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

Projet de Fin d'Etudes

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

ETUDE DE LA STABILITÉ DU LAIT DE CHÈVRE CRU À LA SOCIÉTÉ LAITIÈRE CHERGUI SITE D'OUED N'JA

Présenté par :
-Chahbar Zineb

Encadré par :
-Pr. Nadia Maâzouzi (FSTF)
-Mr. Otman Kajjoua (CHERGUI)

Soutenu le : 12 Juin 2019

Devant le jury composé de :

- Pr. Nadia Maâzouzi
- Pr. Samira Sefrioui

Année universitaire 2018/2019

DEDICACE

***J**e dédie ce modeste travail à mes chers parents qui font le maximum pour me soutenir et m'encourager durant toute ma vie.*

***A**ucune dédicace ne saurait exprimer à leur juste valeur, mon profond respect, et ma gratitude pour tous les efforts qu'ils ont fournis pour moi.*

***Q**ue ce travail soit le symbole de mon grand amour et de ma reconnaissance.*

***A** toute ma famille, frère et sœurs pour leur soutien.*

***A** tous mes amis de la FST qui m'ont encouragé de continuer durant cette formation.*

***A** mes chers enseignants sans exception, à tous les membres de la Direction de la FST de FES, à tout le personnel de la société laitière CHERGUI de OUED N'JA qui m'ont bien encadré et qui m'ont beaucoup aidé par leur explication et leurs conseils durant toute la période de stage.*

REMERCIEMENTS

Avant tout louanges à Dieu qui m'a donné la force pour accomplir ce travail.

Au terme de ce travail je tiens à remercier vivement le DOMMAINE DOUIET de m'avoir bien accueilli.

J'adresse aussi ma plus grande reconnaissance à Monsieur le Directeur de l'usine OUED N'JA ***Mr. Fayssal Benssadik*** *de m'avoir donné l'opportunité d'effectuer ce stage au sein de son entreprise.*

Je tiens à remercier plus sincèrement ***Mr. Otman Kajjoua*** *responsable du laboratoire de contrôle de qualité et mon encadrant de stage pour leurs conseils et leur aide précieux.*

Je tiens également à témoigner ma profonde reconnaissance et mes vifs remerciements à ***Pr. Nadia Maâzouzi*** *pour avoir accepté de diriger ce travail, elle m'a consacré énormément de temps, elle m'a transmis une partie de son savoir avec beaucoup de patience et de rigueur, je lui adresse tous mes remerciements pour sa compréhension, son respect et son humanité.*

Je remercie vivement ***Pr. Samira Sefrioui*** *d'avoir accepté de juger ce travail.*

Ma gratitude s'adresse également à l'ensemble du personnel de l'usine OUED N'JA pour leur bienveillance, ainsi que leurs conseils fructueux.

SOMMAIRE

Introduction *1*

Chapitre I : Synthèse bibliographique *2*

A. Généralités sur la société 2

1) Aperçu sur les domaines agricoles 2

2) Présentation du Domaine Douiet 2

3) Usine d'OUED NJA 3

B. Généralités sur le lait de chèvre 6

1) Définition 6

2) Composition 6

3) Contrôle de qualité du lait cru 8

4) Processus de fabrication 9

C. Notion de la stabilité du lait cru 11

Chapitre II : Matériel et méthodes *13*

A. pH 13

B. Acidité dornic 13

C. Cryoscopie 14

D. Test d'alcool 15

E. Test d'ébullition 16

F. Matière grasse 16

Chapitre III : Résultats et discussion *18*

A. Tests de stabilité du lait caprin cru 18

B. Analyse et discussion des résultats 20

Chapitre IV : Conclusion *25*

Réferences *26*

A. Bibliographie 26

B. Webographie 26

Liste d'abréviations :

FIMALAIT : Fédération Interprofessionnelle Marocaine du LAIT.

FAO : Food and Agriculture Organization.

ISO : International Organization for Standardization.

HACCP : Hazard Analysis Critical Control Point.

Vit : Vitamine.

MG : Matière Grasse.

ONSSA : Office National de Sécurité Sanitaire des produits Alimentaires.

UFC : Unité Formant Colonie.

Liste des figures :

Numéro de la figure	Titre de la figure	La page
Figure 1	L'organigramme de la société CHERGUI d'OUED NJA.	4
Figure 2	Exemples de produits laitiers CHERGUI.	5
Figure 3	lait de chèvre avant et après la transformation.	9
Figure 4	Image du pH mètre.	13
Figure 5	Image du matériel utilisé pour mesurer l'acidité Dornic.	14
Figure 6	Image d'un cryoscope.	15
Figure 7	Image représentant le test d'alcool et les dilutions utilisées.	16
Figure 8	Différentes étapes du dosage de la MG par méthode GERBER.	17
Figure 9	Variation du pH du lait de chèvre cru en fonction du temps.	20
Figure 10	Variation de l'acidité Dornic du lait de chèvre cru en fonction du temps.	21
Figure 11	variation de la température de congélation du lait de chèvre cru en fonction du temps.	22
Figure 12	Variation du taux de la MG du lait de chèvre cru en fonction du temps.	23

Liste des tableaux :

Numéro du tableau	Titre du tableau	La page
Tableau 1	Constituants majeurs des matières salines du lait (en g/ litre de lait).	7
Tableau 2	Teneurs en oligo-éléments du lait (µg/litre de lait).	8
Tableau 3	Concentrations en vitamines du lait (mg/litre de lait).	8
Tableau 4	Résultats des tests d'alcool et d'ébullition sur le lait de chèvre cru.	18
Tableau 5	Résultats des analyses de pH, Acidité Dornic, Cryoscopie et la matière grasse du lait de chèvre cru.	19
Tableau 6	Les normes microbiologiques du lait de chèvre cru.	27

Introduction

Depuis des milliers d'années, le lait est présent partout dans de nombreuses civilisations. Il représente un symbole de vie, de pureté et d'abondance. Actuellement on trouve une grande variété de lait sur le marché marocain (lait bovin, lait caprin, lait de chamelle, lait végétal…). Selon la fédération Interprofessionnelle Marocaine du lait, FIMALAIT, la consommation nationale moyenne est de 72 litres par habitant par an. *(fimalait, 2019)*

Selon L'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), la production de lait de chèvre est estimée à 30 millions de litres (1994), soit 4% de la production laitière nationale, *(TAZI, 2019)*. En effet, le lait couvre les besoins essentiels de l'alimentation marocaine et présente une grande importance dans la consommation locale.

