



UNIVERSITE SIDI MOHAMED BEN ABDELLAH
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE FES



Projet de Fin d'Etudes

Licence Sciences & Techniques
«BioProcédés, Hygiène & sécurité alimentaires»

**Contribution à la détection des pratiques
frauduleuses dans le lait réceptionné à la
centrale Danone Meknès**

Présenté par :

-Mr. Tarik SAHLAOUI

Encadré par :

-Pr Nadia MAÄZOUZI (FSTF)

-Mr Youness ELKARFADI (Société)

Soutenu le :

Devant le jury composé de :

- Pr N.MAÄZOUZI Encadrant Interne
- Pr S.SEFRIOUI Examineur
- Mr Y.ELKARFADI Encadrant externe

Année universitaire

2018/2019

Remerciements

Au terme de ce travail, je remercie Mr. Youness ELKARFADI, Responsable du laboratoire de collecte centrale Meknès, pour sa disponibilité, son orientation avisée ainsi que pour les conseils qu'il n'a cessé de me prodiguer et qui ont contribué à l'accomplissement de ce travail.

Je remercie également mon encadrante Pr. N.MAAZOUZI, professeur au sein de la FSTF pour avoir accepté de diriger ce travail. Je lui témoigne toute ma reconnaissance pour ses conseils, ses orientations et sa patience.

Pour finir, je tiens à présenter mes vifs remerciements au Pr. S.SEFRIOUI d'avoir bien voulu accepter d'évaluer ce travail.

Pour finir, je tiens à présenter mes vifs remerciements au Pr. L. AARAB Pour ses directives et ses conseils.

Liste des figures

- Figure 1 : organigramme de centrale Danone Meknès **page 6**
- Figure 2 : diagrammes de fabrication de différents produits **page 9**
- Figure 3 : l'analyse d'antibiotiques dans le lait cru **page 16**
- Figure 4 : Courbe de variation de l'ESD en fonction de taux d'eau ajouté **page 23**
- Figure 5 : Courbe de variation de la densité en fonction de taux d'eau ajouté **page 23**
- Figure 6 : Courbe de variation de l'FPD en fonction de taux d'eau ajouté **page 23**
- Figure 7 : Courbe de variation de la MG et TP en fonction de taux d'eau ajouté **page 23**
- Figure 8 : Courbe de variation de l'ESD en fonction de % sucre ajouté **page 26**
- Figure 9 : Courbe de variation de l'FPD en fonction de % sucre ajouté **page 26**
- Figure 10 : Courbe de variation de l'acidité en fonction de % sucre ajouté **page 26**
- Figure 11 : Courbe de variation de l'ESD en fonction de %eau+ sucre ajouté **page 29**
- Figure 12 : Courbe de variation de l'FPD en fonction de %eau+ sucre ajouté **page 29**
- Figure 13 : Courbe de variation de l'ESD en fonction de %sel ajouté **page 31**
- Figure 14 : Courbe de variation de l'FPD en fonction de %sel ajouté **page 31**
- Figure 15 : Courbe de variation de l'acidité en fonction de %sel ajouté **page 31**
- Figure 16 : Courbe de variation de l'ESD en fonction de %sel+ mouillage ajouté **page 34**
- Figure 17 : Courbe de variation de l'FPD en fonction de %sel+ mouillage ajouté **page 34**
- Figure 18 : Courbe de variation de pH en fonction de %soude ajouté **page 36**
- Figure 19 : Courbe de variation de l'acidité en fonction de %soude ajouté **page 36**

Liste des tableaux

- Tableau 1 : Produits commercialisés pour chaque usine **page 4**
- Tableau 2: effectifs titulaires de la centrale Danone de Meknès **page 5**
- Tableau 3 : les propriétés physicochimiques du lait **page 7**
- Tableau 4: composition du lait de vache **page 8**

Abréviations

- ESD : extrait sec dégraisser
- FPD : point de congélation
- MG : matière grasse
- TP : taux de protéines
- °D : degré dornic
- LC : lait cru

Sommaire

<u>Introduction</u>	1
<u>Aperçu sur le secteur laitier national</u>	2
<u>Chapitre I : Présentation de la société</u>	3
I- Généralités.....	3
II- Présentation de la CENTRALE LAITIÈRE MÉKNES.....	4
1. La production laitière.....	4
2. L'agence commerciale.....	5
3. L'usine.....	5
3.1 Effectif.....	5
3.2 Historique	5
3.3 Situation géographique.....	6
3.4 Organisation du personnel.....	6
<u>Chapitre II : Généralité sur le lait, processus de fabrication et contrôle qualité</u>	7
I- le lait.....	7
II- les propriétés physicochimiques du lait.....	7
III- Constituants.....	7
IV- Description du diagramme de fabrication.....	8
3.1 Présentation du diagramme de fabrication.....	8
3.2 Description des étapes du processus.....	9
a) Approvisionnement.....	9
b) Réception, refroidissement et Stockage.....	10
c) Thermisation et Ecrémage	10
d) Pasteurisation du Lait.....	10
e) Conditionnement.....	11
V- Les laboratoires de la centrale laitière	12
A-laboratoire de collection	12
1. Poste du contrôle de la matière première	12
2. Poste de la métrologie	12

B-laboratoire d'usine.....	12
1-Poste du contrôle de la matière première.....	12
2. Poste du contrôle microbiologie	12
3. Poste des analyses organoleptiques.....	12
4. Poste des analyses physico-chimiques.....	12
<u>Chapitre III : Suivi des analyses physico-chimiques du lait cru</u>	13
I- les analyses de stabilité.....	13
1-test alcool	13
2-test RAMSDELL.....	13
II- les méthodes de détection des fraudes dans le lait cru.....	14
1-Recherche d'adjonction des produits alcalins.....	14
2- Recherche d'adjonction de sel dans le lait cru	14
3-Recherche d'adjonction de sucre dans le lait cru.....	14
III- recherche des antibiotiques.....	15
IV- Les analyses physico-chimiques avec le MilKoScan TM FT2.....	16
1. MilKoScan TM FT2.....	16
2. Méthodes officielles.....	17
A. détermination de la teneur en azote (Méthode de Kjeldahl)	17
A.1 détermination de l'azote total : AT.....	17
A.2 détermination de l'azote non protéique : ANP.....	18
B. détermination du taux de la matière grasse de lait.....	19
C. Détermination de l'extrait sec total du lait	20
<u>Chapitre IV : l'évaluation des pratiques frauduleuses dans le lait à la réception et leurs effets sur les caractéristique physico-chimiques du lait (partie résultats)</u>	22
A. Test de mouillage.....	22
B. Test d'adjonction de sucre.....	25
C. Test de mouillage et sucre combiné.....	27
D. Test du sel	30
E. Test du mouillage et sel combiné	33
F. Test de la soude	35
<u>Chapitre V Conclusion générale</u>	36

Chapitre VI : références bibliographique

Annexes

Introduction

Parmi les produits les plus commercialisés, les produits laitiers, grâce à leurs valeurs nutritionnelles et organoleptiques apportées, ont occupé le premier rang avec excellence. De plus le marché laitier marocain a connu ces dernières années un métamorphisme remarquable. La compétitivité ne cesse de s'accroître, obligeant les entreprises de production à redoubler leurs efforts pour améliorer la qualité de leurs produits, et avec le moindre coût possible.

Les analyses physico-chimiques, au niveau du laboratoire de réception des usines laitières, ont une grande importance, soit pour assurer la qualité et la stabilité du lait, voire pour le paiement des éleveurs aussi bien pour la redistribution vers les différentes branches de l'usine (lait pasteurisé, raïbi, desert lacté,...), selon la qualité du lait réceptionné.

En période de demande croissante de produits laitiers (Ramadan comme exemple), l'usine doit se concentrer sur la vérification par des analyses physico-chimiques s'il y'a des tentatives frauduleuses de certains éleveurs qui veulent :

- Augmenter la quantité laitière apportée.
- Améliorer la stabilité du lait (critère pris en compte dans le prix d'achat du lait).
'Des critères pris en compte dans le prix d'achat du lait'

Afin d'évaluer les pratiques frauduleuses dans le lait à la réception le laboratoire de collecte se base sur l'évolution des paramètres physicochimiques de ce lait.

Pour remédier à ce problème, mon sujet porte sur la contribution à l'évaluation des pratiques frauduleuses dans le lait à la réception, ce projet est subdivisé en 5 chapitres ;

- ✓ Présentation de la société
- ✓ Généralités sur le lait,
- ✓ processus de fabrication et contrôle qualité
- ✓ Suivi des analyses physico-chimiques du lait cru
- ✓ Résultats ; Evaluation des fraudes pratiquées au lait réceptionner et leurs effets sur ses caractéristiques physico-chimiques.

Aperçu sur le secteur laitier national

Le lait en général et les produits laitiers sont des éléments nutritifs riches en substances indispensables au corps humain (acides aminés essentiels, vitamines...). Qu'il s'agisse de lait écrémé, 1%, 2%, homogénéisé ou de lait au chocolat ou en poudre on trouve toujours 15 éléments nutritifs essentiels (Protéines, Vitamine A, **B₁₂**, **B₆**, et D, Riboflavine, Niacine, Thiamine, Acide pantothénique, Calcium, Magnésium, Phosphore, Potassium, Zinc et Sélénium). Le lait fournit essentiellement les mêmes éléments nutritifs. Par contre, la teneur en matières grasses varie, ainsi que, le contenu en glucides dans le cas du lait au chocolat par exemple, le contenu en sucre. En outre c'est une boisson désaltérante puisqu'il est composé d'environ 85 % d'eau, et représente donc un grand intérêt diététique notamment pour les pays en voie de développement (notamment le Maroc) qui connaît dans certains cas des problèmes d'équilibres alimentaires.

Une véritable dynamique mondiale s'est instaurée autour du lait et ses dérivés ; elle s'exprime par un essor de la diversité de la qualité de ses dérivés, par exemple la production de fromages a augmenté de 2,5 millions de tonnes en 20 ans (de 1975 à 1995) et frôle aujourd'hui les 12 millions de tonnes. Le Maroc prend pleinement part de ce dynamisme et en 1975 un plan laitier national a été mis en place afin de faire correspondre la production de lait à la croissance démographique. L'objectif principal était d'atteindre l'autosuffisance alimentaire en lait. Actuellement, la production laitière est de l'ordre de 1,37 milliards de litres avec un accroissement annuel de 7%, ceci grâce à l'amélioration qu'a connu le secteur d'élevage en terme de la sélection génétique des races, l'intensification par le biais de l'alimentation, la coordination entre les éleveurs et la croissance des unités laitières qui consomment des quantités importantes de la production laitière (transformation et commercialisation).

Chapitre I : Présentation de la société.

I- Généralités

Centrale Danone, anciennement Centrale laitière, est une entreprise marocaine filiale de la multinationale française Danone, spécialisée dans les produits laitiers.

Créée dans les années quarante, la société est pionnière de l'industrie laitière au Maroc. Dès 1953, l'entreprise devient partenaire du groupe Danone, référence mondiale avec qui elle partage le savoir-faire. La société est spécialisée dans l'agro-alimentaire, plus précisément dans le secteur laitier. Son capital s'élève à 94.200.000 MDH et son introduction en bourse s'est fait le 07/10/1974. L'entreprise est pionnière dans ce secteur et monopoliste environ 60% du marché. Elle travaille sous licence obtenue du groupe mondial «GERVAIS-DANONE», ce qui lui permet d'utiliser les processus protégés de ce groupe et d'apposer leur marque sur les produits de l'usine, celle-ci étant un gage certain de qualité.

Identification de la société :

Forme Juridique: SA (Société anonyme)

Date de constitution: 14 décembre 1973

Siège: 191, boulevard sidi Mohamed ben Abdellah, tour Crystal 1, niveau 2 et 3, casablanca Marina, bourgogne casa.

Ville : Casablanca

Président : M. Anas ARHBAL

Directeur Général : M. Didier Lamblin

Produits commercialisés : Lait et ses dérivés

Marques commerciales : DANONE, CENTRALE DANONE

Marché desservi: Local

Tél : 05 38 90 02 90

Fax : 05 38 90 02 09

Capitale: 94 200 000 Dhs

Site internet: www.centraledanone.com

La centrale laitière dispose de quatre usines avec des agences commerciales dans les villes d'El Jadida, Salé, Meknès, Fkih Ben Saleh et de sept autres agences commerciales couvrant les villes de Tanger, Casablanca, Safi, Marrakech, Agadir, Kenitra et Fès. Les agences commerciales de la CENTRALE LAITIERE assurent la distribution dans l'ensemble du territoire national avec un parc d'environ 200 camions qui parcourent près de 10 millions de kilomètre par an afin d'assurer l'approvisionnement régulier du marché en produits laitiers.

Gamme de produits :

Tableau1 : Produits commercialisés pour chaque usine

Usine	Produits	Marques
FQIH BEN SALEH	Le lait pasteurisé	Centrale
SALE	Les yaourts	Danone, Passion, Dan'up.
EL JADIDA	Le lait pasteurisé- Le Lait UHT - Le lait fermenté- Le beurre - Le lait en poudre.	Centrale, Salim, Assiri.
MEKNES	Le lait pasteurisé Les fromages frais Les desserts lactés	Centrale, Jockey, Danino, Danette, Dany, Raibi

Dans le but de dominer le marché et de mieux le maîtriser en devenant plus compétitive, la société suit la stratégie des **5S** (une stratégie qui consiste à organiser et à maintenir les postes de travail propres afin d'augmenter la qualité et la productivité):

SEIRI : Supprimer/ôter.

SEITON : Situer/ranger.

SEISO : Scintiller-Faire-désencrasser.

SEIKETSU : Standardiser/réglementer.

