



Licence Sciences et Techniques (LST)
Techniques d'Analyse et Contrôle Qualité

TACQ

PROJET DE FIN D'ETUDES

**Analyse du lait et suivi de l'efficacité du
traitement des eaux**

Présenté par :

◆ El Hajjaji Kenza

Encadré par :

◆ Mr Kadjoua Othmane (Domaines agricoles)

◆ Pr Idrissi Kandri Noureddine (FST)

Soutenu Le 15 Juin 2015 devant le jury composé de:

- Pr Idrissi Kandri Noureddine

- Pr EL Ghadraoui El Houcine

- Pr Zeroual Abdelaziz

Stage effectué à Domaines Agricoles Oued N'ja

Année Universitaire 2014 / 2015

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

Mes chers parents :

Ma mère, qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.

Mon père, qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie. Puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit ; Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de toi.

Mon frère Hamza et ma sœur Meryem qui n'ont cessé d'être pour moi des exemples de persévérance, de courage et de générosité.

Mes professeurs de la Faculté des Sciences et Techniques qui doivent voir dans ce travail la fierté d'un savoir bien acquis.

Remerciements

Je tiens à exprimer mes sincères remerciements et témoigner de ma grande reconnaissance à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce projet, et leur exprimer ma gratitude pour l'intérêt et le soutien qu'ils m'ont généreusement accordé.

Mes remerciements s'adressent spécialement à Monsieur Benssadik Fayçal, *Directeur de l'usine d'Oued Nja du Domaine Douiet* de m'avoir donné l'opportunité d'effectuer ce stage au sein de son entreprise.

J'adresse mes vifs remerciements à Monsieur Otmane Kajjoua, responsable du laboratoire de contrôle de qualité au sein du domaine agricole Ouad Nja, pour sa disponibilité, ses conseils malgré ses préoccupations.

Que mon professeur Idrissi Kandri Noureddine, avec qui j'ai eu l'honneur de collaborer pendant la durée de stage et auprès duquel j'ai énormément appris et progressé tant sur le plan professionnel que sur le plan humain trouve ici mes sincères remerciements.

Mes remerciements les plus chers s'adressent aux membres de jury Monsieur EL Ghadraoui El Houcine et Monsieur Zeroual Abdelaziz qui m'ont honorés en acceptant de juger ce modeste travail

Je tiens aussi à remercier vivement le corps professoral de la **FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES** dont le principal souci est de veiller à bien mener notre formation et à perpétuer l'excellence de notre établissement, ainsi qu'à l'ensemble du personnel du domaine agricole Ouad Nja qui veille à assurer les meilleures conditions de travail pour une parfaite intégration, un apprentissage optimal et un épanouissement complet.

Introduction

Le lait et ses dérivés ont des qualités nutritionnelles qui leur apportent une place privilégiée dans l'équilibre alimentaire. Ils sont la source principale de calcium, élément bien connu dans la constitution du squelette et des dents. Ils sont aussi des fournisseurs importants de protéines, de lipides, de sucre, de vitamines et d'énergie. Sans oublier que le lait est aussi composé de 89% d'eau ce qui en fait un excellent moyen d'hydratation.

De ce fait, la consommation des produits laitiers est évidente pour chaque individu, et puisque nous sommes dans un stade où l'offre est supérieure à la demande, la qualité reste le seul critère sur lequel le consommateur peut se baser pour choisir un produit.

Depuis quelques années, les entreprises du domaine sont confrontées à des variations de marchés très rapides et à une concurrence très vive. Pour résister, la qualité des produits fabriqués doit être sans reproche et au moindre coût. Ceci passe incontestablement par une maîtrise du processus de fabrication.

L'eau, potable ou d'usage, est considérée comme un élément majeur dans l'industrie agro-alimentaire en général et laitière en particulier. Elle est utilisée aussi bien dans le nettoyage des machines que dans le processus de fabrication des dérivés laitiers. Ainsi les impératifs de la qualité changent selon les usages de cette eau.

Ce travail présente une contribution à l'amélioration du produit final de l'entreprise, par l'analyse du lait et le suivi du traitement des eaux de puits destinées au lavage des tanks et des machines utilisées dans la fabrication des produits laitiers.

Ce rapport décrit en première partie une synthèse bibliographique concernant des généralités sur le lait et son industrie d'une part et sur l'eau et son utilisation industrielle d'autre part. En deuxième partie est consacrée à l'étude expérimentale effectuée sur l'analyse du lait et le traitement des eaux de puits. Une conclusion générale pour terminer.

Présentation de la société

Les Domaines Agricoles, anciennement appelée Domaines Royaux, est une société privée, filiale du holding royal Siger (anagramme de Regis, roi en latin). Créée en 1960 et présente sur l'ensemble des régions agricoles du Maroc avec de nombreux sites de production. Les Domaines constituent un des principaux producteurs - exportateurs de fruits et légumes au Maroc. Ils proposent une gamme de produits très larges destinées tant au grand public qu'aux professionnels.

1. Mission du groupe

Les objectifs stratégiques des Domaines Agricoles sont axés sur la production, en passant par la transformation, le conditionnement ainsi que la commercialisation des produits agricoles et agroalimentaires tout en gardant un niveau de qualité supérieure, avec un souci majeur de protéger l'environnement et en veillant au développement scientifique et technologique du secteur agricole du pays

2. Filières d'activité

Le Domaine de Douiet dispose de trois départements distincts à savoir :

L'élevage, l'horticulture et les produits laitiers.

a. Filière Élevage : a deux activités principales : l'élevage de bovins (jeunes bovins, vaches laitières, génisses) et des caprins. Ce secteur est considéré comme la base de la production laitière car le volume et la qualité des produits laitiers sont tributaires de la quantité et de la qualité du lait collecté chaque jour.

b. Filière Horticulture : est scindé en trois zones : deux à Douiet et une à Ras El Ma. Elle comprend quatre activités principales : Productions végétales (fourrages et céréales), production maraîchère (divers légumes), Arboriculture (pêche, vigne,...), Floriculture.

c. Filière de Produits Laitiers : Elle présente une capacité de production d'environ 72000 litres par jour soit 27 millions de litres par an, cette quantité peut atteindre jusqu'à 165000 pendant le mois de ramadan. les produits laitiers s'organise en deux sections, à savoir : la fromagerie et la laiterie. Cette dernière a été déplacée à Oued Naja de Fès en 2011

3. Certification

- 2000 : Mise en place du système HACCP.
- 2003 : Certification ISO 9001 version qui vise à accroître la satisfaction de ses clients.
- 2007 : Renouvellement du certificat ISO 9001.