Le lait est un produit très fragile car il est riche en éléments nutritifs et en eau ; il représente donc un excellent milieu de culture pour un grand nombre de microbes. L'action des microorganismes particuliers est parfois recherchée pour faire cailler le lait par exemple, mais dans la plupart des cas ils sont indésirables ; en effet ils altèrent le lait, le rendent inconsommable et même dangereux pour la consommation humaine. Pour cela les contrôles de qualité sanitaire du lait cru sont indispensables et doivent être réalisés régulièrement. Parmi ces contrôles on distingue les tests de stabilité appliqués au lait cru avant qu'il ne subisse aucune transformation pour évaluer sa qualité et déterminer sa conformité par rapport aux normes. Mon sujet porte sur les tests de stabilité du lait de chèvre cru de la société laitière CHERGUI suite d'OUED N'JA.

Mon travail se subdivise en 2 grandes parties :

- La 1er est théorique, elle comprend la présentation de la société, des généralités sur le lait et une description du processus de fabrication du lait.
- La 2^{éme} est pratique, résume les tests de stabilités effectués sur le lait de chèvre cru, les résultats de ces tests et une discussion à propos de ces résultats.

Chapitre I : Synthèse bibliographique :

A. Généralités sur la société :

1) Aperçu sur les domaines agricoles :

Les Domaines agricoles est une entreprise marocaine agroalimentaire crée en 1960. Cette société, répartie sur l'ensemble du territoire marocain, emploie entre 3000 et 5000 collaborateurs sur plusieurs sites de production agricole et agro-industrielle, *(Les Domaines Agricoles, fleuron du SIAM , 2019)*. Les Domaines agricoles sont spécialisés dans la production et la transformation agricoles (agrumes, maraîchage, arboriculture fruitière, élevage et produits laitiers, plantes aromatiques, apiculture, aquaculture). L'entreprise portait anciennement le nom de « Les Domaines royaux ». Les Domaines agricoles est un des principaux producteurs-exportateurs de fruits et légumes au Maroc. Il propose une gamme de produits très larges destinées tant au grand public qu'aux professionnels.

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 supérieur, avec un soucis majeur de protéger l'environnement et en veillant au développement scientifique et technologique du secteur agricole du pays.

2) Présentation du Domaine Douiet :

Les Domaines disposent par ailleurs de plusieurs exploitations dont la plus connue, celle de la région de Fès, intitulée le Domaine de DOUIET, qui fournit la gamme des produits laitiers « CHERGUI».

a. Historique :

L'historique du Domaine Douiet est le suivant :

⇒ **1970 :** Création de la ferme dont la production est destinée uniquement au propriétaire.
⇒ **1997 :** Construction de la nouvelle usine de la production laitière dans le but d'élargir le champ de commercialisation et de viser une nouvelle clientèle**.**
⇒ **1998 :** Création de trois départements distincts (élevage, horticulture et produits laitiers).
⇒ **2000 :** Mise en place du système HACCP.
⇒ **2003 :** Certification Iso 9001 version qui vise à accroitre la satisfaction de ses clients.
⇒ **2007 :** Recertification Iso 9001. Certification Iso 22000 qui assure la sécurité du consommateur
⇒ **2010 :** Création d'une nouvelle usine à OUED NJA destinée à la production des yaourts, lait, leben et jus à basse du lait, dans le but d'augmenter la production, ainsi l'ancienne usine a été destinée à la production du fromage.

b. Filières d'activités :

Les filières d'activités du Domaine Douiet sont les suivants :

Filière élevage et culture : le secteur élevage a deux activités principales : l'élevage des bovins (jeunes bovins, vache laitière, génisses) et des caprins.

Filière de produits laitiers : le secteur de production et de transformation laitière a pour mission le développement, la production et la commercialisation des produits laitiers.

Filière horticulture: ce secteur a quatre activités principales **:**

- Production maraîchère (divers légumes).
- Arboriculture (pêche, vigne,…).
- Floriculture, Céréalière.
- Fourragère, Sériciculture.

3) Usine d'OUED NJA :

Le groupe des domaines agricoles a décidé d'implanter une nouvelle unité à Oued N'JA dans le but d'augmenter la production et de diversifier ses produits, vu que l'ancienne usine de transformation laitière DOUIET a une capacité de production insuffisante qui ne permet pas de satisfaire les besoins croissants des consommateurs.

a. L'organigramme de la société :

L'organigramme de l'usine OUED N'JA est résumé dans la figure 1.

