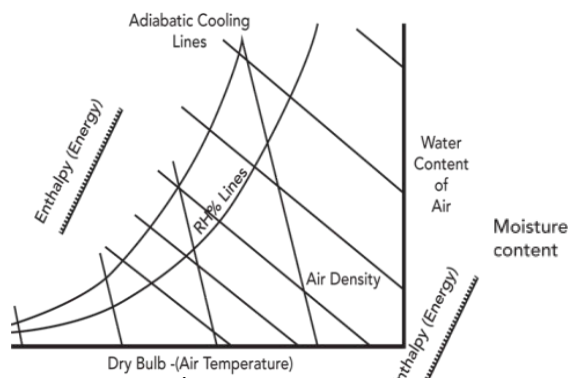


Fig. II.28.2

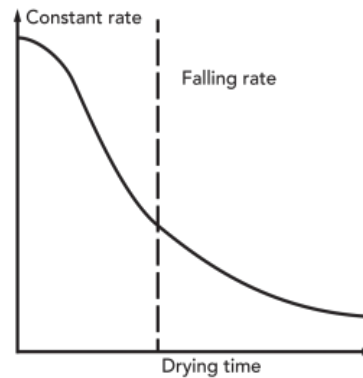


Fig. II.28.1

Psychrométrie simplifiée et Taux de séchage

A-3. L'importance de la granulométrie

Le principal facteur qui contrôle le taux de séchage est le taux que l'humidité peut se déplacer de l'intérieur d'une particule ou d'un morceau de nourriture à la surface. Par conséquent, plus la distance que l'humidité doit parcourir est courte, plus le taux de séchage est rapide.

Pour cette raison, chaque fois que cela est possible, les produits doivent être coupés en petits morceaux avant le séchage. La réduction de la taille augmente également la surface de l'aliment par rapport au volume des morceaux. Ceci augmente à son tour la vitesse à laquelle l'eau peut être évaporée de l'aliment.

A-4. Le durcissement (Case hardening)

Le durcissement est un processus qui arrive à certains aliments pendant le séchage. Il se caractérise par la formation d'une peau dure à la surface des particules comme des produits laitiers qui ralentit le taux de séchage. Pendant le séchage, l'humidité à l'intérieur de la nourriture se déplace du centre vers l'extérieur de la nourriture, où elle est évaporée. Si une croûte dure se développe à l'extérieur, il sera impossible pour l'humidité dans le centre de la nourriture de s'échapper. Le durcissement est causé par un séchage trop rapide pendant la période initiale (taux constant) et peut être évité en utilisant un air de séchage plus frais (Un peu froid) au début du processus de séchage.

A-5. Stabilité et stockage des aliments secs

Pour assurer un entreposage sûr, la teneur en humidité finale des aliments doit être inférieure à 20% pour les fruits et la viande, inférieure à 10% pour les légumes et de 2,5 à 5% pour les produits laitiers. La stabilité d'un aliment séché pendant le stockage dépend de sa teneur en humidité et de la facilité avec laquelle les aliments peuvent ramasser l'humidité de l'air. De toute évidence, le risque d'absorption d'humidité est plus élevé dans les régions à forte humidité. Cependant, les aliments différents ramasser l'humidité à des degrés différents.

Pour les aliments qui prennent facilement de l'humidité, il est nécessaire de les emballer dans un matériau résistant à l'humidité. Une faible teneur en humidité est seulement une indication de déshabilité alimentaire et non une garantie.

C'est la disponibilité de l'humidité pour la croissance microbienne qui est plus importante et le terme activité de l'eau (a_w) est utilisé pour décrire cela.

L'activité de l'eau varie de 0 à 1. Plus la valeur est basse, plus il est difficile pour les micro-organismes de croître sur un aliment.

Des exemples de teneur en eau et de valeurs (a_w) pour certains aliments et leurs exigences d'emballage sont présentés dans le tableau II.2.

Substance	aw (water activity)
Eau distillée	1,00
L'eau du robinet	0,99
Viandes crues	0,99
Lait	0,95
Jus	0,97
Salami (Viande séchée à l'air)	0,87
Solution de NaCl saturée	0,75
Point à partir duquel la céréale perd de la croûte	0,65
Fruits secs	0,60
Air intérieur typique	0,5 - 0,7
Miel	0,5 - 0,7

Tableau II.2. Valeurs de l'activité de l'eau (aw) des aliments

B. Méthodes de séchage :

Il existe de nombreuses méthodes différentes pour le séchage de denrées alimentaires, chacune avec ses propres avantages pour des applications particulières; ceux-ci inclus:

1. Lyophilisation.
2. Séchage tambour / rouleau.
3. Séchoirs à étagères.
4. Séchage par pulvérisation.
5. Séchoir à linge.
6. Séchage supercritique.
7. Séchage diélectrique.

B-1. Lyophilisation

La lyophilisation est un procédé de séchage dans lequel le solvant est congelé avant le séchage et est ensuite sublimé, c'est-à-dire converti en phase gazeuse directement à partir de la phase solide, en dessous du point de fusion du solvant.

Il conserve les propriétés biologiques des protéines et conserve les vitamines et les composés bioactifs. La pression peut être réduite par une pompe à haut vide (bien que le séchage à la pression atmosphérique soit possible dans l'air sec). [17]



Fig. II.29 : Séchoir de lyophilisation

En cas d'utilisation d'une pompe à vide, la vapeur produite par sublimation est éliminée du système en le transformant en glace dans un condenseur, fonctionnant à des températures très basses, à l'extérieur de la chambre de lyophilisation.

Une fois le processus de lyophilisation terminé, le vide est habituellement rompu au moyen d'un gaz inerte tel que l'azote avant que le matériau ne soit conditionné et scellé. La lyophilisation n'est pas largement utilisée pour la production de lait en poudre en raison de la forte demande énergétique.

B-2. Séchage tambour / rouleau

Le séchage par tambour ou par rouleau est un procédé utilisé pour sécher des produits liquides. Dans le procédé de séchage du tambour, le matériau est séché à des températures relativement basses par rapport à des tambours rotatifs, à grande capacité, chauffés à la vapeur, qui produisent des feuilles de produit séché au tambour. L'eau dans le concentré s'évapore et la vapeur est aspirée.

Ce produit est broyé en forme de flocons ou de poudres finis. En fonction de la capacité désirée, le séchoir à rouleaux a une longueur de 1 à 6 m et un diamètre de rouleau de 0,6 à 3 m. Sa performance dépend de l'épaisseur de la feuille, de la température de la surface du rouleau, de la vitesse du rouleau et de la teneur en matière sèche du produit fourni.

Les techniques modernes de séchage au tambour donnent des ingrédients séchés qui se reconstituent immédiatement et conservent une grande partie de leur saveur, de leur couleur et de leur valeur nutritionnelle d'origine. La température relativement élevée des surfaces chauffantes peut dénaturer les protéines dans le lait, ce qui entraîne une détérioration de la solubilité et une décoloration brune peut se produire. D'autre part, ce traitement thermique intensif augmente les propriétés de liaison de l'eau de la poudre.

Certains avantages du séchage au tambour comprennent la possibilité de sécher des aliments visqueux qui ne peuvent pas être facilement séchés avec d'autres procédés. D'autres produits où le séchage par tambour peut être utilisé sont par exemple des amidons, des céréales de petit déjeuner et des purées instantanées pour les rendre solubles à l'eau froide. [17]

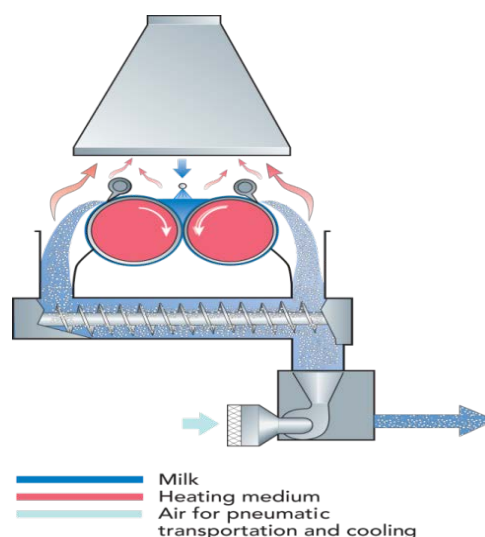


Fig. II.30 : Fonctionnement de séchoir à tambour



Fig. II.31 : Séchoir à tambour

B-3. Séchage par pulvérisation : (Spray drying)

Le séchage par pulvérisation est un moyen intéressant de préserver les ingrédients nutritionnels précieux, bien que le séchage par pulvérisation soit coûteux en raison de la forte consommation d'énergie et des grandes tailles de l'unité de séchage par pulvérisation et du séchoir.

Pour maintenir les coûts d'énergie au minimum, les solides dans les liquides à sécher sont d'abord maximisés par l'élimination de l'eau par filtration inverse et / ou évaporation.

Ces modes d'élimination de l'eau nécessitent environ 10 à 15% de l'énergie utilisée pour le séchage par pulvérisation. Les produits séchés par pulvérisation ont des compositions différentes, des applications différentes et ont donc des propriétés et des fonctionnalités différentes. Cela nécessite des sécheurs à pulvérisation flexibles afin de répondre à la grande variété de demandes. Le séchage par pulvérisation est généralement la dernière étape du processus de fabrication et les produits finaux servent le marché de nombreuses façons. Il n'est donc pas étonnant que le séchoir par pulvérisation soit l'opération clé de l'unité de traitement dans les usines de fabrication où le séchage par pulvérisation est pratiqué. [17]

B-3-1. Principe de fonctionnement du séchage par pulvérisation

La production de poudre s'effectue en deux phases :

Dans la première phase, le lait prétraité est évaporé à une teneur en matière sèche de 48 à 52 % (l'étape d'évaporation).

Le lactosérum est concentré à une teneur en matière sèche de 58 - 62%. Dans la deuxième phase, le concentré est transformé en poudre dans un séchoir par pulvérisation. De même, le séchage est également un processus à plusieurs étapes:

- L'atomisation du concentré en gouttelettes très fines dans un courant d'air chaud.
- Eau évaporation / séchage.
- Séparation de la poudre de l'air de séchage. [17]

➤ Raisons justifiant le séchage par pulvérisation

L'élimination de l'eau dans la plupart des cas donne une énorme réduction de volume et de poids. Le séchage par pulvérisation est une étape majeure dans ces réductions et en outre il minimise également du matériel d'emballage. Tous ces facteurs génèrent importantes économies d'énergie que l'on peut légitimement déduire de la consommation d'énergie requise pour le séchage par pulvérisation.

Le séchage par pulvérisation conserve les aliments et autres ingrédients périssables parce que l'activité de l'eau du matériau séché est bien en dessous du niveau où les bactéries, les moisissures et les levures sont capables de se multiplier. Par conséquent, le séchage permet de stocker des matières périssables pendant de longues périodes. Le séchage par pulvérisation est un procédé relativement tempéré. Cela signifie que les dommages causés aux composants sensibles à la chaleur sont minimes.

A l'état liquide, avant séchage, les produits peuvent recevoir des traitements thermiques bien définis pour créer des fonctionnalités spécifiques et détruire les micro-organismes. (Pasteurisation...) [17]

B-3-1-1. Atomisation

L'objectif principal de l'atomisation du concentré est de fournir une très grande surface à partir de laquelle l'évaporation de l'eau peut fonctionner. Plus le produit est finement pulvérisé, plus la zone de contact sera grande et plus le processus de séchage sera efficace.

Un litre de lait sous forme sphérique a une surface d'environ 0,05 m². Si cette quantité de lait est atomisée dans le séchoir par pulvérisation, chacune des petites gouttelettes aura une surface spécifique de 0,05 à 0,15 mm², c'est-à-dire que l'atomisation augmente la surface de contact d'un facteur d'environ 700.

Le type d'atomisation dépend du produit, de la granulométrie souhaitée et des propriétés requises du produit séché. Ceux-ci peuvent comprendre la texture, la granulométrie, la densité apparente, la solubilité, la mouillabilité et la densité.

Les deux systèmes d'atomisation les plus courants sont:

- **Atomisation haute pression**
- **Pulvérisation du disque rotatif**

Il existe une importante différence fonctionnelle entre l'ajutage (nozzle) et l'atomisation centrifuge. Un ajutage stationnaire qui pulvérise le lait dans la même direction que le flux d'air et le disque centrifuge pour l'atomisation. La pression à la buse détermine la taille des particules. À des pressions élevées, jusqu'à 30 MPa, (300 bars), la poudre sera très fine et présente une densité élevée.

➤ **Ajutage (nozzle) stationnaire**

L'ajutage fonctionne sous pressions entre, 5 - 20 MPa, (50 - 200 bars). Dans ce cas des particules plus grosses seront formées et la teneur de la matière fine sera inférieure. La pression s'accumule au moyen de pompes à haute pression multi-plongeurs. Ceux-ci sont pour la plupart des homogénéisateurs, qui sont nécessaires pour de nombreux produits et peuvent également fonctionner comme des pompes haute pression avec des dispositifs d'homogénéisation "by-passés". L'atomiseur centrifuge se compose d'un moteur électrique qui fait tourner un disque avec un certain nombre de passages horizontaux. Le produit est introduit dans le milieu du disque et forcé à travers les passages à grande vitesse par la force centrifuge.



Fig. II.32 : Ajutage stationnaire

➤ Le disque centrifuge pour l'atomisation

Les disques tournent à des vitesses de 5 000 à 25 000 tr / min selon leur diamètre. Des vitesses périphériques comprises entre 100 et 200 m / s sont atteintes. Le débit du produit est atomisé en gouttelettes très fines à sa sortie du passage en raison de la vitesse élevée.

La taille des gouttelettes - et donc aussi la granulométrie de la poudre - peut être influencée directement par le changement de la vitesse d'atomisation. Une pompe centrifuge est normalement suffisante pour alimenter ce type d'atomiseur. Essentiellement, une granulométrie plus grande peut être obtenue par atomisation d'ajutage (nozzle), 150-300 μm par rapport à 40-150 μm par atomisation centrifuge. Cependant, l'atomisation centrifuge est simple à opérer et n'est pas sensible aux variations de la viscosité du produit et de la quantité fournie. [17]



Fig. II.33 : Disque centrifuge

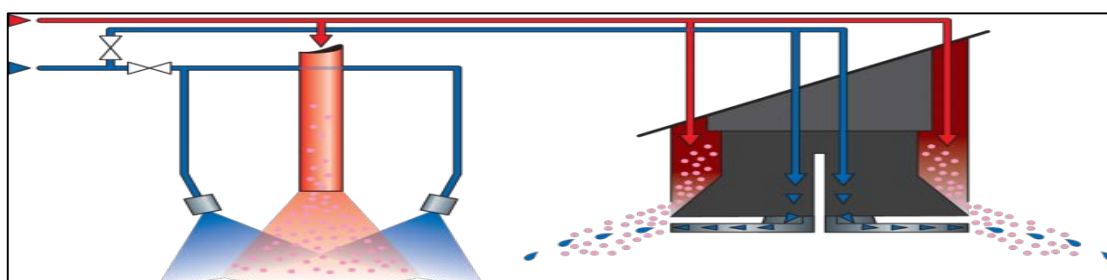


Fig. II.34 : Disque à haute pression et centrifuge atomisation

B-3-1-2. Séchage

Dès que le lait atomisé entre en contact avec l'air chaud, l'eau s'évapore instantanément et les particules de poudre se forment. En plaçant le pulvérisateur ou les buses HP dans l'orifice de sortie du disperseur d'air ou dit venturis, il existe un contact étroit entre le produit atomisé et l'air de séchage (séchage initial).

Les fines gouttelettes atomisées, en raison du contact étroit avec l'air de séchage, s'évaporent immédiatement, entraînant une chute de température à une température de sortie d'environ 70-75°C pour le lait entier et environ 80-85°C pour le lait écrémé.

Comme il existe une relation entre la teneur en humidité de la poudre et l'humidité relative de l'air de séchage, L'alimentation en lait du système d'atomisation est contrôlée au moyen de la température de l'air sortant de la chambre de séchage. Au cours du processus de séchage, la poudre s'installe dans la chambre de séchage et les plus grandes particules sont déchargées au fond par gravité.

Les particules de poudre plus fines, dites fines, laisseront la chambre de séchage avec l'air de séchage aux sorties. Ces particules plus fines sont séparées de l'air de séchage dans un cyclone ou un filtre à sac ou une combinaison des deux.

Selon le type de produit séché, on peut appliquer un séchage à une ou plusieurs étapes. Dans le cas d'un séchage à une étape, la teneur en humidité du produit final est atteinte dans la chambre de séchage. Pour le séchage à plusieurs étages, l'évacuation et le refroidissement de l'eau s'effectuent dans des lits fluidisés. [17]

B-3-1-3. Séparation des poudres

L'air évacué de la chambre de séchage est évacué par les sorties de la chambre et la poudre présente dans l'air d'échappement est séparée dans des cyclones ou un filtre à sac ou une combinaison des deux. La poudre séparée sera libérée du courant d'air à l'intérieur du cyclone ou du filtre à sac et les fines déposées seront renvoyées à la ligne de transport par une vanne rotative sous le cyclone ou filtre à sac. La poudre sera alors renvoyée dans le lit fluidisé ou dans la chambre en fonction des propriétés fonctionnelles du produit requises.

B-3-2. Types de séchage par pulvérisation

B-3-2-1. Séchage à un étage

L'installation la plus simple pour produire une poudre consiste en une chambre de séchage avec un système d'atomisation, un système de récupération de la poudre finie de l'air sec et un ventilateur qui transporte la quantité d'air nécessaire dans tout le système.

Une installation de ce type est connue sous le nom de séchoir à un seul étage car tout le processus de séchage a lieu dans une seule unité, la chambre de séchage. Il en résulte une poudre ayant une faible granulométrie et une forte teneur en fines.

La figure (II.35) montre l'agencement d'une installation de séchage par pulvérisation à une seule étape.

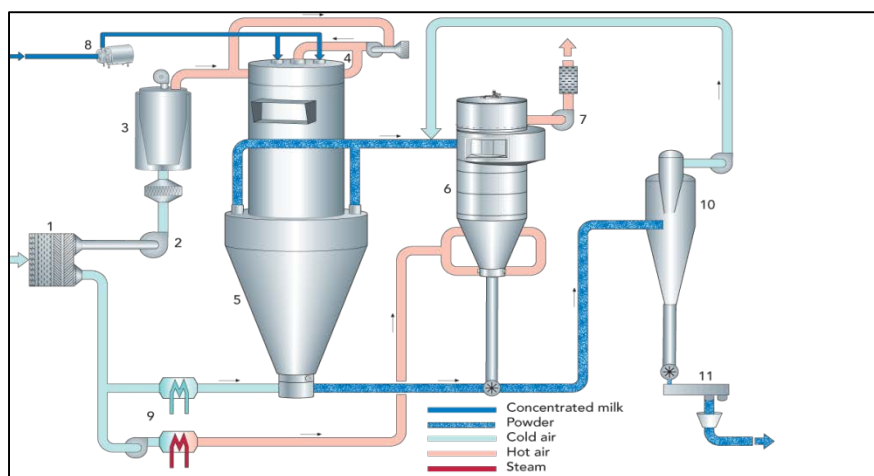


Fig. II.35 : Séchage à un étage

- | | |
|--------------------|------------------------|
| 1. Inlet filter | 7. Exhaust fan |
| 2. Inlet fan | 8. High pressure pump |
| 3. Air heater | 9. Fluid bed |
| 4. Air distributor | 10. Air handling units |
| 5. Drying chamber | 11. Cyclone |
| 6. Bag filter | 12. Powder sifter |

Le concentré est amené par une pompe haute pression (4) à un système d'atomisation (5) intégré centralement dans le toit de la chambre. Ce système produit de très petites gouttelettes de $\text{Ø}40\text{-}125\ \mu\text{m}$. L'air de séchage est généralement soufflé à travers un pré-filtre et un filtre fin, puis passe à travers un réchauffeur d'air chauffé à la vapeur ou au gaz. Les nouvelles installations sont pour la plupart dotées d'un réchauffeur d'air indirect qui peut être utilisé au moyen d'un brûleur à combustible combiné pour le gaz naturel. Un système indirect de récupération de chaleur peut être fourni pour améliorer l'économie d'énergie.

La chaleur résiduelle provenant de l'air sortant et des gaz de combustion provenant du chauffage peut être utilisée pour préchauffer l'air entrant. Selon le produit, l'air entrant est chauffé à une température de 160 à 230°C. L'air chaud circule à travers un distributeur qui assure que l'air se déplace à une vitesse uniforme dans la chambre de séchage, où il est mélangé avec le produit atomisé dans un écoulement droit.

L'eau libre s'évapore immédiatement lorsque le produit atomisé entre dans la chambre de séchage.

L'eau de surface s'évapore très rapidement, tout comme l'humidité de l'intérieur des gouttelettes qui atteignent rapidement la surface par capillarité [1]. Puis la chaleur est transférée dans les particules par convection [2]. Il en résulte l'évaporation de l'eau liée, la diffusant sur la surface des particules.

Comme le contenu calorifique de l'air chaud est constamment consommé par évaporation de l'eau, le produit chauffe jusqu'à une température maximale de seulement 15-20°C inférieure à la température de l'air lorsqu'il sort de la chambre de séchage; Dans des conditions normales 60-80°C.

L'évaporation de l'eau des gouttelettes conduit à une réduction considérable du poids, du volume et du diamètre. Dans des conditions de séchage idéales, le poids diminuera d'environ 50% et le volume d'environ 40%.

Le diamètre est réduite à 75% de la taille des gouttelettes après avoir quitté l'atomiseur, (figure II.36) Pendant le séchage, la poudre s'installe dans le cône inférieur de la chambre et est évacuée du système.

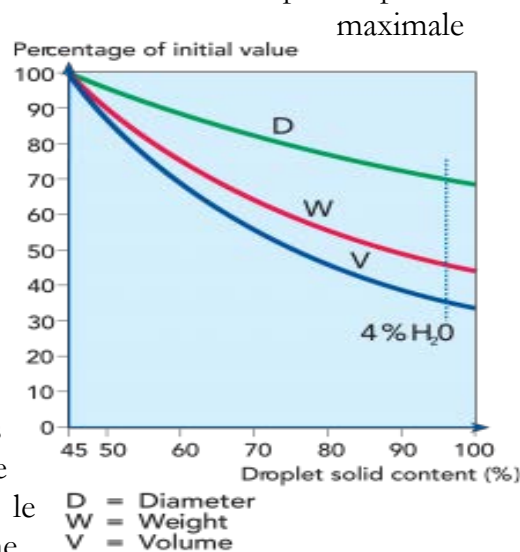


Fig. II.36 : L'état de gouttelette de lait dans la chambre de séchage

Il est transporté vers un silo ou une station d'emballage par un convoyeur pneumatique qui utilise de l'air froid pour refroidir la poudre chaude. La poudre est alors séparée de l'air de transport au moyen d'un cyclone.

De petites particules légères peuvent être aspirées de la chambre de séchage, mélangées à l'air. Cette poudre est séparée en un ou plusieurs cyclones et alimentée à l'écoulement (la ligne) principal de poudre. [17]

B-3-2-2. Séchage multi-stage

La demande constante d'amélioration de la qualité des produits (fluidité, dispersabilité, diminution de la teneur en poussière), une meilleure manutention du produit, une meilleure efficacité thermique et opérationnelle et une durabilité environnementale ont incité au traitement ultérieur de la poudre après décharge de la chambre de séchage.

Ceci a favorisé le développement de systèmes de séchage à deux et trois étages (Séchage multi-stage).

Pour le séchage en plusieurs étapes, le système de séchage en une étape est prolongé au moyen d'un ou plusieurs séchoirs à lit fluidisé. Le lit fluidisé ci-joint peut être un lit de type statique (static / well-mix) ou un lit de type vibrant (vibrating / shaking), ou une combinaison des deux, ce dernier étant souvent appelé séchage en trois étapes.

La poudre quitte la chambre de séchage avec une humidité résiduelle plus élevée et est ensuite séchée dans le ou les lit (s) fluide (s) dans lequel le séchage se termine à des températures relativement basses et dans lequel la poudre peut également être refroidie.

En termes d'énergie, cette installation vaut mieux qu'un séchoir monophasé et permet de travailler avec des températures de sortie d'air nettement inférieures. La qualité de la poudre peut être améliorée par séparation de la poudre fine dans le lit fluidisé. La conception de lit statique convient pour des produits qui sont directement fluidisables à la sortie de la chambre de séchage.

Le design du lit vibrant ou tremblant est adapté pour des produits qui sont plus difficiles à fluidiser en raison de leur large distribution des particules, de la granulométrie fine et de la forme irrégulière.

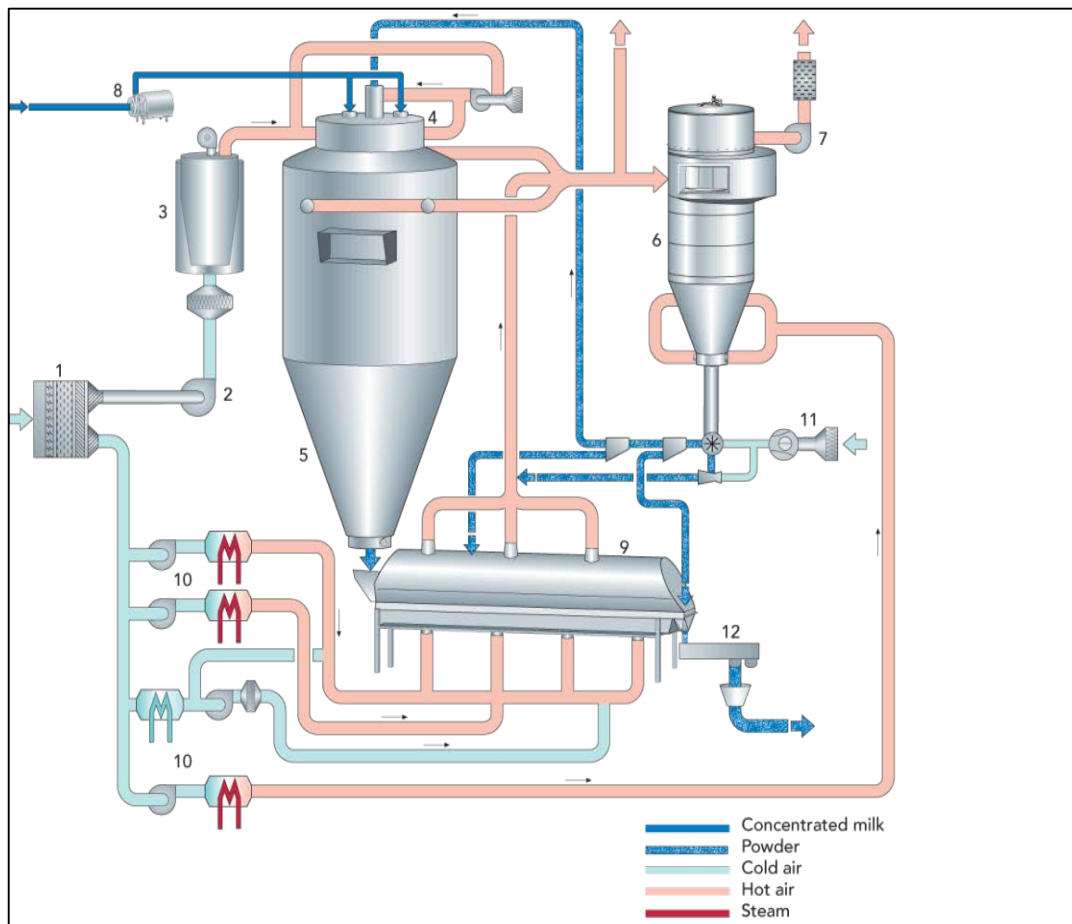
Le séchage en deux étapes dans le séchoir à lit fluidisé assure que l'humidité résiduelle souhaitée est atteinte et que la poudre est refroidie.