SHITSUKE : Suivi dans le temps/enraciner

II- Présentation de la CENTRALE LAITIÈRE MÉKNES

Comme les autres sites de Centrale Laitière, celui de Meknès devrait participer efficacement aussi bien à l'amélioration de la situation économique et sociale d'éleveurs qu'à la satisfaction des besoins des consommateurs en produits laitiers. La centrale laitière - Meknès se compose de trois départements principaux : Production laitière; usine (transformation), agence commerciale.

Ces trois unités sont autonomes et dépendent successivement de la direction de production (amont laitier), de fabrication et celle commerciale au niveau du siège à Casablanca. C'est pour cette raison qu'ils sont traités séparément.

1. La production laitière :

Le service « production laitière » s'occupe du ramassage du lait cru des différentes coopératives de la région du Gharb, Lksser, Hajeb, Alal Tazi, Tifelt, Larach,... Une préoccupation parallèle de ce service est le développement de la production laitière en termes de qualité et de quantité. En effet, pour atteindre ce but, un encadrement est assuré par chaque subdivisionnaire aux différents éleveurs faisant partie de sa division. Une division constitue, pour sa part, une partie de la zone globale qui est soumise au pouvoir du chef de zone. La mission d'encadrement se manifeste dans la sensibilisation et l'incitation des Éleveurs à l'amélioration de la qualité de leur lait en leur apportant l'aide et le soutien nécessaires.

2. L'agence commerciale :

Parmi les 11 agences commerciales de la Centrale Laitière, l'agence de Meknès constitue un véritable réseau de distribution. Elle est le principal distributeur des produits fabriqués par l'usine. Toutefois, ne se limitant pas à la distribution des produits provenant des usines de la Centrale Laitière, l'agence assure aussi la distribution des produits «Gervais Pingouin» et «Danone». A l'instar des autres agences commerciales, celle de Meknès est liée directement au siège de la Centrale Laitière (indépendante de l'usine). Grâce à sa force de vente, constituée principalement de chauffeurs vendeurs, elle fait parvenir ces produits aux différentes zones de la ville de Meknès et ses régions. Leur mission consiste à la distribution des différents produits finis.

3. L'usine :

L'usine s'occupe de la fabrication des commandes selon un programme de fabrication préalablement défini et dans les meilleures conditions de qualité.

3.1 Effectif

Le tableau suivant nous donne l'ensemble des effectifs titulaires de la Centrale Laitière de Meknès l'année de 2012.

Tableau 2: effectifs de la centrale Danone de Meknès

Cadres	5
Maitrises	12
Employés	70
Ouvriers	35
Occasionnels inscrits	28
Total	150

L'horaire de travail ; 24h/24h, 7j/7j, avec trois shifts mais pour les postes administratifs de 9h à 16h30min.

3.2 Historique:

- En 1985 : démarrage de l'usine (lait pasteurisé 50T/J)
- En 1992 : Transfert de l'activité fromage à l'usine
- En 1997 : Démarrage de la fabrication des desserts lactés (Dany)
- En 2003 : Certification usine Meknès par ISO 9001/Version 2000
- En 2010 : Transfert du projet RAIBI JAMILA de salé à Meknès
- En 2012 : Audit ISO 22000 et WISE (Working In Save Environnement)

3.3 Situation géographique:

Situé à 140 Km de Rabat et à 60 Km de Fès, en bordure du Moyen atlas, Meknès est une ville d'environ 740 000 habitants. C'est une ville prospère qui bénéficie d'un certain dynamisme économique. Entourée par les plaines fertiles qui précèdent le massif du Moyen atlas, la région de Meknès tire essentiellement ses ressources de l'agriculture. C'est donc très logiquement que la Centrale s'est implantée dans l'agglomération rurale de sidi Slimane Moule El Kifane à une dizaine de kilomètres de Meknès. La localisation de l'usine s'explique donc par le fort potentiel de production de lait de la région, par les facilités de transport mais aussi par la position stratégique de Meknès, très proche de Fès, kénitra, et il constitue aussi une porte vers le Sud et l'Est du pays (certaines tournées vont jusqu'à Midelt ou Arfoud).

3.4 Organisation du personnel: La répartition du personnel de la Centrale Laitière est représentée sur l'organigramme suivant :

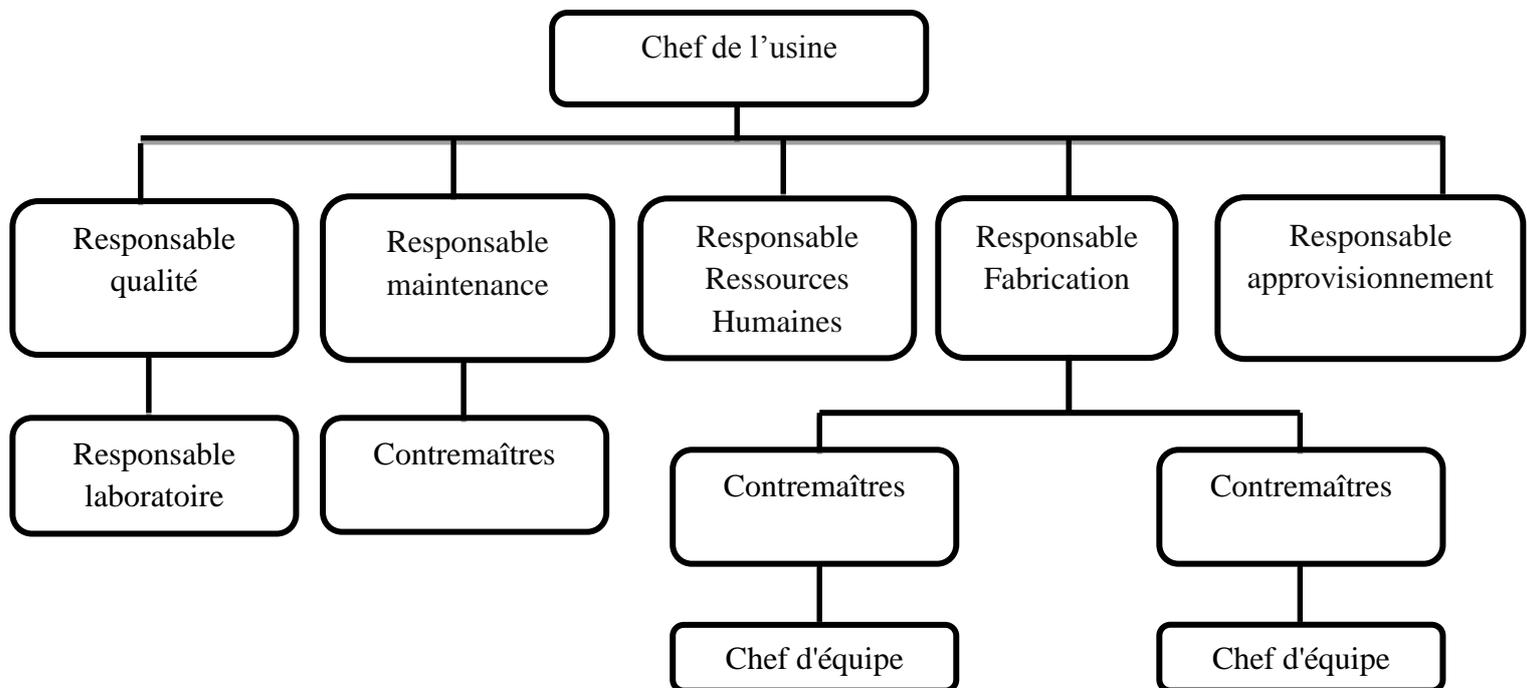


Figure 1 : organigramme de centrale Danone Meknès

Chapitre II : Généralités sur le lait, processus de fabrication et contrôle qualité.

I- Le lait

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 avant qu'ils puissent digérer d'autres types d'aliments. Le lait en début de lactation contient le colostrum, qui porte les anticorps de la mère afin de réduire le risque de nombreuses maladies chez le nouveau-né.

III- les propriétés physicochimiques du lait (centrale Danone, les propriétés physicochimiques du lait de vache, à 20°C, 2018)

Le tableau ci-dessous regroupe les propriétés physicochimiques du lait

Tableau 3 : les propriétés physicochimiques du lait

Densité du lait à 20°C g/l	1,028-1,034
Densité de lait écrémé g/l	1,035-1,036
Densité de la matière grasse g/l	0,92-0,94
Point de congélation C°	0,530-0,555
PH à 20°C	6,6-6,8
Acidité titrable °D	14-17 °D
Activité de l'eau à 20°C	0,9

IV- Constituants (centrale Danone, composition du lait de vache, 05/2016)

Le tableau ci-dessous regroupe l'ensemble des constituants majeurs et mineurs du lait.

Tableau 4: composition du lait de vache

<u>Constituant majeur</u>	<u>Composition moyenne</u>
Eau	86,9%
Matières grasses	3,9%
Protéines et composés azotés non protéiques	3,2%
Glucides	5,1%
Matières salines	0,9%
<u>Constituants mineurs :</u>	
Enzymes, vitamines, Pigments (carotènes, xanthophylles, riboflavine)	
Cellules, diverses (cellules épithéliales, leucocytes, bactéries, levures, moisissures)	
Éléments divers (bioxyde de carbone, oxygène, azote et autres gaz)	
Matières étrangères	

V- Description du diagramme de fabrication

3.1 Présentation du diagramme de fabrication

L'usine de Meknès possède quatre chaînes de production différentes, spécialisée chacune, dans des produits donnés: lait pasteurisé (pour le lait frais 500ml), fromage frais (les produits « DANINO » et « JOCKEY »), desserts lactés (le produit « DANETTE » et drinks RAIBI JAMILA). Figure 2



Figure 2: les produits de la Centrale Danone Meknès

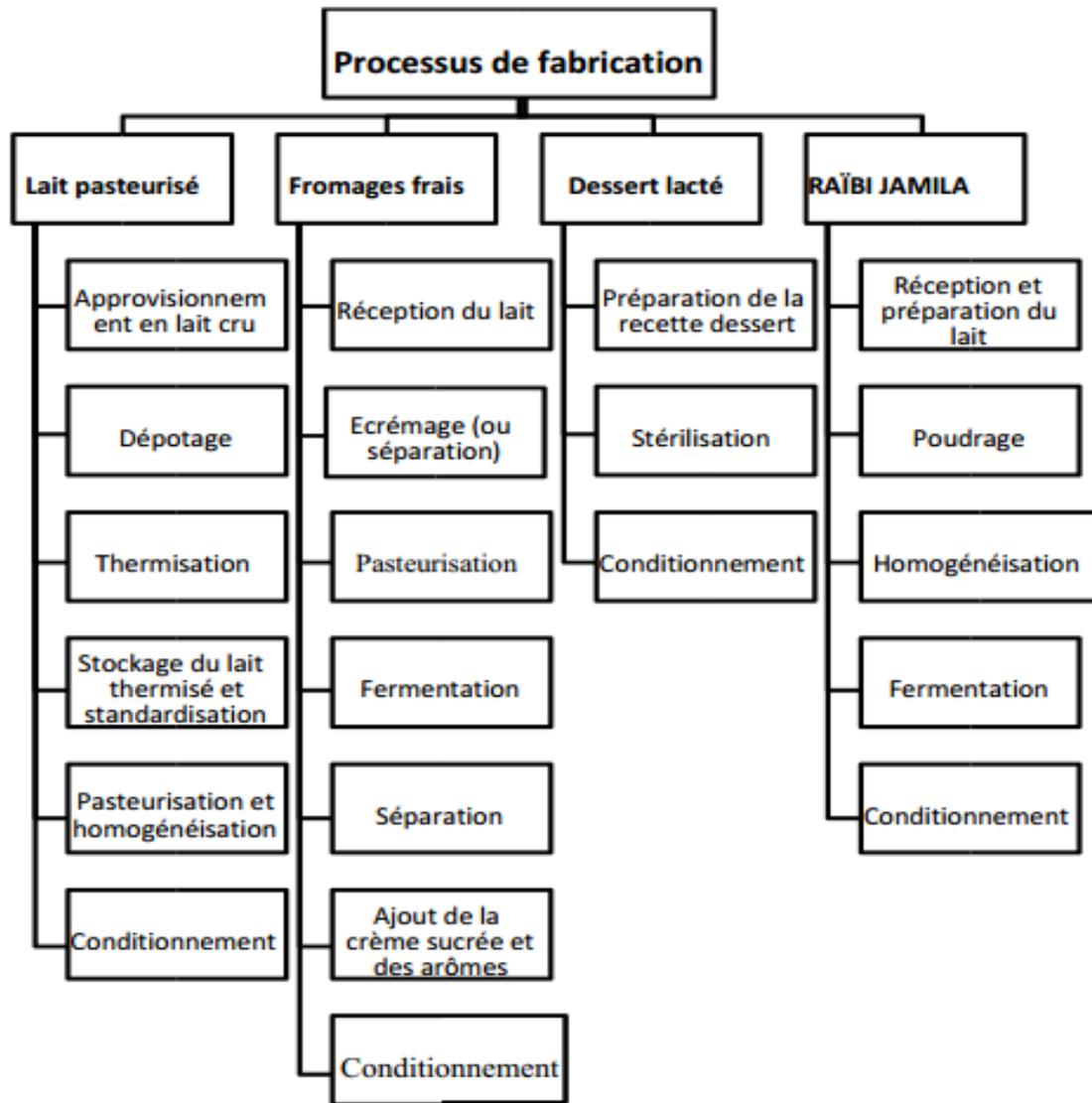


Figure 3 : diagrammes de fabrication de différents produits laitiers

3.2 Description des étapes du processus

a) Approvisionnement

Cette tâche est assurée par le service *Production laitière* ; il s'occupe du ramassage du lait cru des différentes coopératives de la région de Gharb et Sais. Une préoccupation parallèle de ce service est le développement de la production laitière en terme de qualité et de quantité.