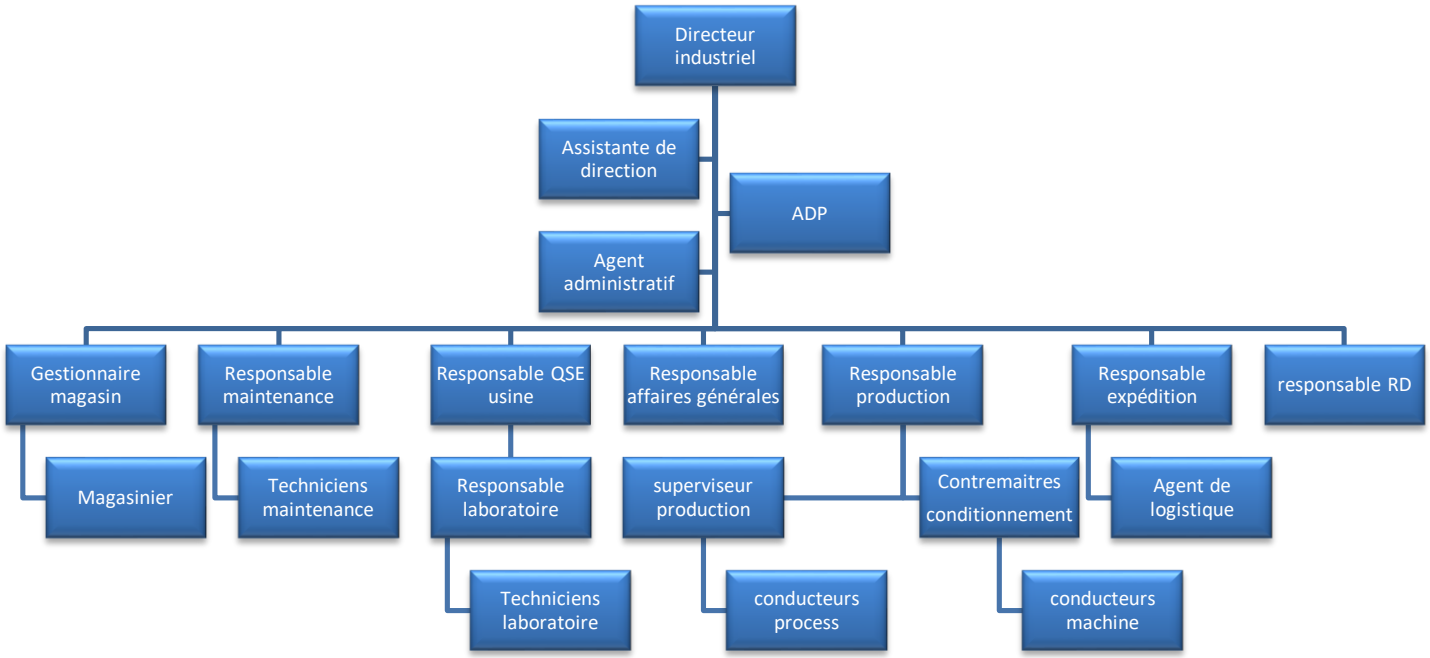


Figure 1 : L'organigramme de la société CHERGUI d'OUED NJA

b. Les produits laitiers CHERGUI:

Il s'agit de la marque de produits laitiers appartenant aux Domaines agricoles, qui produit des laits, des yaourts à la cuillère ou à boire, des jus de fruits au lait, du leben, des desserts bicouche aux fruits et des fromages. Les Domaines agricoles disposent d'un cheptel bovin et caprin composé de races performantes ; ces vaches et chèvres sont nourries en majorité par leur propre production fourragère. Le lait qu'elles produisent est ensuite transformé par leurs propres unités. Cette traçabilité totale leur permet d'offrir à leurs consommateurs, des produits de premier choix.

Tous les produits Chergui bénéficient du label « Produit fermier », dont les marques : DAYA, Finesse, les Plaisirs de Chergui, Fawakih, Lben, Raib, Bifidus, Jnane dont certains exemples sont représentés sur la figure 2.

Lait entier pasteurisé

Lait de chèvre

Gamme de yaourts Chergui : Jnane, crème, Brassé, Nature, Finesse et Bifidus

Lait écrémé 0%

Raib Banane, Raib Citron et Lben Nature

Les plaisirs de CHERGUI

Figure 2 : Exemples de produits laitiers CHERGUI, (boutiquelesdomaines, 2019).

B. Généralités sur le lait de chèvre :

1) Définition :

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, (Marcel, 2002).

Selon les normes marocaines, la définition du lait est la suivante : « ***le produit de la sécrétion mammaire normale, obtenu par une ou plusieurs traites, sans aucune addition ni soustraction***.», (ministre, 2001).

2) Composition :

Le lait de chèvre a une composition semblable au lait de vache. Il contient des nutriments essentiels et présente une source importante d'énergie alimentaire, de protéines de haute qualité et de matières grasses. Le lait peut apporter une contribution significative aux besoins nutritionnels recommandés en calcium, magnésium…

Le lait, sécrété par les différentes espèces de mammifères, présente des caractéristiques communes et contient les mêmes catégories de composants, 100 g de lait contiennent 87 g d'eau et 13 g de matière sèche. Les principaux constituants de la matière sèche du lait sont :

- **La matière grasse :** solide à la température ambiante. Elle se trouve dans le lait sous forme de minuscules gouttelettes et forme une émulsion et varie en fonction des conditions d'élevage. C'est le constituant le plus variable du lait, et est constituée d'un mélange de lipides simples (95-96 % de triglycérides, 2-3 % de diglycérides et 0,1 % de monoglycérides). La teneur en cholestérol du lait de chèvre est faible par rapport à celle du lait de vache : 9mg du

cholestérol par 100g de matière grasse pour le lait de chèvre, et 13mg de cholestérol par 100g de matière grasse pour le lait de vache.

- **les protéines :** Les protéines du lait sont principalement des caséines, 80% de la matière protéique du lait. Ce sont de grosses molécules agglomérées entre elles par un réseau de calcium et phosphore. Sensible aux acides, elles sont mises à profit dans la fabrication du fromage. La teneur en caséines du lait de chèvre est supérieure à celle du lait de vache, ce qui le rend plus sensible à la coagulation.