Le séchage final dans le sécheur à lit fluidisé intégré garantit l'obtention de l'humidité résiduelle souhaitée. Les installations peuvent être exploitées à la fois avec des buses et des atomiseurs centrifuges.

L'indice de solubilité et la teneur en air inclus sont plus petits dans le cas de poudres séchées en utilisant le procédé en deux étapes en raison de l'impact thermique global le plus faible, bien que la densité apparente soit plus élevée.

Le plus grand avantage sur le séchage à une étape est l'amélioration de l'efficacité obtenue en augmentant la différence de température entre l'air d'alimentation et l'air sortant.

L'énergie requise pour le séchage est d'environ 10 à 15% inférieure à celle du procédé en une seule étape. Le tableau montre une comparaison entre les systèmes de séchage à un ou deux étages. [17]



- | | |
|--------------------|------------------------|
| 1. Inlet filter | 7. Exhaust fan |
| 2. Inlet fan | 8. High pressure pump |
| 3. Air heater | 9. Fluid bed |
| 4. Air distributor | 10. Air handling units |
| 5. Drying chamber | 11. Cyclone |
| 6. Bag | 12. Powder sifter |

Fig. II.37 : Séchage multi stage

B-3-3. Équipement / composants de séchage par pulvérisation

B-3-3-1. Chambre de séchage

L'industrie offre une large gamme de modèles de chambre de séchage. Le plus commun vu pour la production de poudre laitière est la chambre cylindrique avec un cône. Un angle de cône de 40-50 ° facilite la décharge de poudre à la sortie du fond de la chambre:

Les deux types de chambres de séchage les plus utilisées sont: Wide Body dryer et Tall Form Bustle dryer.

➤ Wide Body dryer

La décharge d'air provenant de la chambre de séchage Wide Body se produit en haut de la chambre. En raison de l'inversion du flux d'air dans la chambre, les particules grossières sont séparées de l'air par gravité et déchargées dans le lit fluidisé. Les particules plus petites (fines) sont entraînées dans le courant d'air ascendant et quittent la chambre de séchage en haut. Voir (figure II.38).

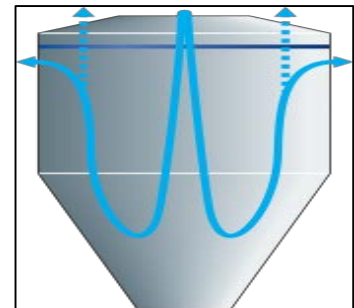


Fig. II.38 : Modèle Flux d'air Wide Body

➤ Tall Form Bustle dryer

La décharge d'air de la chambre de séchage «se produit au sommet de la section conique, L'air dans la section cylindrique parcourt l'écoulement en bouchon et s'inverse en section conique.

- En raison de l'inversion du flux d'air, les particules grossières sont séparées de l'air par gravité et déchargées dans le lit fluidisé.
- Les particules plus petites (fines) sont entraînées dans le courant d'air et quittent la chambre de séchage (figure II.39).
- Les parties conique et cylindrique de la chambre sont munies de marteaux automatiques pour empêcher le produit de coller à la surface.

La pression (sous) dans la chambre de séchage est commandée par un contrôleur et indicateur de pression (PIC), commandant la vitesse du (des) ventilateur (s) d'échappement principal.

Pour protéger la chambre de séchage contre une trop basse pression, un pressostat est installé. Dans le cas où le vide dans la chambre de séchage dépasse un certain niveau, un arrêt d'urgence est amorcé et les ventilateurs d'admission et d'échappement principaux sont arrêtés. [17]

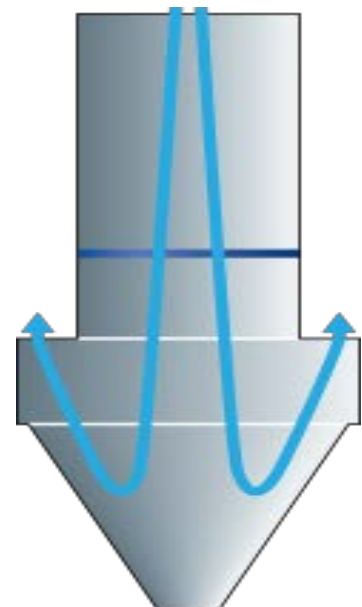
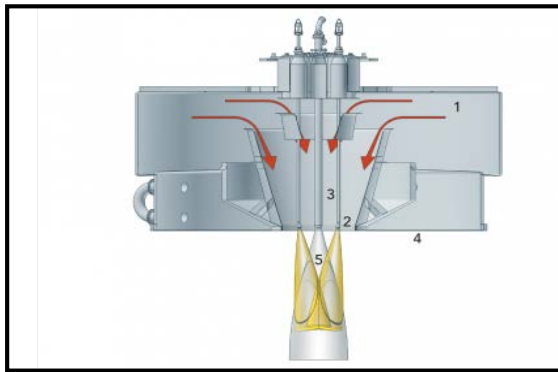


Fig. II.39 : Modèle Flux d'air Tall from bustle dryer

B-3-3-2. Système de distribution d'air

L'air ambiant requis pour le séchage passe par un ensemble de composants tels qu'un volet, un ensemble de pré-filtré et un silencieux avant d'être distribué aux systèmes de traitement d'air principal et secondaire.

Le ventilateur principal souffle de l'air de séchage pré-filtré, nécessaire pour le processus de séchage principal, Au filtre final et au réchauffeur d'air vers distributeur d'air dans la chambre de séchage.



Conception de l'atomiseur de buse (nozzle)

1. Alimentation en air chaud.
2. Buse à haute pression
3. toit de la sécheuse
4. Fines return lance
5. Zone d'atomisation et d'agglomération

Fig. II.40 : Modèle Flux d'air

L'air de séchage primaire peut être chauffé par les systèmes de chauffage suivants:

- Echauffement par vapeur.
- Chauffage au gaz indirect.
- Chauffage au gaz direct.
- Réchauffeur d'huile thermique.
- Chauffage électrique.

B-3-3-3. Système d'alimentation

Le système d'alimentation d'un séchoir par pulvérisation comprend généralement :

- Réservoirs d'alimentation.
- Pompe d'alimentation concentrée.
- Système de préchauffage.
- Filtre.
- Homogénéisateur.
- Pompe haute pression ou pulvérisateur rotatif.
- Ligne d'alimentation haute pression avec soupapes haute pression.

B-3-3-4. Système d'atomisation

Le concentré préchauffé peut être atomisé au moyen de buses (nozzles) à haute pression multiples ou d'un atomiseur à disque rotatif.

La fonction de base des buses de pression est de convertir l'énergie de pression fournie par la pompe haute pression en énergie cinétique à partir d'un film mince. La ligne de concentré haute pression alimente le système d'alimentation de la buse à haute pression, qui se compose de plusieurs soupapes haute pression.

Ces vannes fournissent le concentré (lait) aux lances qui se trouvent dans "le distributeur d'air sec". Dans les atomiseurs à disque rotatif, le liquide est accéléré de façon continue à la circonférence de la roue par la force centrifuge produite par la rotation de la roue.

Le liquide est réparti de manière centrale et s'étend sur la surface de la roue en une feuille mince, déchargée à grande vitesse à la périphérie de la roue. Le degré d'atomisation dépend de la vitesse périphérique, des propriétés du liquide et de l'alimentation.

B-3-3-5. Système de séparation de poudre

Le système classique de séparation de poudre et d'air de séchage est un cyclone ou un agencement de plusieurs cyclones en série ou en parallèle. La teneur en fines résiduelles dans l'air sortant est très élevée, 100 - 200 mg / Nm³. L'introduction de filtres à poches permet d'abaisser la teneur en fines résiduelles à moins de 10 mg / Nm³.

Les sacs filtrants sont dépoussiérés au moyen d'impulsions régulières d'air comprimé. Les fines résiduelles accumulées dans le filtre peuvent être récupérées et renvoyées au processus ou traitées comme des déchets.

L'utilisation de filtres lavables, qui sont liés au système CIP, est l'état de la technique actuel.

Un nettoyage régulier garantit que les fines résiduelles ne sont pas contaminées et qu'elles restent adaptées à l'alimentation, ce qui entraîne une augmentation du rendement et donc une réduction des coûts de fabrication de la poudre.

La plupart des poudres laitières peuvent être produites sans cyclones si la surface du filtre est dimensionnée de manière appropriée.

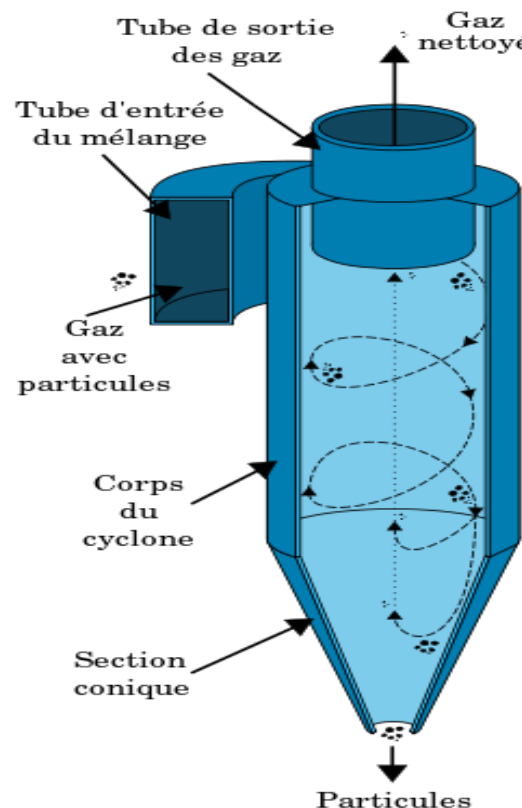


Fig. II.41: Cyclone

B-3-3-6. Système de séchage et refroidissement du lit fluidisé

La poudre de la chambre est encore séchée et refroidie dans un lit fluidisé. Les lits fluidiques sont utilisés pour le séchage à une ou plusieurs étapes de produits agglomérés et non agglomérés. Lits fluidiques permettent doux après le séchage et le refroidissement des produits délicats.

Le lit bien mélangé (statique ou secouant) permettra d'obtenir un mélange supérieur de particules donnant à la poudre une température et un profil d'humidité uniformes, égaux à celui de l'écoulement du produit de sortie. La composition homogène permet une vitesse d'air élevée, provoquant une forte turbulence à travers laquelle la charge d'alimentation est rapidement dispersée dans le lit fluidisé, empêchant ainsi la formation de "poudre" en morceaux à Cette étape critique du processus.

Un séchage et un refroidissement ultérieurs de la poudre sont réalisés dans les sections d'écoulement de bouchon après le mélange de puits ou le lit statique pour un contrôle précis des niveaux d'humidité et de température, au besoin.

Le mouvement de vibration ou de secousses du lit fluidisé améliore le contact air / solides, aboutissant à un mélange de produit amélioré et à un rendement thermique plus élevé. [17]

B-3-4. L'agglomération

Le terme agglomération décrit généralement la formation de corps plus grands à partir d'un certain nombre de particules plus petites qui sont essentielles pour une reconstitution facile dans l'eau.

Les procédés d'agglomération sont principalement basés sur l'agrandissement de particules provoqué par la collision de particules humides, de particules humides et sèches, de gouttelettes de pulvérisation et de particules sèches. Tous ces mécanismes ont en commun que l'agglomération est basée sur la formation de couches visqueuses autour des particules.

➤ Pourquoi l'agglomération

L'agglomération est une étape essentielle dans la fabrication de produits instantanés. Les poudres non agglomérées ont généralement une mauvaise mouillabilité. Cette propriété limite considérablement leur utilisation dans des conditions normales (Le besoin de refroidissement). L'agglomération modifie la porosité des poudres, accélérant la pénétration de l'eau dans les granules.

L'agglomération est appliquée pour améliorer la fluidité et rendre les poudres moins poussiéreuses ou même sans poussière.

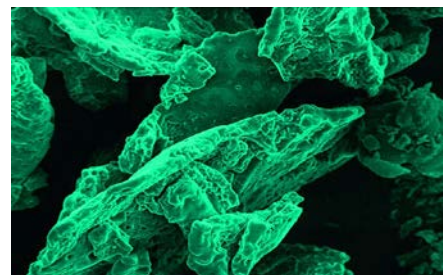


Fig. II.42 : Vue microscopique de la surface d'une gouttelette sèche

Ces produits sont mieux à manipuler dans le traitement ultérieur.

L'agglomération est souvent une étape essentielle avant la formation de comprimés. Il rend le produit fluide et empêche la séparation des composants dans les cas où le produit final est un mélange de divers ingrédients.

B-3-4-1. Agglomération dans la chambre de séchage

Lors du séchage par pulvérisation, il s'agit de produire de petites particules. La reconstitution de la poudre constituée de petites particules est toutefois difficile et nécessite un mélange intensif afin de disperser la poudre avant sa dissolution complète. Les particules plus grandes présentent une meilleure dispersion. Par agglomération on obtient une bonne dispersion et une solution complète.

Souvent, le matériau de base est un liquide contenant des matières solides élevées qui doit être séché par pulvérisation. Les gouttelettes pulvérisées humides peuvent également être utilisées pour l'agglomération.

➤ Agglomération directe

Ce procédé est qualifié d'agglomération directe et est effectué dans des séchoirs par pulvérisation. L'objectif principal de l'agglomération est généralement de créer des propriétés instantanées.

Une agglomération directe est généralement conduite dans la zone d'atomisation où les gouttelettes pulvérisées sont encore humides et donc capables de se fondre.

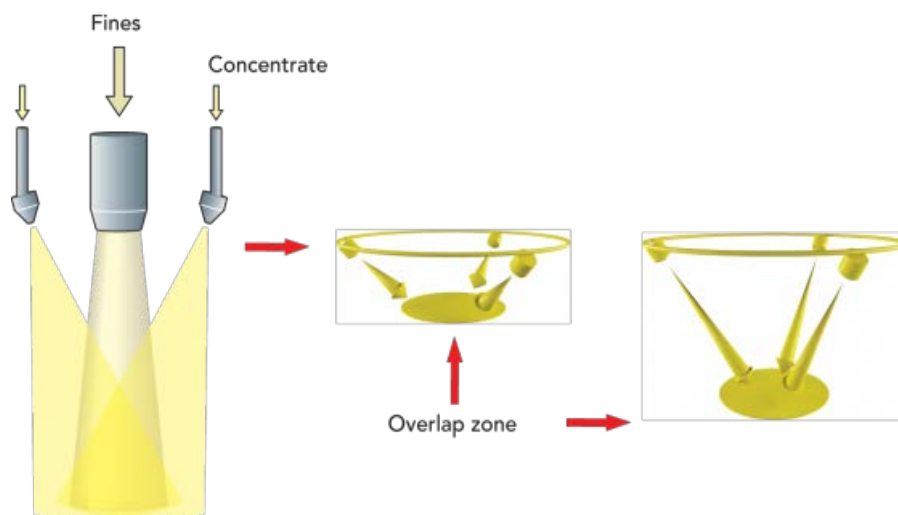


Fig. II.43 : Agglomération inter-pulvérisation 1

Dans la pratique, toutes les particules atomisées ne sont pas agglomérées et ces particules dites sortent du sécheur avec l'air de sortie. Les fines sont recueillies après séparation de l'air dans les cyclones et / ou le sac-filtre et recyclées dans la zone d'atomisation pour être agglomérées avec des gouttelettes.

L'agglomération est donc une combinaison de :

Collisions entre les gouttelettes humides, pulvérisé et ;

Des collisions de particules sèches et fines avec des gouttelettes humides, pulvérisé.

Des collisions entre des gouttelettes de pulvérisation peuvent être rendues possibles par l'intersection des atomiseurs individuels. Ceci est appelé agglomération inter-pulvérisation. Dans les jets de pulvérisation individuels, une collision entre les particules se produit également et est appelée agglomération par pulvérisation interne.

La recirculation de fines particules sèches dans la zone d'atomisation est un élément vital dans le processus d'agglomération, comme dans de nombreux cas sans particules fine, les agglomérats de recyclage formés sont trop petits. Le processus d'agglomération directe à succès est donc la combinaison de l'agglomération inter-pulvérisation et de la recirculation des fines.

Dans la plupart des cas, le processus d'agglomération est réalisé avec un ensemble de buses de pulvérisation multiple dans lequel les atomiseurs individuels intersectent. Dans la zone d'intersection ou de chevauchement, le contact est réalisé avec des particules fines et sèches. Les lances de pulvérisation ont un angle à la pointe et en plus elles peuvent être ajustées vers l'intérieur et vers l'extérieur.

La pointe de la lance inclinée rend possible l'intersection des pulvérisations et l'inclinaison des lances permet de faire varier la distance de la trajectoire de séchage à la zone d'intersection. La longueur de cette trajectoire de séchage détermine l'humidité de la gouttelette de pulvérisation dans la zone de recouvrement, et ainsi la nature de l'agglomération peut être contrôlée.

B-3-4-2. Agglomération à lit fluidisé

Pour obtenir la porosité correcte, les particules doivent d'abord être séchées de sorte que la majeure partie de l'eau des capillaires et des pores soit remplacée par de l'air. Les particules sont ensuite humidifiées de sorte que les surfaces des particules gonflent rapidement. Fermeture des capillaires. Les surfaces des particules deviennent alors collantes et les particules adhèrent pour former des agglomérats.

Une méthode efficace d'instanciation consiste à l'agglomération ré humidifié dans un lit fluidisé comme la montre la (Figure II.44).

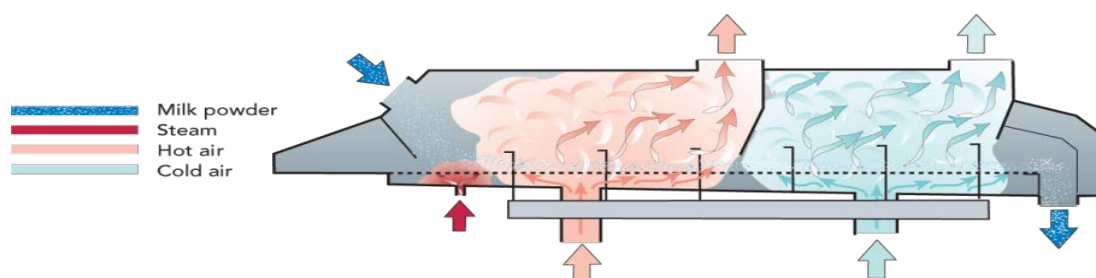


Fig. II.44 : Agglomération à lit fluidisé

Le lit fluidisé est relié à l'ouverture de décharge de la chambre de séchage et se compose d'un carter avec un fond perforé. De l'air à une température appropriée est soufflé à travers le plancher à une vitesse qui est suffisante pour suspendre la poudre et la fluidiser. Le carter est monté dans un palier à ressort et peut être mis en vibration par un moteur. Les trous de la plaque inférieure sont conformés en buses dans la direction d'écoulement du produit et le produit est alimenté dans la direction de l'écoulement. La vibration supporte la fluidisation et transporte la poudre.

Des déversements entre les sections individuelles et à la sortie déterminent la hauteur de la couche de poudre fluidisée et la longueur du lit fluidisé détermine le temps de séjour. La poudre est transportée depuis la tour de pulvérisation dans la première section, où elle est humidifiée par la vapeur.

Un flux d'air et des vibrations transportent la poudre à travers les sections de séchage individuelles, où de l'air chaud à des températures décroissantes est introduit à travers le lit de poudre. L'agglomération se produit dans la première étape de séchage lorsque les particules humidifiées adhèrent l'une à l'autre pour former des agglomérats.

L'eau est évaporée des agglomérats pendant leur passage dans les sections de séchage. La poudre est ensuite refroidi et quitte le lit fluidisé avec de l'humidité résiduelle souhaitée. Grands grains et grains fins sont criblés. La poudre criblée et instantanée est alors transportée jusqu'au remplissage par système de transport. L'air sortant du lit fluidisé, contenant une certaine quantité de poudre fine, est soufflé au cyclone ou filtre du système d'air principal de l'installation de séchage. [17]

B-3-5. Économie d'énergie du séchage par pulvérisation

Pour le procédé de séchage par pulvérisation, l'énergie thermique est indispensable pour obtenir un produit qui est sec du point de vue commercial mais qui satisfait également aux exigences fonctionnelles. Le séchage par pulvérisation s'est avéré être le procédé le plus approprié, mais il est également reconnu comme un processus à forte consommation d'énergie dans lequel une quantité considérable de chaleur est éliminée dans l'environnement sous la forme d'air d'échappement chaud et humide. Il existe toutefois des techniques qui peuvent être appliquées pour minimiser le coût d'énergie par unité de poids de produit sortie.

Ceux-ci inclus:

- Minimiser la teneur en eau du stock d'alimentation avant le séchage par pulvérisation.
- Maximiser la chute de température de l'air de séchage, c'est - à - dire entre l'entrée maximale et la température de sortie minimale ($T_e - T_s$).
- Séchage multi-étages.
- Utiliser l'excédent de chaleur des autres opérations de l'unité.

- Utilisation de la chaleur dans l'air d'échappement pour préchauffer l'air de séchage entrant.
- Réduire les pertes de chaleur par convection et par radiation au moyen d'une isolation thermique. Atomisation et dispersion efficaces du produit dans l'air de séchage. [17]

	
<ul style="list-style-type: none"> - Prix Unitaire: 1 431 000 DZD - Type de séchage : Pulvérisation avec système d'atomisation. -Type de fonctionnement: Continu Mono stage. -Marque : Ziang GPL LPG 50 -Capacité : à la demande (800 Kg à 1000 Kg) -Consommation d'énergie : 15 KW 	<ul style="list-style-type: none"> - Prix Unitaire: 2 801 000 DZD - Type de séchage : Pulvérisation avec système d'atomisation et lit fluidisé. -Type de fonctionnement: Continu multi stage. -Marque : Ziang GPL LPG 50-MS -Capacité : à la demande (1000 Kg à 1500 Kg) -Consommation d'énergie : 18.5 KW
	
<ul style="list-style-type: none"> - Prix Unitaire: 3 081 000 DZD - Type de séchage : Séchage par Lyophilisateur -Type de fonctionnement: Continu avec déshydratation. -Marque : Shanghai Ruipai Machinery/ GEL GFD-25m2 -Capacité :(600 Kg à 1100 Kg) -Consommation d'énergie : 116 KW 	<ul style="list-style-type: none"> - Prix Unitaire: 880 325 DZD - Type de séchage : Séchage tambour / rouleau -Type de fonctionnement: Continu -Marque : WandaMachine -Capacité : (de 800 Kg à 2000 Kg) -Consommation d'énergie : 4 KW

Fig. II. 45 : Les différents types et caractéristiques des machines pour le séchage

1-2-12. Emballage

Un emballage est un objet destiné à contenir et à protéger des marchandises, à permettre leur manutention et leur acheminement du producteur au consommateur ou à l'utilisateur, et à assurer leur présentation.

Pour Cella, nous avons utilisé des machines de type « DS-320 C » qui sont caractérisés avec leur système de dosage à l'aide de gravitaires à haute vitesse et un capteur de début pour assurer le remplissage des sachet de 500 g, 1 Kg et aussi de 25 Kg et un peseuses pour l'ensachage en matière plastique.



Fig. II. 46 : Emballeuse DS-320 C

1-2-13. Stockage de lait en poudre

La poudre de lait écrémé a une durée de conservation maximale d'environ trois ans, tandis que la poudre de lait entier a une durée de conservation maximale de six mois. C'est parce que la graisse dans la poudre s'oxyde pendant le stockage, avec la détérioration conséquente de la saveur. Cependant, la durée de conservation peut être prolongée en utilisant une technologie d'emballage appropriée, c'est-à-dire l'emballage de la poudre sous un gaz inerte tel que N₂. La poudre de lait doit être stockée dans un endroit frais et sec. Toutes les réactions chimiques dans le lait en poudre, à température ambiante et à faible teneur en eau, ont lieu si lentement que la valeur nutritive n'est pas affectée, même après plusieurs années de stockage. [17]

➤ Système de refroidissement de Chambre froide

Dans les chambres froides, on utilise des refroidisseurs de liquide à vis (froid seul et réversible), très fiables et performants de degrés de température entre 0 à +5 C° ce système de refroidissement compose de deux unités le premier si le condenseur de l'air et le deuxième si l'évaporateur. La technologie utilisé s'appelé HITACHI (cette technologie utilise le Forane R 407 C (c'est un gaz mélange de zéotropique de fluoro-éthane) pour le refroidissement de l'eau + glycol qui est le responsable pour le transport de froid à l'évaporateur. Les nouvelles technologies de refroidissement qui utilisent le gaz Forane 407 C est plus performance et efficace (circuit fermer aucune perturbation ou fuite de gaz).



Fig. II. 47 : HITACHI refroidisseur

Phase 2 : Choix de technologies

2-1. Choix des machines et des technologies (Alternatives)

Nous avons utilisé un groupe des outils de prise de décision multicritère pour déterminer la meilleure alternative.