4. Organigramme :

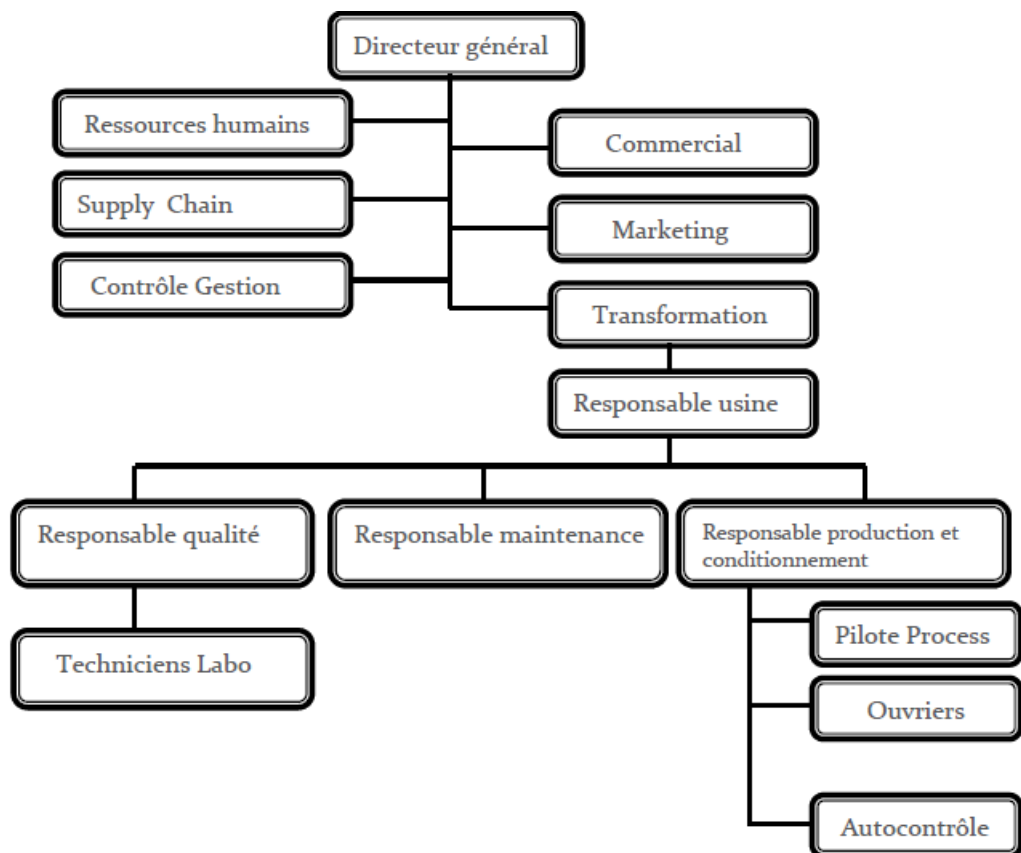


Figure 1 : Organigramme de la société

Partie A :

Synthèse

Bibliographique

Chapitre I : Généralités sur le lait et ses dérivés.

1. Définition :

Le lait est un aliment complet, sa composition riche et diverse lui permet d'être une source d'alimentation unique pour les jeunes mammifères.

Selon la Réglementation Marocaine (Décret N° 2-00-425 du 7 décembre 2000 relatif au contrôle de la production et de la commercialisation du lait et produits laitiers) :

- Le lait est le produit de la sécrétion mammaire normale, obtenu par une ou plusieurs traites, sans aucune addition ou soustraction.
- La dénomination de lait, sans autre indication est réservée au lait de vache.
- Pour tout autre lait, cette dénomination doit être accompagnée de l'indication bien apparente de l'espèce animale dont il provient.
- Le colostrum est le produit éliminé par la mamelle pendant les 7 jours de la mise bas.

2. Composition du lait chez divers femelles de mammifère.

Le lait représente l'aliment idéal pour le jeune de l'espèce, mais pour un temps limité et dans certaines conditions seulement d'état des réserves initiales, de comportement, de milieu de vie. Son intérêt nutritif se restreint encore s'il est destiné aux membres d'une autre espèce. C'est sur ces lacunes que doit porter l'attention en nutrition humaine, non pas pour déprécier les autres laits, mais pour les utiliser avec discernement. On peut utiliser un lait animal complétement ou en complément et de ce fait, il demeure dans bien des sociétés humaines une base nutritionnelle irremplaçable. Le tableau 1 illustre la composition du lait chez divers femelles de mammifère.

Tableau 1 : Composition moyenne du lait en g/L chez divers femelles

Composition moyenne du lait en g/L	Jument	Anesse	Vache	Chèvre	Brebis	Bufflonne	Renne	Lapine	Femme
Eau	925	925	900	900	860	850	675	720	905
Matière grasse	10-15	10-15	35-40	40-45	70-75	70-75	160-200	120-130	35
Protéines totales	20-22	20-22	30-35	35-40	55-60	45-50	100-105	130-140	13-14
Glucides	40-45	40-45	45-50	40-45	45-50	45-50	25-50	15-20	65-70
Matière minérale	06-09	6-9	8-10	5-8	10-12	8-10	15-20	15-20	3

A partir du tableau 1, on peut en tirer que le lait de l'ânesse et du jument sont les moins riches en matière grasse et donc sont les plus adaptés aux gens atteints par le cholestérol, quant aux glucides on remarque que le lait de la lapine est le moins riche et donc c'est le plus convenable pour les diabétiques.

Le lait maternel humain contient principalement des immunoglobulines A sécrétées, La muqueuse digestive du bébé est immature à la naissance et met au moins 4 mois à s'édifier. Il est protégé des agressions microbiennes par les protéines de défense du lait maternel. C'est pour cela que le nourrisson ne doit en prendre aucun lait à part le lait maternel

Par ailleurs le lait de vache reste le plus consommé vu sa disponibilité ainsi qu'il ne présente aucun arrière goût. Voyons de près la composition du lait de vache.