- **Les glucides :** Comme dans la majorité des laits de Mammifères, le lactose représente la principale forme de glucide dans le lait de chèvre avec une portion de 4.6%, (Desjeux, 1993). C'est un sucre disaccharide présent en solution dans le lait, et généralement le principal élément solide du lait. Son pouvoir sucrant est six fois plus faible que celui du saccharose. Il peut provoquer certaines intolérances, car ce disaccharide est normalement hydrolysé par la lactase située sur les cellules épithéliales qui tapissent l'intérieur du tube digestif. Le glucose et le galactose qui résultent de cette hydrolyse sont ensuite absorbés par un mécanisme spécifique au niveau de l'entérocyte. En cas de déficience en lactase, constitutive ou secondaire à une maladie digestive, les bactéries du côlon peuvent adapter leur métabolisme pour récupérer l'énergie du lactose. Cependant, ce mécanisme peut être limité, provoquant des signes cliniques d'intolérance au lactose (surtout douleurs abdominales et diarrhée), (Desjeux, 1993). Le lait de chèvre possède une teneur moindre en lactose : 4,1 à 4,7g de lactose pour 100g de lait de chèvre contre 4,8 à 5g grammes de lactose pour le lait de vache, *(docteurbonnebouffe, 2019).*

- **les composants secondaires :** Le lait de chèvre contient de nombreux vitamines, minéraux et oligo-éléments à des concentrations satisfaisantes pour couvrir certains besoins journaliers.

Tableau 1 : Constituants majeurs des matières salines du lait (en g/ litre de lait), (fao, 2019).

Mg	Na	Ca	K	S	P	Cl
0.12	0.58	1.23	1.41	0.30	0.95	1.19

Tableau 2 : Teneurs en oligo-éléments du lait (µg/litre de lait), (fao, 2019).

Zinc	Iode	Manganèse	Cuivre	Fer
4	0.024	0.01 à 0.03	0.2 à 0.4	0.6 à 1.2

Tableau 3 : Concentrations en vitamines du lait (mg/litre de lait), (fao, 2019).

Vit.E	Vit.B	Vit.B2	Vit.B6	Vit.B12	Vit.A	Vit.C
1.1	0.42	1.72	0.48	0.0045	0.378	8

NB :

⇒ Le lait est, parmi les liquides biologiques animaux, un de ceux qui contiennent la plus grande concentration d'acide citrique, c'est un anticoagulant et il s'oppose à la précipitation des protéines, (Adrian, 1975).

⇒ Globalement, il y a plus de groupes carboxyle que de groupes amine, ceci explique le fait que le lait soit légèrement acide (6,6 < pH < 6,8), (Adrian, 1975).

3) Contrôle de qualité du lait cru :

Le lait est un liquide fragile, qui est soumis à une réglementation très stricte de la ferme au supermarché. Les principaux facteurs qui influent la qualité du lait sont : la race de bétail (La qualité du lait commence par la santé des animaux), la qualité alimentaire et l'hygiène.

Le contrôle de la qualité du lait cru est parmi les contrôles qui doivent être les plus sévères du fait qu'il est considéré comme milieu favorable à la prolifération des microorganismes.

En plus du contrôle de fraudes (addition d'eau au lait, mélange de laits de différentes sources), il est impératif de contrôler :

- La teneur en matières grasses.
- La teneur en matières solide (Extrait sec).

- La présence de Coliformes
- La présence de levures et moisissures.
- Les antibiotiques et les antiparasitaires.
- L'hygiène des étables et les conditions de la traite.
- L'état sanitaire des races de bétail.

4) Processus de fabrication :

Figure 3 : lait de chèvre avant et après la transformation

Dans l'usine OUED N'JA, le lait cru passe par plusieurs phases de traitement dans différentes machines et équipements afin d'obtenir un produit fini prêt à être consommé par les consommateurs. Les opérations de base du traitement du lait s'effectuent comme suit :

1. Réception du lait :

Le lait cru arrive de la ferme dans des camions citernes. Sa qualité et sa température sont vérifiées à la réception par des contrôles différents. Durant le déchargement, le lait passe par une étape de filtration afin d'éliminer les corps étrangers comme les poils d'animaux, puis un dégazeur dans le but d'évacuer toutes les odeurs et les bulles de gaz étrangères trouvés dans le lait. Sous l'action d'une pompe centrifuge, le lait va s'écouler dans un échangeur à plaques,

traversé par l'eau glacée à contre-courant avec le lait, dont le but est de le refroidir à une température moins de 4 °C, dans le but de prévenir la prolifération des microorganismes.

2. Stockage du lait cru :

À partir de la salle de supervision, le responsable commande l'ouverture ou la fermeture des vannes pour acheminer le lait cru vers l'une des cuves de réception.

La laiterie dispose d'une capacité de stockage de 100 m^3 suffisante pour la production d'une journée afin d'assurer un traitement ininterrompu. Les cuves de lait entier sont équipées de doubles enveloppes calorifugées afin de maintenir la température du lait à moins de 4°C et d'agitateurs pour assurer un mélange homogène et éviter le crémage spontané du lait. Le stock ne doit pas dépasser 48 heures pour éviter la protéolyse et la lipolyse.

3. Thermisation du lait :

La thermisation est un léger chauffage que subit le lait, elle est de 45 °C pendant quelques minutes ou 75 °C pendant 15 secondes. Le but est d'aseptiser en partie le lait et pour détruire éventuellement certains germes pathogènes, comme la *Listéria*, qui pourraient être présents dans le lait. Ce traitement peut entraîner une diminution de la charge microbienne naturelle du lait (la microflore : bactéries lactiques, bactéries d'affinage,…). La microflore est généralement exploitée pour la préparation du fromage au lait cru. Dans ce cas, on doit faire appel aux bactéries cultivées en laboratoire pour remplacer celles qui ont été éliminées par thermisation.

4. Ecrémage et Standardisation :

C'est la séparation de la matière grasse du lait qui permet d'obtenir la matière première pour fabriquer de la crème et du beurre. L'écrémage est aussi une technique utilisée dans les filières de fabrication des produits laitiers pour standardiser la matière grasse. On obtient ainsi un lait et des produits à teneur garantie en matière grasse. L'écrémage est effectué mécaniquement en séparant le lait et la crème par centrifugation à l'aide du séparateur centrifuge (écrémeuse).