A partir de l'étude de marché (identification des besoins de clients) et d'après notre étude sur le processus de fabrication de lait en poudre, nous avons déterminé les facteurs suivants qui représentent les critères utilisés dans ces outils :

- Qualité de traitement.
- Cout (prix d'achat raisonnable).
- Méthode de fonctionnement (rendement et fiabilité).
- Capacité.

2-1-1. Premier Outil de prise de décision (matrice de décision)

Pour faire des choix pertinents entre différentes Machines et technologies de transformation de lait cru à un produit final qui est le lait en poudre, Nous allons vous présenter un outil simple et efficace pour hiérarchiser et choisir vers quelle Technologie se tourner. Il s'agit de la matrice de décision.

Nous devons sélectionner une marque, mais nous avons du mal à départager les candidats.

Cette situation est classique lorsque **de nombreux paramètres entrent en ligne de compte dans la décision finale.**

- Allons-nous opter pour le moins cher ?
- Celui qui est capable de s'engager sur le respect des délais de livraison ?
- La société la plus solide financièrement ?...

Pas facile d'appréhender tous ces critères de choix. C'est là qu'intervient la matrice de décision. Elle **facilite la sélection en rationalisant et synthétisant le poids de chaque facteur** pour évaluer les alternatives possibles.

Dans le cadre d'une résolution de problème, cet outil entre en action une fois l'état de la situation réalisé, l'analyse menée et l'éventail des solutions pour répondre à la problématique, identifié.

a. Mise en pratique de l'outil

La matrice de décision repose sur l'évaluation de chaque option positionnée en ligne dans un tableau, à partir de critères prédéfinis placés en colonne et pondérés selon leur importance dans le choix final.

b. Voyons les différentes étapes

➤ Lister les éléments et les critères à comparer

Dans cette étape on a les éléments suivants :

Les 3 types des centrifugeuses clarificateurs pour le lait cru ;

Les 2 types des échangeurs thermiques qui entre dans l'étape de pasteurisation ;

Les 2 types des technologies utilisés dans l'évaporation ;

Les 2 types des technologies utilisés dans l'homogénéisation ;

Les 4 types des technologies utilisés dans le séchage ;

➤ Remplir la matrice de décision

Nous avons les critères suivants relatifs aux technologies et machines motionnés dans l'étape précédente :

Qualité de Traitement ; Cout ; Méthode de fonctionnement ; Capacité.

Ces facteurs sont déterminés à partir de l'étude de marché ainsi que de la phase 1 de l'étude technique qui est le processus de fabrication de lait en poudre.

➤ Effectuer un poids à chaque critères : les poids se sont de 1 à 4 ;

Les poids des facteurs sont précisés à l'aide de l'étape de l'identification de besoins et en basent sur l'étude technique phase 1 avec la manière suivant (1 : Mauvais, 2 : Moyenne, 3 : Bon, 4 : Très bon).

➤ Effectuer un vote (évaluation) pour chaque critères ;

➤ Etablir l'évaluation pondérer pour chaque critères ;

Notez les options au regard de chaque critère (généralement de 0 à 5). Calculons la note pondérée puis faites le total en ligne. Nous obtenons l'évaluation globale de chaque option.

- Additionner les critères pour chaque colonnes ;
- Choisir la solution qui obtient le total le plus élevé ;

c. Construire les matrices de décision

☞ Première matrice de décision pour les centrifugeuses clarificateurs

Critères	Qualité de traitement		Cout		Méthode de fonctionnement		Capacité		Total
Poids	4		3		2		1		
Marque FUYI	1	4	3	9	2	4	3	3	20
Marque REDA	2	8	2	6	2	4	1	1	19
Marque GEA	3	12	1	3	3	6	2	2	23

Donc après cette opération, La meilleure solution est en lecture directe. Celle qui possède le score le plus élevé : **Marque GEA.**

☞ Deuxième matrice de décision pour les échangeurs thermiques qui entrent dans l'étape de pasteurisation ;

Critères	Qualité de traitement		Cout		Méthode de fonctionnement		Capacité		Total
Poids	4		3		2		1		
Marque Changzhou KATJ-5	4	16	1	3	3	6	4	4	29
Marque Changzhou KATJ-8	3	12	2	6	3	6	2	2	26
Marque Gr CIOA BR26-BS-6-8	2	8	3	9	2	4	3	3	24
Marque Gr CIOA BR26-BS-4-5	2	8	4	12	2	4	1.5	1.5	25.5

Donc après cette opération, La meilleure solution est en lecture directe. Celle qui possède le score le plus élevé : **Marque Changzhou KATJ-5.**

☞ Troisième matrice de décision pour les évaporateurs ;

Critères	Qualité de traitement		Cout		Méthode de fonctionnement		Capacité		Total
Poids	4		3		2		1		
Marque REDA	2	8	3	9	3	6	1	1	24
Marque Zhejiang	4	16	2	6	2	4	2	2	28

Donc après cette opération, La meilleure solution est en lecture directe. Celle qui possède le score le plus élevé : **Marque Zhejiang**.

☞ Quatrième matrice de décision pour les technologies utilisées dans l'homogénéisation ;

Critères	Qualité de traitement		Cout		Méthode de fonctionnement		Capacité		Total
Poids	4		3		2		1		
Marque GJB 4000-25	3	12	2	6	3	6	3	3	27
Marque GJB 2000-25	3	12	3	9	2	4	1	1	26

Donc après cette opération, La meilleure solution est en lecture directe. Celle qui possède le score le plus élevé : **Marque GJB 4000-25**.

☞ Cinquième matrice de décision pour les technologies utilisées dans le séchage ;

Critères	Qualité de traitement		Cout		Méthode de fonctionnement		Capacité		Total
Poids	4		3		2		1		
Marque : Ziang GPL LPG 50	2	8	3	9	2	4	1	1	22
Marque : Ziang GPL LPG 50-MS	4	16	2	3	3	6	2	2	27
Marque : GEL GFD-25m2	2	8	1	3	2	4	1	1	16
Marque : WandaMachine	1	4	4	12	1	2	3	3	21

Donc après cette opération, La meilleure solution est en lecture directe. Celle qui possède le score le plus élevé : **Ziang GPL LPG 50-MS**.

2-1-2. Deuxième Outil de prise de décision (TOPSIS)

TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution): est une méthode dont le but est de pouvoir classer par ordre de choix un certain nombre d'alternative sur la base d'un ensemble de critère favorable ou défavorable. Cette méthode s'inscrit dans les techniques utilisées dans le domaine d'aide à la décision multicritère (MCDM=Multiple Criteria Decision Making).

Etape 1 : choisir une échelle de mesure des valeurs des critères ;

Valeur numérique	Valeur linguistique
1	Pas intéressent de tout
2	Pas intéressent
3	Très peu intéressent
4	Moyennement intéressent
5	intéressent
6	Très intéressent
7	Super intéressent
8	Parfaitement intéressent

Etape 2 : Matrice Alternative et Critère, Analyser le choix des modèles de machine de traitement sur la base des critère positive et négative ;

Pour cet outil de prise de décision nous avons choisis les mêmes facteurs avec un changement dans le facteur de méthode de fonctionnement qui est décomposé à deux nouveaux facteurs qui sont : **la fiabilité et le rendement.**

Les critères positifs (+) : Capacité, Fiabilité, Qualité de traitement, Rendement.

Les critères négative (-) : Cout.

Le choix pour les centrifugeuses clarificateurs

Poids (W)	0.1	0.15	0.4	0.15	0.2
-----------	-----	------	-----	------	-----

	Capacité	Fiabilité	Qualité de traitement	Rendement	Cout
Marque FUYI	6	5	3	5	3
Marque REDA	3	4	4	5	4
Marque GEA	4	6	6	7	7

➤ Matrice normalisé

Calculer le rij : $r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_{ij}^2}}$;

Poids (W)	0.1	0.15	0.4	0.15	0.2
-----------	-----	------	-----	------	-----

	Capacité	Fiabilité	Qualité de traitement	Rendement	Cout
Marque FUYI	0,76	0,56	0,38	0,50	0,34
Marque REDA	0,38	0,45	0,51	0,50	0,46
Marque GEA	0,51	0,68	0,76	0,70	0,81

➤ Matrice normalisé et pondérer : $r_{ij} = w_j \times x_{ij}$;

	Capacité	Fiabilité	Qualité de traitement	Rendement	Cout
Marque FUYI	0,076	0,0825	0,152	0,075	0,068
Marque REDA	0,038	0,0675	0,204	0,075	0,092
Marque GEA	0,051	0,102	0,304	0,105	0,162

➤ Calcul de la solution favorable idéale A+

$A^+ = \{max_i x_{ij} (i \in J^+) min_i x_{ij} (i \in J^-)\}$	$A^+ = \{r_j^+ j = 1, \dots, m\}$
---	-----------------------------------

A+	0,076	0,102	0,304	0,105	0,068
----	-------	-------	-------	-------	-------

➤ Calcul de la solution défavorable idéale A-

$A^- = \{min_i x_{ij} (i \in J^+) max_i x_{ij} (i \in J^-)\}$	$A^- = \{r_j^- j = 1, \dots, m\}$
---	-----------------------------------

A-	0,038	0,0675	0,152	0,075	0,162
----	-------	--------	-------	-------	-------

- **Calcul de l'écart E+** : Pour chaque alternative on calcul l'écart par rapport à la valeur plus favorable ;

E+
0,15
0,65
0,09

$$E_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^m (r_j^+ - r_{ij})^2}$$

- **Calcul de l'écart E-** : Pour chaque alternative on calcul l'écart par rapport à la valeur plus défavorable ;

E-
0,10
0,08
0,15

$$E_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m (r_j^- - r_{ij})^2}$$

- **Calcul de coefficient de proximité de la solution idéal**

$$S_t^* = \frac{E^-}{E_i^- + E_i^+}$$

	S*	Ordre de choix	Répartition des coefficients
Marque FUYI	0,4	2	35 %
Marque REDA	0,1	3	8 %
Marque GEA	0,625	1	57 %

Donc après cette opération, La meilleure solution est en lecture directe. Celle qui possède le coefficient le plus élevé : **Marque GEA.**

Le choix pour les échangeurs thermiques qui entrent dans l'étape de pasteurisation. Nous avons fait une évaluation pour chaque critère ;

Poids (W)	0.1	0.15	0.4	0.15	0.2
	Capacité	Fiabilité	Qualité de traitement	Rendement	Cout
Marque Changzhou KATJ-5	6	6	7	7	7
Marque Changzhou KATJ-8	3	5	5	7	6
Marque Gr CIOA BR26-BS-6-8	5	6	4	5	5
Marque Gr CIOA BR26-BS-4-5	3	5	4	4	4

➤ Matrice normalisé

Calculer le rij :
$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_{ij}^2}}$$
 ;

Poids (W)	0.1	0.15	0.4	0.15	0.2
	Capacité	Fiabilité	Qualité de traitement	Rendement	Cout
Marque Changzhou KATJ-5	0,67	0,54	0,67	0,59	0,62
Marque Changzhou KATJ-8	0,33	0,45	0,48	0,59	0,53
Marque Gr CIOA BR26-BS-6-8	0,56	0,54	0,38	0,42	0,44
Marque Gr CIOA BR26-BS-4-5	0,33	0,45	0,38	0,33	0,35

➤ Matrice normalisé et pondérer : $r_{ij} = w_j \times x_{ij}$;

	Capacité	Fiabilité	Qualité de traitement	Rendement	Cout
Marque Changzhou KATJ-5	0,067	0,081	0,27	0,089	0,12
Marque Changzhou KATJ-8	0,033	0,067	0,19	0,089	0,10
Marque Gr CIOA BR26-BS-6-8	0,056	0,081	0,15	0,063	0,089
Marque Gr CIOA BR26-BS-4-5	0,033	0,067	0,15	0,050	0,071

➤ Calcul de la solution favorable idéale A+

$$A^+ = \{ \max_i x_{ij} \ (i \in J^+) \mid \min_i x_{ij} \ (i \in J^-) \} \quad A^+ = \{ r_j^+ \ j = 1, \dots, m \}$$

A+	0,067	0,081	0,27	0,089	0,071
----	-------	-------	------	-------	-------

➤ Calcul de la solution défavorable idéale A-

$$A^- = \{ \min_i x_{ij} \ (i \in J^+) \mid \max_i x_{ij} \ (i \in J^-) \} \quad A^- = \{ r_j^- \ j = 1, \dots, m \}$$

A-	0,033	0,067	0,15	0,050	0,12
----	-------	-------	------	-------	------

➤ Calcul de l'écart E+ : Pour chaque alternative on calcul l'écart par rapport à la valeur plus favorable ;

E+
0,053
0,092
0,121
0,127

$$E_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^m (r_j^+ - r_{ij})^2}$$

- **Calcul de l'écart E - :** Pour chaque alternative on calcul l'écart par rapport à la valeur plus défavorable ;

E-
0,127
0,040
0,046
0,053

$$E_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m (r_j^- - r_{ij})^2}$$

- **Calcul de coefficient de proximité de la solution idéal**

$$S_t^* = \frac{E^-}{E_i^- + E_i^+}$$

	S*	Ordre de choix	Répartition des coefficients
Marque Changzhou KATJ-5	0,7	1	44 %
Marque Changzhou KATJ-8	0,3	2	19 %
Marque Gr CIOA BR26-BS-6-8	0,27	4	17 %
Marque Gr CIOA BR26-BS-4-5	0,29	3	18 %

Donc après cette opération, La meilleure solution est en lecture directe. Celle qui possède le coefficient le plus élevé : **Marque Changzhou KATJ-5.**

Le choix pour les évaporateurs. Nous avons fait une évaluation pour chaque critère ;

Poids (W)	0.1	0.15	0.4	0.15	0.2
	Capacité	Fiabilité	Qualité de traitement	Rendement	Cout
Marque REDA	4	4	5	7	6
Marque Zhejiang	5	6	7	5	7

➤ Matrice normalisé

Calculer le rij :
$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_{ij}^2}} ;$$

Poids (W)	0.1	0.15	0.4	0.15	0.2
	Capacité	Fiabilité	Qualité de traitement	Rendement	Cout
Marque REDA	0,62	0,55	0,58	0,81	0,65
Marque Zhejiang	0,78	0,83	0,81	0,58	0,75

➤ Matrice normalisé et pondérer : $r_{ij} = w_j \times x_{ij} ;$

	Capacité	Fiabilité	Qualité de traitement	Rendement	Cout
Marque REDA	0,062	0,083	0,23	0,122	0,13
Marque Zhejiang	0,078	0,124	0,32	0,087	0,15

➤ Calcul de la solution favorable idéale A+

$$A^+ = \{ \max_i x_{ij} (i \in J^+) | \min_i x_{ij} (i \in J^-) \} \quad A^+ = \{ r_j^+ j = 1, \dots, m \}$$

A+	0,078	0,12	0,32	0,12	0,13
----	-------	------	------	------	------

➤ Calcul de la solution défavorable idéale A-

$$A^- = \{ \min_i x_{ij} (i \in J^+) | \max_i x_{ij} (i \in J^-) \} \quad A^- = \{ r_j^- j = 1, \dots, m \}$$

A-	0,062	0,083	0,23	0,087	0,15
----	-------	-------	------	-------	------

➤ Calcul de l'écart E+ : Pour chaque alternative on calcul l'écart par rapport à la valeur plus favorable ;

E+
0,10
0,04

$$E_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^m (r_j^+ - r_{ij})^2}$$

➤ Calcul de l'écart E- : Pour chaque alternative on calcul l'écart par rapport à la valeur plus défavorable ;

E-
0,04
0,30

$$E_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m (r_j^- - r_{ij})^2}$$

➤ Calcul de coefficient de proximité de la solution idéal

$$S_t^* = \frac{E^-}{E_i^- + E_i^+}$$

	S*	Ordre de choix	Répartition des coefficients
Marque REDA	0,3	1	24 %
Marque Zhejiang	0,8	2	75 %

Donc après cette opération, La meilleure solution est en lecture directe. Celle qui possède le coefficient le plus élevé : **Marque Zhejiang**.

Le choix pour les technologies utilisées dans l'homogénéisation. Nous avons fait une évaluation pour chaque critère ;

Poids (W)	0.1	0.15	0.4	0.15	0.2
------------------	------------	-------------	------------	-------------	------------

	Capacité	Fiabilité	Qualité de traitement	Rendement	Cout
Marque GJB 4000-25	6	5	7	5	5
Marque GJB 2000-25	3	5,5	7	4	7

➤ **Matrice normalisé**

Calculer le r_{ij} :
$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_{ij}^2}}$$
 ;

Poids (W)	0.1	0.15	0.4	0.15	0.2
------------------	------------	-------------	------------	-------------	------------

	Capacité	Fiabilité	Qualité de traitement	Rendement	Cout
Marque GJB 4000-25	0,89	0,67	0,70	0,78	0,58
Marque GJB 2000-25	0,44	0,73	0,70	0,62	0,81

➤ **Matrice normalisé et pondérer : $r_{ij} = w_j \times x_{ij}$;**

	Capacité	Fiabilité	Qualité de traitement	Rendement	Cout
Marque GJB 4000-25	0,089	0,100	0,282	0,117	0,116
Marque GJB 2000-25	0,044	0,110	0,282	0,093	0,162

➤ Calcul de la solution favorable idéale A+

$$A^+ = \{ \max_i x_{ij} (i \in J^+) | \min_i x_{ij} (i \in J^-) \} \quad A^+ = \{ r_j^+ j = 1, \dots, m \}$$

A+	0,089	0,110	0,282	0,117	0,116
----	-------	-------	-------	-------	-------

➤ Calcul de la solution défavorable idéale A-

$$A^- = \{ \min_i x_{ij} (i \in J^+) | \max_i x_{ij} (i \in J^-) \} \quad A^- = \{ r_j^- j = 1, \dots, m \}$$

A-	0,044	0,100	0,282	0,093	0,162
----	-------	-------	-------	-------	-------

➤ Calcul de l'écart E+ : Pour chaque alternative on calcul l'écart par rapport à la valeur plus favorable ;

E+
0,010
0,068

$$E_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^m (r_j^+ - r_{ij})^2}$$

➤ Calcul de l'écart E- : Pour chaque alternative on calcul l'écart par rapport à la valeur plus défavorable ;

E-
0,068
0,354

$$E_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m (r_j^- - r_{ij})^2}$$

➤ Calcul de coefficient de proximité de la solution idéal

$$S_t^* = \frac{E^-}{E_i^- + E_i^+}$$

	S*	Ordre de choix	Répartition des coefficients
Marque GJB 4000-25	0,87	1	51 %
Marque GJB 2000-25	0,83	2	49 %

Donc après cette opération, La meilleure solution est en lecture directe. Celle qui possède le coefficient le plus élevé : **Marque GJB 4000-25.**

Le choix pour les technologies utilisées dans le séchage. Nous avons fait une évaluation pour chaque critère ;

Poids (W)	0.1	0.15	0.4	0.15	0.2
	Capacité	Fiabilité	Qualité de traitement	Rendement	Cout
Marque : Ziang GPL LPG 50	3	5	5	4	5
Marque : Ziang GPL LPG 50- MS	4	6	7	6	4
Marque : GEL GFD-25m2	3	5	4	4	6
Marque : WandaMachine	7	4	3	3	3

➤ Matrice normalisé

Calculer le rij :
$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_{ij}^2}} ;$$

Poids (W)	0,1	0,15	0,4	0,15	0,2
	Capacité	Fiabilité	Qualité de traitement	Rendement	Cout
Marque : Ziang GPL LPG 50	0,32	0,49	0,50	0,45	0,53
Marque : Ziang GPL LPG 50- MS	0,43	0,59	0,70	0,68	0,43
Marque : GEL GFD-25m2	0,32	0,49	0,40	0,45	0,64
Marque : WandaMachine	0,76	0,39	0,30	0,34	0,32

➤ Matrice normalisé et pondérer : $r_{ij} = w_j \times x_{ij}$;

	Capacité	Fiabilité	Qualité de traitement	Rendement	Cout
Marque : Ziang GPL LPG 50	0,032	0,074	0,201	0,068	0,107
Marque : Ziang GPL LPG 50- MS	0,043	0,089	0,281	0,102	0,086
Marque : GEL GFD-25m2	0,032	0,074	0,160	0,068	0,129
Marque : WandaMachine	0,076	0,059	0,120	0,051	0,064

➤ Calcul de la solution favorable idéale A+

$$A^+ = \{ \max_i x_{ij} \ (i \in J^+) \mid \min_i x_{ij} \ (i \in J^-) \} \quad A^+ = \{ r_j^+ \ j = 1, \dots, m \}$$

A+	0,076	0,089	0,281	0,102	0,064
----	-------	-------	-------	-------	-------

➤ Calcul de la solution défavorable idéale A-

$$A^- = \{ \min_i x_{ij} \ (i \in J^+) \mid \max_i x_{ij} \ (i \in J^-) \} \quad A^- = \{ r_j^- \ j = 1, \dots, m \}$$

A-	0,032	0,059	0,120	0,051	0,129
----	-------	-------	-------	-------	-------

➤ Calcul de l'écart E+ : Pour chaque alternative on calcul l'écart par rapport à la valeur plus favorable ;

E+
0,107
0,039
0,148
0,171

$$E_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^m (r_j^+ - r_{ij})^2}$$

➤ Calcul de l'écart E- : Pour chaque alternative on calcul l'écart par rapport à la valeur plus défavorable ;

E-
0,086
0,047
0,046
0,078

$$E_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m (r_j^- - r_{ij})^2}$$

➤ Calcul de coefficient de proximité de la solution idéal

$$S_t^* = \frac{E^-}{E_i^- + E_i^+}$$

	S*	Ordre de choix	Répartition des coefficients
Marque : Ziang GPL LPG 50	0,44	2	29 %
Marque : Ziang GPL LPG 50- MS	0,54	1	36 %
Marque : GEL GFD-25m2	0,23	4	15 %
Marque : WandaMachine	0,31	3	20 %

Donc après cette opération, La meilleure solution est en lecture directe. Celle qui possède le coefficient le plus élevé : **Marque Ziang GPL LPG 50-MS.**

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

2-1-3. Troisièmes outils de prise de décision (L'AHP)

L'analyse hiérarchique des procédés (**AHP**) est une méthode multicritère d'aide à la décision considérant plusieurs critères afin de prendre la meilleure décision.

Une décision complexe peut reposer sur des dizaines de critères de décisions et de solutions potentielles. L'**AHP** facilite l'analyse des solutions en les structurant de façon hiérarchique selon nos critères.

Nous pouvons utiliser l'**AHP** pour :

- Choisir la meilleure solution.
- Prioriser nos solutions.
- Comparer nos solutions.
- Allouer de façon optimale nos ressources.
- Résoudre un conflit.
- Gérer la qualité.

a. Mise en pratique de l'outil en 5 étapes

Pour notre cas d'étude nous avons fixé les critères qui on peut utiliser dans cet outil et qui sont déterminés à partir de l'étude technique et l'étude des besoins des clients.

Les critères sont mentionnés comme suit :

- Cout.
- Méthode de fonctionnement.
- Capacité.
- Qualité de traitement.

Nous considérons que la qualité de traitement comme le critère le plus importante et on donne moins d'importance au Capacité.

La technologie idéale a le profil suivant :

- Une meilleure qualité de traitement.
- Un bas cout (prix d'équipement faible).
- Méthode de fonctionnement efficace (rendement et fiabilité plus élevés).
- Une moyenne capacité.

Après l'identification des facteurs (critère), on passe à l'étape 1 : **Nous avons déterminé le rapport d'importance pour chaque critère et marque selon l'étude technique et l'étude de marché section identification des besoins de clients.**

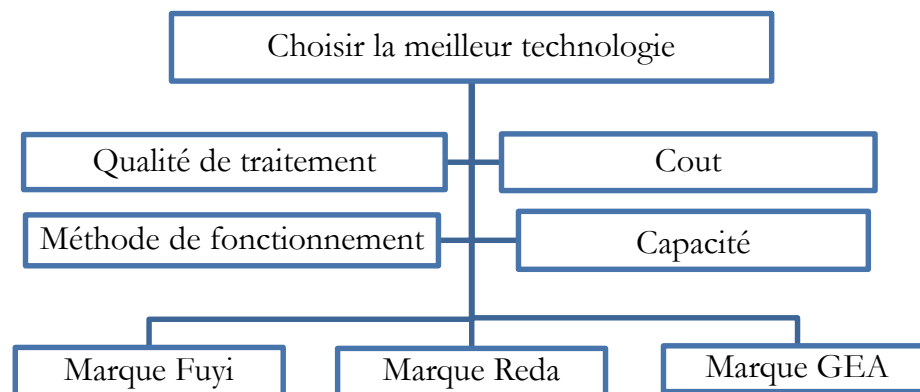
Etape 1 : définir le tableau et le diagramme de critère pour la première technologie et machine

Pour les centrifugeuses clarificateurs

Tableau des critères

Critère \ Marque	Fuyi	Reda	GEA
Qualité de traitement	Moyenne	Bon	Très bon
Cout (DZD)	316262	408526	450000
Méthode de fonctionnement	Bon	Bon	Très Bon
Capacité (L/h)	500 - 80000	3000 - 35000	3000 – 75000

Diagrammes des critères



Etape 2 : on fait une matrice des critères de décisions en déterminent l'importance de chaque critère par rapport à un autre selon l'échelle ci-dessous

- 1 = importance égale.
- 2 = importance modérée.
- 3 = importance forte.
- 4 = importance très forte.
- 5 = importance extrême.

Et le Ratio = importance du critère sur la ligne / importance du critère dans la colonne.

Par exemple, la qualité de traitement de la machine a une **extrême** importance à comparer à cout. Le ratio entre la qualité de traitement (ligne) et le cout (colonne) est de 5/1 et celui entre l'âge et l'expérience est de 1/5.

Tableau « a » ;

Critères	Qualité de traitement	cout	Méthode de fonctionnement	Capacité
Qualité de traitement	1	5	3	3
Cout (DZD)	1/5	1	4	2
Méthode de fonctionnement	1/3	1/4	1	4
Capacité	1/3	1/2	1/4	1

Une seconde matrice pour exprimer chaque ratio en pourcentage relatif

Critères	Qualité de traitement	cout	Méthode de fonctionnement	Capacité	Moyenne
Qualité de traitement	0,53	0,74	0,36	0,3	0,48
Cout (DZD)	0,10	0,14	0,48	0,2	0,23
Méthode de fonctionnement	0,17	0,03	0,12	0,4	0,18
Capacité	0,17	0,07	0,03	0,1	0,09

Nous prenons les données de la « Matrice des critères de décisions » pour faire le calcul du pourcentage relatif.