3. Composition du lait de vache :

Le lait est constitué d'un système complexe en effet c'est une suspension colloïdale de particules, de micelles protéiques formées par l'interaction de caséines et d'autres protéines entre elles et les sels minéraux présents dans la phase aqueuse.

D'une manière générale, le lait est composé principalement d'eau, de matière organique, de sels minéraux et de vitamines :

a. *Matière Organique.*

Protides.

Ce sont les polypeptides résultant de la condensation d'acides aminés principalement la caséine à (80%) et les séroprotéines, minoritaires (20 %), mais qui possèdent une valeur nutritive plus élevée que les premières. Le taux protéique reste proportionnel à la valeur marchande du lait

Lipides.

Ce sont des esters d'acides gras, principalement 98% de triglycérides et autres lipides. La qualité du lait est habituellement évaluée par la quantité de matière grasse qui permet d'apprécier la valeur beurrière. Le lait de consommation est standardisé à un taux de matière grasse fixé par la loi de consommateur (36 g/l)

Glucides.

Le lactose est un sucre spécifique du lait. C'est un diholoside composé d'une molécule de glucose et d'une molécule de galactose, en effet son pouvoir sucrant est 6 fois plus faible que celui du saccharose. Et c'est le seul sucre qui puisse être utilisé correctement par les jeunes mammifères car le tube digestif possède une enzyme qui dégrade le lactose : « LACTASE »

b. *Éléments minéraux*

Le Calcium et le Phosphore sont les éléments minéraux principaux du lait. Les deux tiers du calcium et la moitié du phosphore sont engagés dans les micelles protéiques sous forme d'un complexe de phosphocaseinate de calcium, auquel participent aussi les ions Magnésium.

Les autres cations présents en solution sont le Potassium (1.6g/L) et le Sodium(0.5g/L). Les anions en solution sont associés à des citrates(1.8g/L), phosphates et chlorures (1.1g/L) Le lait est le seul liquide biologique à contenir une concentration aussi importante d'acide citrique sous forme de citrates de calcium ($\text{Ca}_3(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)_2$) et de magnésium ; celui-ci s'oppose à la précipitation des phosphates de calcium($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$). Il est à signaler que le lait de vache est pauvre en oligo-éléments (Magnésium, Iode, Fer, Cuivre, Zinc, Sélénium, Chrome, Molybdène, Bore)

c. Vitamines.

Le lait contient les vitamines A,D,E et K solubles dans la matière grasse et les vitamines B1 , B2 , B6 et B12 solubles dans l'eau.

Le tableau 2 rassemble l'ensemble des constituants du lait de vache avec leurs valeurs appropriées :

Tableau2 : Différents composés du lait de vache

Constituants	Concentration (g/L)
Lactose	49
Matière grasse	35-40
Matière azotée	33
Caséine	27-28
Vitamines	Traces
Sels minéraux	9

4. Caractéristiques du lait

Le lait présente des caractéristiques liées à sa nature biologique, à savoir: variabilité, complexité, hétérogénéité et altérabilité. Les éléments les plus constants de sa composition méritent d'être signalés en premier et, ensuite, les fluctuations rencontrées seront associées aux facteurs qui les engendrent

a. Caractéristiques biologiques :

Le lait est également un milieu biologique : il contient des cellules sanguines et des microorganismes (autour de 15000 par ml). C'est un aliment liquide complet, très nourrissant réunissant à lui seul toutes les composantes nécessaires à l'alimentation.

b. Caractéristiques physico-chimiques :

Les caractéristiques physico-chimiques du lait sont illustrées dans le tableau 3 ci-après

Tableau3 : Quelques caractéristiques physico-chimique du lait

Caractéristiques :	Valeurs :
potentiel d'Hydrogène (pH)	6,5 à 6,7
Acidité titrable	15 à 17 °D
Densité à (20°C)	1,028 à 1,036
Température de congélation	-0,51°C à -0,55 °C
Valeur énergétique	275 kJ/100mL

1°D degré Dornic = 0,1 g d'acide lactique par litre de lait

Chapitre II : Généralités sur l'eau

Elément vital au même titre que l'air, l'eau est indispensable à la survie quotidienne. Ce qui n'a rien d'étonnant quand on sait que l'eau est le principal constituant du corps humain (65%). elle n'y'est pas répartie uniformément. Sa concentration varie d'un organe à l'autre, de 1 % dans l'ivoire des dents à 90 % dans le plasma sanguin. Outre le sang (83%), les organes les plus riches en eau sont le cœur (79 %), les reins (81 %) et le cerveau (75 %).

1. Sources de l'eau

Près de 70 % de la surface de la Terre (soit presque les trois quart) est recouverte par de l'eau (mers, océans, lacs cours d'eau). Ces eaux de surface font partie de l'hydrosphère qui correspond à l'ensemble des réserves d'eau disponibles sur Terre.

L'hydrosphère est constituée : Des mers et océans, des cours d'eaux (fleuves, rivières, torrents), des glaces (glaciers, banquises, icebergs, neige), et des différentes formes d'eau présente dans l'air (nuage, vapeur d'eau).

On distingue deux sortes d'eaux :

L'eau salée (97,2%) présente dans les mers et océans.

L'eau douce (2,8 %), c'est à dire une eau qui contient peu de sel, qu'on trouve dans les lacs, les cours d'eau, les eaux souterraines, les glaces et dans l'atmosphère.

Pour sa survie l'homme a besoin d'eau douce or elle est minoritaire par rapport aux eaux salées. D'où une attention particulière doit être accordée aux réserves de cette dernière.

2. Usages de l'eau

Les ressources en eau permettent de satisfaire tous les usages de l'eau et ils sont nombreux. En effet, l'usage de l'eau ne se limite pas à l'utilisation quotidienne que fait tout un chacun de l'eau potable (boisson, cuisine, hygiène, sanitaires, nettoyage)... L'eau est aussi au cœur de la plupart des activités humaines et économiques : agriculture, production industrielle, transport, nettoyage des cités, énergie...

a. *L'eau de consommation*

Les eaux de consommation encore appelées eaux potables peuvent se présenter sous deux formes : l'eau de ville et les eaux minérales. Toutes les eaux de consommation doivent répondre aux mêmes normes de qualité, à l'exception des eaux minérales naturelles qui peuvent présenter des caractéristiques particulières. Elles permettent les usages domestiques de l'eau (cuisine, hygiène, arrosage...). Les critères de qualité, très stricts, sont fixés par les responsables gouvernementaux de chaque pays

Les normes d'une eau potable portent sur

La qualité microbiologique : l'eau ne doit contenir ni parasite, ni virus, ni pathogène.