En effet, pour atteindre cela, un encadrement est assuré par chaque subdivisionnaire aux différents éleveurs faisant partie de sa division. Une division constitue, pour sa part, une partie de la zone globale qui est soumise au pouvoir du chef de zone. La mission d'encadrement se manifeste dans la sensibilisation et l'incitation des agriculteurs à l'amélioration de la qualité de leur lait en leur apportant le soutien et l'aide nécessaires.

b) Réception, refroidissement et Stockage

Réception :

Chaque jour, le lait cru est ramené au site dans des camions-citernes contenant 4 à 5 compartiments de capacité différente :

- Huit citernes à quatre compartiments, chaque citerne peut contenir 25000 (l) de lait.
- Une citerne à quatre compartiments, avec une capacité de 16000 (l) de lait.
- deux citernes à deux compartiments, chacune peut contenir 15000 (l) de lait.

Avant de les dépoter, le chauffeur présente au responsable de la réception un bon de livraison dans lequel il a mentionné : le N° de bon, N° de citerne, N° de chauffeur, heure d'arrivée et le poids des citernes à l'entrée et à la sortie ; à ce moment-là, le responsable prend des échantillons de chaque compartiment pour effectuer les analyses physico-chimiques (ATB, acidité, test d'alcool, extrait sec, matière grasse...). Si le lait est conforme, l'opérateur passe au dépotage. Le lait sera ensuite débarrassé des substances volatiles (malodorantes) en passant dans un dégazeur, puis il est aspiré par une pompe centrifuge et passe par un compteur volumétrique tout en traversant un filtre qui retient les impuretés macroscopiques : cheveux, poils, poussière...

Refroidissement

Pour freiner la prolifération microbienne, on amène le lait à une température de 4°C en utilisant un échangeur à plaques à contre-courant où l'eau glacée entre à 0°C et le lait à 17°C puis on le stocke dans des tanks isothermes équipés d'un agitateur qui empêche la formation de la crème. La capacité de stockage de lait cru est de l'ordre de 420 000 litres.

c) Thermisation et Ecrémage

le lait qui est initialement à une température de 4 à 8 °C passe à 80 °C pour assurer la destruction d'une bonne proportion de micro-organismes en vue de garder le produit à un niveau bactériologique acceptable en attendant son utilisation. À cette fin, on fait passer le lait cru dans un thermiseur à plaques.

Le thermiseur est composé de trois sections :

- section de préchauffage permettant la récupération de la chaleur du lait chaud par un circuit lait froid / lait chaud, le lait ressort ainsi à 45°C.
- section où la température du lait est augmentée jusqu'à 80 °C par de l'eau chaude.
- section de refroidissement du lait, qui a déjà perdu une quantité de son énergie dans la première section, par l'usage de l'eau glacée. Cette étape se fait après l'écémage, la température atteint 6°C.

Après avoir préchauffé le lait à une température de l'ordre de 45°C, on procède à l'écémage. C'est une opération de séparation mécanique moyennant une centrifugeuse qui permet, d'une part, l'élimination des impuretés suspendues dans la solution et d'autre part, l'isolation de la crème du lait écrémé.

d) Pasteurisation du Lait

Le service de production du lait pasteurisé utilise une homogénéisation partielle, autrement dit, seule la crème est traitée. Le choix de ce système est dû au fait qu'il peut fonctionner avec un homogénéisateur plus petit et consomme donc moins de puissance électrique, tout en assurant un effet d'homogénéisation satisfaisant.

L'homogénéisation a pour objectif le fractionnement des globules gras et la stabilité de l'émulsion de matière grasse, afin d'éviter la séparation par gravité. Ce qui permet d'obtenir à la fin de l'homogénéisation, un lait doté d'une texture plus fine, plus homogène. En effet, cette opération se traduit par de nombreux avantages :

- Des globules gras plus petits, n'entraînant pas la formation d'une couche de crème ;
- Une couleur plus blanche et plus appétissante ;
- Une réduction de la sensibilité à l'oxydation ;
- Un goût plus affirmé et une meilleure sensation en bouche ;
- Une stabilité supérieure des produits à base de lait fermenté.

Le lait homogénéisé et thermisé à 88°C est ensuite refroidi à 4°C, dans la section de refroidissement du thermiseur, pour être renvoyé aux tanks de stockage. Le lait est aspiré par une pompe vers un bac de lancement équipé d'un flotteur qui maintient le niveau constant du lait (régulateur). Ce lait passe à un traitement thermique adéquat nommé : la pasteurisation. La pasteurisation est un traitement thermique qui vise à détruire les germes pathogènes et à réduire la flore totale ; Il s'agit d'un échangeur à plaques rectangulaires disposées verticalement et serrées les unes contre les autres par des joints qui assurent une bonne circulation en contre-courant du lait cru et l'élément chauffant (eau chaude) et un chambreur. Le chambreur est un tube calorifuge dont le volume permet, selon le débit, de maintenir la température de pasteurisation durant le temps nécessaire, selon l'équation suivante : $Q = V / T$ avec : Q : débit, V : volume et T : temps.

L'échangeur est constitué de trois sections :

- La section de récupération de chaleur
- La section de chauffage
- La section de refroidissement

e) Conditionnement

L'emballage formant l'unité est entraîné par un moteur en arrière de la machine. Au fur et à mesure que le film se soude, le lait remplit l'emballage et la machine réalise les soudures finales pour avoir un lait conditionné dans des briques ou des berlingots étiquetés selon ses caractéristiques nutritionnelles et sa date limite de consommation à la fin du procédé.

Le produit fini est ensuite déposé dans la chambre froide à une température de 4 à 6°C où il reste moins de 24h à fin d'être distribué aux commerçants et autres.

Au cours du conditionnement, on envoie un échantillon au labo pour l'analyse afin de vérifier la conformité du lait pasteurisé.

Ce dernier doit répondre aux normes physico-chimiques suivantes (centrale Danone Meknès ; les normes physico-chimiques de lait pasteurisé, 2018/2019

- ESD (extrait sec dégraissé) = 89g/l ou entre (88-95) g/l
- MG (matière grasse) = 35 g/l ou entre (30-45) g/l
- Acidité = 15°C ou entre (14-17) °D
- TP (taux de protéines) = 30 g/l ou entre (25-34)

- Test ébullition : négatif ...

V- Les laboratoires de la centrale laitière

A-laboratoire de collecte

1-Poste du contrôle de la matière première

Assure à la réception, le contrôle de la qualité de la matière première (le lait) destinée à la fabrication.

2-Poste de la métrologie (au niveau laboratoire collecte et usine)

Son rôle est la mise en place d'une gestion adéquate des équipements notamment par la vérification, l'étalonnage et le raccordement des étalons de l'usine aux étalons calibrés et certifiés par un organisme national ou international afin de garantir la fiabilité des mesures.

B- Laboratoire d'usine

1-Poste du contrôle de la matière première

Assure à la réception, le contrôle de la qualité de la matière première destinée à la fabrication (ingrédients, emballages, arômes et les lessives).

2. Poste du contrôle microbiologie

Du fait que le lait et ses produits dérivés constituent un milieu très favorable pour le développement des bactéries, levures et moisissures. Un suivi microbiologique est donc indispensable.

Des tests microbiologiques sont effectués sur le produit fini et les produits intermédiaires à toutes les étapes de la fabrication ; ainsi, les germes totaux sont recherchés sur les produits non fermentés (laits pasteurisés, crèmes, sirops et fruits), les levures et les moisissures sont recherchés sur tous les produits excepté le lait pasteurisé et enfin les coliformes sur tous les produits sans exception.

3. Poste des analyses organoleptiques

Le lait pasteurisé, les desserts lactés et les fromages, sont soumis aux analyses suivantes ; Les tests concernant le goût, l'aspect et la consistance, et aussi des analyses d'acidité, taux d'extrait sec, taux de matières grasses et viscosité.

Ces analyses sont faites à jour j+1 par les méthodes officielles, et à la fin, une note globale est donnée au produit fini.

N.B : Ces mêmes tests sont refaits à la date de péremption du produit

4. Poste des analyses physico-chimiques (au niveau laboratoire collecte et usine)

Plusieurs tests et analyses sont effectués à tous les niveaux de la fabrication depuis la réception du lait jusqu'au produit fini:

- Acidité titrable
- L'acidité potentiométrique
- Stabilité aux alcools
- Etc

Chapitre III : Suivi des analyses physico-chimiques du lait cru

I- Les analyses de stabilité

1-Test alcool

Principe

Il existe une corrélation directe entre la stabilité des protéines du lait aux traitements et leur stabilité à des concentrations plus ou moins élevées d'alcool.

Le test alcool consiste à observer si le mélange à volume égal lait /alcool provoque ou non une floculation des protéines.

Mode opératoire

- Dans un tube à essai propre et sec, on verse 2ml de lait
- On ajoute le même volume d'alcool au degré voulu (**annexe 1**)
- On agite au vortex pendant 1 min et on observe le mélange en comparant avec le témoin.
 - ✓ Si le lait coagule dans le tube. Le test est positif
 - ✓ S'il y'a pas de coagulation dans le tube, le test est négatif

Calibration et maintenance

Chaque équipement doit avoir une fiche de vie et un procès-verbal (Optifix, alcoomètres) comme traçabilité de son : étalonnage, calibration, qualification, maintenance...

2-Test RAMSDELL

Principe

On déstabilise les protéines du lait par action simultanée d'un ajout de phosphate mono potassique et de la température (100°C).

Il existe une corrélation avec des traitements thermiques à + de 100°C et le test RAMSDELL.

Mode opératoire

- On prépare une série de tubes contenant des quantités croissantes de la solution KH_2PO_4 ; 0,8, 0,9, et 1ml.
- On introduit dans un tube 10ml du lait.
- On prépare un tube témoin contenant 10ml du lait
- Le test est réalisé en premier lieu avec le volume de KH_2PO_4 le plus élevé (1,1, 1, 0,9, 0,8 ...ml). (**annexe 2**)
- Après agitation On place les tubes dans un bain marie à ébullition pendant 10min. On refroidit sous courant d'eau froide et on procède à l'observation.
- S'il est positif, on refait le test avec un volume de KH_2PO_4 de degré moindre, ainsi de suite jusqu'à on définit le volume qui donne une réaction négative.

- Si :
 - ✓ Le lait coagule dans les tubes, le test est positif, donc le lait n'est pas stable.
 - ✓ Il y'a pas de coagulation dans les tubes, le test est négatif, ce qui renseigne sur la stabilité du lait.

II- Les méthodes de détection des fraudes dans le lait cru

1-Recherche d'adjonction des produits alcalins dans le lait cru

Objectif

Le technicien doit faire les analyses de test fraude des produits alcalins pour déterminer s'il y a adjonction des produits alcalins (en particulier la soude NaOH).

Mode opératoire

- On prélève 2ml de lait dans un tube.
- On ajoute 2ml d'alcool 96°
- On ajoute 2 gouttes de solution d'Acide Rosalique, puis On agite le mélange.
- Si ;
 - ✓ Coloration rose + présence de coagulation, test positif, présence d'alcalin. Donc présence de fraude.
 - ✓ Coloration orange + absence de coagulation, test négatif, absence d'alcalin. Donc absence de fraude. (**Annexe 3**)

2- Recherche d'adjonction de sel dans le lait cru

Objectif

Ce test est spécifié pour contrôler la fraude d'adjonction du sel dans le lait cru de toutes les citernes de l'usine.

Mode opératoire

- On introduit 5ml de solution nitrate d'argent (! produits corrosif) dans un tube.
- On ajoute, dans le même tube, 2 gouttes de solution chromate de potassium.
- On agite l'ensemble jusqu'à apparition de coloration marron.
- On ajoute 1ml de lait à analyser, puis On agite le mélange.
- Si ;
 - ✓ Il y a coloration jaune de mélange le test est positif il y a présence de sel. Donc il y'a fraude.
 - ✓ Le mélange garde le couleur (marron) le test est négatif il y'a absence de sel. Donc absence de fraude. (**Annexe 4**)

3-Recherche d'adjonction de sucre dans le lait cru

Objectif

Ce test est spécifié pour contrôle des fraudes sucre dans le lait cru de toutes les citernes de l'usine.

Mode opératoire

- On mélange l'échantillon de lait à tester, puis On prélève 1ml et le mettre dans le tube à essai.
- On ajoute au tube 2ml de la solution diphénylamine (! produits toxique, par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée).
- On porte le tube au bain marie bouillant pendant 1min30sec.
- Si ;
 - ✓ Coloration blanche ou noire de mélange le test est positif il y a présence de sucre. Donc présence de fraude.
 - ✓ Coloration grisâtre ou absence de coloration le test est négatif il y'a absence de sucre. Donc absence de fraude. (Annexe 5)

III-Test d'antibiotique (test BetaStar 4D)

Objectif

La détection des résidus d'antibiotiques dans le lait cru à la réception.

Equipement

- ✓ poly-pipette
- ✓ flacon en plastique
- ✓ le kit
- ✓ support bandelette
- ✓ Accuscan®gold

Mode opératoire

- A l'aide de poly-pipette, on prélève 0.3ml du lait et on le transvase dans un flacon en plastique.
- On placer le flacon dans l'incubateur et on mit le kit dedans puis on clique sur le bouton 'RESET', la durée d'incubation est 10min.
- Après 10min l'incubateur clignote, on lit la bandelette à l'aide du support bandelette, avec le lecteur **Accuscan®gold** dès que l'incubation est terminée.
- Cliquer sur 'tester', on fait entré l'identification d'échantillons à analyser et On clique sur ok, puis On cliquer sur 'tester' pour lire la bandelette.

Si ; - le résultat s'affiche en vert le test est négatif (absence d'antibiotiques).

- le résultat s'affiche en rouge le test est positif (présence d'antibiotiques).