Exemple : % relatif de la cellule « **Qualité de traitement / Qualité de traitement** » :

$$\frac{1}{\left(1 + \frac{1}{5} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3}\right)} = 0,53$$

Et en fin nous Calculons la moyenne de chaque critère de décision.

Exemple : Calcul de la moyenne du critère « **Qualité de traitement** » :

$$\frac{(0,53 + 0,74 + 0,36 + 0,3)}{4} = 0,38$$

Cette résultat est fixe pour tout les technologies et machine ;

Etape 3 : Pour chaque critère de décision, on fait une matrice qui permet de comparer les différentes solutions entre le critère et les marques.

En utilisant l'échelle de l'étape 2 pour remplir la matrice. Pour chaque critère de décision, faites une seconde matrice en pourcentage relatif et on fait le calcul de la moyenne.

Qualité de traitement				
Marque	Fuyi	Reda	GEA	
Fuyi	1	1/3	1/4	
Reda	3	1	1/3	
GEA	4	3	1	
Matrice avec les % relatif				
Marque	Fuyi	Reda	GEA	Moyenne
Fuyi	0,12	0,07	0,15	0,12
Reda	0,37	0,23	0,20	0,27
GEA	0,5	0,69	0,63	0,60

Cout				
Marque	Fuyi	Reda	GEA	
Fuyi	1	3	4	
Reda	1/3	1	2	
GEA	1/4	1/2	1	
Matrice avec les % relatif				
Marque	Fuyi	Reda	GEA	Moyenne
Fuyi	0,63	0,66	0,5	0,62
Reda	0,20	0,22	0,35	0,23
GEA	0,15	0,11	0,15	0,13

Méthode de fonctionnement				
Marque	Fuyi	Reda	GEA	
Fuyi	1	1/3	1/4	
Reda	3	1	1/4	
GEA	4	4	1	
Matrice avec les % relatif				
Marque	Fuyi	Reda	GEA	Moyenne
Fuyi	0,12	0,06	0,16	0,12
Reda	0,37	0,18	0,16	0,24
GEA	0,5	0,75	0,66	0,64

Capacité				
Marque	Fuyi	Reda	GEA	
Fuyi	1	2	2	
Reda	$\frac{1}{2}$	1	4	
GEA	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	1	
Matrice avec les % relatif				
Marque	Fuyi	Reda	GEA	Moyenne
Fuyi	0,57	0,61	0,28	0,49
Reda	0,28	0,30	0,57	0,39
GEA	0,14	0,07	0,14	0,12

Etape 4 : On crée une matrice de solutions en y insérant les solutions dans la première colonne et les critères de décision dans la première rangée.

En utilisant les moyennes calculées à l'étape 3 pour remplir notre matrice de solutions.

Matrice de solution				
	Qualité de traitement	cout	Méthode de fonctionnement	Capacité
Marque Fuyi	0,12	0,62	0,12	0,49
Marque Reda	0,27	0,23	0,24	0,39
Marque GEA	0,60	0,13	0,64	0,12

Etape 5 : Et en fin nous avons multiplié la matrice de solutions (étape 4) avec la matrice des moyennes des pourcentages relatifs (étape 2). Et on choisit la meilleure solution.

La marque de machine et de technologie	La solution finale
Marque Fuyi	0,2659
Marque Reda	0,2608
Marque GEA	0,4439

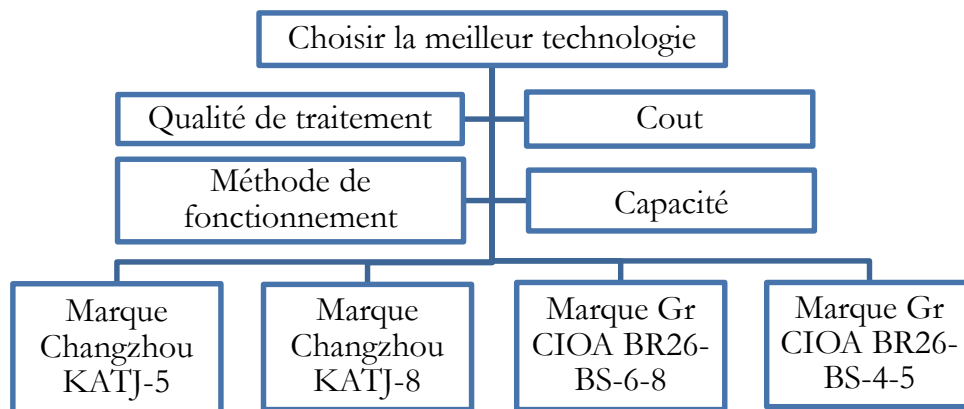
La marque GEA est la meilleure machine pour notre centrifugeuse clarificateur.

Application de l'APH sur les différentes technologies de pasteurisation

Etape 1 : Tableau des critères

Critère \ Marque	Changzhou KATJ-5	Changzhou KATJ-8	Gr CIOA BR26-BS-6-8	Gr CIOA BR26-BS-4-5
Qualité de traitement	Très bon	Bon	Moyenne	Moyenne
Cout (DZD)	2500000	1700000	1200000	900000
Méthode de fonctionnement	Bon	Bon	Moyenne	Moyenne
Capacité (L/h)	4000-7000	3000 - 5000	6000	4000-5000

Diagrammes des critères



Etape 2 : on fait une matrice des critères de décisions en déterminent l'importance de chaque critère par rapport à un autre selon l'échelle ci-dessous

- 1 = importance égale.
- 2 = importance modérée.
- 3 = importance forte.
- 4 = importance très forte.
- 5 = importance extrême.

Cette résultat est fixe pour tout les technologies et machine, solution dans le tableau « a »;

Etape 3 : Pour chaque critère de décision, on fait une matrice qui permet de comparer les différentes solutions entre le critère et les marques. En utilisant l'échelle de l'étape 2 pour remplir la matrice. Pour chaque critère de décision, faites une seconde matrice en pourcentage relatif et on fait le calcul de la moyenne.

Qualité de traitement					
Marque	Changzhou KATJ-5	Changzhou KATJ-8	Gr CIOA BR26-BS-6-8	Gr CIOA BR26-BS-4-5	
Changzhou KATJ-5	1	3	4	4	
Changzhou KATJ-8	1/3	1	3	3	
Gr CIOA BR26-BS-6-8	1/4	1/3	1	2	
Gr CIOA BR26-BS-4-5	1/4	1/3	1/2	1	
Matrice avec les % relatif					
Marque	Changzhou KATJ-5	Changzhou KATJ-8	Gr CIOA BR26-BS-6-8	Gr CIOA BR26-BS-4-5	Moyenne
Changzhou KATJ-5	0,56	0,64	0,47	0,4	0,51
Changzhou KATJ-8	0,18	0,21	0,35	0,3	0,26
Gr CIOA BR26-BS-6-8	0,14	0,07	0,11	0,2	0,13
Gr CIOA BR26-BS-4-5	0,14	0,07	0,05	0,1	0,09

Cout					
Marque	Changzhou KATJ-5	Changzhou KATJ-8	Gr CIOA BR26-BS-6-8	Gr CIOA BR26-BS-4-5	
Changzhou KATJ-5	1	1/2	1/2	1/4	
Changzhou KATJ-8	2	1	1/2	1/2	
Gr CIOA BR26-BS-6-8	3	2	1	1/3	
Gr CIOA BR26-BS-4-5	4	3	2	1	
Matrice avec les % relatif					
Marque	Changzhou KATJ-5	Changzhou KATJ-8	Gr CIOA BR26-BS-6-8	Gr CIOA BR26-BS-4-5	Moyenne
Changzhou KATJ-5	0,1	0,07	0,12	0,12	0,10
Changzhou KATJ-8	0,2	0,15	0,12	0,24	0,17
Gr CIOA BR26-BS-6-8	0,3	0,30	0,25	0,15	0,25
Gr CIOA BR26-BS-4-5	0,4	0,46	0,5	0,48	0,46

Méthode de fonctionnement					
Marque	Changzhou KATJ-5	Changzhou KATJ-8	Gr CIOA BR26-BS-6-8	Gr CIOA BR26-BS-4-5	
Changzhou KATJ-5	1	4	3	3	
Changzhou KATJ-8	1/4	1	2	2	
Gr CIOA BR26-BS-6-8	1/3	1/2	1	2	
Gr CIOA BR26-BS-4-5	1/3	1/2	1/2	1	
Matrice avec les % relatif					
Marque	Changzhou KATJ-5	Changzhou KATJ-8	Gr CIOA BR26-BS-6-8	Gr CIOA BR26-BS-4-5	Moyenne
Changzhou KATJ-5	0,52	0,66	0,46	0,37	0,51
Changzhou KATJ-8	0,13	0,16	0,30	0,25	0,21
Gr CIOA BR26-BS-6-8	0,17	0,08	0,15	0,25	0,16
Gr CIOA BR26-BS-4-5	0,17	0,08	0,07	0,12	0,11

Capacité					
Marque	Changzhou KATJ-5	Changzhou KATJ-8	Gr CIOA BR26-BS-6-8	Gr CIOA BR26-BS-4-5	
Changzhou KATJ-5	1	4	3	2	
Changzhou KATJ-8	1/4	1	1/3	2	
Gr CIOA BR26-BS-6-8	1/3	3	1	2	
Gr CIOA BR26-BS-4-5	1/2	1/2	1/2	1	
Matrice avec les % relatif					
Marque	Changzhou KATJ-5	Changzhou KATJ-8	Gr CIOA BR26-BS-6-8	Gr CIOA BR26-BS-4-5	Moyenne
Changzhou KATJ-5	0,48	0,47	0,62	0,28	0,46
Changzhou KATJ-8	0,12	0,11	0,06	0,28	0,14
Gr CIOA BR26-BS-6-8	0,15	0,35	0,20	0,28	0,25
Gr CIOA BR26-BS-4-5	0,24	0,05	0,10	0,14	0,13

Etape 4 : On crée une matrice de solutions en y insérant les solutions dans la première colonne et les critères de décision dans la première rangée.

En utilisant les moyennes calculées à l'étape 3 pour remplir notre matrice de solutions.

Matrice de solution				
	Qualité de traitement	cout	Méthode de fonctionnement	Capacité
Changzhou KATJ-5	0,51	0,10	0,51	0,46
Changzhou KATJ-8	0,26	0,17	0,21	0,14
Gr CIOA BR26-BS-6-8	0,13	0,25	0,16	0,25
Gr CIOA BR26-BS-4-5	0,09	0,46	0,11	0,13

Etape 5 : Et en fin nous avons multiplié la matrice de solutions (étape 4) avec la matrice des moyennes des pourcentages relatifs (étape 2).

Et on Choisit la meilleure solution.

La marque de machine et de technologie	La solution finale
Changzhou KATJ-5	0,401
Changzhou KATJ-8	0,2143
Gr CIOA BR26-BS-6-8	0,1712
Gr CIOA BR26-BS-4-5	0,1805

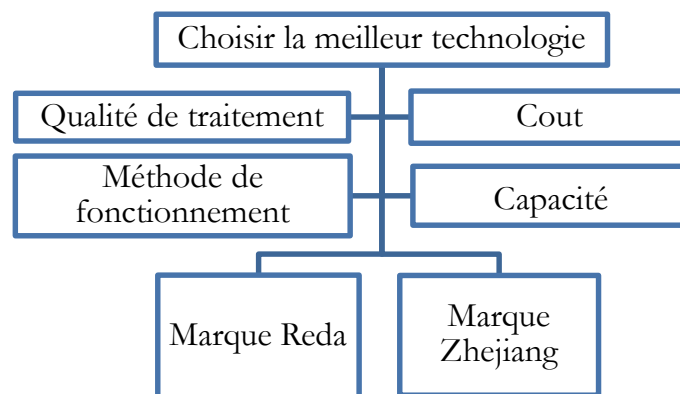
La marque Changzhou KATJ-5 est la meilleure machine pour notre pasteurisateur.

Application de l'APH sur les différentes technologies de l'évaporation

Etape 1 : Tableau des critères

Critère \ Marque	Reda	Zhejiang
Qualité de traitement	Moyenne	Très Bon
Cout (DZD)	1411726	1176441
Méthode de fonctionnement	Bon	Moyenne
Capacité (L/h)	1000-15000	5 000 - 120000

Diagrammes des critères



Etape 2 : on fait une matrice des critères de décisions en déterminent l'importance de chaque critère par rapport à un autre selon l'échelle ci-dessous

- 1 = importance égale.
- 2 = importance modérée.
- 3 = importance forte.
- 4 = importance très forte.
- 5 = importance extrême.

Cette résultat est fixe pour tout les technologies et machine, solution dans le tableau « a »;

Etape 3 : Pour chaque critère de décision, on fait une matrice qui permet de comparer les différentes solutions entre le critère et les marques.

En utilisant l'échelle de l'étape 2 pour remplir la matrice. Pour chaque critère de décision, faites une seconde matrice en pourcentage relatif. On fait le calcul de la moyenne.

Qualité de traitement			
Marque	Reda	Zhejiang	
Reda	1	$\frac{1}{4}$	
Zhejiang	4	1	
Matrice avec les % relatif			
Marque	Reda	Zhejiang	Moyenne
Reda	0,2	0,2	0,2
Zhejiang	0,8	0,8	0,8

Cout			
Marque	Reda	Zhejiang	
Reda	1	3	
Zhejiang	$\frac{1}{3}$	1	
Matrice avec les % relatif			
Marque	Reda	Zhejiang	Moyenne
Reda	0,75	0,75	0,75
Zhejiang	0,24	0,24	0,24

Méthode de fonctionnement			
Marque	Reda	Zhejiang	
Reda	1	2	
Zhejiang	$\frac{1}{2}$	1	
Matrice avec les % relatif			
Marque	Reda	Zhejiang	Moyenne
Reda	0,66	0,66	0,66
Zhejiang	0,33	0,33	0,33

Capacité			
Marque	Reda	Zhejiang	
Reda	1	$\frac{1}{3}$	
Zhejiang	3	1	
Matrice avec les % relatif			
Marque	Reda	Zhejiang	Moyenne
Reda	0,75	0,75	0,75
Zhejiang	0,24	0,24	0,24

Etape 4 : On crée une matrice de solutions en y insérant les solutions dans la première colonne et les critères de décision dans la première rangée.

En utilisant les moyennes calculées à l'étape 3 pour remplir notre matrice de solutions.

Matrice de solution				
	Qualité de traitement	cout	Méthode de fonctionnement	Capacité
Reda	0,2	0,75	0,66	0,75
Zhejiang	0,8	0,24	0,33	0,24

Etape 5 : Et en fin nous avons multiplié la matrice de solutions (étape 4) avec la matrice des moyennes des pourcentages relatifs (étape 2).

Et on choisit la meilleure solution.

La marque de machine et de technologie	La solution finale
Reda	0,4548
Zhejiang	0,5202

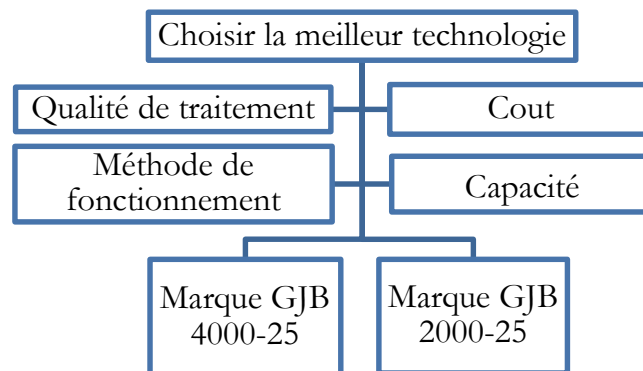
La marque **Zhejiang** est la meilleure machine pour notre évaporateur.

Application de l'APH sur les différentes technologies de l'homogénéisation :

Etape 1 : Tableau des critères

Marque \ Critère	GJB 4000-25	GJB 2000-25
Qualité de traitement	Bon	Bon
Coût (DZD)	710000	550000
Méthode de fonctionnement	Bon	Moyenne
Capacité (L/h)	4000	2000

Diagrammes des critères



Etape 2 : on fait une matrice des critères de décisions en déterminent l'importance de chaque critère par rapport à un autre selon l'échelle ci-dessous

- 1 = importance **égale**.
- 2 = importance **modérée**.
- 3 = importance **forte**.
- 4 = importance **très forte**.
- 5 = importance **extrême**.

Cette résultat est fixe pour tout les technologies et machine, solution dans le tableau « a »;

Etape 3 : Pour chaque critère de décision, on fait une matrice qui permet de comparer les différentes solutions entre le critère et les marques.

En utilisant l'échelle de l'étape 2 pour remplir la matrice. Pour chaque critère de décision, faites une seconde matrice en pourcentage relatif et on fait le calcul de la moyenne.

Qualité de traitement			
Marque	GJB 4000-25	GJB 2000-25	
GJB 4000-25	1	2	
GJB 2000-25	1/2	1	
Matrice avec les % relatif			
Marque	GJB 4000-25	GJB 2000-25	Moyenne
GJB 4000-25	0,66	0,66	0,66
GJB 2000-25	0,33	0,33	0,33

Cout			
Marque	GJB 4000-25	GJB 2000-25	
GJB 4000-25	1	1/3	
GJB 2000-25	3	1	
Matrice avec les % relatif			
Marque	GJB 4000-25	GJB 2000-25	Moyenne
GJB 4000-25	0,25	0,25	0,25
GJB 2000-25	0,75	0,75	0,75

Méthode de fonctionnement			
Marque	GJB 4000-25	GJB 2000-25	
GJB 4000-25	1	3	
GJB 2000-25	1/3	1	
Matrice avec les % relatif			
Marque	GJB 4000-25	GJB 2000-25	Moyenne
GJB 4000-25	0,75	0,75	0,75
GJB 2000-25	0,25	0,25	0,25

Capacité			
Marque	GJB 4000-25	GJB 2000-25	
GJB 4000-25	1	4	
GJB 2000-25	1/4	1	
Matrice avec les % relatif			
Marque	GJB 4000-25	GJB 2000-25	Moyenne
GJB 4000-25	0,8	0,8	0,8
GJB 2000-25	0,2	0,2	0,2

Etape 4 : On crée une matrice de solutions en y insérant les solutions dans la première colonne et les critères de décision dans la première rangée.

En utilisant les moyennes calculées à l'étape 3 pour remplir notre matrice de solutions.

Matrice de solution				
	Qualité de traitement	cout	Méthode de fonctionnement	Capacité
GJB 4000-25	0,66	0,25	0,75	0,8
GJB 2000-25	0,33	0,75	0,25	0,2

Etape 5 : Et en fin nous avons multiplié la matrice de solutions (étape 4) avec la matrice des moyennes des pourcentages relatifs (étape 2).

Et on choisit la meilleure solution.

La marque de machine et de technologie	La solution finale
GJB 4000-25	0,5813
GJB 2000-25	0,3939

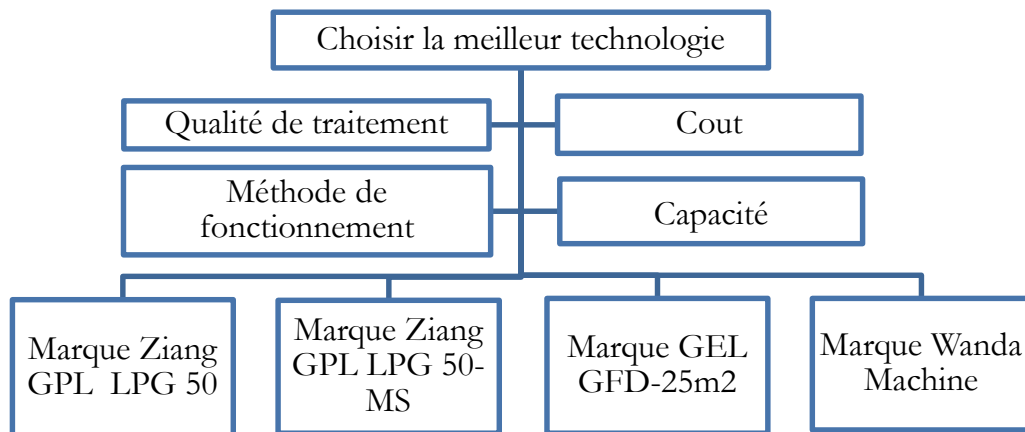
La marque GJB 4000-25 est la meilleure machine pour notre homogénéisateur ;

Application de l'APH sur les différentes technologies de pasteurisation

Etape 1 : Tableau des critères

Marque \ Critère	Ziang GPL LPG 50	Ziang GPL LPG 50-MS	GEL GFD-25m2	Wanda Machine
Qualité de traitement	Moyenne	Très bon	Moyenne	Mouvais
Cout (DZD)	1431000	2801000	3081000	880325
Méthode de fonctionnement	Moyenne	Bon	Moyenne	Mouvais
Capacité (kg)	800-1000	1000 - 1500	600-1100	800-2000

Diagrammes des critères



Etape 2 : on fait une matrice des critères de décisions en déterminent l'importance de chaque critère par rapport à un autre selon l'échelle ci-dessous

- 1 = importance égale.
- 2 = importance modérée.
- 3 = importance forte.
- 4 = importance très forte.
- 5 = importance extrême.

Cette résultat est fixe pour tout les technologies et machine, solution dans le tableau « a »;

Etape 3 : Pour chaque critère de décision, on fait une matrice qui permet de comparer les différentes solutions entre le critère et les marques. En utilisant l'échelle de l'étape 2 pour remplir la matrice. Pour chaque critère de décision, faites une seconde matrice en pourcentage relatif et on fait le calcul de la moyenne.

Qualité de traitement					
Marque	Ziang GPL LPG 50	Ziang GPL LPG 50-MS	GEL GFD- 25m2	Wanda Machine	
Ziang GPL LPG 50	1	1/3	2	2	
Ziang GPL LPG 50-MS	3	1	4	4	
GEL GFD- 25m2	1/2	1/4	1	2	
Wanda Machine	1/2	1/4	1/2	1	
Matrice avec les % relatif					
Marque	Ziang GPL LPG 50	Ziang GPL LPG 50-MS	GEL GFD- 25m2	Wanda Machine	Moyenne
Ziang GPL LPG 50	0,2	0,18	0,26	0,22	0,21
Ziang GPL LPG 50-MS	0,6	0,54	0,53	0,44	0,53
GEL GFD- 25m2	0,1	0,14	0,13	0,22	0,14
Wanda Machine	0,1	0,13	0,06	0,11	0,10

Cout					
Marque	Ziang GPL LPG 50	Ziang GPL LPG 50-MS	GEL GFD- 25m2	Wanda Machine	
Ziang GPL LPG 50	1	3	2	1/2	
Ziang GPL LPG 50-MS	1/3	1	2	1/3	
GEL GFD- 25m2	1/2	1/2	1	1/4	
Wanda Machine	2	3	4	1	
Matrice avec les % relatif					
Marque	Ziang GPL LPG 50	Ziang GPL LPG 50-MS	GEL GFD- 25m2	Wanda Machine	Moyenne
Ziang GPL LPG 50	0,26	0,4	0,22	0,24	0,28
Ziang GPL LPG 50-MS	0,08	0,13	0,22	0,15	0,15
GEL GFD- 25m2	0,13	0,06	0,11	0,12	0,10
Wanda Machine	0,52	0,4	0,44	0,48	0,46

Méthode de fonctionnement					
Marque	Ziang GPL LPG 50	Ziang GPL LPG 50-MS	GEL GFD- 25m2	Wanda Machine	
Ziang GPL LPG 50	1	1/3	2	3	
Ziang GPL LPG 50-MS	3	1	2	4	
GEL GFD- 25m2	1/2	1/2	1	2	
Wanda Machine	1/3	1/4	1/2	1	
Matrice avec les % relatif					
Marque	Ziang GPL LPG 50	Ziang GPL LPG 50-MS	GEL GFD- 25m2	Wanda Machine	Moyenne
Ziang GPL LPG 50	0,20	0,15	0,36	0,3	0,25
Ziang GPL LPG 50-MS	0,62	0,48	0,36	0,4	0,47
GEL GFD- 25m2	0,10	0,24	0,18	0,2	0,18
Wanda Machine	0,06	0,12	0,09	0,1	0,09

Capacité					
Marque	Ziang GPL LPG 50	Ziang GPL LPG 50-MS	GEL GFD- 25m2	Wanda Machine	
Ziang GPL LPG 50	1	1/3	2	1/4	
Ziang GPL LPG 50-MS	3	1	2	1/3	
GEL GFD- 25m2	1/2	1/2	1	1/4	
Wanda Machine	4	3	4	1	
Matrice avec les % relatif					
Marque	Ziang GPL LPG 50	Ziang GPL LPG 50-MS	GEL GFD- 25m2	Wanda Machine	Moyenne
Ziang GPL LPG 50	0,11	0,06	0,22	0,13	0,14
Ziang GPL LPG 50-MS	0,35	0,20	0,22	0,18	0,24
GEL GFD- 25m2	0,05	0,10	0,11	0,13	0,10
Wanda Machine	0,47	0,62	0,44	0,54	0,52

Etape 4 : On crée une matrice de solutions en y insérant les solutions dans la première colonne et les critères de décision dans la première rangée.

En utilisant les moyennes calculées à l'étape 3 pour remplir notre matrice de solutions.

Matrice de solution				
	Qualité de traitement	Coût	Méthode de fonctionnement	Capacité
Ziang GPL LPG 50	0,21	0,28	0,25	0,14
Ziang GPL LPG 50-MS	0,53	0,15	0,47	0,24
GEL GFD-25m2	0,14	0,10	0,18	0,10
Wanda Machine	0,10	0,46	0,09	0,52



Etape 5 : Et en fin nous avons multiplié la matrice de solutions (étape 4) avec la matrice des moyennes des pourcentages relatifs (étape 2). Et on choisit la meilleure solution.