La qualité chimique : les substances chimiques autres que les sels minéraux font l'objet de normes très sévères. Ces substances sont dites « indésirables » ou « toxiques ». Elles sont recherchées à l'état de traces (millionième de gramme par litre ppm). Ces normes sont établies sur la base d'une consommation journalière normale, pendant toute la vie.

La qualité physique et gustative : l'eau potable doit être limpide, claire et ne doit présenter ni saveur ni odeur désagréable. Cependant, une eau qui ne satisfait pas pleinement à ces critères ne présente pas forcément de risque pour la santé.

b. *L'eau en agriculture*

L'agriculture est l'activité humaine qui utilise la plus grande quantité d'eau, que ce soit pour l'irrigation ou l'alimentation du bétail et le lavage des installations, sa qualité est lié directement à la qualité des produits récoltés.

c. *L'eau dans l'industrie*

L'eau est au cœur de nombreux processus industriels. Elle peut participer au processus industriel proprement dit, être utilisée pour le lavage et l'évacuation des déchets, pour le refroidissement des installations ou pour faire fonctionner les chaudières. (Le refroidissement des installations représente l'essentielle de la consommation industrielle).

Les prélèvements pour l'industrie représentent 3,3 milliards de m³ d'eau (soit 10% des prélèvements). Pour le refroidissement, le transport hydraulique ou le lavage, une eau peu traitée suffit en général, alors que de l'eau potable est indispensable à la production alimentaire.

d. L'eau dans la haute technologie

Pour des utilisations spécifiques, en microélectronique, dans le domaine médical de la biotechnologie, une eau de très grande pureté est nécessaire.

3. Eau de puits et techniques de traitement

a. Eau souterraine

Les eaux souterraines constituent une provision d'eau potable inestimable pour l'humanité. Dans plusieurs pays, c'est pratiquement la seule source d'approvisionnement en eau potable. Les nappes phréatiques deviennent de plus en plus fragiles à la surexploitation et/ou à la contamination par des activités industrielles.

Afin que cette eau soit utilisée dans de bonnes conditions des traitements physico-chimique et biologique ont été élaborés par l'homme via des techniques bien étudiées.

b. Techniques de traitements des eaux de puits :

Le procédé de traitement des eaux souterraines suit une série d'étapes représentées comme suit :

Prétraitement :

Le dégrillage et le tamisage (réservés aux eaux de surface) : Ce sont des procédés physiques. Les gros déchets sont retenus par une simple grille, les plus fins dans des tamis à mailles fines.

La pré-oxydation : C'est un procédé chimique qui utilise le chlore (ou l'hypochlorite de sodium). L'ozone, le dioxyde de chlore ou le permanganate de potassium. Il est destiné à permettre l'élimination du fer et du manganèse (notamment pour les eaux souterraines), de la couleur et des algues (essentiellement pour les eaux superficielles)

La clarification

C'est une étape indispensable pour les eaux de surface et les eaux souterraines karstiques. Elle permet d'obtenir une eau limpide par élimination des matières en suspension, et donc de la turbidité. La clarification peut combiner les procédés suivants :

coagulation / floculation

C'est un procédé physico-chimique qui a pour but de déstabiliser les matières colloïdales particules qui ne s'agglomèrent pas naturellement. L'eau reçoit un réactif destiné à provoquer l'agglomération de ces particules en suspension en agrégats floconneux, dont l'ensemble forme une masse qu'on appelle le "floc". Les réactifs utilisés sont généralement des sels de fer ou d'aluminium. Chaque réactif coagulant n'étant actif que dans une certaine zone de pH, un ajustement du pH peut s'avérer nécessaire. Sous l'effet de son propre poids, le floc se dépose lentement.

Décantation ou flottation :

Après la coagulation-floculation, de la gravité l'eau coagulée et floculée entre dans le décanteur à vitesse réduite de façon à éviter les turbulences. Les floccs se déposent au fond de l'ouvrage et l'eau clarifiée est récupérée en surface. A l'inverse, la *flottation* consiste à favoriser la clarification par entraînement des particules en surface, grâce à la génération de bulles d'air, qui s'accrochent aux matières en suspension et aux floccs. Les flottants sont récupérés en surface par bras racleur.

Filtration

C'est un procédé physique disposé généralement après la décantation ou la flottation (notamment dans le cas des eaux de surface). Ce procédé peut être toutefois situé directement après une coagulation (cas des eaux souterraines karstiques) ou après une pré-oxydation (cas des eaux souterraines contenant du fer, du manganèse ou de l'arsenic). La filtration permet de retenir les matières en suspension qui n'ont pas été piégées lors des étapes précédentes ou qui ont été formées lors de la pré-oxydation. Elle est réalisée sur matériaux classiques (sables) ou sur membranes (cas des eaux souterraines karstiques). La plus répandue est la filtration sur *lit de sable* (lit filtrant) : une couche de sable retient les particules et laisse passer l'eau filtrée. Le filtre peut jouer un double rôle suivant les conditions d'exploitation : d'une part, il retient les matières en suspension par filtration et d'autre part, il constitue un support bactérien permettant un traitement biologique, c'est à dire une consommation des matières organiques et de l'ammoniac, ou du fer et du manganèse, par les bactéries qui sont développées sur le sable. Le filtre à sable nécessite un nettoyage périodique afin d'éliminer les matières retenues entre les grains qui ralentissent le passage de l'eau. La filtration sur lit de sable, efficace, simple et peu coûteuse, s'est imposée, en raison des énormes volumes d'eau à filtrer.

L'affinage:

Les traitements d'affinage de l'eau font intervenir des procédés d'ozonation, de filtration sur charbon actif.

L'affinage a pour effet l'oxydation et la biodégradation des matières organiques et l'élimination ou l'absorption de certains micropolluants. En outre, il améliore les qualités organoleptiques de l'eau (saveur, odeur, limpidité).