(Annexe 6)

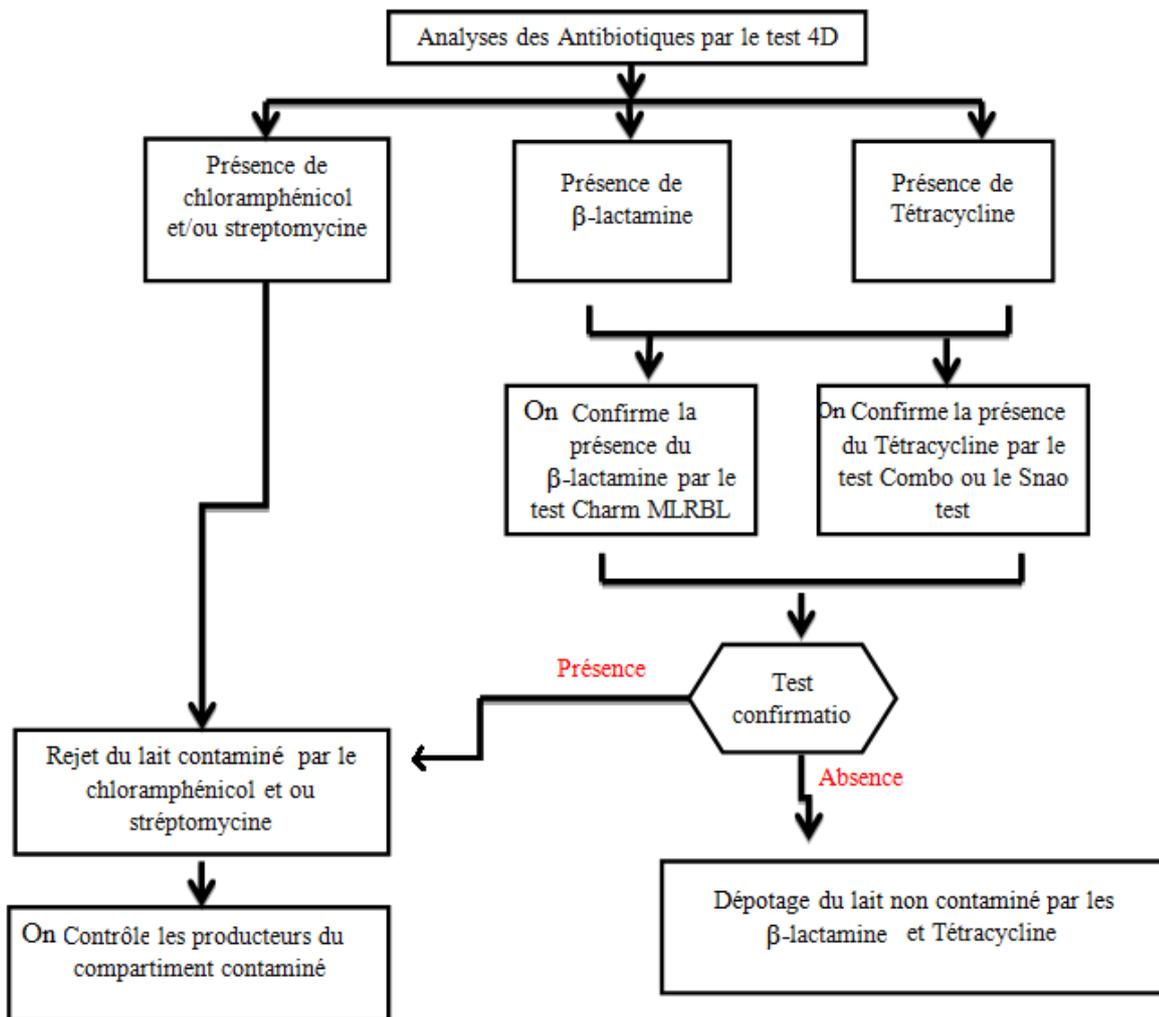


Figure 4 : l'analyse d'antibiotiques dans le lait cru

IV-Les analyses physico-chimiques avec le MilKoScanTMFT2

La majorité des analyses physico-chimiques effectuées au sein de la Centrale Laitière, sont réalisées à l'aide de MilkoScanTMFT₂, qui permet de faire plusieurs analyses dans un temps court (30seconds), mais du fait du nombre élevé d'échantillons analysés par jour, l'appareil tend à perdre sa précision d'analyse, d'où la nécessité des méthodes officielles qui assurent la validation du bon fonctionnement d'appareils, de temps à autre.

1. MilKoScanTMFT2

Est un analyseur destiné au contrôle de production, au contrôle des produits finis et au prix à payer pour chaque type de lait réceptionné. Il a spécialement été développé pour mesurer les matières premières et produits laitiers finis en un minimum de traitement des échantillons. De plus, il a été conçu pour être installé dans un environnement de production. Il donne les résultats des analyses (la Matière grasse, le taux des protéines, l'extrait sec total et dégraissé, l'acidité, le point de congélation du lait ...) après 30 secondes, pour chacun de ces paramètres est associée une méthode officielle. (Annexe 7)

2. Méthodes officielles

Les méthodes officielles sont des analyses effectuées au sein du laboratoire. Etant considérées comme références, ces analyses assurent la validation du bon fonctionnement des appareils d'analyses utilisés par la société (MilkoScan, FoodScan,...) et permettent de réaliser un plan de surveillance de leurs états fonctionnels. Ces analyses sont les suivantes :

A. Détermination de la teneur en azote (Méthode de Kjeldahl)

Terme et définition

La teneur en azote : fraction massique d'azote déterminée suivant le mode opératoire décrit dans la présente partie de l'ISO 8968/FIL 20-3. La teneur en azote est exprimée en pourcentage par masse.

Principe

Dans un produit biologique (lait, sérum...) l'azote peut se trouver sous forme minérale et organique (protéines, phospho-amino-lipides...) ; pour le doser dans sa totalité, il faut détruire les composés organiques de manière à obtenir tout l'azote sous une même forme minérale. On effectue pour cela une minéralisation. L'azote est ensuite dosé par dosage acide-base.

A.1 Détermination de l'azote total : AT

Réactifs

- ✓ Acide sulfurique (95% à 98%) de densité 1.84 (! provoque des brûlures de la peau).
- ✓ Catalyseur en pastille (catalyseur Kjeldhal).
- ✓ Solution d'hydroxyde de sodium (40 g / 100 ml) (! brûle la peau+ lésions oculaires)
- ✓ Solution d'acide borique 40g/l. (à 40 g / 100ml) (! nocif par ingestion et inhalation).
- ✓ Acide chloridrique 0.1N.
- ✓ Tryptophane ou hydro chlorure de lysine ; pureté minimale de 99%.
- ✓ Sulfate d'ammonium : pureté minimale de 99.9%.
- ✓ Saccharose : n'excédant pas 0.002% d'azote.
- ✓ Agent anti mousse à 30% dans l'eau.
- ✓ Solution de peroxyde d'hydrogène à 30%.

Equipement

- Bain-marie de (38-40°C).
- Appareil de digestion muni d'un bloc de chauffage et d'un système de récupération de fumée.
- Tube de minéralisation (Matra) de 250ml.
- Collecteur de sortie d'une modèle approprié pour les tubes de minéralisation.
- Une hotte.
- Bêcher ou pot.
- Eprouvette graduées de 50ml.
- Appareil de distillation muni d'un système d'injection de soude et d'évacuation des résidus de la distillation relié à un système de condensation et récupération de l'ammoniac.
- Balance analytique.
- Entonnoir
- Potentiomètre
- Distributeur de 5ml, 10ml, 20ml.
- Fioles coniques de 250ml.
- Burette de 250ml.
- Burette de 25ml avec précision de 0.01ml

Préparation de l'échantillon

On chauffe l'échantillon à une température comprise entre 38°C et 40 °C dans le bain Marie. On laisse refroidir l'échantillon à température ambiante et on le mélange immédiatement avec délicatement avant de peser la prise d'essai.

A.2 Détermination de l'azote non protéique : ANP

Réactifs

- Acide trichloracétique 15% (15g d'acide trichloracétique dans 100ml d'eau).
- Acide chloridrique 0.01 mol/l
- Acide sulfurique (95% à 98%), densité 1.84.
- Catalyseur en pastille (catalyseur kjeldhal).
- Solution d'acide borique 40g/l.

Equipement

- bain Marie de 38°C±2°C.
- fiole conique, d'une capacité de 125ml
- pipette, d'une capacité de 10ml et 20ml entonnoir en verre, de 75mm de diamètre
- bécher, d'une capacité de 50ml.

Préparation de l'échantillon

- On chauffe l'échantillon à 38±1°C en agitant délicatement par retournement.
- On pèse 10ml±0.1ml dans une fiole conique.
- On ajoute 40g±0.005g d'acide trichloracétique (15%) puis on agite par un mouvement de rotation (permet de coaguler les protéines du lait).
- On laisse reposer 5min.
- On filtre le contenu.
- On agite et on pèse dans une balance à 0.1mg, 20g du filtrat dans un bêcheur de 50ml.
- On transvase dans un tube de minéralisation propre et sec (Matra), puis on repese le pot vidé et on calcule la prise d'essai réelle.

L'échantillon est d'abord minéralisé en milieu très fortement acide et à chaud. Dans ces conditions, les composants élémentaires des protéines (C, N, H, O) sont transformés en CO₂, H₂O et NH₄. Des molécules telles que nitrates, nitrites, dérivés cyanés, alcaloïde ne donnent pas d'ammoniac dans ces conditions. L'ammoniac est ensuite dosé soit directement après neutralisation soit après entraînement à la vapeur d'eau.

Minéralisation

Est réalisée dans des matras en présence d'acide sulfurique concentré (36N), de catalyseur (Cu, TiO₂) et parfois d'autres composés chimiques (acides ou oxydants) ;



Dosage de l'ammoniac

Alcalinisation et distillation de l'ammoniac ;

- Le minéralisât est neutralisé puis alcalinisé par de l'hydroxyde de sodium ;



- L'ammoniac est analysable par acidimétrie directement (acide borique) ou en retour (acide sulfurique) dans le laboratoire de Centrale laitière en s'intéressant à l'acidimétrie directement. L'ammoniac est entraîné par de la vapeur d'eau et fixé dans

de l'acide borique contenant un indicateur coloré (vert de bromocrésol – rouge de méthyle ; indicateur de Conway) ;



- Le borate d'ammonium est ensuite dosé par de l'acide sulfurique de titre connu ;



Ce dosage est réalisé dans des appareils type Parnas et Wagner plus ou moins automatisés, la distillation est directement effectuée dans les matras et l'introduction des réactifs ainsi que la vidange sont automatiques.

Dosage de l'ammoniac par titrimétrie ;

L'ammoniac sous la forme de borate d'ammonium est titré directement à l'aide d'une solution standardisée d'acide, tel HCl, H₂SO₄, et d'un indicateur :

On fait un blanc en mettant tous les réactifs sauf l'échantillon, pour soustraire l'ammoniac contenu dans les réactifs de l'ammoniac contenu dans l'échantillon.

Formule pour détermination de l'azote total ;

$$\text{AT} = [0.1 \times 14.007 (V_a - V_b)] / m$$

- AT : Azote total.
- V_a : volume d'HCl 0.1N ou H₂SO₄ 0.1N, utilisé pour le titrage de l'échantillon.
- V_b : volume d'HCl 0.1N ou H₂SO₄ 0.1N, utilisé pour le titrage de l'essai blanc.
- m : prise d'essai de l'échantillon.

Formule pour détermination de l'azote non protéique

$$\text{ANP} = [0.01 \times 14.007 \times (V_a - V_b) \times ((m_1 + m_2) - m \times y)] / [m \times m_f]$$

- ANP : azote non protéique.
- V_a : volume d'acide chlorhydrique 0.1N, utilisé pour le titrage de l'échantillon.
- V_b : volume d'acide chlorhydrique 0.1N, utilisé pour le titrage de l'essai blanc.
- m : prise d'essai de l'échantillon.
- m₁ : masse de l'acide tri chlorhydrique utilisé.
- m_f : masse du filtrat utilisé.
- y : facteur de correction.

Le taux protéique est exprimé en g/kg :

$$\text{TP} = (\text{AT} - \text{ANP}) \times 6.38$$

B. Détermination du taux de la matière grasse de lait par la méthode Gerber

Par précaution, faudrait manipuler sous hotte, et porter les gants antiacides, et casque de protection visage.

Principe:

La détermination du taux de matière grasse pour chaque produit se fait en ajoutant une quantité donnée d'acide sulfurique concentré au produit qui dissout la caséine et les phosphates insolubles, puis par l'adjonction d'alcool amylique on facilite la séparation de la matière grasse qui s'effectue sous l'influence de la chaleur et de la force centrifuge.

Equipement

- butyromètre à lait (5ml)
- bain marie $65 \pm 2^\circ\text{C}$
- flacon rempli d'acide sulfurique gerber ($\eta=1.82 \pm 0.05$) muni d'un Optifix.
- flacon rempli d'alcool iso amylique (poids spécifique à 20°C : 0.811 0.02) muni d'un Optifix.
- Pipette gerber 11ml

Mode opératoire

- On place le butyromètre sur le support.
 - On introduit 10ml d'acide sulfurique à l'aide d'un Optifix en évitant de mouiller le col de butyromètre.
 - On homogénéise le lait par l'agitation puis on prélève 11ml.
 - On l'introduit dans le butyromètre de façon de poser la pointe de la pipette contre la base du col butyromètre et on laisse égoutter.
 - On ajoute 1ml d'alcool iso amylique à l'aide d'Optifix.
 - On bouche le butyromètre avec le bouchon sec.
 - On agite le butyromètre par retournement (avec le support, et faire attention à la température dégager de mélange).
 - On place les butyromètres dans la centrifugeuse en nombre paire de même poids placés symétriquement pour avoir l'équilibrage pendant 5min.
 - On met les butyromètres dans le bain marie, en dirigeant le bouchon vers le bas pendant 5min.
 - On ajuste le bas de la colonne de butyromètre sur une graduation.
 - La teneur en matière grasse du lait est exprimée en g/l et est égale :

$(B-A) \times 10$

- Avec ;

A : valeur atteinte par le niveau inférieure de la colonne.