5. Pasteurisation :

Lors de la pasteurisation, le lait cru est porté durant 15 secondes à 72°C au minimum, puis immédiatement refroidi. La température élimine la majorité des germes. Le lait pasteurisé doit être conservé au réfrigérateur et consommé dans les dix jours.

6. L'homogénéisation :

C'est une opération qui empêche les globules gras de remonter à la surface du lait en réduisant leur diamètre Cette opération fait passer le lait sous pression élevée à travers des orifices ou valves très étroits.

7. Conditionnement :

Le conditionnement ou l'emballage est destiné à véhiculer les produits laitiers fluides dans les réseaux de production et de distribution. Le contenant doit :

- être attrayant par sa forme et sa présentation ;
- offrir une protection efficace au produit contre les chocs physiques, la lumière et la chaleur ;
- préserver le contenu des odeurs ou saveurs étrangères ;
- faciliter la manipulation du produit ;
- être économique et adapté aux exigences modernes de production.

C. Notion de la stabilité du lait cru :

L'objectif des études sur la stabilité est d'évaluer si un complément alimentaire ou une substance active se dégrade dans des conditions données (température, humidité de l'air…) pendant une période déterminée. Les résultats découlant de cette étude détermineront entre autres la durée de vie et les conditions de stockage recommandées d'une substance active ou d'un complément alimentaire.

La stabilité du lait cru est liée à la stabilité des micelles de caséines, la formation de micelles grâce à la caséine kappa, ou k-caséine, permet une homogénéité du lait et donc une stabilisation de son émulsion. Dans le lait, les micelles de caséines et les globules gras sont

chargés négativement. Ce qui entraîne une répulsion qui assure la stabilité du lait. Grâce à un élément chargé positivement et contenant des ions H^+, les charges négatives des caséines sont neutralisées. L'acide va déshydrater les micelles, qui vont donc se rapprocher ; Elles se soudent entre elles avec des liaisons fortes et irréversibles, et forment un caillé.

Les micelles de caséines doivent leur stabilité à deux facteurs :

- **Les charges de surface** : les caséines ont un caractère acide très net. Au pH normal du lait, elles ont un fort excès de charges négatives. Les micelles sont aussi chargées et de fortes répulsions électrostatiques empêchent leur rapprochement, et si le pH déséquilibre les micelles, elles se rapprochent donc, et on aura une déstabilisation du lait.

- **Le degré d'hydratation** : l'eau fixée par les micelles est importante (3,7g pour 1g de protéines). Une partie de cette eau forme autour de chaque micelle une enveloppe d'hydratation protectrice. C'est la caséine kappa qui porte les charges négatives et le caractère hydrophile de la caséine ; elle constitue ainsi la tête hydrophile. Les autres caséines ne constituent pas la tête des micelles, qui se repoussent les unes des autres, empêchant ainsi toute formule d'agrégat.

Pour contrôler la stabilité du lait il faut appliquer des tests comme le pH, l'acidité Dornic, le taux de mouillage, test d'alcool, test d'ébullition,…

Chapitre II : Matériel et méthodes :

Les échantillons analysés sont des laits crus entiers prélevés à l'arrivée des camions citernes dans des pots stériles et transportés à température ambiante au laboratoire.

A. pH :

La mesure de pH est la première analyse réalisée après l'arrivée des échantillons.

Ce test est réalisé à l'aide d'un pH mètre, par trempage de l'électrode, pré-étalonné aux pH 7.00 et 4.00, dans un volume de lait prélevé dans un Becher

La mesure du pH de l'échantillon sert à renseigner sur l'état de fraicheur du lait, un pH élevé que la normal indique une charge microbienne élevée.

La norme de pH à 20°C pour le lait de chèvre : est comprise entre 6.60 et 6.80, *(fao, 2019)*.

Figure 4 : Image du pH mètre

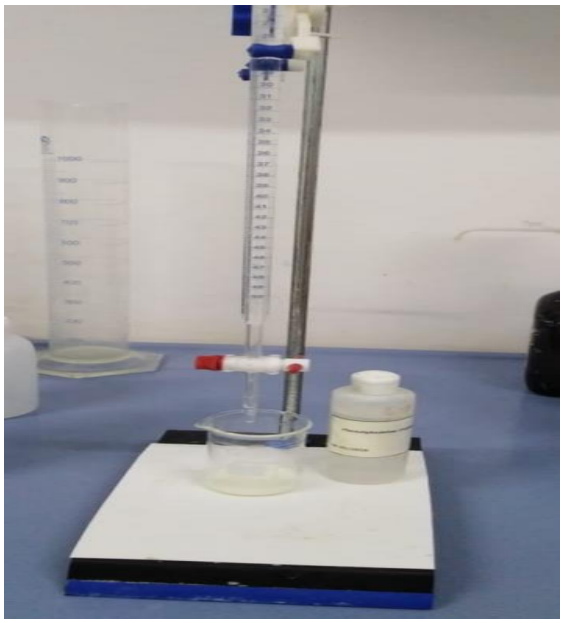
B. Acidité Dornic :

Ce test est réalisé afin de titrer l'acide lactique contenu dans un lait pour déterminer sa fraîcheur en mesurant son degré Dornic. 1 degré Dornic (1°D) correspond à 0,1 g d'acide lactique par litre de lait.

Dans un bécher on introduit 10 ml de lait prélevé à la pipette, ensuite on ajoute dans le bécher quatre gouttes de la solution de phénolphtaléine (indicateur coloré) et on titre par une

solution de soude (NaOH) à 0.1N jusqu'à virage au rose persistant. La quantité de soude en ml versée multipliée par 10 correspond au degré Dornic.

Selon la FAO, l'acidité du lait de chèvre frais est comprise entre 12 et 17°D, (*fao, 2019*).