L'ozone, outre son grand pouvoir désinfectant (élimination des virus et des spores bactériennes), permet l'oxydation de certains micropolluants organiques (pesticides, composés aromatiques ...) et transforme les matières organiques naturelles (qui sont ensuite éliminées par le charbon actif biologique) en augmentant leur biodégradabilité.

Le charbon actif est un matériau poreux qui possède une très grande surface spécifique qui permet l'adsorption et la dégradation par voie microbiologique des matières organiques naturelles et des micropolluants organiques (notamment pesticides).

La désinfection

On appelle risque infectieux, le risque microbiologique, lié aux bactéries, parasites et virus. Ce risque s'oppose au risque toxique, lié aux polluants minéraux (métaux lourds) ou organiques (pesticides...).

On assimile à tort qualité microbiologique et qualité bactérienne car les bactéries ne sont qu'un des éléments de la microbiologie qui comprend aussi l'analyse des parasites et des virus.

Les bactéries se présentent par famille notamment selon leurs conditions de développement (bactéries aérobies ou anaérobies, c'est-à-dire qui vivent avec ou sans oxygène) ou leur taille. Les principales bactéries se présentent sous forme de bâtonnets (bacilles) ou spiralées (vibrions).

Sur les millions de bactéries, certaines peuvent être pathogènes : le bacille du choléra, la salmonelle ..., sont les bactéries pathogènes véhiculées par l'eau les plus connues.

Si les résultats d'analyse révèlent la présence de bactéries, l'eau de puits à ce moment là n'est pas bonne à boire. Du fait qu'une désinfection lors du traitement des eaux de puits et un suivi de la qualité microbiologique est nécessaire, en effet elle peut être effectuée par :

Procédés physiques :

Les procédés à membrane empêchent théoriquement tout microorganisme de pénétrer dans le réseau de distribution.

L'utilisation de membranes présentant un seuil de coupure très faible (ultrafiltration ou nanofiltration) est pratiquée aussi bien en traitement d'affinage qu'en désinfection. Elles permettent de retenir des molécules de taille importante (ultrafiltration) à petite (ultrafiltration couplée à une injection de charbon actif en poudre, nanofiltration), comme les pesticides

Procédés chimiques :

Oxydation chimique par des agents chlorés (chlore gazeux, eau de Javel, bioxyde de chlore) et ozone, ou rayonnements ultraviolets les procédés sont détaillés comme suit :

Oxydation chimique : La chloration est actuellement le procédé de désinfection le plus fréquemment rencontré, à la fois pour le prix de revient du chlore et pour sa simplicité de mise en œuvre. Le chlore gazeux est injecté à des doses précises ; un temps de contact suffisant doit être respecté afin d'assurer une efficacité maximale de l'oxydation. La combinaison du chlore et de la matière organique, lorsqu'elle est incomplètement éliminée au cours des étapes précédentes, conduit à la formation des composés sapides (qui donnent un goût) et de produits organochlorés potentiellement cancérigènes, pour lesquels la réglementation impose une teneur maximale admissible L'eau de Javel est souvent utilisée sur de petites installations ; ses avantages et inconvénients sont les mêmes que le chlore gazeux (à pH identique). Le bioxyde de chlore, sous forme liquide, évite la formation de ces composés organochlorés. C'est pourquoi il peut être préféré dans certains cas. Cependant, il est beaucoup moins utilisé, plus onéreux, et d'une mise en œuvre plus complexe. De plus, il génère dans les eaux désinfectées des ions chlorites et parfois chlorates

L'ozone : est très fréquemment utilisé par les usines de production d'eau potable à partir d'eaux de surface, pour son grand pouvoir désinfectant, notamment vis à vis des virus et des spores bactériennes, et ses autres propriétés en traitement d'affinage. Cependant, fabriqué

sur le site, l'ozone est coûteux et sa mise en œuvre est relativement complexe. Ce traitement produit en outre des ions bromates (nouvelle limite de qualité du décret n°2001-1200) à partir des ions bromure naturellement présents dans les eaux. Enfin, un complément par l'utilisation d'un désinfectant rémanent est nécessaire pour protéger l'eau lors de son transport jusque chez l'utilisateur.

Les rayonnements ultraviolets : ont un pouvoir germicide élevé. Tout comme l'ozone, ces procédés n'ont pas d'action rémanente, c'est-à-dire qu'ils ont une action limitée dans le temps. Leur utilisation nécessite donc une injection de désinfectant chloré en aval afin d'éviter toute contamination par le réseau de distribution.

4. Analyses des eaux de puits

a. Analyses physico-chimiques :

a.1. Recherche des sels

Nitrates et Nitrites : Ils transforment l'hémoglobine du sang en une substance proche, la méthémoglobine qui ne joue plus son rôle dans l'oxygénation des tissus. L'excès de nitrites et de nitrates peut donc entraîner une anémie grave, surtout chez les nourrissons. Les femmes enceintes consommant de l'eau chargée en nitrates peuvent indirectement entraîner une anémie de l'enfant en cours de développement.

Les sulfates : sont très importants pour l'organisme. L'un de ses composants le soufre est un composé essentiel au fonctionnement de certaines molécules, il entre également dans la composition de certaines vitamines, du cartilage, des tendons et des os. Le sulfate contrôle certaines hormones et aussi l'élimination des déchets toxiques du corps. Les eaux sulfatées sont bonnes pour traiter les affections des reins et de la peau (brûlures, eczémas, cicatrices)

Bicarbonates : Elles contiennent du bicarbonate. Les eaux bicarbonatées qui contiennent également du sodium sont particulièrement indiquées pour les troubles de la digestion (affections gastro-intestinales et hépato-biliaires). Celles qui contiennent également du calcium ont un effet anti-inflammatoire qui agit sur les maladies de la peau. Elles sont indiquées pour le traitement de l'acné et des brûlures.

a.2. Recherche des Halogénures

Fluorure : Les risques pour la santé associés au fluorure dépendent de la durée et du niveau d'exposition. la consommation de niveaux élevés de fluorure pendant une très longue période peut entraîner une fluorose squelettique. La fluorose squelettique est une maladie évolutive, caractérisée par une augmentation de la densité et de la fragilité des os. Dans les cas bénins, les symptômes peuvent inclure de la douleur et des raideurs au niveau des articulations. Dans les cas plus graves, les symptômes peuvent inclure des problèmes de mouvement, une déformation des os et un risque accru de fractures. L'ingestion de concentrations très élevées de fluorure peut entraîner les effets d'une intoxication aiguë : nausées, vomissements, douleurs abdominales, diarrhée, fatigue, somnolence, coma, convulsions et arrêt cardiaque.