La marque de machine et de technologie	La solution finale
Ziang GPL LPG 50	0,2228
Ziang GPL LPG 50-MS	0,3951
GEL GFD-25m2	0,1316
Wanda Machine	0,2168



La marque **Ziang GPL LPG 50-MS** est la meilleure machine pour notre Séchage

2-2. Résultat obtenu après cette phase

Voici les différentes technologies sélectionner à l'aide des trois outils de prise de décision multicritère et les autres machines qui entrent dans le processus de fabrication ;

	
<p style="text-align: center;">Centrifugeuse clarificateur</p> <ul style="list-style-type: none"> - Prix Unitaire: 450000 DZD. - Type de centrifugeuse: Centrifugeuse de disque avec bol. - Mode de séparation: Type de sédimentation. - Type de fonctionnement: Continu avec CIP. - Marque : GEA ecoclear / MSE, MSI - Capacité : 3 000 l/h à 75000l/h 	<p style="text-align: center;">Pasteurisateur</p> <ul style="list-style-type: none"> - Prix Unitaire: 2500000 DZD - Type de pasteurisation : tubulaire avec CIP. - Type de fonctionnement: Continu. - Marque : Changzhou KATJ-5 - Capacité : 4000 l/h à 7000 l/h - Consommation d'énergie : 7.5 KW

	
<p style="text-align: center;">Evaporateur</p> <ul style="list-style-type: none"> - Prix Unitaire: 1176441 DZD - Type de fonctionnement: Continu avec CIP. - Marque: Zhejiang Sunny Machinery Technology. - Produit est certifiés avec la certification CE et l'authentification GMP et ISO9001 : 2000. - Capacité : 5 000 litres /heure à 120 000 litres/heure. 	

	
<p style="text-align: center;">Homogénéisateur</p> <ul style="list-style-type: none">- Prix Unitaire: 710000 DZD- Type d'Homogénéisation : avec vanne-Type de fonctionnement: Continu avec CIP.- Marque : GJB 4000-25- Capacité : 4000 l/h- Consommation d'énergie : 2.2 KW à 30 KW- Pression : 25 MPa- Granulométrie : 0.1 à 0.2 micron-Température de lait : 70°C- Produit est certifiés avec la certification ISO 9001-2000	<p style="text-align: center;">Séchage</p> <ul style="list-style-type: none">- Prix Unitaire: 2801000 DZD- Type de séchage : Pulvérisation avec système d'atomisation et lit fluidisé.- Type de fonctionnement: Continu multi stage.- Marque : Ziang GPL LPG 50-MS- Capacité : à la demande (1000 Kg à 1500 Kg)- Consommation d'énergie : 18.5 KW

Pour les machines suivantes on ne peut pas utiliser la matrice de décision parce que il n'y'a pas de diversité des technologies.

Nous avons les caractéristiques suivant :

	
<p>Réception / Sélection</p> <ul style="list-style-type: none"> - Prix : 2000000 DZD - Marque REDA - Capacité de 3000 à 16000 l/h - Type de fonctionnement : Continue avec CIP 	<p>Cuves</p> <ul style="list-style-type: none"> -Prix : 200000 DZD - Marque : CUISINOX - Capacité de 2200 à 3000 l/h pour Un seule cuve - Cuve (Silos) inoxydable
	
<p>Tank à lait</p> <ul style="list-style-type: none"> - Prix : 290000 DZD - Marque : CUISINOX - Capacité de 1200 à 2000 l/h pour Un seule Tank à lait - Tank inoxydable 	<p>Emballage;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Prix : 504670 DZD - Marque DS-320 C - Capacité de 500 g à 2 Kg, 10 à 60 bag / min -Type de fonctionnement : Discret - Puissance : 5 KW

II-3. Section B : Modèle de localisation allocation

Phase 1 : Collecte des données

1-1. Justification de choix de la région centre (pour les locaux et les fournisseurs) :

Nous arrivons à ce choix parce que la consommation de lait traité (lait sachet demi-écrémé) est augmentée et aussi la production de lait cru mais reste insuffisante pour répondre à la demande totale des clients vu que les consommateurs de cette région sont orientés vers le lait traité ce qui donne un gaspillage de lait cru qui n'est pas utilisé.

La wilaya de Tizi Ouzou est considérée comme la deuxième productrice de lait cru en Algérie ainsi que la prévision des chambres d'agriculture de wilaya de Blida, Boumerdes et l'investissement de l'état algérienne à Mitidja dans le secteur laitier indique que ces wilayas vont être les premières productrices de lait cru en Algérie.

Nous avons choisi 5 locaux pour éviter le problème de complexité de programme car on a déjà 34 régions des fournisseurs.

Les locaux sont situés près des zones industrielles pour minimiser les coûts de liaison avec les sources d'énergie (gaz, électricité) et ils sont aussi proches des routes principales (N1, N11, N12, N5, A1) pour faciliter l'opération de livraison et réduire les temps de transport.

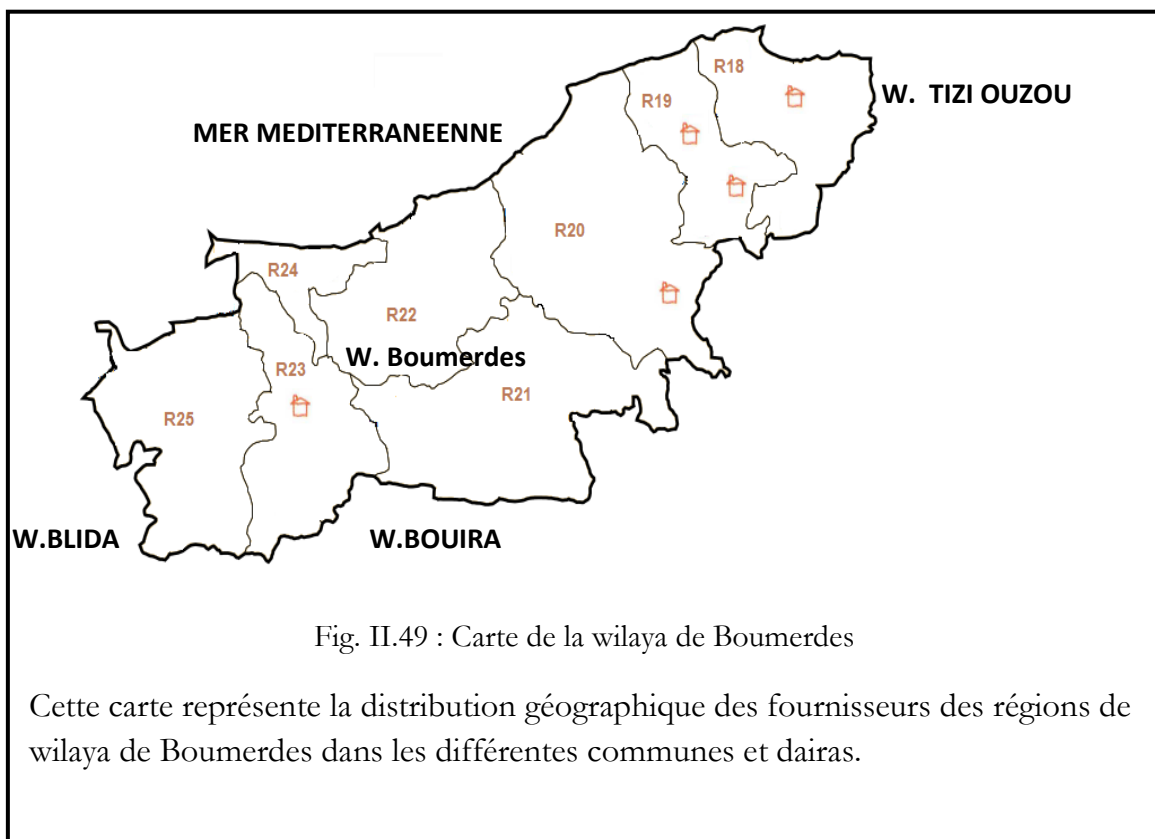
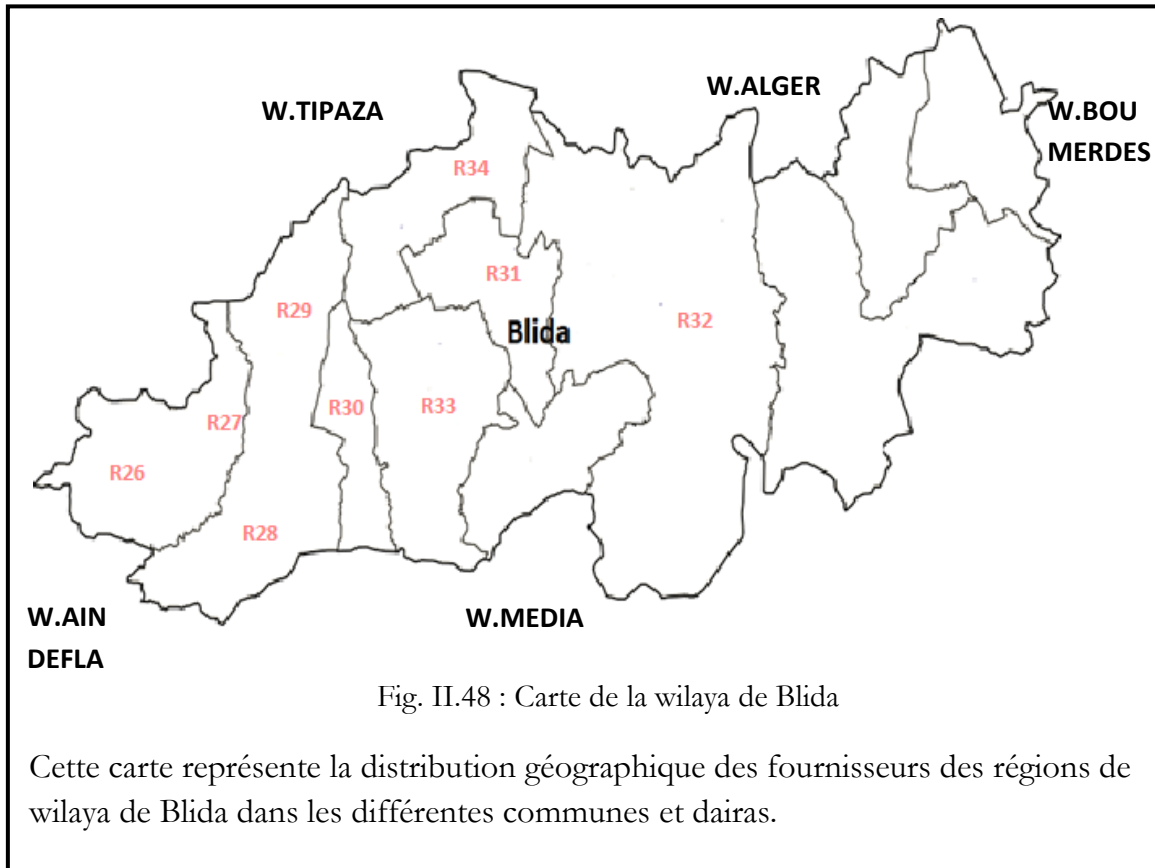
1-2. Collecte des données

Pour la deuxième tranche de notre problème nous devons opter pour un choix d'implantation de notre unité de transformation, pour cela nous avons les possibilités qui sont situées dans les wilayas avec les détails suivants :

Wilaya	Nombre des Locaux	Capacité de Production de lait Cru (L/J)
Tizi Ouzou	1	442 400
Boumerdes	2	135 000
Blida	2	116 502

Tableau II.3. Les capacités de productions et le nombre des locaux pour chaque wilaya

1-2-1. La distribution géographique des fournisseurs des régions



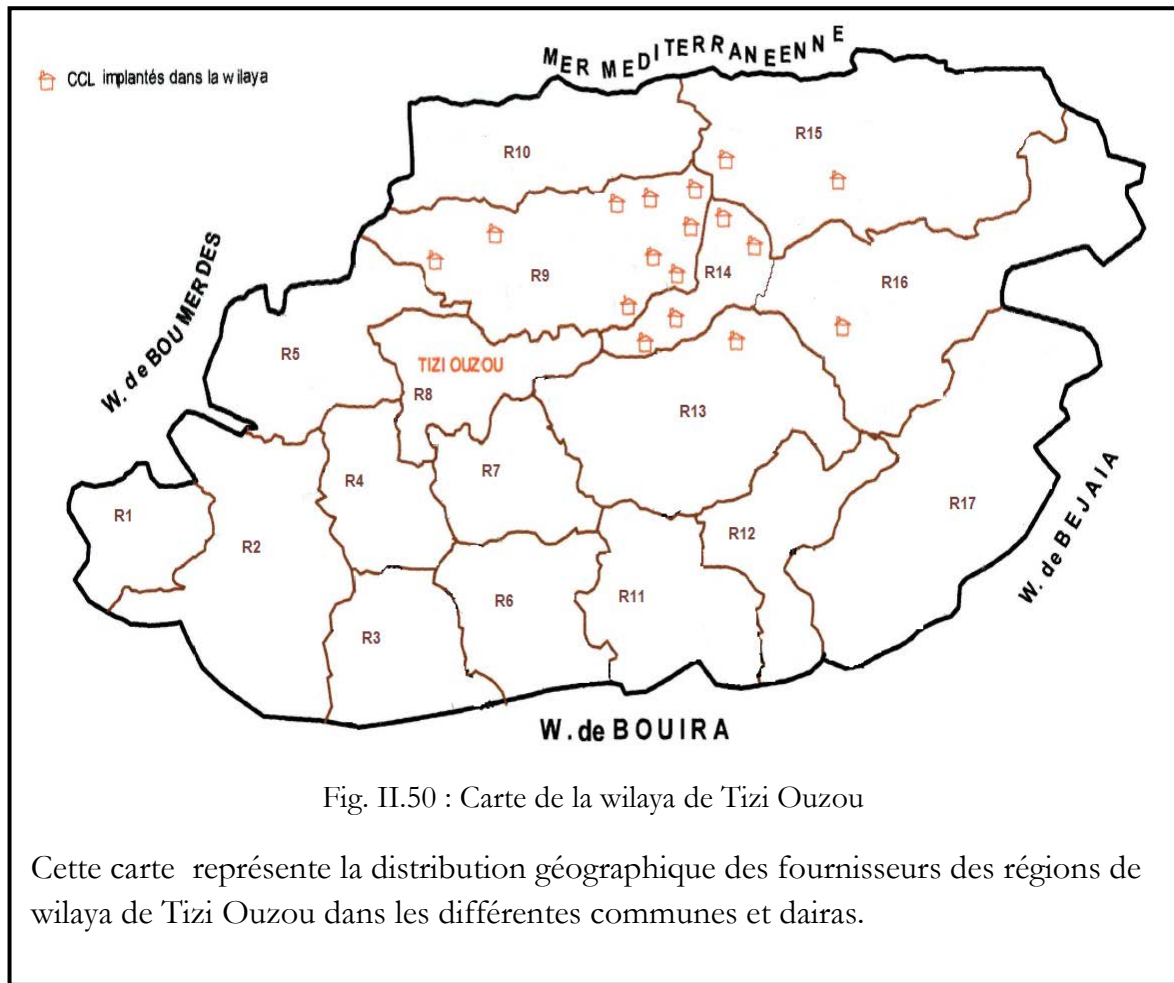


Fig. II.50 : Carte de la wilaya de Tizi Ouzou

Cette carte représente la distribution géographique des fournisseurs des régions de wilaya de Tizi Ouzou dans les différentes communes et dairas.

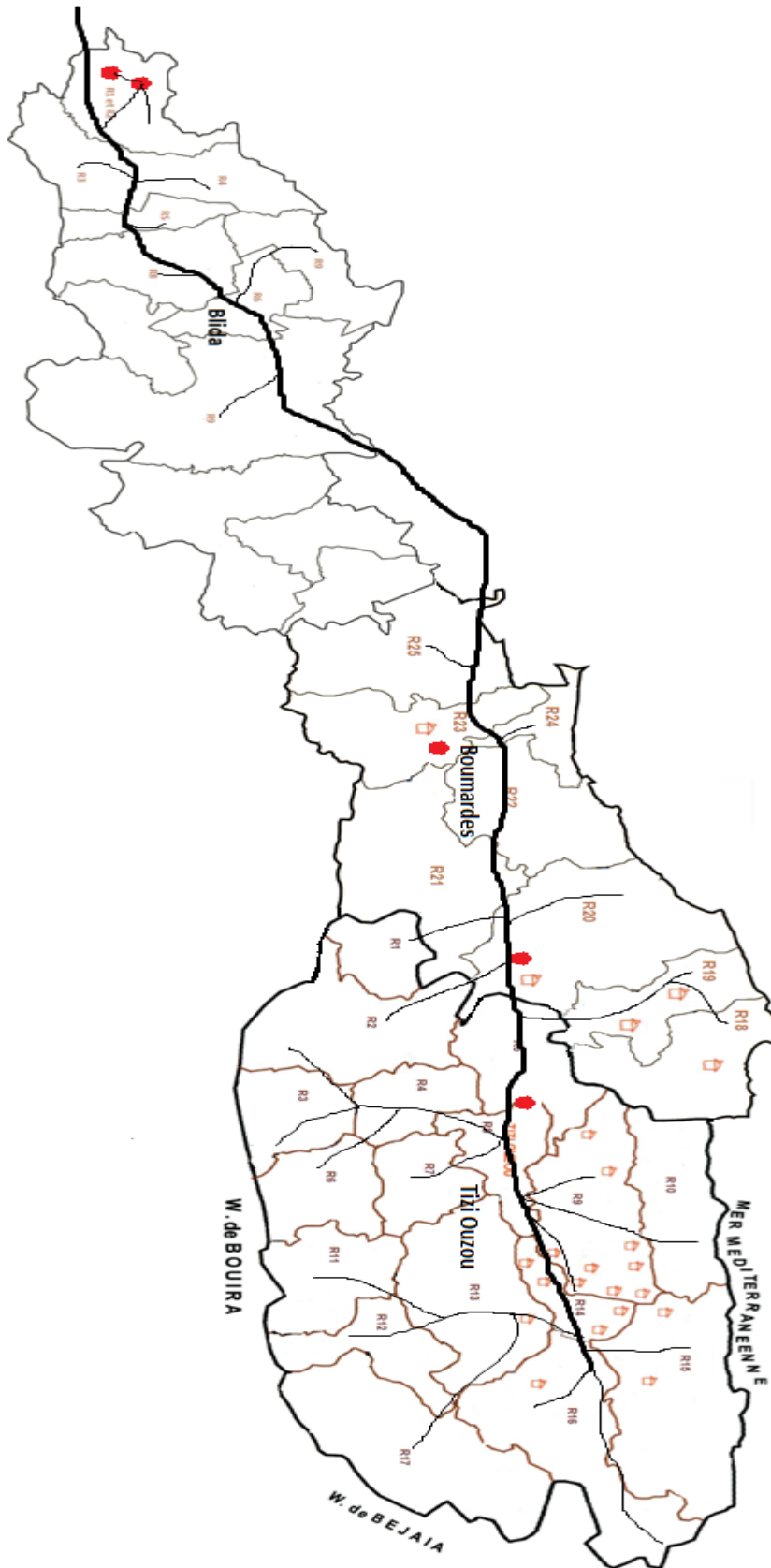


Fig. II. 51 : la figure suivant représente la distribution géographiques des locaux et les fournisseurs des régions

1-2-2. Les capacités de production de lait cru pour chaque fournisseur des régions

Les Fournisseur des Régions à Wilaya de Tizi Ouzou		Capacité de Production (L/J)
R1	M'KIRA + TIZI GHENIFF	6800
R2	OUED KSARI + D.E.M + AIN ZAOUI + FRIKAT	18800
R3	BOUNOU + BOHNI + ASSI YUCEF + MECHTRAS	24000
R4	TIRMITHINE + MAATKAS + S.E.T	18000
R5	TADMAIT + D.B.K + SIDI NAAMANE	20000
R6	TIZI N'TLATHA + AIT BOUADOU + OUADHIA + A. GUEGHRANE	24000
R7	BENI ZMENZAR + BENI AISSI + BENI DOUALA + AIT MAHMOUD	13600
R8	TIZI OUZOU	8000
R9	A.A.M + OUAGUENOUNE + TIMIZART + BOUDJEMA + MAKOUD	66000
R10	MIZRANA + TIGZIRT + IFLISSEN	22000
R11	AIT TOUDERT + AIT BOUMAHDI + OUACIF + BENI YANI + BOUDRARENE	25600
R12	AIN ELHAMMAM + AIT YAHIA + AKBIL	18000
R13	AIT OUMALOU + L .N.I + AIT AGGOUACHA + T. RACHED + MEKLA + A. KHELLILI + SOUAMA	38800
R14	FREHA	40000
R15	AZEFFOUN + AGHRIBES + AKERROU + AIT CHAFFA	26000
R16	AZAZGA + YAKOUREN + IFIGHA + ZEKRI	28000
R17	ABI YUCEF + IFARHOUNEN + IMSOUHAL + ILLITENE + ILLLOULA + BENI ZEKRI + BOUZGUENE + IDJEUR	44800
La somme des capacités de production :		442 400

Tableau. II.4. Les capacités de productions de lait cru pour chaque région à TIZI OUZOU

Les fournisseurs des régions à Boumerdes		Capacité de Production (L/J)
R18	DELLYS, AFIR ET BEN CHOUD. TAOURGA.	24000
R19	BAGHLIA, SIDI DAOUD	16000
R20	LEGHATA ET DJINET, BORDJ MENAÏEL, NACIRIA ET OULED AÏSSA.	32000
R21	ISSERS, SI MUSTAPHA, TIMEZRIT ET CHABET EL AMEUR, AMMAL	24800
R22	ZEMMOURI THÉNIA, SOUK EL HAD, TIDJELABINE.	19600
R23	BOUDOUAOU, EL KHARROUBA, BOUZEGZA KEDDARA.	1800
R24	BOUDOUAOU EL BAHRI, BOUMERDES, CORSO.	2400
R25	KHEMIS EL KHECHNA, OULED MOUSSA, LARBATACHE ET HAMMADI, OULED HEDADJ.	14400
La somme des capacités de production :		135000

Tableau. II.5. Les capacités de productions de lait cru pour chaque région à Boumerdes

Les fournisseurs des régions à Blida		Capacité de Production (L/J)
R26	OUD DJER	129.6
R27	AFFROUN	194.4
R28	AIN ROMANA	331
R29	MOUZAIA	5931
R30	CHIFFA	5847
R31	BENI TAMOU	27398
R32	BOUFARIK	26000
R33	BLIDA CENTRE	21088
R34	OUED ALLEUG	22166
La somme des capacités de production :		116502

Tableau. II.6. Les capacités de productions de lait cru pour chaque région à Blida

1-2-3. Les distances et les temps entre chaque local et les fournisseurs des régions

Les fournisseurs des régions à Tizi Ouzou	Distance à local 1 (KM)	Temps de transport à local 1 (min)	Distance à local 2 (KM)	Temps de transport à local 2 (min)	Distance à local 3 (KM)	Temps de transport à local 3 (min)
R1	149	133	152	143	39,1	61
R2	163	147	165	157	54	75
R3	169	161	172	171	57,4	84
R4	169	151	172	162	30	38
R5	160	134	163	144	28,8	39
R6	195	176	198	187	75,2	90
R7	185	153	188	163	51,1	58
R8	210	190	212	201	42	40
R9	209	172	212	182	70	70
R10	188	173	201	183	56,7	78
R11	210	184	212	194	81	93
R12	222	210	224	222	94,9	112
R13	195	173	197	183	66,9	71
R14	198	155	200	165	67,4	60
R15	231	209	235	219	99,1	110
R16	212	170	216	183	87	92
R17	222	189	224	199	95,2	107

Les fournisseurs des régions à Tizi Ouzou	Distance à local 4 (KM)	Temps de transport à local 4 (min)	Distance à local 5 (KM)	Temps de transport à local 5 (min)	Capacité de livraison pour chaque R (l/j)
R1	54,6	70	65,8	74	[3400,6800]
R2	71	95	38,1	64	[9500,18800]
R3	90,5	111	37,6	57	[12300,24000]
R4	63,9	65	24,1	41	[9100,18000]
R5	63,1	66	15,3	26	[10000,20000]
R6	109	117	37,9	58	[12300,24000]
R7	85	86	27,5	35	[6000,13600]
R8	76	67	15	17	[4330,8000]
R9	100	104	51,6	54	[2700,6600]
R10	90	106	28,1	53	[7300,2200]
R11	115	125	52,6	66	[12800,25600]
R12	129	139	64,6	92	[8500,18000]
R13	101	98	38	45	[18900,27000]
R14	101	88	41,1	37	[22000,30000]
R15	132,2	128	73,5	91	[12498,26000]
R16	121	119	55,3	52	[15670,28000]
R17	128,7	122	64,5	71	[21340,40000]

Tableau II.7. Les distances et les temps entre chaque local et région de fournisseur à Tizi Ouzou

Les fournisseurs des régions à Boumardes	Distance à local 1 (KM)	Temps de transport à local 1 (min)	Distance à local 2 (KM)	Temps de transport à local 2 (min)	Distance à local 3 (KM)	Temps de transport à local 3 (min)
R18	164	203	166	210	32,4	50,6
R19	156	207	158	214	22,25	30
R20	145	117	147	124	14,7	25
R21	127	107	129	114	26,8	23
R22	113	88	115	95	23	28
R23	99	88	101	95	44,5	60
R24	110	95	112	102	37,23	43,33
R25	93,5	82	95,5	89	49,6	51,4

Les fournisseurs des régions à Boumardes	Distance à local 4 (KM)	Temps de transport à local 4 (min)	Distance à local 5 (KM)	Temps de transport à local 5 (min)	Capacité de livraison pour chaque R (l/j)
R18	66,4	84	27	32,4	[12330,24000]
R19	56	57,5	24	22,25	[6500,16000]
R20	41,45	45,5	22,5	14,7	[15300,32000]
R21	36,2	46	40	26,8	[12389,24800]
R22	20	29,4	50,8	23	[9000,19600]
R23	12	24,33	64,6	44,5	[320,1700]
R24	8,8	19	63	37,23	[700,2400]
R25	16,8	25,4	67	49,6	[7300,12000]

Tableau II.8. Les distances et les temps entre chaque local et région de fournisseur à Boumerdes

Les fournisseurs des régions à Blida	Distance à local 1 (KM)	Temps de transport à local 1 (min)	Distance à local 2 (KM)	Temps de transport à local 2 (min)	Distance à local 3 (KM)	Temps de transport à local 3 (min)
R26	3	10	1.52	5	88.5	76
R27	8.55	20	6	15	81.2	69.6
R28	16.4	27	14	24	79.5	68
R29	14	25	12	20	75.5	65
R30	19.1	29	17.6	27	70.9	61
R31	33.8	37	31	34	63	54
R32	43.2	42	40.3	40	74	63
R33	26.6	35	21	32	50.6	43

Les fournisseurs des régions à Blida	Distance à local 4 (KM)	Temps de transport à local 4 (min)	Distance à local 5 (KM)	Temps de transport à local 5 (min)	Capacité de livraison pour chaque R (l/j)
R26	105	81	160	120	[0,100]
R27	96.3	70	152	109	[0,200]
R28	100	90	155	129	[200,330]
R29	91.6	67	147	106	[3000,5931]
R30	85.7	60	141	102	[3200,5847]
R31	73.5	61	129	100	[17000,27398]
R32	61.9	48	117	87	[17800,27770]
R33	80.3	64	136	103	[10000,21088]
R34	75.6	69	131	107	[13000,26166]

Tableau II.9. Les distances et les temps entre chaque local et région de fournisseur à Blida

La collecte des données concernant cette partie d'étude (capacité de production et livraison de lait cru) a été effectuée pendant l'année 2016 par des visites sur le terrain (les exploitations d'agriculture, les fermes, les unités de transformation laitière telle que Téfralait et Somame) et des visites à les chambres de développement d'agricole dans les trois wilayas qui sont mentionnés dans cette phase, et aussi on a questionné les transporteurs privé de cette matière agro-alimentaire pour déterminer le prix de transport unitaire d'un litre de lait cru. A partir de ces visites on était capable d'estimer la capacité régional de production de lait cru.