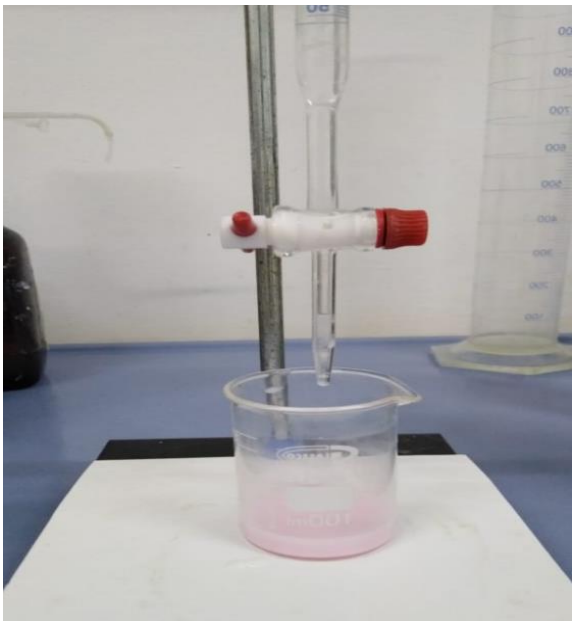


Figure 5 : Image du matériel utilisé pour mesurer l'acidité Dornic.

C. Cryoscopie :

C'est la détermination du point de congélation du lait ; a pour but de vérifier si le lait est mouillé ou s'il y en a eu ajout d'amidon. Ce test permet de déceler les fraudes et savoir l'effet de l'alimentation des caprins sur la qualité du lait. La température de congélation du lait cru est déterminée à l'aide du cryoscope (Figure3). Le point de congélation du lait de chèvre se situe normalement en moyenne à -0.540°C. Le mouillage élève le point de congélation vers zéro.

Figure 6 : image d'un cryoscope

D. Test d'alcool :

Le test à l'alcool est utilisé traditionnellement pour trier les laits de fromagerie, c'est-à-dire pour déterminer leur aptitude à la coagulation par la présure. Il permet également de sélectionner les laits destinés à la stérilisation, donc de prévoir leur comportement à haute température. L'action de ces trois facteurs : hydrolyse par la présure, traitements thermiques et addition d'alcool, sur le lait cru a le même impact sur la stabilité des micelles de caséine du lait ; donc si le lait coagule au test d'alcool, il ne va pas supporter les traitements thermiques (stérilisation, pasteurisation…).

Pour le lait de chèvre il n'y a pas une concentration d'alcool connue à partir de laquelle commence la coagulation du lait ; ce test consiste donc à déterminer la valeur de la concentration d'alcool exacte à partir de laquelle on aura une coagulation, cette valeur va servir à la création d'une démarche à suivre pour le test d'alcool dans le cas du lait de chèvre cru.

On prépare différentes concentrations d'alcool (éthanol), et on introduit dans un tube 2 ml de l'échantillon de lait et 2 ml de l'alcool, on mélange et on note s'il y a coagulation du lait ou pas. La valeur de la concentration d'alcool recherchée est celle qui déclenche une coagulation du lait ; si le lait dénature au test d'alcool donc il ne va pas supporter la thermisation.

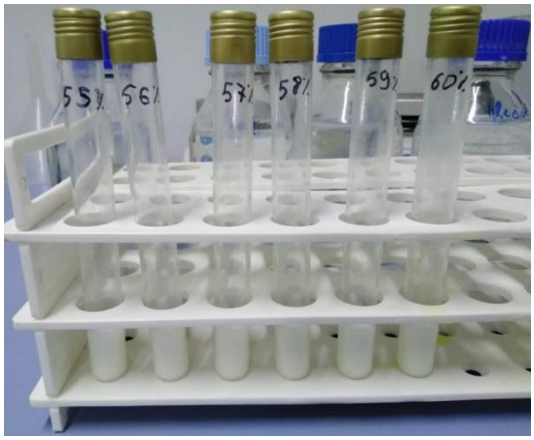


Figure 7 : Image représentant le test d'alcool et les dilutions utilisées.

E. Test d'ébullition :

C'est un test qui permet de donner une idée sur la charge microbienne initiale du lait et permet aussi d'avoir une idée sur la capacité de ce lait à supporter les traitements thermiques. Il s'agit de porter 5 ml de l'échantillon à l'ébullition pendant 10 min à 100°C au bain Marie, si le lait reste homogène après ébullition donc le test est négatif et le lait est de bonne qualité ; par contre si le lait devient hétérogène et coagule donc le test est dit positif, ce qui marque un lait de mauvaise qualité.

F. Matière grasse :

Ce contrôle sert à détecter la fraude de l'écrémage du lait. La teneur en matière grasse est déterminée par la méthode acidobutyrométrique de Gerber, qui consiste en une attaque du lait par l'acide sulfurique qui déstabilise les micelles et aide à la libération des globules gras, la matière grasse est dissoute par l'acide. Et grâce à la force centrifuge et l'ajout d'alcool isoamylique qui empêche la formation de la mousse et dissout la matière grasse, cette dernière se sépare et monte au sommet du butyromètre.

Pour réaliser ce test on ajoute dans un butyromètre 10 ml d'acide sulfurique, suivi de 11 ml de l'échantillon à analyser et finalement 1 ml d'alcool isoamylique. On mélange tous et on le centrifuge pendant 5 min. Après centrifugation la matière grasse flotte et on peut lire son volume, 1 ml de matière grasse correspond à 1% de matière grasse

La teneur en matière grasse du lait de chèvre est comprise entre 2,8% et 4,2%, *(terredeschevres, 2019)*.