Les Chlorures : Elles contiennent du chlorure de sodium et ont un effet stimulant sur la croissance. Elles sont également indiquées dans le traitement des troubles du développement.

a.3. Recherche des métalloïdes

Arsenic : Peut se trouver dans l'eau potable à partir des dépôts naturels ou d'écoulements provenant des installations agricoles, minières et industrielles. La quantité d'arsenic présente dans les réserves d'eau souterraine, comme les puits, est habituellement supérieure à celle que l'on trouve dans les eaux de surface comme les lacs, les ruisseaux ou les rivières. Ainsi sa présence dans l'eau augmente les risques de contracter certains cancers et notamment ceux de : la peau , les poumons, les reins et la vessie

a.4. Recherche des alcalino-terreux

Baryum : Les risques pour la santé associés au baryum dépendent du niveau d'exposition. On a signalé des effets néfastes sur la santé après ingestion de grandes quantités de baryum. Les symptômes peuvent inclure : vomissements, douleurs abdominales, diarrhée, difficultés respiratoires, engourdissement au niveau du visage, et faiblesses musculaires. L'ingestion d'une grande quantité de composés solubles du baryum (pas ceux que l'on trouve habituellement dans l'eau potable) peut entraîner un rythme cardiaque irrégulier, la paralysie ou la mort.

Le Tableau 4, rassemble les normes décrites par l’OMS de chacun de ces éléments dans l’eau.

Tableau4 : Normes établis par l’OMS de chaque élément

Eléments:	Normes :
Baryum	1 mg/L
Arsenic	10 µg/L
Sodium	200 mg/L
Fluorure	1,5 mg/L
Sulfate	250 mg/L
Chlorure	250 mg/L
Nitrate	50 mg/L

a.5. Dureté de l’eau :

Une eau dure est une eau qui contient beaucoup de sels dissous, en particulier des sels de calcium (le bicarbonate de calcium pouvant se transformer en calcaire) et de magnésium; c'est pourquoi la dureté d'une eau est mesurée par sa teneur en calcium et magnésium. À l’inverse, une eau douce est une eau qui en contient peu Il n’y a aucun danger à boire une eau dure lorsqu’on est en bonne santé. Contrairement à ce qui est souvent affirmé, la présence d’ions calcium dans l’eau aurait même tendance à diminuer le risque de formation de calculs rénaux

Cependant, une eau trop dure peut présenter des inconvénients d’utilisation. L’eau dure diminue en effet les propriétés détergentes des lessives et savons qu’il faut utiliser en plus grande quantité. Par ailleurs, son usage en agriculture augmente la concentration de sels dans les sols et favorise leur stérilisation. Enfin, certains sels, en particulier le calcaire, peuvent se déposer, sous une forme solide appelée tartre, sur les parois des canalisations, des ballons d’eau chaude ou des chaudières.

À l'inverse, une eau trop douce est une eau corrosive qui ronge les parois des canalisations favorisant la formation de fuites. Or les bactéries se développent préférentiellement aux points de fuite et de corrosion. En outre, la corrosion augmente la concentration en cuivre, étain ou plomb de l'eau, suivant le matériau dont sont faites les conduites, toutes substances nocives à la consommation. Une eau trop douce est donc une eau qui contribue à la dégradation de la qualité de l'eau dans les canalisations.

a.6. Turbidité :

Une eau turbide est une eau trouble. Cette caractéristique vient de la teneur de l'eau en particules en suspension, associées au transport de l'eau, notamment après la pluie. Au cours de ce parcours, l'eau se charge de quantités énormes de particules, qui troublent l'eau. Les matières, mêlées à l'eau, sont de natures très diverses : matières d'origine minérale (argile, limon, sable...), micro particules, micro organismes...

La turbidité se mesure par la réflexion d'un rayon lumineux dans l'eau. La turbidité est mesurée par un test optique qui détermine la capacité de réflexion de la lumière (l'unité de mesure est le « NFU » - unités néphéométriques). La turbidité maximale fixée par la réglementation française est de 0,5 ou 2 NFU selon les lieux de mesure. En effet elle indique une probabilité plus grande de présence d'éléments pathogènes. Le ruissellement agricole remet en circulation des germes pathogènes et il existe un lien direct entre pluies et gastroentérites.

Par ailleurs, La matière organique associée à la turbidité favorise la formation de biofilms dans le réseau et par conséquent, le développement de bactéries insensibles au chlore notamment.

b. Analyses microbiologique :

Comme il est techniquement impossible de faire l'analyse de tous les pathogènes, on utilise plutôt des indicateurs microbiologiques qui sont en soi sans danger : les bactéries *E. coli* et les bactéries coliformes totales :

b.1. Recherche des Coliformes totaux

Les coliformes totaux constituent un groupe hétérogène de bactéries d'origines fécale et environnementale. En effet, la plupart des espèces de coliformes totaux peuvent se trouver naturellement dans le sol et la végétation. Leur présence dans l'eau n'indique pas une

contamination fécale ni un risque sanitaire, mais plutôt une dégradation de la qualité bactérienne de l'eau. Cette dégradation peut être attribuée, entre autres, à une infiltration d'eau de surface dans le puits.

b.2. Recherche d'E. Coli :

Les bactéries E. coli sont très abondantes dans la flore intestinale humaine et animale, et c'est aussi la seule espèce qui soit strictement d'origine fécale. Les bactéries E. coli sont considérées comme le meilleur indicateur de contamination fécale. Leur présence dans l'eau signifie que cette dernière est contaminée par une pollution d'origine fécale et qu'elle peut donc contenir des microorganismes pathogènes.

5. Demande Chimique en oxygène

La demande chimique en oxygène, ou DCO, est l'un des paramètres de la qualité d'une eau. Elle représente la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder toute la matière organique contenue dans une eau. Cette valeur est obtenue en faisant réagir des échantillons d'eau avec un oxydant puissant (le bichromate de potassium) et s'exprime en milligramme d'oxygène par litre d'eau.