B : valeur atteinte par le niveau supérieure de la colonne.

C. Détermination de l'extrait sec total du lait

Principe:

On entend par résidu sec total ou matière sèche totale, substance sèche ou extrait d'un produit, tout ce que contient ce produit sauf l'eau. Cela est assuré par un séchage au bain marie 30min (103 °C), à l'étuve pendant 3 heures à température de 103 °C et au dessiccateur.

Equipement

- Capsules en inox cylindrique (diamètre 55 à 60 mm, et profondeur 20 à 25 mm)
- Dessiccateur contenant un agent déshydratant et un indicateur d'humidité (assurer que l'aiguille de l'indicateur est à la zone verte)
- Bain marie à trou bouillant (remplit avec de l'eau distillée de façon à ce que la distance entre niveau d'eau et le couvercle des trous soit de 5 à 6 cm)
- Balance analytique
- Etuve à 103±2°C

Mode opératoire

- On sèche les capsules à l'étuve pendant 2h
- On refroidit les capsules au dessiccateur environ 30min
- On pèse la capsule vide au préalable soit **M0**
- On rend l'échantillon homogène par simple agitation
- On pèse 5g de lait **M1**
- On place les capsules découverte dans un bain marie pendant 30 min.
- On Fait entrer les capsules à l'étuve pendant 3h.
- On pèse les capsules soit **M2**

La matière sèche totale 'EST' du lait exprimée en g/kg

$$\text{EST (g/Kg)} = (M1 - M0 / M2) * 1000$$

Chapitre IV : Résultats de l'évaluation des fraudes pratiquées au lait réceptionner et leurs effets sur ses caractéristiques physico-chimiques

La recherche des fraudes dans le lait, est considérée comme le but ultime des analyses faites au niveau de la réception; il représente un vrai défi pour le technicien. Souvent les éleveurs, recourent aux fraudes afin d'augmenter la quantité laitière apportée, la stabilité, ou un des paramètres analysés (l'extrait sec), pour élever le prix de leur lait.

L'objectif de cette partie est de résumer, l'évolution des caractéristiques physicochimiques des échantillons, que nous avons testé, pour dégager des conclusions permettant de classer le lait en fonction des paramètres d'analyses. Le mouillage du lait par l'eau constitue la fraude la plus fréquente. Pour sa détection on doit comparer les valeurs de certains paramètres dans le lait suspect et les valeurs de ces mêmes paramètres dans le lait normal.

Pour avoir une idée sur l'évolution des paramètres d'analyses physicochimiques du lait et le taux de mouillage, nous avons réalisé le test suivant :

A. Test de mouillage

On se simuler les conditions de fraudes; on prépare un ensemble d'échantillons du lait, avec les concentrations croissantes en eau ; 1%, 2%, 3%.....10%, et on les analyse avec le MilkoScan ou avec les méthodes officielles, afin d'obtenir leurs paramètres physico-chimiques, et on compare les résultats obtenus avec ceux d'un échantillon témoin (0%eau) (Annexe 8).

L'ensemble des paramètres analysés, des échantillons témoins et fraudés, sont représenté dans un tableau (**Annexe 8**).

Afin de se rapprocher aux variations, des paramètres du lait, provoqués par le mouillage, on transfère les données du tableau (**Annexe 8**) en des courbes, pour en faciliter la lecture.

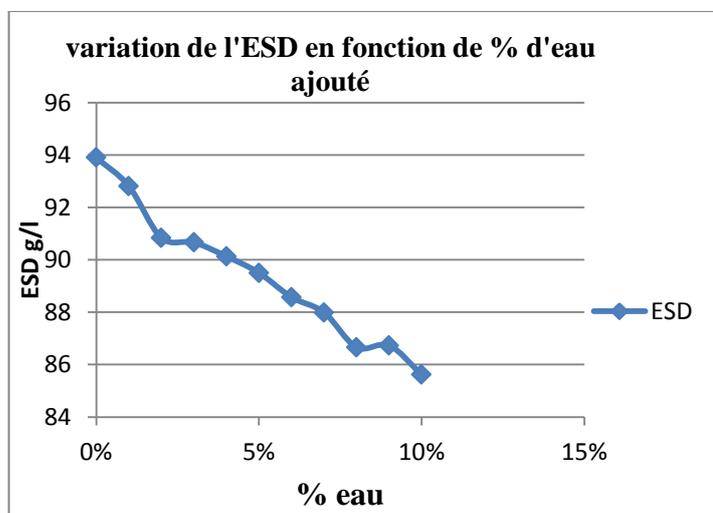


Figure 4 : Courbe de variation de l'ESD en fonction de taux d'eau ajouté

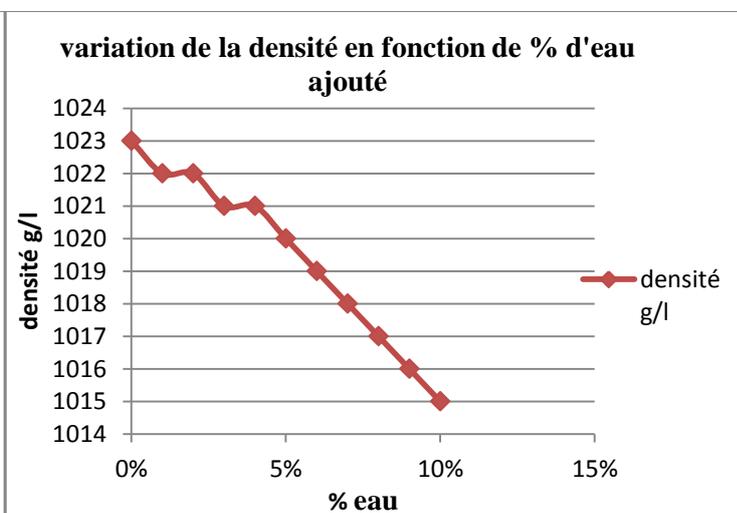


Figure 5 : Courbe de variation de la densité en fonction de taux d'eau ajouté

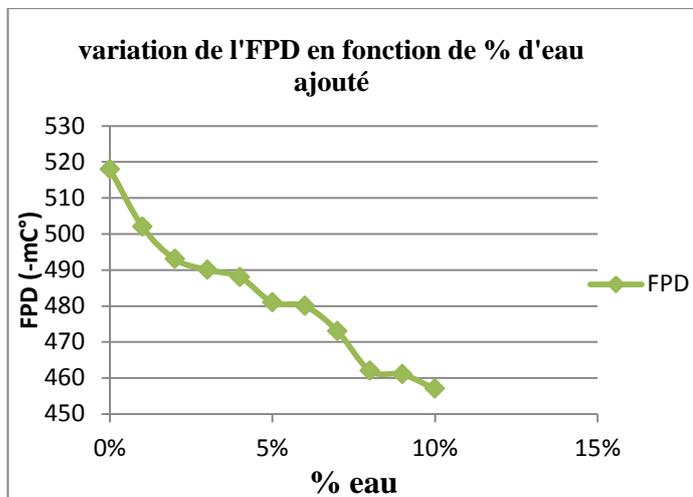


Figure 6 : Courbe de variation de l'FPD en fonction de taux d'eau ajouté

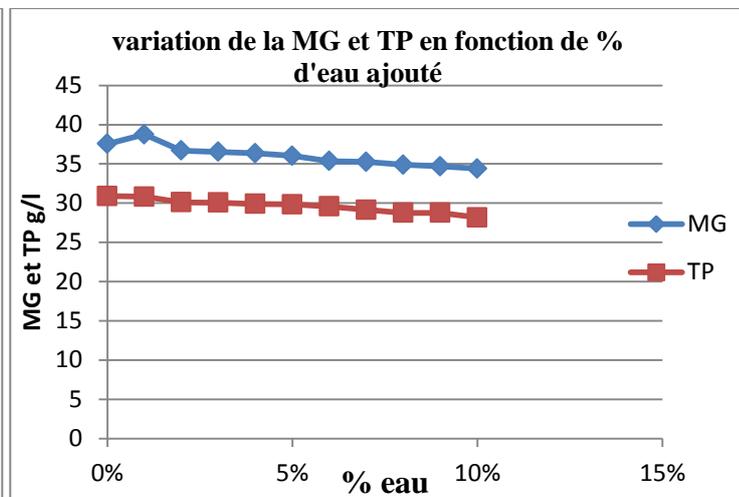


Figure 7 : Courbe de variation de la MG et TP en fonction de taux d'eau ajouté

Interprétation des résultats

On remarque après l'ajoute de pourcentage croissants d'eau que ;

- L'ESD diminue de 93.9 à 85,62 g/l pour un pourcentage d'eau ajouté égale à 10%. (annexe 8, figure 4)
- La densité diminue également de 1023 à 1015 g/l pour un pourcentage d'eau ajouté égale à 10%. (annexe 8, figure 5)
- L'FPC augmente rapidement, contrairement aux ESD et la densité de 518 à 457 -mC pour un pourcentage d'eau ajouté égale à 10%. (annexe 8, figure 6)
- L'MG diminue de 37.55 à 34,39 g/l pour un pourcentage d'eau ajouté égale à 10%. (annexe 8, figure 7)
- Une légère diminution pour l'TP diminue de 30.9 à 28,17 g/l pour un pourcentage d'eau ajouté égale à 10%. (annexe 8, figure 7)

Conclusion

Les figures ci-dessus montrent que, le mouillage du lait abaisse naturellement la teneur du lait en ses divers constituants et caractéristiques :

- ESD (de 93.9 à 85.62 g/l pour un pourcentage d'eau ajouté égale à 10%.)
- Densité (de 1023 à 1015 g/l pour un pourcentage d'eau ajouté égale à 10%.)
- MG (de 37.55 à 34.39 g/l pour un pourcentage d'eau ajouté égale à 10%.)
- TP (de 30.9 à 28.17 g/l pour un pourcentage d'eau ajouté égale à 10%.)

Mais il fait augmenter le FPD (-518 à -457 mC° pour un pourcentage d'eau ajouté égale à 10%).

Le mouillage du lait peut être détecté, suite à la détermination de l'ESD (ESD < 88 lorsque le lait est soupçonné d'être mouillé), mais celle-ci ne suffit pas à elle seule, en vertu de cela dans certaines périodes, le lait contient de grande teneur en eau naturellement, pour établir des conclusions définitives d'autres instruments serviront comme exemple Cryoscopie, qui nous permet d'avoir une idée sur le FPD (FPD > -0.500°C quand le lait est soupçonné d'être mouillé). De plus on peut calculer le mouillage M en fonction de l'extrait sec par la formule suivante :

$$M = (90 - \text{ESD}) / 90$$

Soit 90 grammes par litre étant la moyenne de l'extrait sec dégraissé des laits normaux.

Donc ces deux paramètres (ESD, FPD), sont largement suffisants pour déterminer si un lait est mouillé.

B. Test d'adjonction de sucre

Afin de comprendre les variations des paramètres, d'un lait fraudé, on a simulé les conditions de fraude; on prépare un ensemble d'échantillons du lait, avec des concentrations croissantes en sucre; 0.1%, 0.2%, 0.3%,.....,0.8%, et on les analyse avec le MilkoScan ou avec les méthodes officielles, afin de caractériser leurs paramètres physico-chimiques, et on compare les résultats obtenus avec ceux d'un échantillon témoin (0% sucre).

L'ensemble des paramètres analysés, des échantillons témoins et fraudés, sont représenté dans un tableau (**Annexe 9**).

Pour mieux comprendre les variations que subit le lait fraudé par adjonction de sucres, on transfère les données du tableau (**annexe 9**) en des courbes, pour en faciliter la lecture.

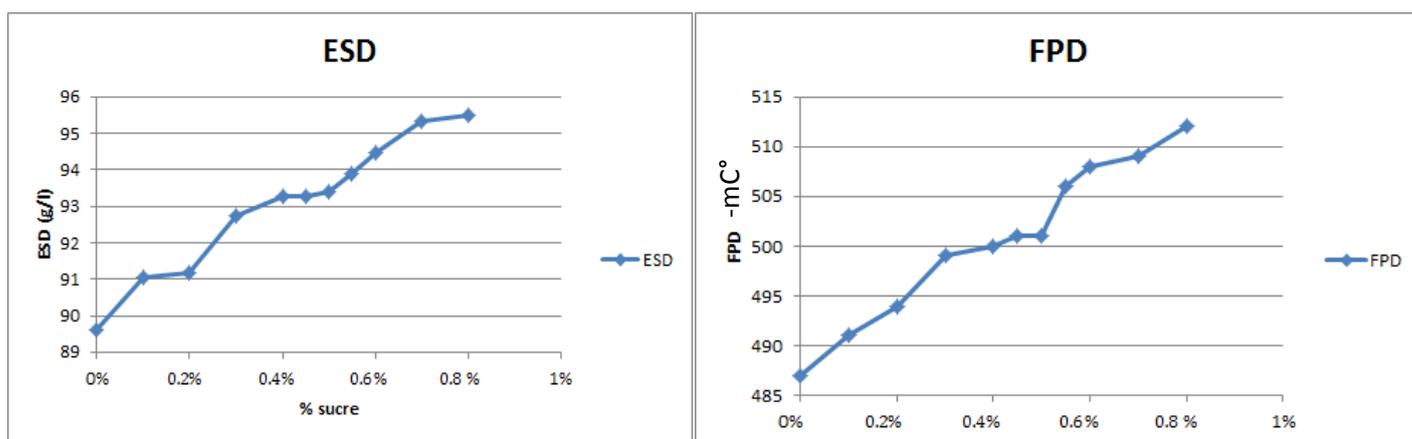


Figure 8 : Courbe de variation de l'ESD en fonction de % sucre ajouté

Figure 9 : Courbe de variation de l'FPD en fonction de % sucre ajouté

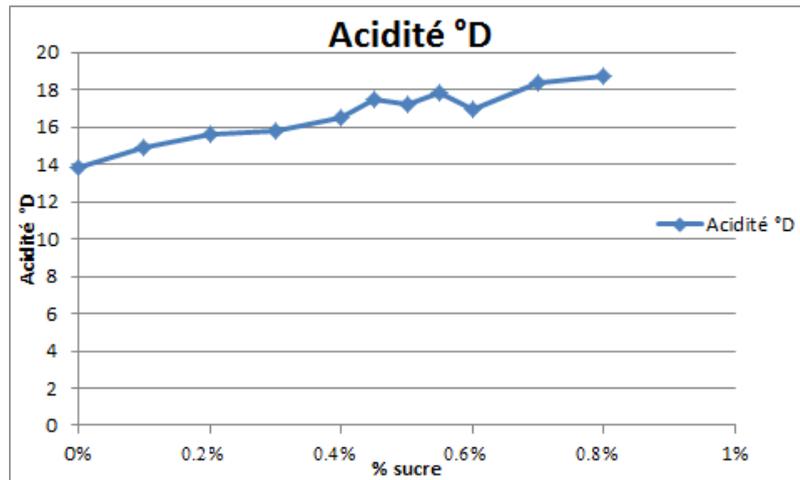


Figure 10 : Courbe de variation de l'acidité en fonction de % sucre ajouté

Interprétation des résultats

On remarque après l'adjonction de concentration croissante en sucre que ;