Phase 2 : Modélisation mathématique et programmation

2-1. Modèle mathématique

Un modèle mathématique est une traduction d'une observation dans le but de lui appliquer les outils, les techniques et les théories mathématiques, puis généralement, en sens inverse, la traduction des résultats mathématiques obtenus en prédictions ou opérations dans le monde réel.

a. Les variables de décision

X_j : $\begin{cases} 1 \text{ si on va localiser l'entreprise dans le local } j ; \\ 0 \text{ si non ;} \end{cases}$

Y_{ij} : $\begin{cases} 1 \text{ si le fournisseur } i \text{ est effectuée à local } j ; \\ 0 \text{ si non ;} \end{cases}$

b. Les paramètres de modèles

- T_j : Le cout de terrain et la construction industrielle dans le local j ;
- $Cap(r)_i$: La capacité de production des fournisseurs des régions i ;
- C_{ij} : Cout de transport entre les fournisseurs des régions i et les locales j qui égale à la distance multiplie à le cout unitaire de transport ;
- D_{ij} : Distance entre les fournisseurs des régions i et les locales j ;
- U : Cout unitaire de transport ;
- Temps $_{ij}$: Le temps de transport entre les fournisseurs des régions i et les locales j ;
- X_j et Y_{ij} : Les variables de décision ;

c. Fonction objectifs

$$\min \sum_{j=1}^5 T_j \times X_j + \sum_i^{35} \sum_j^5 Cap(r)_i \times C_{ij} \times Y_{ij}; \text{ avec } C_{ij} = Dij \times U$$

Notre Fonction Objectif est de minimiser les couts d'ouverture (T_j) de l'unité de transformation laitière et les coutes de transports qui sont ($\sum_i^{35} \sum_j^5 Cap(r)_i \times C_{ij} \times Y_{ij}$).

d. Contraintes

$$\sum_{j=1}^5 X_j = 1; \quad j= 1....5;$$

Cette contrainte montre que la somme des locaux ouvert est égale à 1 ;

$$Dij \times Y_{ij} \leq 170 \text{ km}; \quad i=1....35; j= 1....5;$$

La distance de transport entre le local (i) et la région de fournisseur (j) doit être inférieur à 170 Km ;

$$\text{Temps}_{ij} \times Y_{ij} \leq 120 \text{ min}; \quad i=1....35; j= 1....5;$$

Le temps estimé de transport entre le local (i) et la région de fournisseur (j) doit être inférieur à 120 min ;

$$Cap(r)_i \times Y_{ij} > 500 \text{ l/j}; \quad i=1....35;$$

La capacité de livraison estimé de chaque région de fournisseur (j) doit être supérieur à 500 l/j ;

$$X_j ; Y_{ij} \in (0, 1); \quad i=1....35; j= 1....5;$$

$$X_j \leq Y_{ij} \times 10000 ; \quad i=1....35; j= 1....5;$$

$$48000 \text{ l/j} \leq \sum_{i=1}^{35} Cap(r)_i \leq 50000 \text{ l/j}; \quad i=1....35;$$

Cette contrainte montre que la somme des capacités de livraison des régions de fournisseur sélectionné doit être confinée entre 48000 L/J et 50000 L/J. (c'est la capacité de traitement de notre entreprise « 6000 L/H » avec 600 litre de sécurité)

e. Information générale

➤ **Cout unitaire de transport**

Après notre visite à les régions des fournisseurs nous avons trouvé que le transport de lait cru vers les laitières (par ex : laitière de Téfralait, laitière de Somame) se fait selon trois type :

- Les transporteurs privés ;
- Le transport par les camions à citerne de l'entreprise ;
- Le transport par les élévateurs ;

Pour assurer la livraison de lait cru, Nous avons opté pour les transporteurs privés et le transport par les camions à citerne de l'entreprise. Parce que la majorité des élévateurs ne possède pas les matériels de transport qui ne sont pas qualifié.

Donc le cout unitaire de transport est le suivant : On a pour 3000 L /100 Km, le cout est de 5000 DZD c'est à dire le cout unitaire égale à :

$$\frac{5000}{3000 \times 100} = \frac{5000}{300000} = \frac{1}{60} \text{ DZD pour } 1\text{L}/1\text{Km}$$

➤ **Les Surfaces de terrain des locaux**

- Surface d'une entreprise de production de lait en poudre sur le terrain égale à 10 000 M² ;
- Surface de local 1 Oued djer : 70 000 M² ;
- Surface de local 2 Oued djer : 11 250 M² ;
- Surface de local 3 Bordj Menail : 10 750 M² ;
- Surface de local 4 Benmarzouga : 15 600 M² ;
- Surface de local 5 Boukhalfa : 45 000 M² ;

➤ **Les Couts des terrains des locaux**

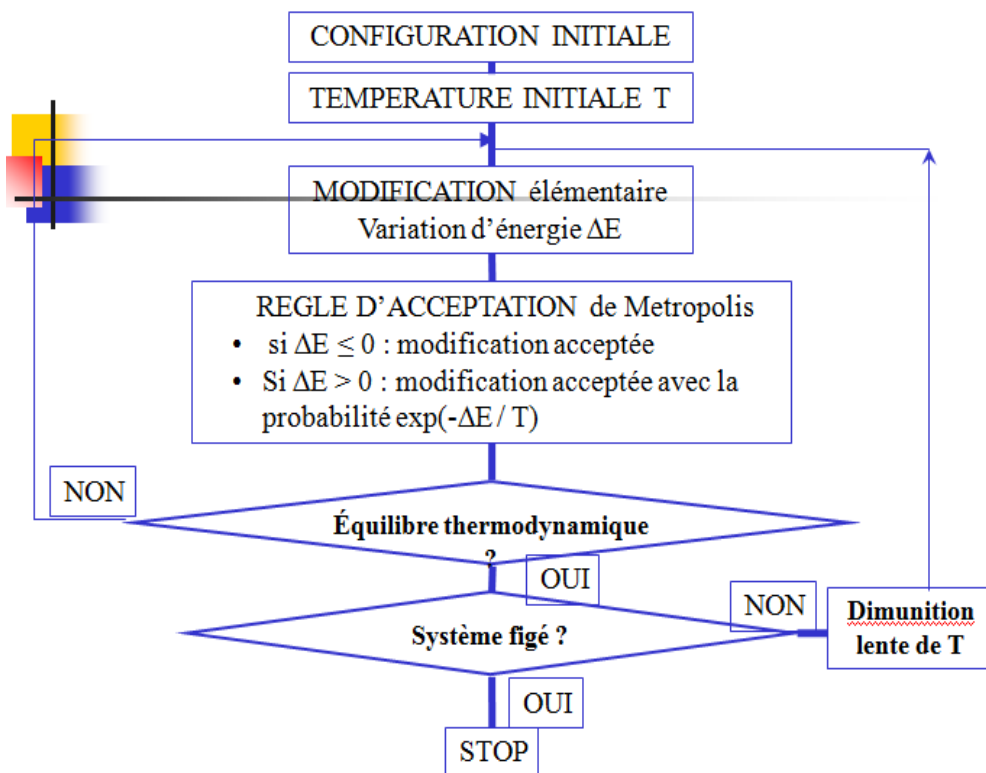
Local	1	2	3	4	5
Cout de terrain (DZD)	57000000	51000000	45000000	120000000	60000000
Cout de construction industriel (DZD)	12860000	12860000	12860000	12860000	12860000
Cout Global	69860000	63860000	57860000	132860000	72860000

Tableau II.10. Les couts globaux des terrains

2-2. Le recuit simulé

On a utilisé une méta-heuristique qui s'appelle Recuit simulé pour résoudre notre problème de localisation de Terrain;

Le recuit simulé est la première méta-heuristique qui a été proposée, Elle a été mise au point par S. Kirk Patrick, C.D. Gelatt et M.P.Vecchi en 1983, Inspirer de la physique statistique et le refroidissement des métaux.



➤ Paramètre de la recherche

- Température initiale ;
- Schéma de refroidissement
 $T(n+1) = \alpha * T(n)$;
- Condition d'arrêt :

Nombre maximale d'itération

Température finale ou convergence ;

Le recuit simulé (simulated annealing) permet de sortir d'un minimum local (et donc, en théorie, d'atteindre le minimum global) en acceptant, avec une certaine probabilité, une augmentation de la fonction.

Cette technique s'inspire de la thermodynamique. En effet, les systèmes physiques atteignent rapidement leur état d'équilibre (minimum d'énergie) en dépit du nombre immense de configurations que peuvent prendre les particules constituant le système.

Au cours de cette transition vers l'équilibre, l'énergie peut localement augmenter.

Or, la probabilité p pour qu'un système physique passe du niveau d'énergie E_0 au niveau $E_1 > E_0$ est donnée par la loi de Boltzmann :

- Pour un problème de minimisation $p = e^{\frac{-\Delta E}{T}}$; avec $\Delta E = E_1 - E_0$
- Et Si $\Delta E \leq 0$ on accepte la modification
 - Si $\Delta E > 0$ la modification est acceptée avec $e^{\frac{-\Delta E}{T}}$
- La température initiale est égale à 10, $\alpha = 0.95$ avec ($0 < \alpha < 1$)

Un algorithme de recuit simulé se présente sous la forme générale suivante :

```
Choisir  $S_0$  initial ;
Entrer  $T_0$  ;
Entrer  $\alpha$  ;
Tant que critère d'arrêt non vérifié faire :
   $m := 0$  ;
  Répéter jusqu'à ce que  $m = 100$  (nombre d'itérations à la température  $T$ )
  Générer un vecteur aléatoire  $S_1$  voisin de  $S_0$  ;
   $\Delta E = F(S_1) - F(S_0)$  ;
  Appel fonction Accepte ( $\Delta E, T$ ) ;
  Si Accepte est vrai alors  $S_1 := S_0$  ;
   $m := m + 1$  ;
Fin répéter
Diminuer la température ( $T(n+1) = \alpha \times T(n)$ ) ;
Fin tant que
La fonction Accepte ( $\Delta E, T$ ) se présente ainsi :
Si  $\Delta E < 0$  alors ;
  Accepte := vrai ;
Sinon
   $A := e^{\frac{-\Delta E}{T}}$  ;
  Si  $0 < \text{Random}(0,1) < A$  ; Alors Accepte := Vrai sinon Accepte := faux ;
Fin si
```

2-3. Programmation et Résultat

a. Description du programme

Pour notre cas nous avons utilisé le logiciel NetBeans IDE qui est un environnement de développement intégré (EDI), placé en open source en juin 2000 sous licence CDDL (Common Development and Distribution License) et GPLv2.

En plus de Java, NetBeans permet la prise en charge native de divers langages tels le C, le C++, le JavaScript, le XML, le Groovy, le PHP et le HTML, ou d'autres (dont Python et Ruby) par l'ajout de greffons.

Il offre toutes les facilités d'un IDE moderne (éditeur en couleurs, projets multi-langage, refactoring, éditeur graphique d'interfaces et de pages Web).

Compilé en Java, NetBeans est disponible sous Windows, Linux, Solaris (sur x86 et SPARC), Mac OS X ou sous une version indépendante des systèmes d'exploitation (requérant une machine virtuelle Java).

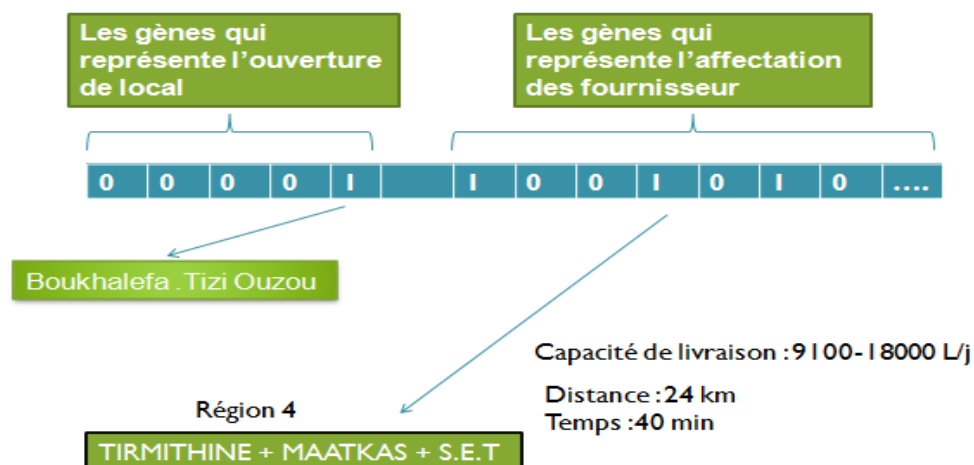
Un environnement Java Development Kit JDK est requis pour les développements en Java.

NetBeans constitue par ailleurs une plate-forme qui permet le développement d'applications spécifiques (bibliothèque Swing (Java)). L'IDE NetBeans s'appuie sur cette plate-forme.

Pour résoudre notre problème de localisation allocation, nous devons utiliser NetBeans pour cela on génère un programme de trois étapes principale qui sont présentés comme suit ;

Etape 1 : Génération d'un chromosome qui satisfait nos contraintes

➤ La signification d'un chromosome



➤ Script java Chromosome :

```

7
8  +  /**...4 lines */
12  public class Chromosom {
13      int[] TL= new int[5];
14      int[] TF= new int[34];
15      boolean valide;
16      Chromosom() {
17          for(int i=0;i<TL.length;i++){
18              TL[i]=0;
19          }
20          for(int i=0;i<TF.length;i++){
21              TF[i]=0;
22          }
23          valide=false;
24      }
25      static Chromosom generateRandomChromosom() {
26          Chromosom c = new Chromosom();
27
28          int r = (int) (Math.random()*1000)%5;
29          c.TL[r] = 1;
30          for(int i=0;i<c.TF.length;i++){
31              c.TF[i]=(int) (Math.random()*1000)%2;
32          }
33          return c;
34      }
35  }

```

1 Ce script représente la création

- Des 5 cases (gènes) qui représentent les locaux.
- Des 34 cases (gènes) qui représentent les régions des fournisseurs.

2 Ce script remplit aléatoirement ces cases avec (0,1).

Etape 2 : Script java Algorithme

double [][] D =
double [][] Temps =

Ces deux fonctions sont utilisées pour insérer les matrices des données des distances et des temps.

int [][] rand_cap =
double [] CoutLocal =

Ces deux fonctions sont utilisées pour insérer les vecteurs des données des capacités de livraisons et les couts d'ouverture des locaux

double Cout_Unitaire =

Cette fonction est utilisée pour insérer le cout unitaire de transport de lait cru.

double alpha = Cette fonction est utilisé pour insérer le nombre alpha.

int N = Cette fonction est utilisé pour insérer le nombre d'itération.

➤ Fonction Objectif

```

120
121 double FonctionObj(Chromosom c){
122     double s1=0;
123     double s2=0;
124     for(int i=0;i<c.TL.length;i++){
125         s1+=c.TL[i]*CoutLocal[i];
126     }
127
128     for(int i=0;i<c.TL.length;i++){
129         for(int j=0;j<c.TF.length;j++){
130             s2+=CapLivraison[j]*D[i][j]*Cout_Unitaire*c.TL[i]*c.TF[j];
131         }
132     }

```

➤ Les Contraintes

a- Contrainte de Temps : Cette contrainte élimine les régions des fournisseurs qui prennent plus de 120 min de temps de transport de lait cru.

```

161 boolean verifierTemps(Chromosom c, int i, int j) {
162     if (c.TL[i] == 1) {
163         if ((c.TF[j] == 1)) {
164             if (Temps[i][j] > 120) {
165                 return false;
166             }
167         }
168     }
169     return true;
170 }

```

b- Contrainte de distance : Cette contrainte élimine les régions des fournisseurs qui ont une distance plus de 170 km à partir le local ouvert.

```

150 boolean verifierDistance(Chromosom c, int i, int j) {
151     if (c.TL[i] == 1) {
152         if ((c.TF[j] == 1)) {
153             if (D[i][j] > 170) {
154                 return false;
155             }
156         }
157     }
158     return true;
159 }

```

c- **Contrainte de capacité** : Cette contrainte élimine les régions des fournisseurs qui ont une capacité moins 500 litre/jour.

```

171
172   boolean verifierCapLivraison(Chromosom c, int i, int j) {
173       if (c.TL[i] == 1) {
174           if ((c.TF[j] == 1)) {
175               if (CapLivraison[j] < 500) {
176                   return false;
177               }
178           }
179       }
180       return true;
181   }
182

```

Etape 3 : Script Recuite simulé

```

332   public void recuitSimuler() {
333       S[0] = generateRandomChromosom();
334       Chromosom S0=S[0];
335       T[0]=10;
336       int iter=1;
337       while(iter<N){
338           System.out.println("===== Iter "+iter+" =====");
339
340           Chromosom S1=generateRandomChromosom();
341           double t = T[iter-1];
342           S[iter]=S1;
343           double delthaE =FonctionObj(S1) -FonctionObj(S0);
344
345           System.out.println("T: "+t);
346           System.out.println(" S0 \n"+S0 +" \n F0 "+FonctionObj(S0)+" sommeCap: "+getSommeCap(S0));
347           System.out.println(" S1 \n"+S1 +" \n F1 "+FonctionObj(S1)+" sommeCap: "+getSommeCap(S1));
348           System.out.println(" deltha = "+delthaE);
349           if(fonctionAccept(delthaE, t)){
350               S0=S1;
351               System.out.println(" sol Accepté pour S1 ");
352           }else{
353               System.out.println(" sol non Accepté pour S1 et on accepte S0 ");
354           }
355           T[iter]= alpha*T[iter-1];
356           iter++;
357       }
358   }

```

Résultat Obtenu

Température final: 0.06560143180425484	
S0 (Chromosome 1)	
0 0 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1	
Fonction Objectif 1 : 57 909 837DZD	Somme Cap: 49333 litre / jour
S1 (Chromosome 2)	
0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 1	
Fonction Objectif 2: 132 917 813DZD	Somme Cap: 48934 litre / jour
delta = 75.007976443333	
A: 0.0 random:0.4849828547599697	
Sol non Accepté pour S1 et on accepte S0	Random:0.33981690793472175

A partir de cette résultat, le 3 local a été sélectionné avec la 1ère, 16ème, 19ème, 21ème régions de fournisseurs.

Pour Obtenir une solution plus précise, nous avons besoin de faire une autre étude qui est une comparaison entre les solutions et pour cela nous avons appliqué cette étude sur notre problématique dans quelques étapes ;

Etape 1 : Génère un groupe de solution

Solution 1	Solution 2	Solution 3	Solution 4	Solution 5
F1 : 57908834 DZD Local : N° 3 R : R1, R10, R13, R25, R29	F2 : 57920073 DZD Local : N° 3 R : R22, R31, R34	F3 : 57907139 DZD Local : N° 3 R : R21 ,R23 ,R24 ,R29 ,R32	F4 : 57903076 DZD Local : N° 3 R : R23,R24 ,R25, R29, R30, R31	F5 : 57918433 DZD Local : N° 3 R : R5, R12, R32

Solution 6	Solution 7	Solution 8	Solution 9	Solution 10
F6 : 57888101 DZD Local : N° 3 R : R11, R13, R29	F7 : 57896761 DZD Local : N° 3 R : R3, R7, R22	F8 : 57899197 DZD Local : N° 3 R : R4, R19, R34	F9 : 57895783 DZD Local : N° 3 R : R2, R19, R24, R33	F10 : 57881495 DZD Local : N° 3 R : R7, R20, R21, R34

Etape 2 : comparaison entre les solutions, si on néglige le cout d'ouverture de l'entreprise dans le local n°3, on obtient le cout de transport pour faire la comparaison

Solution 1	Solution 2	Solution 3	Solution 4	Solution 5
F1 : 48834 DZD / Jour	F2 : 60073 DZD / Jour	F3 : 47139 DZD / Jour	F4 : 43076 DZD / Jour	F5 : 58433 DZD / Jour
Local : N° 3	Local : N° 3	Local : N° 3	Local : N° 3	Local : N° 3
R : R1, R10, R13, R25, R29	R : R22, R31, R34	R : R21 ,R23 ,R24 ,R29 ,R32	R : R23,R24 ,R25, R29, R30, R31	R : R5, R12, R32

Solution 6	Solution 7	Solution 8	Solution 9	Solution 10
F6 : 28101 DZD	F7 : 36761 DZD	F8 : 39197 DZD	F9 : 35783 DZD Local : N° 3	F10 : 21495 DZD
Local : N° 3	Local : N° 3	Local : N° 3	R : R2, R19, R24, R33	Local : N° 3
R : R11, R13, R29	R : R3, R7, R22	R : R4, R19, R34		R : R7, R20, R21, R34

D'après ces résultats, on peut faire une comparaison ente les solutions en basent sur le cout de transport entre le local sélectionner et les régions des fournisseurs.

On remarque que le programme sélectionne le local n°3 : Bordj Menail, après 100 itérations pour chaque solution, alors la solution optimale est : **la solution n°10.**

Donc : nous avons les informations suivants pour notre entreprise

- 3- Local n°3 pour l'implantation de l'unité de transformation laitière.
- 4- Les régions des fournisseurs sont : R7, R20, R21, R34.
- 5- Cout de transport : 21495 DZD/ jour.
- 6- Cout d'ouverture de l'entreprise : 57881495 DZD.

	Les régions des fournisseurs	Capacité de production l/j
R7	BENI ZMENZAR + BENI AISSI + BENI DOUALA + AIT MAHMOUD	13600
R20	LEGHATA ET DJINET, BORDJ MENAÏEL, NACIRIA ET OULED AÏSSA.	32000
R21	ISSERS, SI MUSTAPHA, TIMEZRIT ET CHABET EL AMEUR, AMMAL	24800
R34	OUED ALLEUG	22166

II-4. L'innovation

4-1. Lait en solide cubes

Pour arriver à fabriquer ce produit, nous avons proposé deux méthodes techniques qui sont détaillé comme suit :

1- Séchage (Spray / freezing)

Cette technologie consiste à fusionner les deux technologies de séchage (atomisation et lyophilisation). Le processus va changer depuis le lit fluidisé qui se fait comme suit :

- a- Après la poudre sorte de la chambre de séchage on l'introduit un vapeur (agglomération).
- b- On ajoute un sucre très fine et d'autres additifs alimentaires.
- c- La poudre va s'installer et distribuer uniformément dans un moule composé de deux couches de structure réticulaire. La premier est constitué de l'aluminium, elle est légère et souple pour faciliter la récupération des cubes. La deuxième est fabriquée avec un acier inoxydable solide.
- d- On mit une couverture (réticulaire d'acier inoxydable) complémentaire de moule pour garder la forme des cubes.
- e- Introduit le moule dans un séchoir de lyophilisation.
- f- En fin on obtient des carrées de lait soluble et solide prêt à la commercialisation.

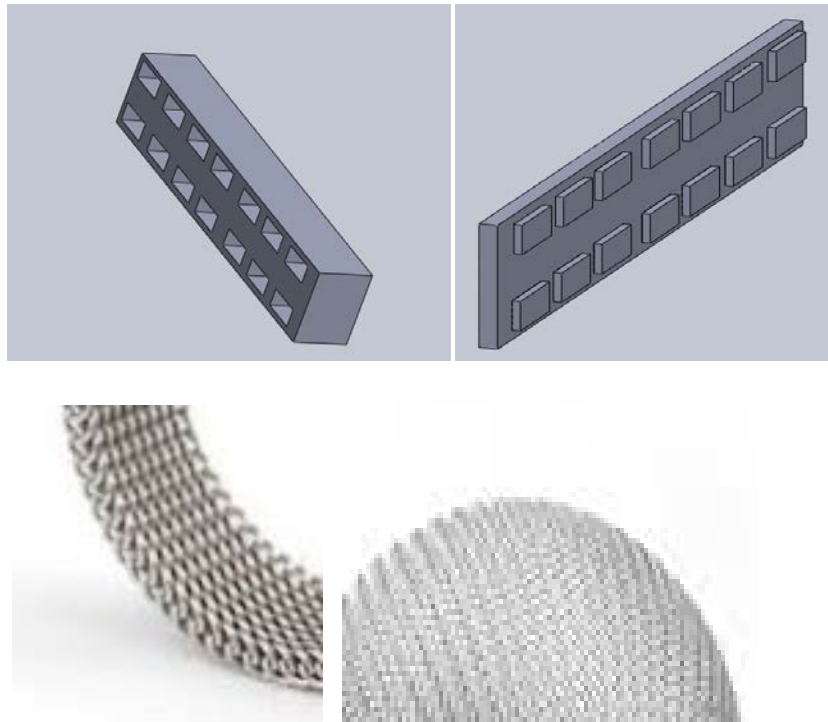


Fig. II.52. Les deux couches et la couverture de moule

2- Lyophilisation conditionné :

La deuxième approche consiste à éliminer totalement le séchage par pulvérisation et le remplacer par un compresseur de dioxyde de carbone et une lyophilisation.

Les étapes de fabrication sont motionne au-dessous :

- a- On ajoute le sirop de sucre au concentrer de lait après l'étape d'évaporation.
- b- Introduire le gaz Co₂ dans le concentrer.
- c- On verse le concentrer dans le moule.
- d- Lyophilisation.