6. Demande en Chlore

En effet, le chlore injecté va réagir rapidement avec des composés oxydables comme le fer et le manganèse, avec l'ammonium pour former des chloramines. La demande en chlore est la quantité de chlore nécessaire pour que le chlore injecté soit entièrement utilisé à la désinfection de l'eau (appelé également détermination du point de rupture ou « break point »).

Partie B :

Synthèse

Expérimentale

Chapitre I : Procédé de traitement du lait.

1. Réception du lait cru

a. Collecte du lait

Les domaines de Douiet, Kouacem, Bouderra et Sid Lkamel assurent constamment, l'approvisionnement de l'unité de production laitière en matière de lait cru, moyennant des camions- citernes :

b. Tests

Le lait frais, collecté au plus tard 72 h après la traite, doit subir des contrôles dès sa réception pour produire un lait de consommation de qualité irréprochable, avec le goût désiré, une belle apparence et une longue conservation, selon les critères suivants, puis stocké à froid ($<5^{\circ}\text{C}$).

Deux tests sont indispensables pour la réception du lait : pH et le Test d'inhibiteur avec l'appareil (Betastar/Delvotest) qui permet de contrôler la présence d'inhibiteurs de coagulation et d'antibiotiques dans le lait.

d. Dégazage

Après traite et collecte dans une baratte ou un tank de réfrigération, le lait peut contenir un certain volume d'air .Ce dernier est introduit dans le lait durant sa manipulation à la ferme et son transport à la laiterie, ceci jusqu'à la réception à la laiterie. D'où la nécessité de faire passer le lait par un éliminateur d'air (dégazeur) avant d'être stocké dans les cuves.

e. Refroidissement et stockage

Après sa filtration et son dégazage, le lait subit un refroidissement à $4^{\circ}\text{C}\pm 2$ afin d'inhiber le développement des germes, puis il est stocké dans des cuves équipées d'agitateurs servant à homogénéiser la température du lait dans le bac.

2. Thermisation et écrémage

a. La thermisation

La thermisation est généralement effectuée à une température située entre 57 et 68 °C pendant 30 s au maximum. Celle-ci tue tous les microorganismes Thermosensibles. La thermisation est souvent utilisée pour améliorer l'aptitude à la conservation avant la

transformation. Le lait thermisé ne doit pas être commercialisé comme lait prêt à la consommation. La thermisation ne remplace en aucun cas la pasteurisation.

Cette opération se déroule en trois étapes :

- Le lait cru entre à une température de 4°C pour passer à 45°C.
- Le lait à 45°C est envoyé à l'écémage puis revient au thermiseur à la même température.
- La température du lait augmente de 45°C à 75°C, mais par la suite elle diminue par contact avec le lait entrant au thermiseur, ensuite on procède à un refroidissement final jusqu'à 4°C par contact de l'eau glacée.

b. L'écémage

L'écémage est une séparation mécanique de la crème et du lait écrémé par des forces centrifuges. La différence de densité entre la graisse du lait ($\sim 0.93 \text{ g/cm}^3$) et le lait écrémé ($\sim 1.035 \text{ g/cm}^3$) est proportionnellement importante, ce qui permet de séparer au moyen d'une écémuse le lait en lait écrémé et en crème.

3. Standardisation

On entend par la standardisation l'ajout des différents ingrédients entrant dans la composition du Mix : la poudre du lait 1% ou 26%, le sucre, le texturant et les arômes (facultatifs). Celle-ci est effectuée avec une installation de standardisation (installation de mélange en continu).

4. Homogénéisation

Le lait est homogénéisé par passage sous pression à travers un petit orifice : obtention de globules de graisse de petite taille et formation d'un état colloïdale stable. Ce traitement donne au lait une saveur et texture plus douces, plus onctueuses pour la même teneur en matière grasse. Une conséquence physico-chimique de l'homogénéisation est qu'elle affecte quelque peu la stabilité des protéines, en ce sens que le lait homogénéisé donnera un caillé fin, mou, plus poreux et perméable. L'efficacité de l'homogénéisation dépend principalement de 3 facteurs :

Température doit être supérieure à 54°C, la pression et le type de valve.

5. Pasteurisation

La pasteurisation est un traitement par la chaleur de certaines denrées alimentaires qui a pour but de détruire :

- La totalité de la flore pathogène quand elle existe
- La presque totalité de la flore banale

En même temps, ce traitement doit altérer le moins possible la structure physique de l'aliment, ses équilibres chimiques et les molécules fragiles telles que les vitamines . Le germe pathogène le plus résistant à la chaleur dans le lait étant le bacille tuberculeux, c'est la destruction de ce dernier qui est pris en compte pour établir les barèmes de pasteurisation deux types de pasteurisation peuvent être pratiqués pour le lait :

- Pasteurisation High Temperature Short Time
- Pasteurisation à haute température instantanément à 95°C ou à 63°C pendant 30 min

Le lait enrichi et traité thermiquement est refroidi à la température de fermentation de 40 °C

6. Conditionnement

L'usine oued nja est équipée de six conditionneuses :

- ✚ Pour le conditionnement du lait , les lebens et les jus 900g on nomme RG Galdi,etVPB
- ✚ pour le conditionnement des jus et yaourts à boire on trouve Serac I et II :
- ✚ pour le conditionnement des yaourts (yaourts en pots) il existe ARCIL I et III

7. Commercialisation

Après leur fabrication, les laits doivent être maintenus à une température maximale de + 6 °C pendant leur transport et leur entreposage, et de + 8 °C lors de la remise au consommateur.

Chapitre II : Contrôle de qualité du lait.

Pour assurer la satisfaction des consommateurs, la chaîne qualité de la filière laitière commence à la ferme et se poursuit à l'usine.

Les critères pour la détermination de la qualité du lait sont la qualité bactériologique (germes totaux) la teneur en cellules somatiques, l'absence de substance inhibitrice

1. Le lait commercialisé

Les critères pour la détermination de la matière grasse sont représentés dans le mode opératoire suivant :

On prélève 11ml du lait à analyser et la place dans un butyromètre.

On rajoute 10 ml de l'acide sulfurique qui a pour rôle de dégrader la matière grasse.