- L'ESD augmente remarquablement de 89.62 à 95.51 g/l pour un pourcentage de sucre ajouté égale à 0.8%.(annexe 9, figure 8).
- L'FPC diminue inversement à l'ESD de 487 à 512 -mC° pour un pourcentage de sucre ajouté égale à 0.8%. (annexe 9, figure 9)
- L'acidité augmente de 13.87 à 18.76 °D pour un pourcentage de sucre ajouté égale à 0.8%. (annexe 9. Figure 10)
- Le seuil de détection des sucres, au laboratoire par le test sucre est de 0.5% (annexe 9)

Conclusion

Les figures ci-dessus montrent que, l'adjonction de sucre au lait, augmente la teneur du lait en:

- ESD (de 89.62 à 95.51 g/l pour un pourcentage de sucre ajouté égale à 0.8% annexe 9)
- Acidité (de 13.87 à 18.76 °D pour un pourcentage de sucre ajouté égale à 0.8% annexe 9)

Mais il fait diminuer le FPD (de -487 à -512 mC° pour un pourcentage de sucre ajouté égale à 0.8% annexe 9)

Le sucre peut être détecté par un simple test de sucre, mais ceci suffirait pas car le seuil de détection est de 0.5 % de sucre, alors que cette quantité est largement suffisante pour augmenter l'ESD (de 89.62 à 93.38 g/l) et abaisser l'FPD (-487 à -501 mC°), il en résulte que le producteur peut frauder le lait sans être détecté par ce test.

Malgré le seuil élevé de détection de sucre, on peut isoler les échantillons soupçonnés, on se basant sur la remarque suivante ;

Prenons l'exemple suivant ;

Exemple 1 :

	MG g/l	ESD g/l	TP g/l	FPD mC°	Acidité °D	test sucre
Un lait normal (non fraudé)	37,04	93,3	28,87	-512	14,6	-
Un lait fraudé 0,40% sucre ajouté	37,45	93,28	28,89	-500	16,48	-

Le technicien a remarqué la présence d'une correspondance entre l'ESD et FPD du lait, et du fait du nombre élevé des échantillons analysé par jour, le technicien a commencé de s'habituer avec les valeurs de l'ESD et le FPD du lait, obtenu par le MilkoScan ;

Pour un lait normal d'ESD égale à 93.3 g/l, son FPD ne dépasse jamais -512 mC°, tandis qu'un lait fraudé de même ESD, à un FPD égal a -500 mC°, qui est une valeur supérieure à celle d'un lait normal. Donc les valeurs FPD d'un lait fraudé est supérieur à celle d'un lait normal, le technicien doit faire attention à ceci pour détecter la fraude au sucre à des concentrations non détectées par le test de sucre avec un seuil de détection de 0.5% en sucre ajouté.

On conclut que l'adjonction de sucre ne diminue pas suffisamment l'FPD, alors qu'il augmentation l'ESD de manière remarquable.

C. Test de mouillage et sucre combinés

Souvent, les tentatives frauduleuses ne se limitent pas au mouillage seul ou adjonction de sucre mais aux deux à la fois, car du fait que le mouillage diminue l'ESD et l'adjonction de sucre l'augmente, donc au niveau de l'ESD et FPD le technicien s'il n'est pas expérimenté ne pourrait pas détecter la fraude, ce que explique la fréquence de cette fraude combiné, on prépare un ensemble d'échantillons du lait, avec des concentrations croissantes en sucre et eau ;

- 2% d'eau et 0%, 0.1%, 0.2%, 0.4% et 0.5% (on s'arrête à cet pourcentage car au-delà le test de sucre est positif) en sucre.
- 4% d'eau et 0%, 0.1%, 0.2%, 0.4% et 0.5 en sucre
- 8% d'eau et 0%, 0.1%, 0.2%, 0.4% et 0.5 en sucre

Et on les analyse avec le MilkoScan ou avec les méthodes officielles, afin d'obtenir leurs paramètres physico-chimiques, on compare les résultats obtenus avec ceux d'un échantillon témoin (0 %eau et 0 %sucre).

L'ensemble des paramètres analysés, des échantillons témoins et fraudés, sont représenté dans un tableau (**Annexe 10**).

Afin de se rapprocher le plus possible des variations, des paramètres du lait, provoqués par l'adjonction de sucre et mouillage combiné, on transfère les données du tableau (Annexe 10) en des courbes, pour en faciliter la lecture.

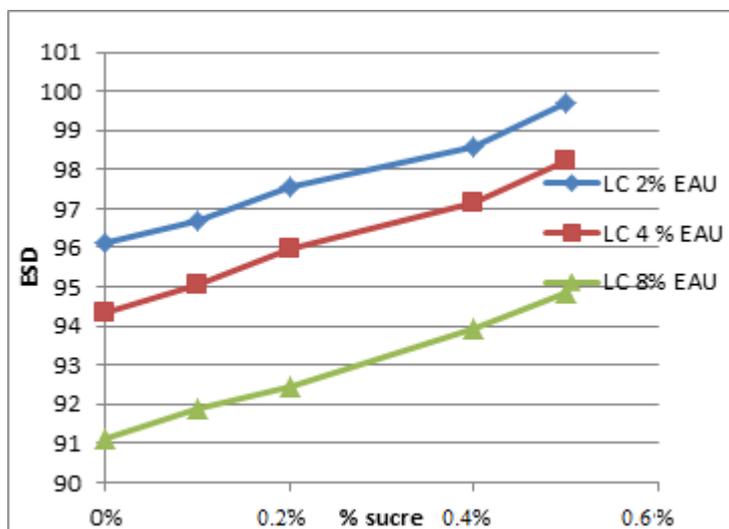


Figure 11 : Courbe de variation de l'ESD en fonction de %eau+ sucre ajouté

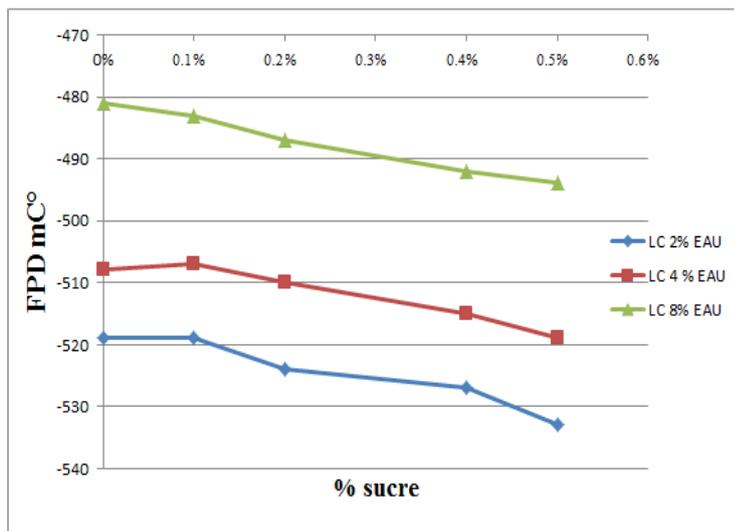


Figure 12 : Courbe de variation de l'FPD en fonction de %eau+ sucre ajouté

Interprétation des résultats

On remarque que ;

- L'ESD diminue de 97,15 à 96,12 g/l pour un pourcentage d'eau ajouté égale à 2%, l'FPD augmente également de -531 à -519 mC° (annexe 10).
- L'ESD diminue de 97,15 à 94,35 g/l pour un pourcentage d'eau ajouté égale à 4%, l'FPD augmente également de -531 à -508 mC° (annexe 10).
- L'ESD diminue de 97,15 à 91,13 g/l pour un pourcentage d'eau ajouté égale à 8%, l'FPD augmente également de -531 à -481 mC° (annexe 10).

Après l'ajoute de sucre sur le lait mouillé en remarque pour 0.5% se sucre :

- L'ESD augmente de 96,12 à 99,68 g/l pour un pourcentage d'eau ajouté égale à 2%, l'FPD diminue également de -519 à -533 mC° (annexe 10, figure 11 et 12).
- L'ESD augmente de 94,35 à 98,21 g/l pour un pourcentage d'eau ajouté égale à 4%, l'FPD diminue également de -508 à -519 mC° (annexe 10, figure 11 et 12).
- L'ESD augmente de 94,35 à 98,21 g/l pour un pourcentage d'eau ajouté égale à 8%, l'FPD diminue également de -481 à -494 mC° (annexe 10, figure 11 et 12).

Conclusion

L'adjonction de sucre corrige les paramètres influencés par le mouillage (il augmente l'ESD à une valeur voisine ou supérieure à celle avant le mouillage, et en même temps il diminue le point de congélation à une valeur voisine ou inférieure à celle avant le mouillage),

afin de supprimer l'effet de mouillage, mais malgré ces efforts il reste toujours une certaine contradiction, prenons l'exemple suivant :

Exemple 2

%eau et de sucre ajouté	MG g/l	ESD g/l	TP g/l	Acidité °D	FPD -mC°	Lactose g/l
lait cru (LC) 0% eau	32,52	97,15	33,18	14,76	531	5,155
LC 4% eau 0,4% sucre	31,46	97,13	31,86	17,23	515	5,286

Comme précédemment cité, dans le test d'adjonction de sucre (exemple 1), la valeur de FPD du lait fraudé, est non compatible avec l'ESD, d'autre façon pour un lait normal avec un ESD égale à 97.15, doit avoir au maximum un FPD égale à -531 mc°, alors ce n'est pas le cas ici pour un lait fraudé.

D. Test du sel

Afin de comprendre les variations des paramètres, d'un lait fraudé, j'ai simulé les conditions de fraude par adjonction de sel ; on prépare un ensemble d'échantillons du lait, avec concentration croissante en sel ; 0.03%, 0.06%, 0.09%,.....,0.3%, et on les analyse avec le MilkoScan ou avec les méthodes officielles, afin d'obtenir leurs paramètres physico-chimiques, et on compare ces résultats obtenus avec ceux d'un échantillon témoin (0% sel).

L'ensemble des paramètres analysés, des échantillons témoins et fraudés, sont représenté dans un tableau (**Annexe 11**).

Pour mieux faciliter la compréhension des résultats obtenus on a transféré les données du tableau (**Annexe 11**) en des courbes.

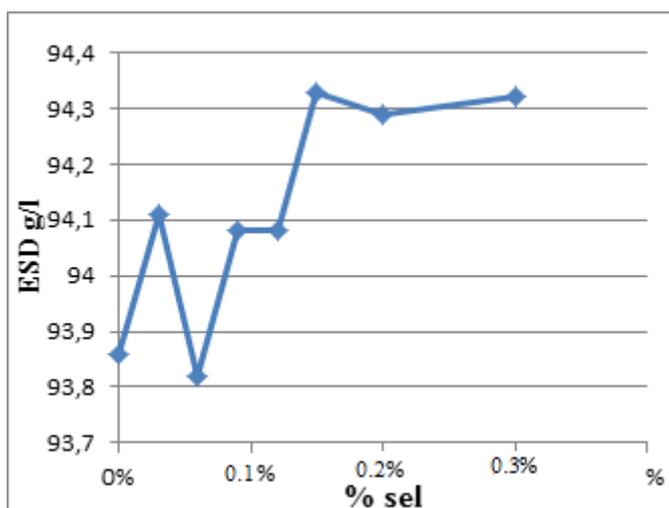


Figure 13 : Courbe de variation de l'ESD en fonction de %sel ajouté

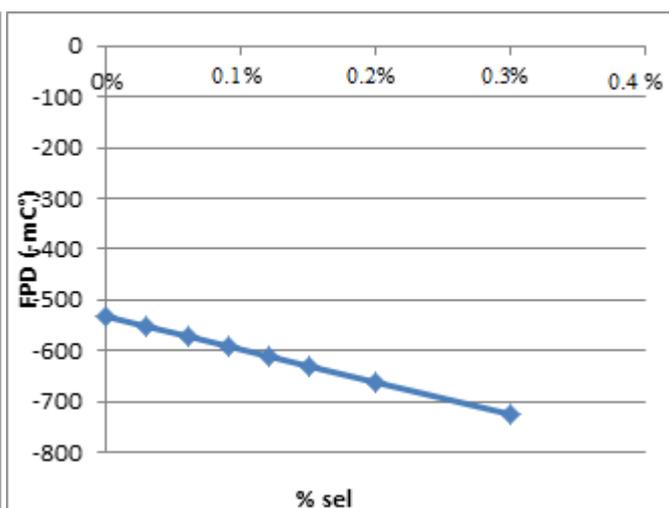


Figure 14 : Courbe de variation de l'FPD en fonction de %sel ajouté

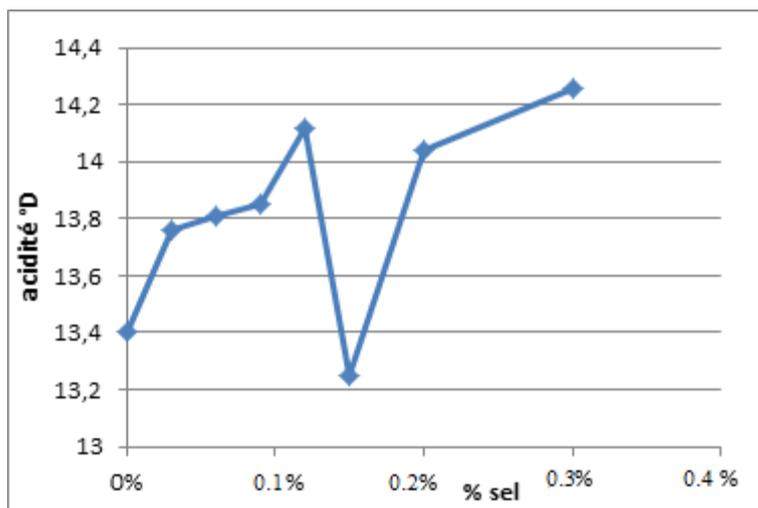


Figure 15 : Courbe de variation de l'acidité en fonction de %sel ajouté

Interprétation des résultats

On remarque après l'adjonction de concentrations croissantes en sel que :