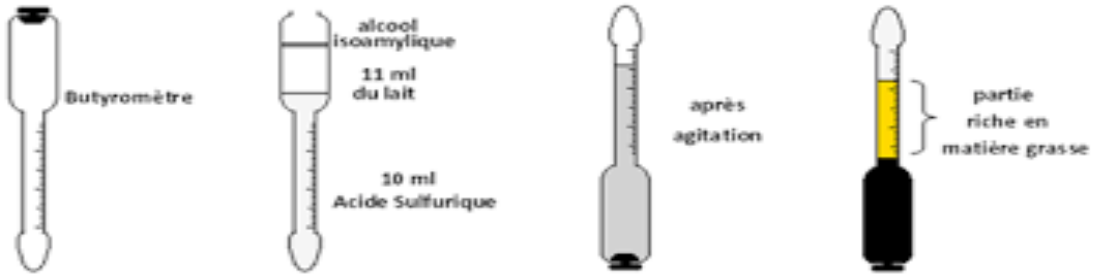


Figure 8 : Différentes étapes du dosage de la MG par méthode GERBER.

Chapitre III : Résultats et discussion

Cette partie résume les résultats des tests de stabilité réalisés sur des échantillons du lait de chèvre cru à l'usine OUED N'JA du 22 avril 2019 au 26 mai 2019.

A. Tests de stabilité du lait caprin cru :

Les résultats des tests de stabilités du lait de chèvre cru sont présentés dans les tableaux 4 et 5.

Tableau 4 : tests pH, Acidité Dornic, Cryoscopie et la matière grasse du lait de chèvre cru.

Lait de chèvre	pH	Acidité Dornic (°D)	Cryoscopie (°C)	MG (%)
22/04	6.68	15	-0.518	3.5
24/04	6.66	15	-0.508	3.2
26/04	6.69	15	-0.508	3.5
27/04	6.47	19	-0.501	3.6
29/04	6.68	15	-0.508	3.4
30/04	6.71	16	-0.509	3.1
02/05	6.75	17	-0.518	3.6
04/05	6.70	16	-0.516	3.6
06/05	6.66	17	-0.510	3.2
08/05	6.70	15	-0.516	3.6
10/05	6.71	15	-0.517	3.3
14/05	6.67	17	-0.510	3.3
16/05	6.76	15	-0.528	3.4
18/05	6.70	15	-0.520	3.3
20/05	6.72	15	-0.521	3.2
22/05	6.73	16	-0.523	3.3
24/05	6.72	15	-0.521	3.4
26/05	6.71	16	-0.522	3.2

D'après ce tableau on constate que les résultats des tests de pH, d'acidité Dornic, de cryoscopie et de matière grasse réalisés du 22/04 au 26/05 sur des échantillons du lait de chèvre cru de l'usine OUED N'JA varient selon les jours d'étude.

Tableau 5 : Tests d'alcool et d'ébullition sur le lait de chèvre cru.

Lait de chèvre	Test d'alcool						Test d'ébullition
	55%	56%	57%	58%	59%	60%	
22/04	-	+	+	+	+	+	-
24/04	-	+	+	+	+	+	-
26/04	-	+	+	+	+	+	-
27/04	+	+	+	+	+	+	-
29/04	-	+	+	+	+	+	-
30/04	-	+	+	+	+	+	-
02/05	-	+	+	+	+	+	-
04/05	-	+	+	+	+	+	-
06/05	-	+	+	+	+	+	-
08/05	-	+	+	+	+	+	-
10/05	-	+	+	+	+	+	-
14/05	-	+	+	+	+	+	-
16/05	-	+	+	+	+	+	-
18/05	-	+	+	+	+	+	-
20/05	-	+	+	+	+	+	-
22/05	-	+	+	+	+	+	-
24/05	-	+	+	+	+	+	-
26/05	-	+	+	+	+	+	-

Les résultats des tests d'alcool et d'ébullition sur le lait de chèvre cru de l'usine OUED N'JA du 22/04 au 26/05 sont constants au long de cette période sauf la journée du 27/04 où

on constate une différence pour les résultats du test d'alcool. En effet le test est positif au lieu d'être négatif.

B. Analyse et discussion des résultats :

○ pH :

Les tests de pH réalisés sur le lait de chèvre cru de la société CHERGUI du site OUED N'JA, ont donné les résultats présentés dans la figure suivante.

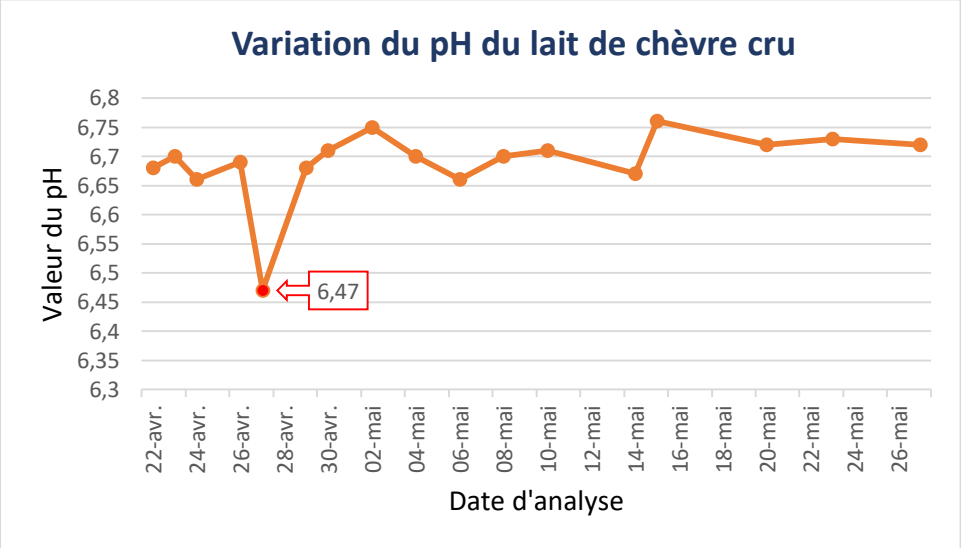


Figure 9 : Variation du pH du lait de chèvre cru en fonction du temps.

On constate que la valeur du pH n'est pas stable, elle varie entre 6,47 et 6.76. Ceci est dû à la variation de la concentration en acide lactique du lait de chèvre cru.