Et 1 ml de l'alcool amylique et fait passer dans une centrifugeuse.

Résultats

M.G= 35g/L

2. Le lait cru

Pour ce dernier, on réalise le test d'inhibiteurs avec un contrôle du pH dans un premier temps ainsi que le test de mouillage réalisé par le cryoscope et dans un second temps on calcul

Résultats :

Mouillage = 1,5%

Chapitre III : Procédés de traitement des eaux.

Le but de traitement de l'eau brute est d'obtenir à la fin une eau ayant les caractéristiques chimiques, physiques et bactériologiques requises pour augmenter la qualité des produits laitiers. Selon son utilisation cette source subit un traitement spécifique qui répond aux exigences

I. Traitements des eaux de puits

1. Désinfection par le chlore

C'est une étape de stérilisation de l'eau par injection à l'aide d'une pompe du chlore sous forme de l'hypochlorite de sodium et ce dans le but de tuer et inactiver les germes pathogènes présents pouvant causer des maladies infectieuses. L'opération de chloration se fait dans des bassins de stockage et la concentration en Cl_2 doit être comprise entre 1 et 3 ppm

2. Filtration au niveau du filtre à sable

Les filtres à sables sont utilisés dans toutes les installations de traitement pour diminuer le taux de turbidité en se débarrassant des matières en suspension contenus dans l'eau de puits

3. Filtration au niveau du filtre à Charbon

Cette filtration est destinée à éliminer le chlore (la présence de ce dernier va empêcher la fermentation lactique). Le principe de l'élimination est basé sur l'adsorption : c'est une rétention des atomes de gaz ou de liquide sur une surface solide. L'efficacité de cette opération dépend du type du charbon utilisé, la durée de son contact avec l'eau et leur surface. La propreté du filtre se base sur la stérilisation par la vapeur de l'eau et un lavage à contre courant par l'eau traitée.

4. Adoucissement :

Le filtre adoucisseur est rempli de la résine échangeuse d'ions qui a pour but de réduire la dureté de l'eau qui peuvent avec une haute température former le tartre et donc causer un dysfonctionnement des tank et des machines

II. Vérification de certains paramètres

a. Physico-chimique

➤ Teneur en Chlore

Ce contrôle consiste à vérifier la teneur en chlore à la fois celle que l'on injecte pour savoir si la pompe fonctionne bien et d'autre part après le passage par le charbon actif

Mode Opérateur :

- ✓ Rincer la cuvette avec l'eau à analyser.
- ✓ Ajouter un volume de 10 ml de l'eau dans la cuvette.
- ✓ Ecraser la tablette d'aluminium DPD N°1 utilisé pour déterminer la teneur en chlore, faire dissoudre dans l'échantillon en agitant.
- ✓ Introduire la cuvette dans le comparateur à livibond.
- ✓ Tourner le disque jusqu'à ce que la couleur soit identique dans les deux compartiments

Résultats : 3.5 ppm

➤ La dureté :

La dureté totale correspond à la concentration des ions Mg^{2+} et Ca^{2+} le contrôle s'avère nécessaire à cette étape pour voir si l'adoucisseur fonctionne comme il se doit

Mode opératoire :

- ✓ Remplir la burette avec de l'EDTA
- ✓ Prélever 100 ml de l'eau à analyser.
- ✓ ajouter 10 gouttes de solution hydroxyde de sodium (0.1N).
- ✓ Rajouter 3 à 4 gouttes du noir d'erichrome.

Résultats = 2.5 °F

b. Microbiologique :

Pour les analyses microbiologiques de l'eau on avait recourt à vérifier 2 éléments majeurs : Les levures et moisissures et les coliformes totaux l'opération se fait selon le mode opératoire suivant :

Dans une pompe filtrante connectée avec des entonnoirs on place la membrane de filtration et on verse un volume d'eau précis on fait pomper le volume d'eau et on collecte la membrane dans un milieu de culture bien déterminé on identifie notre boite de pétri et la laisse étuver pour les coliformes totaux ils sont placés dans des étuves de 30°C et pour les Levures et moisissures dans 25°C après 5 jours d'étuvage on procède à la lecture et tout au long de ce stage l'eau était saine aucune contamination n'a été signalé.

Conclusion

L'eau est une source très importante et constitue un élément majeur dans l'industrie agro-alimentaire. Certains paramètres varient selon son utilisation. Dans ce contexte l'eau, de process, de nettoyage de l'usine Ouad Nja provient des puits. Cependant cette dernière nécessite un traitement rigoureux selon son utilisation.

Le suivi de la qualité des eaux traitées à l'usine est réalisée par des analyses chimiques pour surveiller en permanence, le bon fonctionnement des différents composants de l'installation et de s'assurer qu'on obtient une eau traitée qui répond aux normes spécifiées par la société.

Durant ce stage les résultats obtenus sont encourageants et montrent qu'il y a un bon contrôle des paramètres physico-chimiques. Mais il faut être extrêmement vigilant pour avoir une eau saine de ce fait des recommandations sont à signaler :

A propos des concentrations en chlore résiduel des eaux traitées, il est préférable que l'usine adopte les moyens nécessaires pour mieux contrôler et homogénéiser les teneurs en chlore.

Et en ce qui concerne le processus d'adoucissement, il est recommandé de surveiller en continu la dureté de l'eau traitée par les adoucisseurs afin d'anticiper et de détecter toute détérioration de la situation, pour qu'elle soit réglée le plus vite possible

Des perspectives sont représentées comme suit :

Les analyses doivent être effectuées selon les saisons vu qu'en hiver la pluviométrie augmente ce qui entraîne un ruissellement qui pourra infecter les eaux souterraines. Lors d'une variation remarquable au niveau des résultats des cartes de contrôle sont nécessaires afin de déterminer la source du problème et le résoudre le plus tôt possible.

Sommaire:

Introduction	1
Présentation de la société	2
Synthèse Bibliographique :	
Chapitre I : Généralités sur le lait et ses dérivés	4
Chapitre II : Généralités sur l'eau.....	9
Synthèse Expérimentale :	
Chapitre I : Procédé de traitement du lait	20
Chapitre II : Contrôle de qualité du lait	23
Chapitre III : Procédé de traitement des eaux de puits	24
Conclusion.....	32