- L'ESD augmente de 93,86 à 94,11 g/l pour un pourcentage de sel ajouté égale à 0.03%, il diminue de 94.11 à 93.82 g/l pour 0.06%, il augmente de 93.82 à 94.33 pour 0.15% sel, il diminue finalement de 94.33 à 94.32 pour 0.3% sel (annexe 11, figure 13).
- L'FPD diminue de -531 à 727 -mC° pour un pourcentage de sel ajouté égale à 0.3% (annexe 11, figure 14).
- L'acidité augmente de 13,4 à 14,26 °D pour un pourcentage de sel ajouté égale à 0.3% (annexe 11, figure 15).
- Le seuil de détection de sel au laboratoire par le test sel est de 0.095% (annexe 11).

Conclusion

Les figures ci-dessous montrent que, l'adjonction du sel augmente la teneur du lait en: ESD (de 93,86 à 94,32 g/l pour un pourcentage de sel ajouté égale à 0.3%(annexe 11), l'acidité (de 13,4 à 14,26 pour un pourcentage de sel ajouté égale à 0.3%.) annexe 11, mais il fait diminuer le FPD (de -531 à -727 mC° pour un pourcentage de sel ajouté égale à 0.3% annexe 11)

Le sel peut être détecté par un simple test de sel, avec un seuil de détection 0.095% de sel, mais celle-ci ne suffit car l'éleveur peut modifier suffisamment les propriétés de lait en ESD et FPD. Donc on peut se baser sur les résultats de MilkoScane, les échantillons ayant un $FPD \leq 531$ sont soupçonnées d'être fraudés.

E. Test du mouillage et sel combiné

Souvent, les tentatives frauduleuses ne se limitent pas au mouillage seul ou adjonction de sel mais les deux à la fois, car du fait que l'eau augmente l'FPD et l'adjonction de sel l'inverse, c'est pour cela on prépare un ensemble d'échantillons du lait, avec concentration croissante en sucre et eau ;

- 2% d'eau et 0%, 0.03%, 0.09% et 0.12% en sel
- 4% d'eau et 0%, 0%, 0.03%, 0.09% et 0.12% en sel
- 8% d'eau et 0%, 0%, 0.03%, 0.09% et 0.12% en sel

Et on les analyse avec le MilkoScan ou avec les méthodes officielles, afin d'obtenir leurs paramètres physico-chimiques, et on compare ces résultats obtenus avec ceux d'un échantillon témoin (0 %eau et 0 %sel).

L'ensemble des paramètres analysés, des échantillons témoins et fraudés, sont représenté dans un tableau (**Annexe 12**).

Afin de se rapprocher aux variations, des paramètres du lait, provoqué par l'adjonction de sel et mouillage, on transfère les données du tableau (**Annexe 12**) en des courbes, pour en faciliter la lecture.

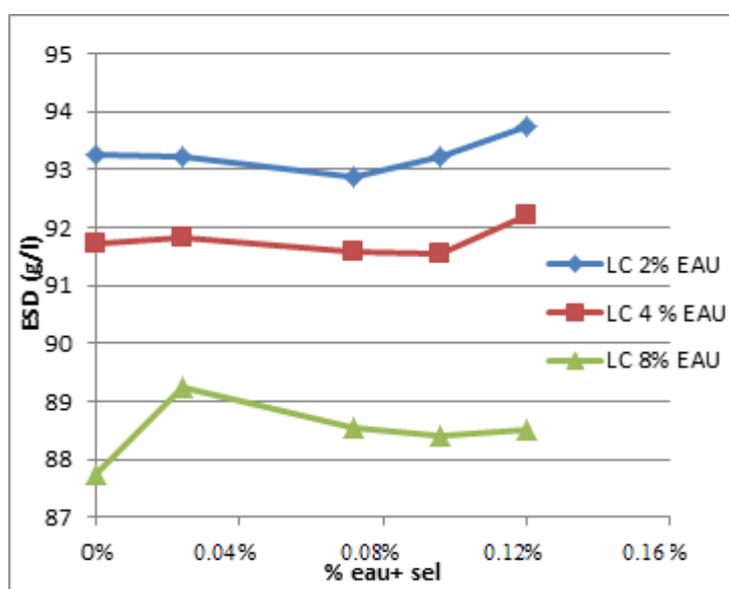


Figure 16 : Courbe de variation de l'ESD en fonction de % mouillage+ sel ajouté

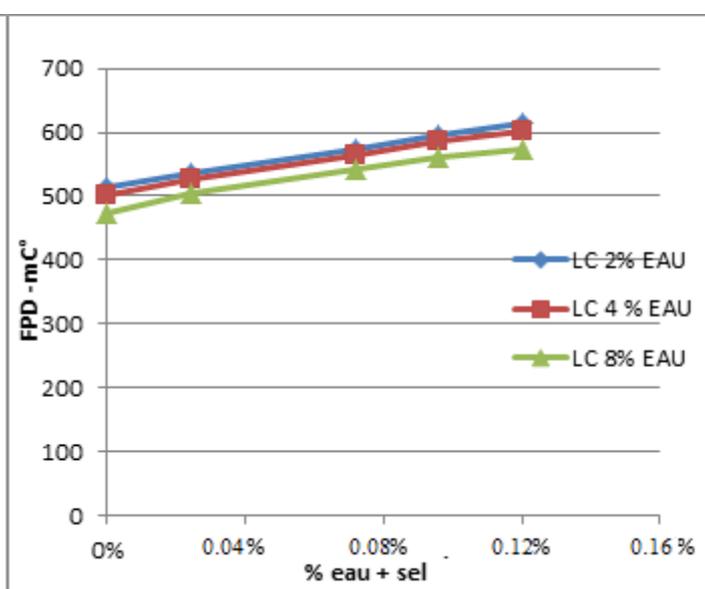


Figure 17 : Courbe de variation de l'FPD en fonction de % mouillage+ sel ajouté

Interprétation des résultats

On remarque que ;

- L'ESD diminue de 94,69 à 93,27 (g/l) pour un pourcentage d'eau ajouté égale à 2%, l'FPD augmente également de -525 à -515 mC° (annexe 12, figure 16, figure 17).
- L'ESD diminue de 94,69 à 91,74 g/l pour un pourcentage d'eau ajouté égale à 4%, l'FPD augmente également de -525 à -502 mC°. (annexe 12, figure 16, figure 17).
- L'ESD diminue de 94,69 à 87,73 g/l pour un pourcentage d'eau ajouté égale à 8%, l'FPD augmente également de -525 à -474 mC° (annexe 12, figure 16, figure 17).

Après l'ajoute de sucre sur le lait mouillé en remarque pour 0.12% se sel :

- L'ESD diminue de 93.27 à 93.24 g/l pour un pourcentage d'eau ajouté égale à 2%, l'FPD diminue également de -515 à -596 mC° (annexe 12, figure 16, figure 17).

- L'ESD diminue de 91,74 à 91,55 g/l pour un pourcentage d'eau ajouté égale à 4%, l'FPD diminue également de - 502 à - 585 mC° (annexe 12, figure 16, figure 17).
- L'ESD augmente de 87.73 à 88.39 g/l pour un pourcentage d'eau ajouté égale à 8%, l'FPD diminue également de - 474 à - 562 mC° (annexe 12, figure 16, figure 17).

Conclusion

L'adjonction de sel corrige les paramètres influencés par le mouillage (il diminue le point de congélation à une valeur voisine ou supérieure à celle d'avant le mouillage), afin de supprimer l'effet de mouillage, mais l'ESD reste intact il n'y a pas une vraie augmentation.

On conclut que l'adjonction de sel diminue de manière exagérée l'FPD, mais il n'y a pas augmentation d'ESD suffisante pour effacer l'effet de mouillage. On détecte plus facilement ce type de fraude.

F. Test de la soude

Afin de comprendre les variations des paramètres, d'un lait fraudé, on se simule les conditions de fraudes; un ensemble d'échantillons du lait, sont réalisés avec concentrations croissantes en NaOH ; 1%, 2%, 2.5%, ..., 5% et on les analyse avec le MilkoScan ou avec les méthodes officielles, afin d'obtenir leurs paramètres physico-chimiques, et on compare ces résultats obtenus avec ceux d'un échantillon témoin (0% NaOH).

L'ensemble des paramètres analysés, des échantillons témoins et fraudés, sont représenté dans un tableau (**Annexe 13**).

Afin de se rapprocher aux variations, des paramètres du lait, provoqué par l'adjonction de NaOH, on transfère les données du tableau (**Annexe 13**) en des courbes, pour en faciliter la lecture.

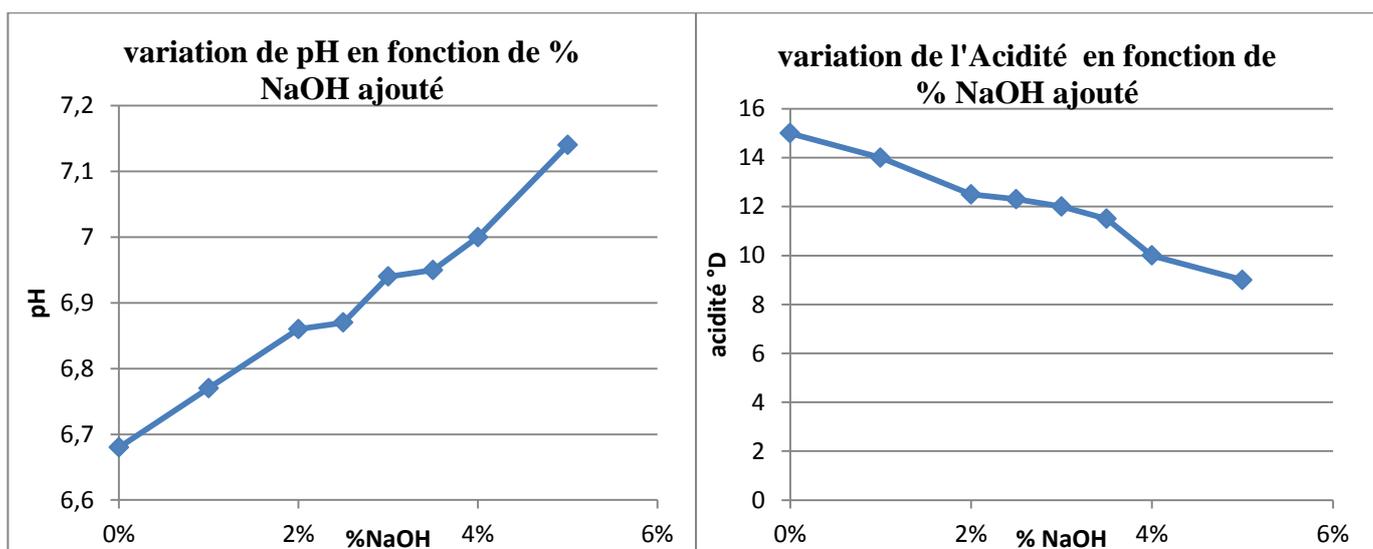


Figure 18 : Courbe de variation de pH en fonction de %soude ajouté

Figure 19 : Courbe de variation de l'acidité en fonction de %soude ajouté

Interprétation des résultats

On remarque après l'adjonction de concentration croissante en soude.

- Le pH augmente de 6,68 à 7,14 pour un pourcentage de NaOH ajouté égale à 5% (annexe 13, figure 18).
- L'acidité diminue de 15 à 9 °D pour un pourcentage de NaOH ajouté égale à 5% (annexe 13, figure 19).
- une légère augmentation de FPD de 508 à 499 -mC° pour un pourcentage de NaOH ajouté égale à 5% (annexe 13)
- Le seuil de détection de NaOH au laboratoire par le test recherche d'adjonction soude est de 2% (annexe 13).

Conclusion

Les figures ci-dessus montrent que, l'adjonction de soude abaisse l'acidité et il augmente le pH.

L'adjonction de soude peut être détectée facilement, suite aux valeurs d'acidité et pH obtenus par Le Milkoscane (un pH > 6.8 et une acidité < 13.5), au cas où un lait est soupçonné on recourt au test de fraude 'recherche d'adjonction de la soude.

Chapitre V : Conclusion générale

Suite à de multiples tentatives de fraudes sur le lait, Centrale Danone en fait des analyses pour les détecter ; Soit des tests de détection de fraude ou en se basant sur les paramètres du lait analysé par le MilkoScane.