En fin on obtient des carrées de lait soluble et solide prêt à la commercialisation.

II-5. Conclusion

Dans cette partie nous avons présenté une étude détaillé et rigoureuse sur le processus de fabrication de lait en poudre à fin de déterminer les meilleurs technologies selon les capacités de l'investissement de notre projet en basent sur les méthodes de prise de décision multicritère pour équilibrer entre la capacité financière et les performances technique des marchandises. Puis nous avons donné le site d'implantation de notre entreprise laitière en utilisant le modèle localisation allocation.

Partie III

Étude Organisationnelle et institutionnelle

**Plan de travail de Partie III : Étude Organisationnelle et
institutionnelle**

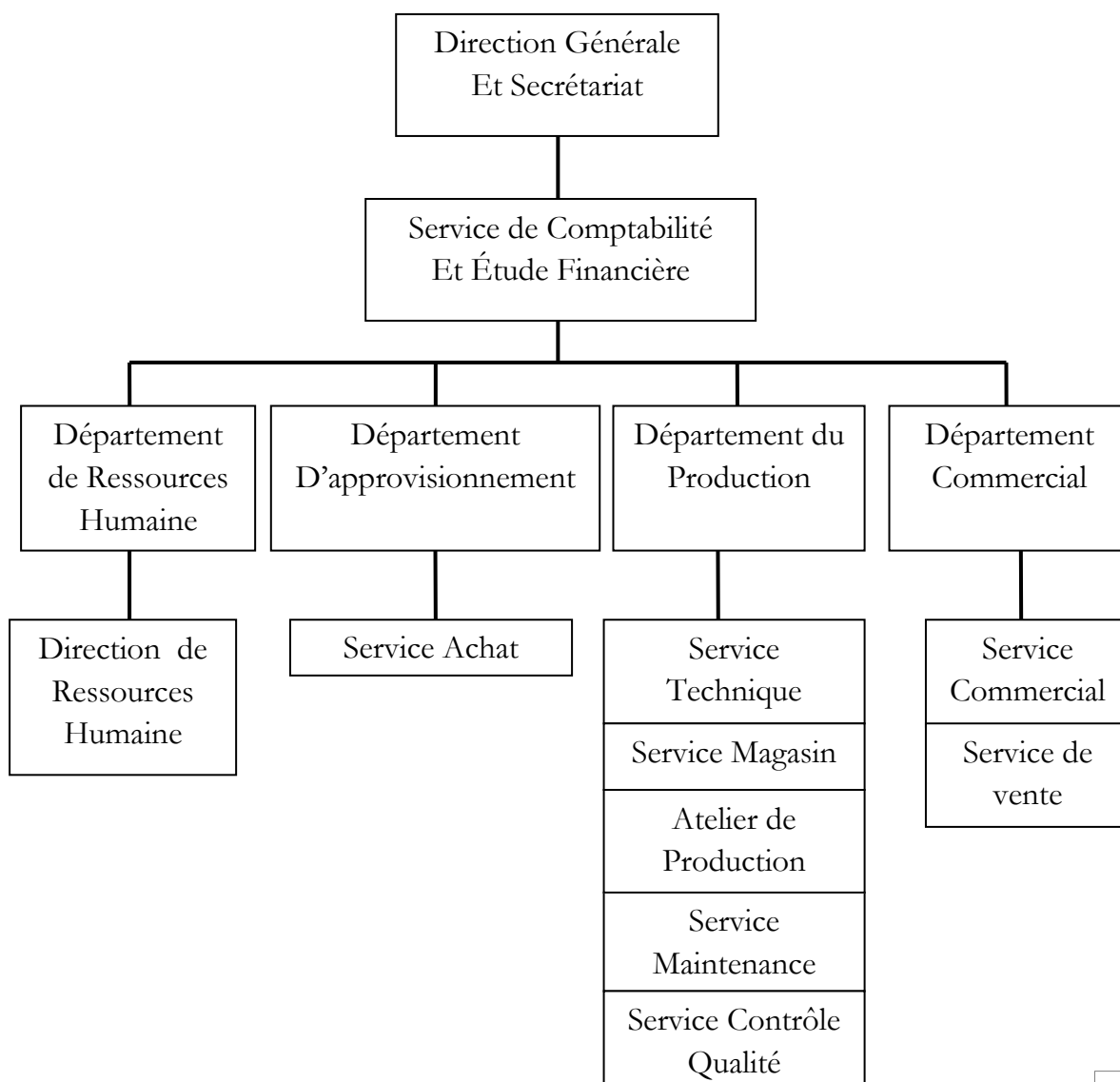
III-1. Introduction.....	129
III-2. Section A : Étude Organisationnelle.....	129
III-2-1. Département de Production	130
III-2-2. Département D’approvisionnement	130
III-2-3. Service Commercial	130
III-3. Section B : Étude Institutionnelle.....	131
III-3-1. SPA (Société Par Action).....	131
III-3-2. SARL (Société à responsabilité limitée)	132
III-3-3. Les Inconvénients De La Sarl (Société à responsabilité limitée).....	132
III-3-4. Gestion des ressources humaines.....	133
III-3-4-1. La Main-d’œuvre de notre entreprise.....	134
III-3-4-2. La formation.....	134
III-3-4-3. Recrutement.....	135
III-3-4-4. Gestion de personnel.....	136
III-3-4-5. Condition de Travail.....	137
III-3-4-6. Contrat d’apprentissage.....	137
III-3-4-7. Période d’essai.....	137
III-3-4-8. Rémunération.....	138
III-4. Conclusion.....	139

III-1. Introduction

L'étude organisationnelle et institutionnelle réserve une grande espace dans les études de conception des entreprises modernes car l'impact de ces études reste à long temps avec ces entreprises quel que soit le niveau juridique, les droits social et les méthodes de fonctionnement administratives. Pour que notre entreprise succès dans le domaine concurrentielle et commercial, il faut bien déterminer l'aspect organisationnelle et institutionnelle de l'administration à fin d'éviter le risque que notre entreprise face à des problèmes judiciaires.

III-2. Section A : Étude Organisationnelle

Cette étude organisationnelle permet d'organiser et structurer les services et les départements de notre propre entreprise dans une structure administrative qui sont représenté dans l'organigramme suivant :



III-2-1. Département de Production

Dans notre propre entreprise le département de production est le responsable sur la gestion de production qui est une ensemble des activités qui peut participent à la conception, la planification des ressources (matérielles, financière, ou humaine), leur ordonnancement, l'enregistrement et la traçabilité des activités de production.

L'objectif de ce département est d'améliorer de façon continue la gestion des flux de la fabrication et de stocks à l'aide de deux services qui sont : service magasin et l'atelier de production en basent sur le service technique qui peut donner à notre entreprise la possibilité d'identifier les déférents processus de fabrication à fin d'organiser le démarrage de la chaine de production.

Les autres services sont responsables sur le contrôle de qualité de la matière premier et le produit fini qui est la poudre de lait en passe par toutes les étapes de fabrication et aussi sur la maintenance des équipements. Pour notre entreprise le service de maintenance peut également être amené à participer à des études d'amélioration du processus industriel, et doit comme d'autres services de l'entreprise, prendre en considération de nombreuses contraintes comme la qualité, la sécurité, l'environnement, le coût, etc.

III-2-2. Département D'approvisionnement

Pour notre entreprise ce département organise la relation entre les trois fonctions suivantes: la fourniture de matière première 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. Alors ces trois fonction sont liées les unes aux autres par une chaîne d'approvisionnement.

Afin de faciliter le flux des produits, l'information circule d'un bout à l'autre de la chaîne, entre les fournisseurs et les clients. Un tel échange d'information permet à toutes les parties de bien planifier la satisfaction des besoins actuels et futurs. De nombreux objectifs peuvent être atteints grâce à une gestion efficace de la chaîne d'approvisionnement :

- La diminution des stocks;
- La réduction des coûts;
- L'amélioration du choix du moment opportun de commercialisation d'un produit;
- L'amélioration de la souplesse.

III-2-3. Service Commercial

Pour notre entreprise de transformation laitière, ce service est le responsable sur la gestion commercial qui ne se fait plus d'une manière isolée mais plutôt via un travail collaboratif entre les différents départements.

Afin que notre société satisfait au mieux les attentes de ces clients pour les fidéliser, il faut que le département commercial puisse être en communication et en collaboration permanente avec les autres départements pour être en adéquation dans sa stratégie avec la vision globale ainsi que les capacités réelles de l'organisation.

Par ailleurs, on peut rattacher cette gestion à la direction générale pour but de diminuer le temps de réaction face aux préoccupations quotidiennes des clients en facilitant la remontée de l'information aux preneurs de décisions.

De plus, pour bien réussir notre entreprise il est primordial de construire un système d'information propre à ce service. [18]

Donc, pour notre société le service commerciale garantie la connexion entre la production des produits ou des services de l'entreprise et les consommateurs. Aussi, elle étudie les besoins à satisfaire afin de définir les produits à fabriquer. Enfin, elle agit sur le marché en adaptant les produits aux besoins du client.

« Ce service est le responsable sur la création de richesse pour notre entreprise »

III-3. Section B : Étude Institutionnelle

Pour que notre société réussite dans le domaine commerciale, il faut bien déterminer l'aspect institutionnelle de l'administration à fin d'éviter le risque que notre entreprise glisser vers l'échec.

Le choix de statut juridique doit être bien déterminé car à l'aide de ce statut les procédures administratives se torrent avec une manière plus fiable qui pouvant peser la gestion financière de notre unité de transformation laitière (Cas production de lait en poudre).

Parmi les formes juridique en Algérie qui sont les plus adapter par les entreprises de transformation laitière, on site deux type :

III-3-1. SPA (Société Par Action)

Est une entreprise organisée sous la forme d'une société commerciale ayant un capital dont la souscription par les associés a fait l'objet de l'émission de titres représentatifs du capital, les actions ou parts sociales, remises aux souscripteurs ou associés, dès lors appelés actionnaires. (Société coté en bourse)

En Algérie la société par action existe sur deux forme ;

Celle faisant appel public 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.

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.

- 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. [19]

III-3-2. SARL (Société à responsabilité limitée)

La société à responsabilité limitée correspond au statut d'une petite ou moyenne entreprise.

Son capital ne peut être inférieur à 100000 DZD et est divisé en parts 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. [19]

Les Avantages De La Sarl (Société à responsabilité limitée):

- Il s'agit de la limitation de responsabilité.
- La responsabilité des associés de la SARL est limitée à leurs apports au capital.
- Le gérant d'une SARL en tant que dirigeant, il est responsable de ses actes.
- En cas de faute de gestion, la limitation de responsabilité peut sauter. Donc même dans une SARL, il faut piloter efficacement son entreprise.

III-3-3. Les Inconvénients De La Sarl (Société à responsabilité limitée)

Les deux principaux inconvénients de la SARL sont le coût et le formalisme de la création et le coût et le formalisme du fonctionnement.

En effet, à la création de la société, il faut rédiger des statuts constitutifs (ou les faire rédiger par un avocat ou un expert-comptable, d'où un coût supplémentaire) et les déposer au Greffe du Tribunal de Commerce. Par ailleurs, l'immatriculation des SARL est plus chère que celle des SPA.

Par ailleurs, il est obligatoire de faire appel à un expert-comptable pour valider les comptes de la SARL à chaque clôture de bilan et d'effectuer une assemblée générale annuelle... même dans le cas d'une EURL, qui n'est autre qu'une SARL à associé unique.

Donc après cette Etude Institutionnelle, on peut dire que le statut juridique de notre entreprise de transformation laitière (cas lait en poudre) est de : SPA (société par Action).

Nous avons opté à ce choix parce que ce type des sociétés donne :

- La responsabilité limitée des actionnaires c'est-à-dire que la responsabilité financière est limitée à l'apport du membre.
- Meilleure technique de recrutement de capitaux qui permet l'offre d'une variété de titres susceptibles de plaire à différents types d'investisseurs privés.
- Moins d'impôt à payer.
- Possibilité de partager ou d'accumuler les revenus et de les utiliser plus tard.

- Financement plus facile et flexible à la fois.
- Continuité d'existence ce qui n'est pas le cas pour la société SARL (90 ans c'est la durée de vie de l'entreprise) et en fin crédit d'impôt des particuliers non applicable.
- Bénéfice de roulement qui est un mécanisme fiscal permettant à la société par actions canadienne imposable, sans conséquence fiscale immédiate, le transfert de biens en immobilisation utilisés dans son entreprise, en contrepartie d'actions.

Mais il ya deux inconvénients : Frais de constitution, La constitution d'une personne morale comporte des frais juridiques et comptables qui continuent de s'appliquer à sa réalisation.

Réglementation de l'État - Le propriétaire exploitant de l'entreprise constituée en société par actions doit se conformer à des lois et règlements très souvent plus contraignants qu'avant la constitution. Et perte éventuelle du principe de l'intégration.

III-3-4. Gestion des ressources humaines

De toutes les ressources essentiels au fonctionnement de notre entreprise, les ressources humaines sont les plus importantes parce que leur potentiel est illimité si les employés sont correctement formés, gérés et motivés.

La planification des ressources humaines fait référence aux méthodes utilisées pour décider du nombre et du type de personnel nécessaire au fonctionnement d'une entreprise. Cela se assise tout d'abord sur la capacité de production et sur une identification des parties mécanisées du processus et de celles qui fonctionnent manuellement.

Pour décider si un recrutement est nécessaire, notre entreprise de transformation peut utiliser la méthode consistant à analyser la charge de travail des opérateurs existants et à la comparer aux nouveaux objectifs de production.

Le personnel requis pour les autres types de fonctions, comme les ventes, les livraisons aux détaillants, la tenue des comptes ou des registres et l'assurance qualité, doit ensuite être examiné. Une méthode facile pour ce type de planification consiste à concevoir un graphique d'activités, indiquant le type de travail à réaliser, le nombre de personnes impliquées et la plage horaire de chaque travailleur.

Une fois le nombre total de salariés déterminés, le chef de notre entreprise doit ensuite procéder d'une manière systématique au recrutement, à la formation et à la gestion du personnel. Cela nécessite de développer des politiques et des conditions d'emploi qui attirent et retiennent un personnel compétent. [20]

Étude de notre cas: Une entreprise de transformation laitière (cas production de lait en poudre) ;

III-3-4-1. La Main-d'œuvre de notre entreprise

Dans notre cas d'un nouveau entreprise de transformation laitière, nous besoins de réduire les couts administratifs donc on peut limiter le nombre des travailleurs entre 20 et 50 salaries au cours d'un période donner.

Le profil de compétences des employés selon des expertises dans le domaine industriel pour notre cas est le suivant:

- 30 % d'employé non qualifiés (y compris les employés au contrat déterminer) ;
- 40 % d'employés semi-qualifiés (les opérateurs, mécaniciens et techniciens) ;
- 20 % de personnes qualifiées (les ingénieurs) ;
- 10 % de personnel de supervision et de gestion.

Alors par exemple si on fixe le nombre des employés à 50 personnes, on obtient la distribution suivante :

- 21 employés non qualifiés (les travailleurs avec contrats déterminer CDD).
- 11 employés semi qualifiant (les opérateurs, les mécaniciens, les techniciens, les commercialistes, secrétariat).
- 7 personnes qualifiées (tous les types des ingénieurs y compris les contrôleurs de qualité).
- 5 personnes de supervision et de gestion (y compris le directeur, deux gestionnaires, l'avocat et deux comptables).

III-3-4-2. La formation

Pour les ingénieurs et les opérateurs, la formation se fait dans des écoles associé avec notre sociétés 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 aussi sur le contrôle de qualité.

Les techniciens, une formation sur l'électricité, électroniques et la gestion de maintenance dans le domaine mécanique et informatique est nécessaire pour les accepter dans notre société.

Et pour la comptabilité, il faut que le comptable maîtrise bien l'analyse financière pour faciliter les calculs concernant le bilan, TCR (Tableau de compte des résultats) et en fin tous les charges financières. Concernant la gestion de notre société, le gestionnaire doit être au courant de toutes les principes de management organisationnelle.

III-3-4-3. Recrutement

Avant de commencer à recruter du personnel, il est important de préparer une description de chaque poste. Cela permet de décider quel type de travail exactement la nouvelle personne devra réaliser et quelles doivent être ses compétences, qualifications ou expériences nécessaires pour faire ce travail. Cela peut être simplement nommé un «profil de poste». [20]

Exemple de profil de poste utilisé pour le recrutement de nouveaux employés

Profil du poste

Date:

.....

Poste: responsable de production

Exigences essentielles pour le poste:

- ✓ Une formation Master 2 dans le domaine de l'ingénierie de la production ou de système.
- ✓ Bonnes compétences dans la probabilité et la gestion.
- ✓ Maîtriser l'un des logiciels de simulation de la production (GPAO)
- ✓ Tempérament amical et bonnes capacités de communication.

Expérience souhaitée:

- ✓ trois ans d'expérience dans le secteur industriel.

Les offres d'emploi sont ensuite publiées dans les journaux, à la radio, par des annonces publiques ou grâce au réseau personnel ou professionnel. Notre entreprise compare les candidatures avec les critères du profil de poste et sélectionne les personnes susceptibles de convenir pour leur faire passer un entretien.

Il est également important d'intégrer une politique de non-discrimination à l'égard des candidats sur des critères comme leur sexe, religion, groupe ethnique ou âge.

Les entretiens sont utiles pour un certain nombre de raisons: ils aident à dévoiler la personnalité du candidat, ses capacités de communication et ses capacités cachées. Ils permettent aussi de révéler ses capacités à prendre des décisions ou ses compétences techniques et donnent au candidat l'opportunité de comprendre le travail et ce qui sera exigé de lui. [20]

Après la sélection définitive d'un candidat, une lettre doit être envoyée, confirmant le recrutement et la date à laquelle la personne doit commencer à travailler. Il faut également fournir au nouvel employé un contrat de travail, contenant la description du poste et des détails sur la rémunération et d'autres avantages (par exemple, les vacances, l'aide au transport jusqu'au lieu de travail, etc.).

III-3-4-4. Gestion de personnel

Pour notre entreprise les relations entre le chef de l'unité et les employés se basent souvent sur l'ordre et le commandement, les responsables ayant une responsabilité autoritaire au sein d'une hiérarchie bien définie.

Les syndicats sont généralement des freins pour l'industrie qui pouvant influencer sur la qualité de travail des employés qui sont informés individuellement de leurs salaires et de leurs conditions de travail par le chef de notre entreprise ou leur responsable.

Les méthodes de gestion plus récentes sont plus participatives et ouvertes. L'objectif est de promouvoir la coopération entre la direction et le personnel et d'éviter des relations d'opposition assez courantes dans les industries traditionnelles.

En cas de succès, les employés envisagent leur futur à bien plus long terme au sein de notre entreprise. [20]

Une gestion moderne du personnel exige différentes mesures, notamment:

- L'implication des Employés dans Les décisions de l'entreprise;
- Un salaire proportionnel aux performances de l'employé;
- Le recrutement prudent et la formation des employés, ainsi qu'un traitement correct;
- Des politiques de gestion du personnel intégrées aux politiques de production, de commercialisation et de vente.

Une bonne gestion consiste à motiver le personnel afin qu'il réalise de meilleures performances. Cela signifie permettre aux employés de comprendre clairement les objectifs de notre entreprise et la manière dont chacun d'entre eux peut contribuer à la réalisation de ces objectifs.

Il est aussi essentiel de fournir les outils nécessaires, les compétences, les conditions de travail et les ressources leur permettant de faire leur travail correctement. Le chef de notre société peut le faire en fixant des objectifs clairs quant à la quantité du travail et aux normes de qualité que les employés sont censés atteindre, en évaluant correctement leurs performances, en faisant des critiques constructives lorsque des améliorations sont nécessaires et en récompensant les employés méritants par des responsabilités accrues.

Voici quelques conseils pour une bonne gestion du personnel:

- Impliquez le personnel dans les décisions relatives à toute modification de leur travail et consultez-les régulièrement;
- Mettez en place une discipline ferme mais juste;
- Fixez des délais ou des objectifs réalisables et vérifiez régulièrement les progrès réalisés;
- Donnez crédit à l'initiative et à l'intelligence et montrez que vous appréciez un travail bien fait;
- Discutez des faiblesses avec chaque membre du personnel de manière individuelle et faites des suggestions sur les moyens de les améliorer.

Les méthodes modernes de gestion du personnel sont également connues sous le nom de Gestion des ressources humaines (GRH). Ces méthodes visent à employer des personnes qui peuvent fonctionner avec souplesse et s'adapter à différents postes ou à des modalités de travail changeantes, au lieu de définir de manière rigide un profil de poste.

Dans les grandes entreprises, les relations de travail entre les employés découlent de la responsabilité de tous les dirigeants et pas seulement des responsables des ressources humaines. Les problématiques liées aux ressources humaines sont généralement intégrées aux autres domaines de la société, dont la commercialisation, les ventes, la production et autres. [20]

III-3-4-5. Condition de Travail

Les heures ordinaires de travail maximum 40 heures par semaine c'est à dire 8 heures par jour, 5 jours par semaine et 4 semaines par mois (20 jours par mois = 160 heures par mois).

- Les heures supplémentaires ne doivent pas dépasser 20 % des heures ordinaires.
- Paiement des heures supplémentaires est plus de 50 % du salaire simple.
- Le salaire minimum garanti ne doit être pas inférieur à 18000 DZD.

III-3-4-6. Contrat d'apprentissage

Le Contrat d'apprentissage est un contrat de travail en alternance, où le jeune « Apprenti » partage son travail entre une entreprise qui l'emploie et un établissement de formation où il suit des cours. Toujours il n'y a pas de garantie que le personne est embauché dans le travail.

III-3-4-7. Période d'essai

C'est une période qui ne doit pas dépasser 6 mois et exceptionnellement 12 mois dans des fonctions qui exigent de très haute qualification.

III-3-4-8. Rémunération

La rémunération consiste à rétribuer une entité (personne physique ou morale, entreprise) en contrepartie du travail effectué, ou d'un service rendu.

Selon les cas, le montant de la rémunération et les modalités de son versement sont prévus :

Soit par les simples usages, soit par des dispositions contractuelles librement négociées entre les parties ou résultant d'accords collectifs (accord d'entreprise, convention collective ou accord de branche professionnelle..) soit en application de règles découlant de la loi et des règlements (regroupés dans le Code du travail).

- Salaire de poste = salaire de base + Indemnité de naissance + Prime de rendement individuelle + Prime de rendement collectif.

- Salaire global = Salaire de poste + Allocation familiale + allocation scolaire + Prime de salaire unique + Prime de panier – Sécurité social (9 %) – Mutuelle (2 %).

SP = Salaire de poste + Allocation familiale + allocation scolaire + Prime de salaire unique + Prime de panier ;

SSM = Sécurité social (9 %) + Mutuelle (2 %) ;

SG = Salaire global ;

Le poste occupé	SP unitaire (DZD)	SSM unitaire (DZD)	SG unitaire (DZD)
Techniciens	39950	4950	35000
Contrôle de qualité	46600	6600	40000
Mécaniciens	39950	4950	35000
Opérateur SCADA	46600	6600	40000
Les Opérateurs	39950	4950	35000
Les Ouvriers	35520	3520	32000
Les agents de sécurité	39950	4950	35000
Réception	25520	3520	22000
Commercialiste interne	39950	4950	35000
Commercialiste externe	51050	6050	45000
Responsable de GRH	46600	6600	40000
Administrateur	39950	4950	35000
Secrétariat	39950	4950	35000
Comptable	47720	5720	42000
Aide Comptable	39950	4950	35000
Chauffeur de camion	43270	6270	47000
Ingénieur	72100	7931	64000
Avocat	46600	6600	40000
Femme de ménage	25950	4950	21000

Partie III : Étude Organisationnelle et institutionnelle

Le poste occupé	Nombre d'employé	SG unitaire (DZD)	SG Global (DZD)	Type de contrat
Techniciens	3	35000	105000	CDI
Contrôle de qualité	3	40000	120000	CDI
Mécaniciens	1	35000	35000	CDI
Opérateur SCADA	2	40000	80000	CDI
Les Opérateurs	3	35000	105000	CDD
Les Ouvriers	7	32000	224000	CDD
Les agents de sécurité	6	35000	210000	CDD
Réception	1	22000	22000	CDD
Commercialiste interne	2	35000	70000	CDI
Commercialiste externe	2	45000	90000	CDI
Responsable de GRH	1	40000	40000	CDI
Administrateur	1	35000	35000	CDI
Secrétariat	1	35000	35000	CDD
Comptable	1	42000	42000	CDI
Aide Comptable	1	35000	35000	CDD
Chauffeur de camion	2	47000	94000	CDD
Ingénieur	2	64000	128000	CDI
Avocat	1	40000	40000	CDD
Femme de ménage	4	21000	84000	CDD
La somme	44		1594000 DZD	

Tableau III.1. Rémunération des salaires

III 4 Conclusion

A Partir de cette étude nous avons pu montrer et définir les caractéristiques judiciaires et organisationnelles de notre entreprise industrielle telle que la forme juridique (SPA) et leur avantage par rapport à notre cas, les besoins de notre société en termes de main d'œuvre (leurs compétences et salaires) et aussi la hiérarchie organisationnelle des différents départements de l'entreprise.

Partie IV

Étude financière

Plan de travail de Partie III : Étude financière

IV -1. Introduction.....	142
IV-2. Importance de la gestion financière.....	142
IV-2-1. La comptabilité générale.....	142
IV-3. Détermination des charges.....	144
IV-3-1. Plan comptable.....	144
IV-3-2. Calcul le prix des produits.....	146
IV-3-3. Flux de trésorerie.....	148
III-4. Conclusion.....	148

IV-1. Introduction

L'existence, l'activité et le développement de l'entreprise se traduisent par des opérations de nature diverse : l'achat de matière première et de marchandises, ventes de biens...etc. on peut représenter les activités financières de notre unité de transformation laitière en utilisant les outils de l'étude financière de l'objectif de protéger notre organisation de tomber dans le risque d'être faillite.

IV-2. Importance de la gestion financière

La gestion financière est au cœur de la stratégie globale de notre entreprise. Cette dernière ne peut se permettre de ne pas accorder d'importance à ses flux financiers au risque de se retrouver très vite en situation difficile.

L'enjeu d'une bonne gestion financière concerne aussi bien la pérennité de notre société que son développement. Il est donc important de mettre en place une bonne gestion financière. Alors, en quoi cela consiste-t-il exactement ?