D'après les tests réalisés on est arrivé aux conclusions suivantes :

- Le mouillage du lait abaisse naturellement sa teneur en ses divers constituants et caractéristiques : (ESD, TP, MG, densité,...), et il augmente le FPD. Il peut être détecté, suite à la détermination de l'ESD, ou par le Cryoscope.
- L'adjonction de sucre au lait augmente, sa teneur en (ESD, Acidité), et diminue le point de congélation, il peut être détecté par un simple test de sucre, avec un seuil de détection égale à 0.5% en sucre ajouté, alors que l'éleveur peut frauder le lait, sans que le laboratoire fait attention, si il a utilisé des concentration en sucre inférieure à 0.5%.
- L'adjonction de sel, augmente l'ESD, et diminue le point de congélation, il peut être détecté par un simple test de sel, avec un seuil de détection égale à 0.095% en sel ajouté, alors que, l'éleveur peut augmenter le FPD (jusqu'à 590), sans que le laboratoire fait attention, mais pas l'ESD il ne varie pas de manière remarquable dans la zone non détectable par la méthode de recherche d'adjonction de sel.
- A l'inverse du mouillage, l'adjonction de sucre et sel, varient les paramètres du lait fraudé, au sens inverse que le mouillage, donc il corrige les paramètres influencés par le mouillage la chose qui explique l'usage combiné, de mouillage et de (sucre ou sel), afin de supprimer l'effet de mouillage, mais pour un technicien expérimenté arrive le plus souvent à détecter ce genre de fraude, en se basant uniquement sur le ESD et FPD.
- L'adjonction de la soude abaisse l'acidité et augmente le pH, il peut être détectée facilement, suite aux valeurs d'acidité et pH obtenus par le MilkoScane. Ou par la méthode de recherche d'adjonction de la soude avec un seuil de 2% en soude ajouté.

L'ensemble des analyses faits autour des fraudes de lait cru, nous a permis d'avoir une idée générale sur les paramètres physico-chimiques affectés par chacune des fraudes (ESD, FPD, MG, TP, ph, acidité), un technicien expérimenté peut déterminer si un lait est fraudé ou non, et même le type de fraude utilisé, Just à travers des résultats obtenus par le MilkoScane ; on vérifie ensuite les échantillons soupçonnés par les méthodes de recherches de fraudes.

Chapitre VI: références bibliographique

- FAO 2015 - L'approvisionnement des villes africaines en lait et produits laitiers - par René Metzger Faculté des sciences de Nancy, Jean-Michel Centres (GRET), Laurent Thomas et Jean-Claude Lambert (FAO) - M-26
- Danone actionnaire majoritaire de la Centrale Laitière du Maroc [archive], LCI, 28 juin 2012
- Le livret d'accueil central Danone Meknès
- Mazoyer, Marcel, 1933-, Larousse agricole, Larousse, 2002 & Olav Oftedal, « The evolution of milk secretion and its ancient origins », *Animal*, vol. 6, no 3, mars 2012
- centrale Danone, les propriétés physicochimiques du lait de vache, à 20°C, 2018
- Centrale Danone composition du lait de vache, 05/2016
- La filière laitière au Maroc, processus de fabrication, <http://www.agrimaroc.ma/filiere-laitiere-maroc/>, 20 juil. 2017
- Méthode d'analyse Danone 82 TGP007, test d'alcool & Ramsdell 2017/2018
- Méthode d'analyse Danone GQ02MO16, Recherche de fraude dans le lait adjonction des produits alcalins 2017/2018
- Direction qualité Danone DL98SP73, Recherche de fraude dans le lait adjonction de sel 2017/2018
- Direction qualité Danone GQ02MO16, Recherche de fraude dans le lait adjonction de sucre 2017/2018
- Gestion qualité Danone GQ(L) 17 MO 310, microorganisme test antibiotique Beta star 4D 2017/201
- FOSS France, MilKoScanTMFT2, 2018
- Direction qualité Danone DL97 SP17, détermination de la teneur en azote, 2017/2018
- Cours L.S.T BHSA/S6, analyse des constituants alimentaires, méthode kjeldhal, 2018/2019
- Direction qualité GQ00MO 041, détermination du taux de la matière 2018/2019
- Direction qualité GQ00MO036, Détermination de l'extrait sec total 2018/2019

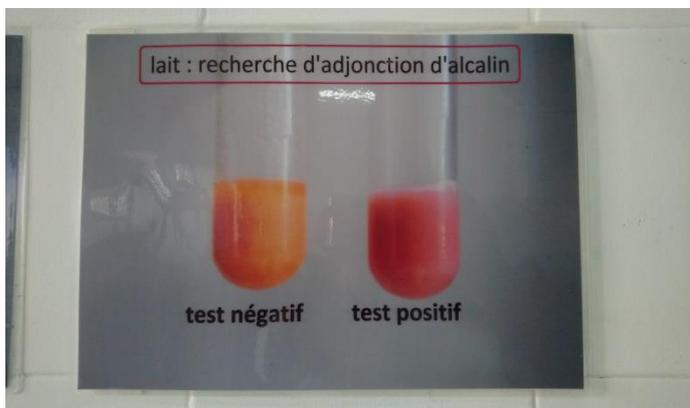
Annexes



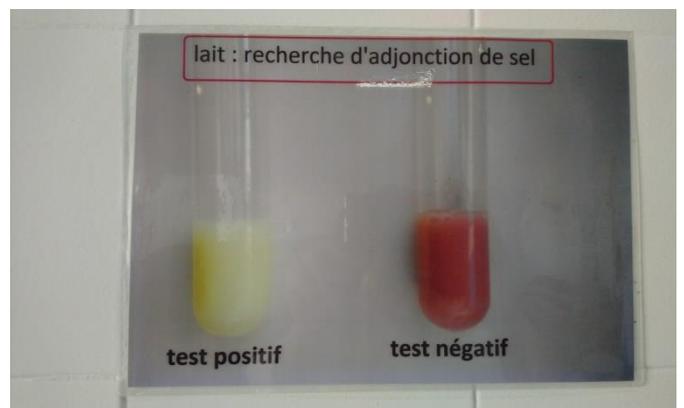
Annexe 1 : Test alcool



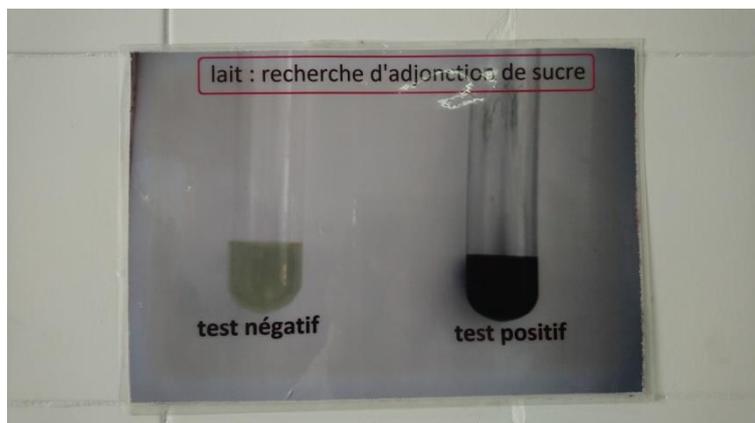
Annexe 2 : Test RAMSDELL



Annexe 3 : Recherche d'adjonction des produits alcalins



Annexe 4 : Recherche d'adjonction de sel



Annexe 5 : Recherche d'adjonction de sucre



Annexe 6 : test BetaStar 4D



Annexe 7 : MilKoScan™ FT2

Annexe 8 : Tableau de simulation frauduleuse de mouillage dans le lait réceptionné

% d'eau ajouté	Acidité °D	MG g/l	densité g/l	TP g/l	pH	ESD g/l	FPD -mC°
0%	14,04	37,55	1023	30,9	6,65	93,9	518
1%	15,21	38,75	1022	30,82	6,67	92,81	502
2%	14,81	36,7	1022	30,11	6,72	90,84	493
3%	14,54	36,54	1021	30,06	6,72	90,66	490
4%	15,04	36,35	1021	29,91	6,76	90,13	488
5%	15,53	36,03	1020	29,84	6,75	89,5	481
6%	14,93	35,35	1019	29,57	6,74	88,57	480
7%	14,97	35,26	1018	29,15	6,74	87,99	473
8%	14,6	34,88	1017	28,77	6,73	86,66	462
9%	14,6	34,68	1016	28,77	6,72	86,73	461
10%	14,7	34,39	1015	28,17	6,71	85,62	457

Annexe 9 : Tableau de l'analyse après adjonction de sucre dans le lait à la réceptionné

%de sucre ajouté	MG (g/l)	ESD (g/l)	TP (g/l)	FPD (-mC°)	Acidité °D	test sucre
0%	37,04	89,62	29,87	487	13,87	-
0,10%	36,77	91,05	29,89	491	14,93	-
0,20%	36,78	91,16	29,67	494	15,65	-
0,30%	37,03	92,73	29,87	499	15,82	-
0,40%	37,45	93,28	28,89	500	16,48	-
0,45%	37,15	93,28	29,91	501	17,5	-
0,50%	37,1	93,38	29,76	501	17,2	+
0,55%	37,55	93,9	29,82	506	17,82	+
0,60%	37,54	94,48	29,64	508	16,92	+
0,70%	37,41	95,33	29,5	509	18,4	+
0,80%	37,27	95,51	29,61	512	18,76	+

Annexe 10: Tableau de l'analyse frauduleuse de mouillage + adjonction de sucre dans le lait réceptionné

%eau et de sucre ajouté	MG g/l	ESD g/l	TP g/l	Acidité °D	FPD -mC°	Lactose g/l
lait cru (LC) 0% eau	32,52	97,15	33,18	14,76	531	5,155
LC 2% eau 0% sucre	32,2	96,12	32,47	14,03	519	5,09
LC 2% eau 0,1% sucre	32,09	96,67	32,41	14,52	519	5,178
LC 2% eau 0,2% sucre	32,04	97,55	32,34	15,01	524	5,23
LC 2% eau 0,4% sucre	32,22	98,57	32,21	16,63	527	5,366
LC 2% eau 0,5% sucre	32,4	99,68	32,28	16,62	533	5,496
LC 4% eau 0% sucre	31,47	94,35	32,05	13,66	508	5
LC 4% eau 0,1% sucre	31,35	95,04	31,67	15,15	507	5,082
LC 4% eau 0,2% sucre	31,58	95,98	31,85	15,38	510	5,162
LC 4% eau 0,4% sucre	31,46	97,13	31,86	17,23	515	5,286
LC 4% eau 0,5% sucre	31,8	98,21	31,85	17,74	519	5,392
LC 8% eau 0% sucre	30,25	91,13	30,82	13,83	481	4,846
LC 8% eau 0,1% sucre	30,31	91,86	30,67	14,62	483	4,919
LC 8% eau 0,2% sucre	30,23	92,45	30,79	15,76	487	4,988
LC 8% eau 0,4% sucre	30,23	93,91	30,46	16,39	492	5,136
LC 8% eau 0,5% sucre	30,55	94,85	30,34	15,89	494	5,205

***LC : lait cru**

Annexe 11: Tableau de l'analyse frauduleuse d'adjonction du sel dans le lait réceptionné

%sel ajouté sur le lait cru	MG g/l	ESD g/l	TP g/l	acidité °D	FP -mC°
0%	35,07	93,86	32,13	13,4	531
0,03%	34,75	94,11	32,12	13,76	551
0,06%	34,78	93,82	32,12	13,81	570
0,09%	34,65	94,08	32,21	13,85	590
0,12%	34,72	94,08	32,27	14,12	611
0,15%	34,55	94,33	32,17	13,25	630
0,20%	34,5	94,29	32,21	14,04	664
0,30%	34,46	94,32	32,28	14,26	727

Annexe 12: Tableau de l'analyse frauduleuse de mouillage + adjonction du sel dans le lait réceptionné

%eau et du sel ajouté	MG	ESD	TP	Acidité °D	FPD -mC°	lactose g/l
lait cru 0% eau	37,1	94,69	32,21	16,1	525	5,155
LC 2% eau 0% sel	36,31	93,27	31,73	15,51	515	5,09
LC 2% eau 0,03% sel	35,88	93,23	31,66	15,93	536	5,093
LC 2% eau 0,09% sel	35,94	92,86	31,65	15,77	574	5,077
LC 2% eau 0,12% sel	35,77	93,24	3,94	16,92	596	5,086
LC 4% eau 0% sel	38,79	91,74	30,98	15,383	502	4,994
LC 4% eau 0,03% sel	35,48	91,84	31,07	15,91	526	5,009
LC 4% eau 0,09% sel	35,05	91,59	31,2	16,35	564	5,01
LC 4% eau 0,12% sel	35,4	91,55	31,01	16,03	585	5,01
LC 8% eau 0% sel	34,27	87,73	29,78	15,54	474	4,818
LC 8% eau 0,03% sel	34,4	89,26	30,25	15,39	506	4,894
LC 8% eau 0,09% sel	34,08	88,55	30,09	16,28	542	4,847
LC 8% eau 0,12% sel	33,96	88,39	30,13	15,75	562	4,841

Annexe 13: Tableau de l'analyse frauduleuse adjonction de la soude dans le lait à la réceptionné

% de NaOH ajouté	pH	Acidité °D	test alcool		Ramsdell			test NaOH	FPD
			74°	79°	0,8ml	0,9ml	1ml		
0%	6,68	15	-	+	+	+	+	-	508
1%	6,77	14	-	+	-	+	+	-	519
2%	6,86	12,5	-	-	-	-	+	+	512
2,50%	6,87	12,3	-	-	-	-	-	+	510
3%	6,94	12	-	-	-	-	-	+	506
3,50%	6,95	11,5	-	-	-	-	-	+	505
4%	7	10	-	-	-	-	-	+	496
5%	7,14	9	-	-	-	-	-	+	499