La gestion financière est une activité très importante d'où découle sa stratégie globale et son organisation. Il est important que chaque activité de l'entreprise soit contrôlée en termes de coûts.

Pour faire simple, la gestion financière s'intéresse à tous les flux financiers de notre entreprise. De leur origine à comment ventiler les ressources financières qui sont lié avec notre entreprise. Il est impensable de fixer une stratégie claire sans avoir au préalable consulté les postes financiers de l'entreprise.

IV-2-1. La comptabilité générale : génère trois états financiers fondamentaux appelés comptes annuels et composés d'un bilan, d'un compte de résultat et d'une annexe.

➤ Le bilan

Le bilan représente une photographie du patrimoine d'une entreprise, à un instant « t » donné (et, en l'occurrence, à la clôture de l'exercice comptable). Il récapitule, d'un côté, ce que l'entreprise possède (on parle d'actifs) et, de l'autre, ce qu'elle doit (on parle de passifs).

A l'actif figurent généralement

- les investissements durables d'une entreprise (appelés immobilisations),
- les biens qui sont conservés par l'entreprise sur une courte durée (l'actif circulant et notamment les stocks, les créances et les disponibilités),
- ainsi que des postes de régularisation.

Au passif, sont repris

- les ressources internes, moyens de financement à disposition de l'entité pour un délai assez long (le capital, les réserves, le report à nouveau, etc.).
- et les ressources externes temporaires (dettes financières, dettes fournisseurs, dettes fiscales et sociales).

➤ **Le compte de résultat**

Le compte de résultat est le reflet du résultat des opérations de l'exercice écoulé. Il mesure la performance d'une entreprise en faisant la différence entre ses produits et ses charges sur une période précise (il ne s'intéresse pas au passé mais uniquement à une période en cours). Il permet d'analyser le résultat à différents niveaux : sur le plan de l'exploitation (résultat d'exploitation), dans le domaine financier (résultat financier), au niveau exceptionnel (résultat exceptionnel) ou dans la globalité (résultat net comptable).

Sont considérés comme des produits

- les ventes de marchandises, de produits finis, de prestations de services,
- les subventions d'exploitation, subventions d'investissements ou subventions d'équilibre,
- les autres produits d'exploitation et produits des activités annexes,
- et les transferts de charge.

Représentent des charges

- les achats de marchandises, de prestations de services, de fournitures consommables, d'énergie,
- les charges externes (honoraires, frais postaux, frais de télécommunication, documentation, loyers, abonnements, maintenance, etc.),
- les impôts et taxes (contribution foncière des entreprises, contribution sur la valeur ajoutée des entreprises, taxe sur les véhicules de société, droits d'enregistrement),
- les charges financières (intérêts sur emprunts, intérêts sur compte courant d'associés),
- les charges exceptionnelles,
- les amortissements et provisions.

Nos objectifs

- 1. Déterminer et calculer les charges.**
- 2. Déterminer le prix de 1 unité de produit**
- 3. La prévision des bénéfices.**

IV-3. Détermination des charges

Les coûts d'exploitation sont classés en «coûts directs» et «coûts indirects». Les coûts directs découlent directement du processus de production (par exemple, les matériaux et les coûts de main-d'œuvre) alors que les coûts indirects comprennent les salaires pour le personnel de bureau et les livreurs, le coût des véhicules, etc.

Les coûts directs d'exploitation sont eux-mêmes classés en deux catégories: les «coûts fixes» et les «coûts variables». [20]

Les coûts fixes : (également connus sous le nom de «frais généraux») sont ceux qui ne varient pas en fonction des volumes de production. À titre d'exemple:

- Les salaires;
- Le loyer;
- Les frais de services (téléphone, etc.);
- Le remboursement des dettes;
- Certaines taxes;
- L'amortissement de l'équipement.

Les coûts variables : sont ceux qui changent en fonction des volumes de production, Comme par exemple:

- Les matières premières et ingrédients;
- Les matériaux de conditionnement;
- Les salaires du personnel opérationnel ;
- L'électricité, le gaz et l'eau;
- L'essence des véhicules;
- Le matériel de bureau. [20]

IV-3-1. Plan comptable

Classe 1 : Compte des capitaux ;

Capital égale : 40000000 DZD (comme emprunts et dattes assimilées)

Classe 2 : Compte immobilisation ;

Immobilisation corporelles

Terrain : 0 DZD (le cout de terrain est négligé dans cette étude pour être capable de déterminer les couts de transport et par ce que il se trouve certain ambigüité dans les textes juridiques concernant l'investissement dans les terrains industrielle)

Construction : 12860000 DZD

Matériels de transport (2 camion-citerne/alimentaire): 8140000 DZD

Matériel des bureaux : 400000 DZD

Matériels et outillages: 13724647 DZD

marchandise	Cout estimé (DZD)
Réception / Sélection : Marque REDA	2000000
Centrifugeuse Nettoyage : Marque : GEA ecoclear	450000
Écrémeuse + Standardisation : Marque : AVEDSMIL	758526
Pasteurisateur : Marque: Changzhou KATJ-5	2500000
Évaporateur : Marque: Zhejiang	1176441
Homogénéisateur : Marque: GJB 4000-25	710000
Séchage : Marque : Ziang GPL LPG 50-MS	2801000
4 Emballeuse : Marque : DS-320 C	2018680
3 Tank à lait : Marque : CUISINOX	870000
3 Cuve : Marque : CUISINOX	440000
Somme	13724647

Tableau IV.1. Cout d'achat des marchandises

Amortissement des immobilisations : (par année)

Amortissement des matériels et outillage : 1373364 DZD = 5722 DZD / Jour

Amortissement Matériels de transport : 1628000 DZD = 6783 DZD / Jour

Amortissement Matériel des bureaux : 100000 DZD = 416 DZD / Jour

Amortissement de bâtiment industriel : 643000 DZD= 1762 DZD/Jour

Classe 6 : Compte de charge

60 : Achat

Matière Première	Cout journalière (DZD)
Lait cru	48000 litre × 34 dinar = 1632000
Les additifs alimentaires	240000
La somme	1872000

Tableau IV.2. Les Dépense de la matière première

Matière première d'emballage : 80000 DZD / jour

Fourniture non stockable	Cout journalière (DZD)
L'eau	12000
Electricité	60000
Gaz de ville	22000
l'essence des camions (233 litre pour 170 Km)	3038
La somme	97038

Tableau IV.3. Les Dépense des Fournitures non stockable

Achat de matériels (Les pièces de rechange) : 2500 DZD / Jour

Les couts énergétiques (de l'eau, Electricité et gaz) sont déterminés selon des expertises dans le domaine de l'industrie laitière de notre région centre.

61 : Service extérieur

Personnel extérieur à l'entreprise (cout de transport) : 25551 DZD / Jour

Frais de postaux et de télécommunication : 500 DZD / Jour

64 : Charges de personnels

Rémunération de personnels : 79700 DZD/ Jour

Alors à partir de ces charges on peut déterminer les dépenses : 2091972 DZD / Jour.

Lorsque la production de différents produits requiert le même temps et les mêmes matériaux, il peut être logique de diviser les coûts indirects de manière égale et de les répartir entre ces différents produits.

Si toutefois, les frais généraux sont plus élevés pour un produit, la production et les ventes sont plus diversifiées et complexes, ou la concurrence plus forte, il est plus judicieux de procéder au «calcul du prix de revient basé sur chaque activité».

Cela permet d'évaluer de manière plus appropriée le niveau réel des coûts indirects. Cela implique l'identification de l'ensemble des activités indirectes nécessaires pour fabriquer et vendre chaque produit et l'allocation d'un coût précis à chacun d'entre eux.

Ces coûts sont ensuite additionnés entre eux.

Pour qu'une activité rencontre le succès, elle doit être rentable sur le long terme.

Cela signifie que le revenu doit être plus élevé que le total des dépenses engagées. [20]

Bénéfice brut = recettes – dépenses avant de payer les taxes

IV-3-2. Calcul le prix des produits

Le prix fixé pour un produit devrait permettre aux revenus de couvrir l'ensemble des coûts et générer des bénéfices suffisants.

La méthode la plus simple pour déterminer le prix approprié d'un produit consiste à faire la somme de tous les coûts de production et ensuite à ajouter une marge de profit qui correspond à un pourcentage des coûts de production (fixation des marges).

Les marges de profit peuvent aller jusqu'à 20-30 pour cent, même si elles sont souvent moins élevées.

Inversement, si un produit a peu de concurrence et/ou une forte demande, une marge de profit plus importante peut être envisageable. [20]

Calcul le prix d'un produit

Par exemple le lait en poudre ;

Charge par produit = charge de Matière Première / Quantité produit journalière

La quantité produit journalière dans notre cas égale à 8000 Kg/jour

Charge par produit	Coûts (DZD) par 1 Kg
L'électricité	7.5
Gaz de ville	2.75
Additifs alimentaires	30
Lait Cru	204
Maintenance	0.18
L'eau	1.5
La somme	245.9

Tableau IV.4. Les charges par produit (une unité)

Total des coûts de production / kg de lait en poudre = 245.9 DZD ;

+40 pour cent de marge bénéficiaire = 98.36 DZD ;

Prix de vente (DZD/kg) = 245.9 + 98.36 = 344.86 DZD/kg ;

TVA (19 %) : 65 DZD /kg c'est-à-dire notre prix de vente égale à 410 DZD

Cette méthode ne prend pas en compte les coûts d'investissement dans l'équipement utilisé et elle ne tient pas non plus en compte le fait que le prix d'un produit dépend largement de ce que le marché accepte et des prix fixés par la concurrence.

Il faut donc évaluer à combien un produit peut être vendu sur un marché particulier et si les coûts de fabrication dégageront un profit acceptable.

IV-3-3. Flux de trésorerie

Un flux de trésorerie (cash-flow au sens original anglo-saxon) est la différence des encaissements (recettes) et des décaissements (dépenses) générés par l'activité d'une entreprise. Un tableau de flux de trésorerie permet de montrer les flux d'argent rentrant et sortant de l'entreprise et sa circulation à l'intérieur de l'entreprise. Le cycle des rentrées et des sorties de fonds détermine la solvabilité d'une entreprise. [20]

Donc pour notre cas le prix de vente pour les quatre mois est calculé comme suite :

Deuxième mois : $410 \text{ (DZD)} \times 7000 \text{ (Kg/jour)} \times 20 = 57400000 \text{ DZD}$

Troisième année : $410 \text{ (DZD)} \times 8000 \text{ (Kg/jour)} \times 20 = 65600000 \text{ DZD}$

Quatrième année : $410 \text{ (DZD)} \times 8200 \text{ (Kg/jour)} \times 20 = 67240000 \text{ DZD}$

Cinquième année : $410 \text{ (DZD)} \times 7500 \text{ (Kg/jour)} \times 20 = 61500000 \text{ DZD}$

Les mois	1 (DZD)	2 (DZD)	3 (DZD)	4 (DZD)	5 (DZD)
Flux de trésorerie entrant					
Ventes		57400000	65600000	67240000	61500000
Capital	40000000				
Solde (cumulé)		-25722470	-21067910	-9771350	2853610
Revenu totale	40000000	31677530	44532090	57468650	64353610
Flux de trésorerie sortant					
Investissement	23883030				
Dépenses	41839440	41839440	41839440	41839440	41839440
TVA sur Bénéfice	0	10906000	12464000	12775600	11685000
Total dépenses	65722470	52745440	54303440	54615040	53524440
Flux de trésorerie net	-25722470	-21067910	-9771350	2853610	10829170

Tableau IV.5. Flux de trésorerie (5 mois)

D'après les résultats obtenus par le flux de trésorerie (cash-flow), en déduire que notre entreprise de transformation laitière (cas production de lait en poudre) est bénéficiaire depuis le quatrième mois.

III-4. Conclusion

Dans cette partie, nous avons déterminé les charges et les dispenses financière et on a calculé le prix d'un kilogramme de notre produit (lait en poudre) à fin d'utilisé ces informations dans l'étude financière (le flux trésorerie) qui permet à prédit la situation financière de notre entreprise après 5 mois de fonctionnement.

Conclusion Générale

Conclusion générale

Le but de notre travail était d'étudier la faisabilité d'une unité de transformation laitière (lait en poudre) dans la région centrée (Blida, Boumerdes, Tizi Ouzou). Ce projet de la transformation de lait en poudre est réalisé sur la base des informations, des données et des statistiques collectées d'après des enquêtes sur le terrain (visites, stages, questionnaires, sondages....etc.). le but est de formuler une meilleure conception malgré certaines difficultés rencontrées pour les accomplir.

pour aboutir aux résultats présentés aujourd'hui dans cette étude nous nous sommes basés sur une consultation des maîtres d'œuvre potentiels, la comparaison des propositions techniques et des scénarios financiers possibles, ainsi que sur l'analyse des environnements d'affaire et l'historique des projets similaires. En définitive, l'étude de faisabilité doit justifier le projet en matière d'objectifs chiffrés, réalistes, mesurables, atteignables et temporellement définis (méthode S.M.A.R.T.),

Les résultats auxquels l'étude a abouti indiquent qu'un projet d'unité de transformation laitière conçu d'une manière bien définie peut être rentable dans les conditions actuelles socio-économique Algérienne.

L'étude a montré que le marché du lait, plus particulièrement le lait en poudre est un marché d'opportunité en Algérie, malgré la forte concurrence. Cela dit-il est nécessaire de la part du promoteur de maîtriser au moins les grands principes de transformation laitière sur la qualité, l'hygiène et les conséquences sur le produit fini.

Sur le plan financier, cette action nécessite d'importants investissements mais elle permet de réaliser des bénéfices intéressants et dégage des indicateurs de rentabilité élevés.

La présente étude n'a pas l'intention ni la prétention d'être un document parfait de l'étude d'un projet d'unité de transformation laitière mais elle se veut un outil d'orientation, mais aussi d'aide à la décision pour tout promoteur intéressé par le développement de la filière laitière.

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.

Annexes

- **Poppet valve** (also called mushroom valve) is a valve typically used to control the timing and quantity of gas or vapour flow into an engine. It consists of a hole, usually round or oval, and a tapered plug, usually a disk shape on the end of a shaft also called a valve stem. The portion of the hole where the plug meets with it is referred to as the 'seat' or 'valve seat'.

- **Ball valve** is a form of quarter-turn valve which uses a hollow, perforated and pivoting ball to control flow through it. It is open when the ball's hole is in line with the flow and closed when it is pivoted 90-degrees by the valve handle. The handle lies flat in alignment with the flow when open, and is perpendicular to it when closed, making for easy visual confirmation of the valve's status.

Tableau d'abréviation	
PIB	Produit intérieur brut
LV	Lait de Vache
RBP	Lait Reconstitué à Base de Poudre
DZD	Dinar Algérienne
DairyCo	Association britannique à but non lucratif
USD	Dollar American
ONIL	Office National Interprofessionnelle de Lait
Cnis	Centre national des statistiques
ISO	Organisationnelle International de Normalisation
TS	Teneur de matière Solide
PH	Potentielle d'Hydrogène
SH	Degré de Soxhlet-Henkel
MG	Matière Grasse
MP	Matière Protéique
CIP	Clean In Place
R22	Fréon 22 (gaz de refroidissement)
SNF	Solid Non Fat
L/H	Litre par Heure
KW	Kilowatt
Kg/H	Kilogramme par Heure
5M	Phosphate mono-potastique
CE	Conformité Européenne
GMP	Goods Manufacturing Practice
MFGM	Membrane des globules gras de lait (MGGL)
HPS	Homogénéisation haute pression
MPa	Méga pascal

RH	Humidité Relatif
aw	Water Activity
HP	High Pressure
PIC	Contrôleur et Indicateur de pression
Te	Température d'entrée
Ts	Température de sortie
N2	Gaz d'azote
R 407 C	Forane 407 C (gaz de refroidissement)
TOPSIS	Technique for Ordre Preference by Similarity to Ideal Solution
MCDDM	Multiple Criterias Desicion Making
AHP	L'analyse hiérarchique des procédés
R1 ; R34	Fournisseurs des Régions
L/J	Litre par Jour
min	Minute
Km	Kilomètre
GPLv2	Licence Public Général
CDDL	Common Development and Distribution License
EDI, IDE	Environnement de Développement Intégré
XML	Extensible Mark-up Language
PHP	Hyper texte Pre-Processor
HTML	Hyper texte Mark-up Language
SPA	Société Par Action
SARL	Société A Responsabilité Limité
EUURL	Entreprise Unipersonnel A Responsabilité Limité
GRH	Gestion de Ressources Humaine
SP	Salaire de Poste
SG	Salaire Global
SSM	Sécurité Social et Mutuelle
FAO	Organisation des nations unies de lait département d'agricole

Standardisation

$$\text{SNF Ms (SNF Matière grasse)} = \frac{\text{SNFm} \times (100 - \text{Fc})}{100 - \text{fm}} ;$$

$$\text{SNF Lé (SNF Lait écrémé)} = \frac{\text{SNFm} \times (100 - \text{Fs})}{100 - \text{Fm}} ;$$

Avec

SNFm = pourcentage de SNF dans le lait.

Fc = pourcentage de graisse dans la crème.

Fm = pourcentage de graisse dans le lait.

Fs = pourcentage de graisse dans le lait écrémé.

$$QC \text{ (quantité de crème requise)} = \frac{Qm \times ((R \times SNFm))}{(fc - (R \times SNFc)) - Fm} ;$$

$$QS \text{ (Quantité de lait écrémé requis)} = \frac{Qm \times ((fm / R) - SNFm)}{(SNFs - (\frac{fs}{R}))} ;$$

$$R = \frac{Fc \text{ (or } Fs) \times \frac{X}{100} + Fm (\frac{Qm}{100})}{SNFc \text{ (or } SNFs) \times \frac{X}{100} + SNFm (\frac{Qm}{100})}$$

Avec

Qm = Quantité de lait à standardiser

R = rapport (graisse / SNF) souhaité.

Fc = pourcentage de graisse dans la crème

Fm = pourcentage de graisse dans le lait

Fs = Pourcentage de graisse dans le lait écrémé

SNFm = pourcentage de SNF dans le lait

SNFc = pourcentage SNF dans la crème

SNFs = pourcentage de SNF dans le lait écrémé.

TOPSIS

- Matrice normalisé en calculant le rij : $r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_{ij}^2}}$;
- Matrice normalisé et pondérer : $r_{ij} = w_j \times x_{ij}$;
- L'écart E+ : $E_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^m (r_j^+ - r_{ij})^2}$;
- L'écart E- : $E_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m (r_j^- - r_{ij})^2}$;
- Coefficient de proximité de la solution idéal : $S_t^* = \frac{E^-}{E_i^- + E_i^+}$

Cout de construction métallique

Structure métallique réalisée avec des portiques en acier laminé **S355JR**, avec une quantité d'acier de **12,8 kg/m²**, **L < 10 m**, séparation de **10 m** entre portiques.

Code interne	Désignation	Quantité	Unité	Prix unitaire	Prix total
mt07ala010s	Acier laminé NF EN 10025 S355JR, en profilés laminés à chaud, portiques hangar, pour applications structurales.	12,800	kg	155,15	1985,92
mt27pfi010	Impression à séchage rapide, formulée avec résines alkydiques modifiées et phosphate de zinc.	0,312	l	406,58	126,85
mq08sol010	Poste d'oxycoupage, avec acétylène comme combustible et oxygène comme comburant.	0,012	h	589,91	7,08
mq08sol020	Équipement et éléments auxiliaires pour soudure électrique.	0,018	h	248,13	4,47
mq07ple010c	Location par jour de nacelle élévatrice à bras articulé de 16 m de hauteur maximale de travail, y compris la maintenance et l'assurance de responsabilité civile.	0,012	U	8653,13	103,84
mq07gte010a	Grue autopropulsée à bras télescopique avec une capacité d'élévation de 12 t et 20 m de hauteur maximale de travail.	0,012	h	3922,08	47,06
mo047	Compagnon professionnel III/CP2 charpentier métal.	0,375	h	410,45	153,92
mo094	Ouvrier professionnel II/OP charpentier métal.	0,375	h	302,32	113,37
	Coûts directs complémentaires	2,000	%	2542,51	50,85
Coût d'entretien décennal: 194,15DA les 10 premières années.				Montant total HT:	2593,36

Ce type des tableaux sont fréquemment utilisés dans le domaine de construction métallique et les bâtiments industriels pour calculer le prix de 1m^2 d'acier utilisé dans la construction avec tous les utilises nécessaires pour construire le bâtiment.

On peut trouver ces tableaux dans des formes Excel pour faciliter les calculs comme un logiciel, le site [www. Générateur de Prix. Réhabilitation. Algérie. Com](http://www.Générateur.de.Prix.Réhabilitation.Algérie.Com) fournit ce type des tableaux.

Bibliographie

- [1] : Mehdi Alioui, « L'importation de lait cru en Algérie », ONIL et DairyCo, HUFF POST, 2014.
- [2] : CNIS, « Centre National des Statistiques du commerce extérieur (domaine agro-alimentaire) quantité de lait en poudre importé », Douane Algérienne, 2012-2016.
- [3] : Liberté algérien, « Consommation et production de lait en Algérie en 2013 », Adresse : Lotissement Azzitoune N°15, Oued Roumane, El Achour, Alger, Algérie. Par rédaction national le 29-01- 2014.
- [4] : Lynda Mellak, « Consommation et production de lait en Algérie en 2014, Booster la production de 1,8 milliard de litre de lait », Eco News en 2014.
- [5] : Arnaldo Foschini, « Sur la détermination de l'acidité Titrable du lait », HAL, page 226, INRA édition 1949.
- [6] : Le centre pour le développement de l'entreprise, « Guide Technique de la PME dans le secteur laitière » page 29 et 30, Série Technologie n°13, 1995. Adresse : 2 avenue Edmond Van Nieuwenhove- 1160Brussels, Belgique.
- [7] : Reda S.P.A industrie alimentaire (production des machines agro-alimentaire), Réception de lait, « Food Processing Plants, Produit laitière, Ingénierie », publie en 2016.
- [8] : Reda S.P.A industrie alimentaire (production des machines agro-alimentaire), Nettoyage et Clarification, « Clarificateur de lait, Food Processing Plants, Produit laitière, Séparation centrifuge » Reda S.P.A, publie en 2016. Adresse : Via Piave, 9-36033 Isola Vicentina- Italie.
- [9] : GEA Company (fournisseurs de l'industrie agro-alimentaire, secteur laitière) Centrifugeuse, « Clarificateur pour lait, lactosérum et phosphate de calcium, Méthode de Fonctionnement », publie en 2016. Adresse : GEA Germany Düsseldorf Peter-Muller-Str. 12
- [10] : Tank à lait, Source de FAO : Réfrigération de lait à la ferme et organisation de transport, WIKI bis. Com, 17/04/2009.

- [11]: Ralph Early, « The Technology of dairy Product », second Edition, page 40 à 47 en 1998.
- [12]: AVDEMIL Company (vendre des produits agro-alimentaires)
L'écémage, écémuse, Méthode de fonctionnement. Adresse : Chemin des pinats ZI NORD 16700 RUFFEC. France
- [13]: Bell Publishing, « Tetra pak Dairy Processing Handbooks », chapitre 6.2 en 2015.
- [14]: Ralph Early, « The Technology of dairy Product », Second Edition, page 15 en 1998.
- [15]: FAO (Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture), « Lait de conserve, l'évaporation de lait », Département d'agricole, 1951 à Québec-Canada.
- [16]: Abdelkbir Saouti, « Manuel de transformation du lait » chapitre 5 et 6, pages 133, 134,135.
- [17]: Bell Publishing, « Tetra pak Dairy Processing Handbooks », chapitre 6.3 et chapitre 17 en 2015.
- [18]: VAL POLIS SARL Service Commercial, « Comment organiser un service commercial », 2017. Adresse : 10 Grand Rue, 68280 Logelhiem, France.
- [19]: Service Juridique « Article 416 Du code civile et les articles 592, 564 et suivants du code commercial », Les Formes juridique en Algérie, Code Commercial, Département Commercial, Aout 2010.
- [20]: Florence Tartanac, Pilar Santacoloma, Alexandra Rottger « Principe généraux de gestion d'entreprise pour les agro-industries artisanales », Matériel de formation en gestion commercialisation et finance Agricoles de la FAO. Version adaptée pour Afrique francophonie, pages 29 à 30 et 34 à 35 et 36 de 13, 14 et 20, de Rome 2010.

Résumé : L'étude dans ce travail consiste à l'étude de faisabilité d'une entreprise laitière qui assure la transformation de lait cru en poudre de lait prêts à la commercialisation et la consommation 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 lait, plus particulièrement le lait en poudre est un marché d'opportunité en Algérie, malgré la forte concurrence. Cela dit-il est nécessaire de la part du promoteur de maîtriser au moins les grands principes de transformation laitière sur la qualité, l'hygiène et leur conséquences sur le produit fini.

Mots Clés : étude de Faisabilité, transformation du Lait, localisation allocation.

Abstract: The study in this work is the feasibility study of a dairy company which ensures the processing of raw milk into milk powder that is ready to marketing and consumption by the individual. The basic idea of this study is to create a project which will be profitable for the investor and which can contribute to the development of the country by studying a number of factors. The study showed that the market of the milk, more particularly the powdered milk is a market of opportunity in Algeria, in spite of the strong competition. It says is necessary on behalf of the promoter to master at least the major principles of dairy transformation on the quality, hygiene and consequences on the finished product.

Key Words: Feasibility study, Milk processing, location allocation

خلاصة

الدراسة في هذا العمل هي دراسة جدوى شركة الألبان التي تقوم بتحويل حليب المروج الخام إلى حليب بودرة قابل للتسويق والاستهلاك من قبل الفرد. الفكرة الأساسية لهذه الدراسة هي تصميم مشروع من شأنه أن يكون مربحا للمستثمر والذي يمكن أن يساهم في التنمية الوطنية من خلال دراسة عدة عوامل.

وأظهرت الدراسة أن سوق اللبن، وخاصة الحليب المجفف هو فرصة السوق في الجزائر، على الرغم من المنافسة القوية. وقيل إنه من الضروري للمستثمرين معرفة وإتقان المبادئ الأساسية لصناعة ألبان ذات جودة عالية والأخذ بعين الاعتبار النظافة وتأثيرها على المنتج النهائي.

كلمات البحث: تخطيط المشاريع، وتجهيز الحليب وتحديد الموقع.