Le 27 avril, la valeur du pH a été de 6.47, qui normalement devrait varier entre 6.60 et 6.80 ; donc le pH du lait de chèvre cru du 27/04 est non conforme.

○ L'acidité Dornic :

Les résultats du dosage de l'acidité Dornic réalisés sur le lait de chèvre cru de l'usine OUED N'JA, sont présentés dans la figure ci-après.

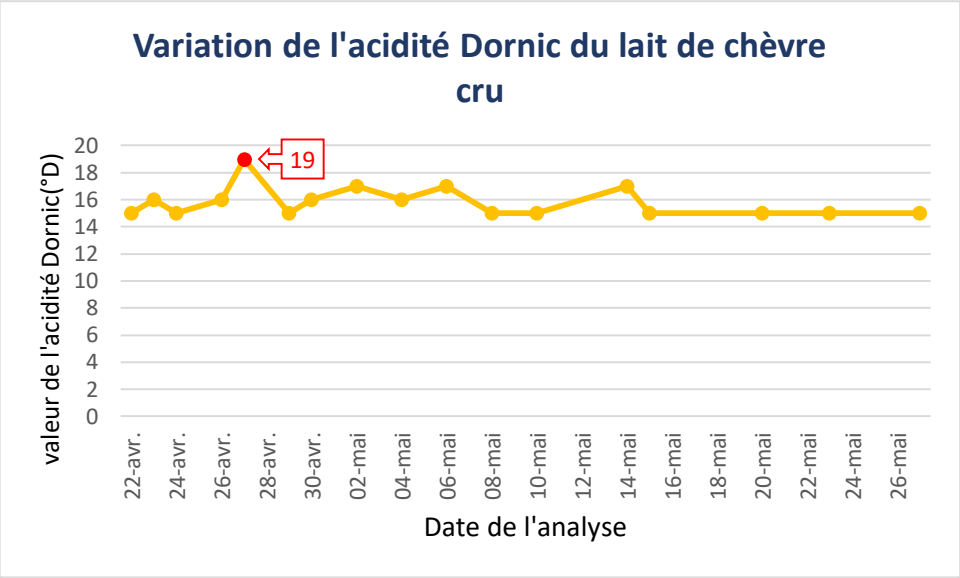


Figure 10 : Variation de l'acidité Dornic du lait de chèvre cru en fonction du temps.

A travers la figure 10, on constate que la valeur de l'acidité Dornic varie entre 15 et 19°D, alors que la norme et de 12 à 17°D. Ceci est dû à la variation de la concentration en acide lactique, et par conséquence à la variation de la charge microbienne initiale du lait de chèvre cru. Microorganismes qui en se multipliant vont consommer la source carbonée et produire l'acide lactique ce qui va acidifier le milieu.

Le 27 avril, la valeur de l'acidité Dornic est 19°D ce qui correspond à 1.9g d'acide lactique par litre du lait de chèvre cru, cette valeur est supérieure à la norme (17°D), c'est ce qui explique la faible valeur du pH trouvée précédemment (6.47). Pour les autres échantillons du lait de chèvre cru la concentration d'acide lactique correspond aux normes (de 12 à 17°D).

- **Cryoscopie :**

Les mesures du point de congélation du lait de chèvre cru de l'usine OUED N'JA sont présentées dans la figure ci-dessous.

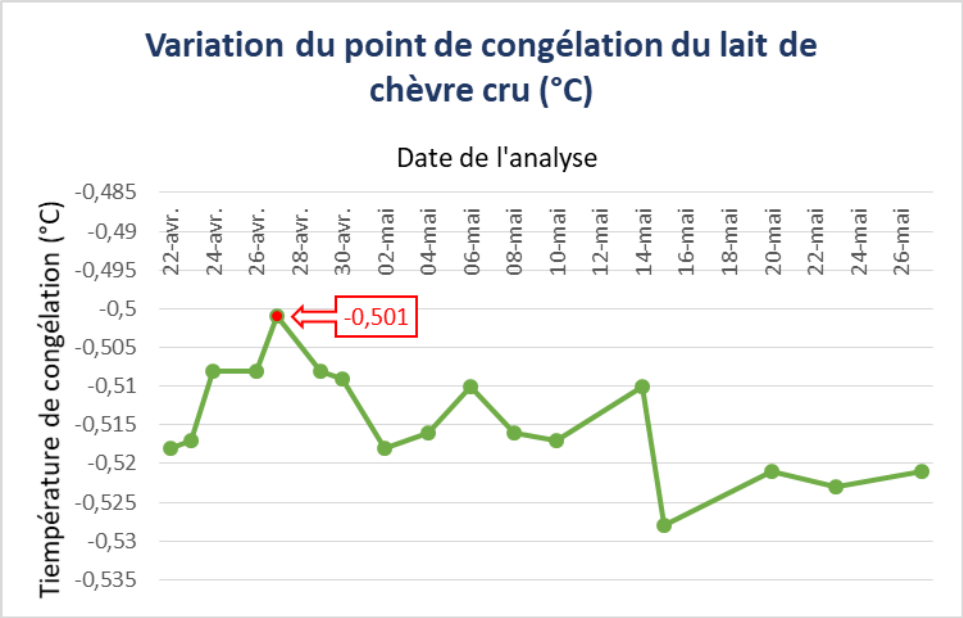


Figure 11 : variation de la température de congélation du lait de chèvre cru en fonction du temps.

On constate que la valeur de la température de congélation du lait de chèvre cru est comprise entre -0.528 et -0.501°C, cette valeur varie selon le taux de mouillage du lait et la quantité de la matière sèche. Quand le lait est acidifié, il y'aura libération de l'eau fixée par les micelles, ce qui le rend plus mouillé ; c'est le cas pour le lait du 27 avril dont la valeur du point de congélation est égale à -0.501°C ; c'est une valeur proche du zéro, ce qui indique une quantité d'eau importante.

- **Matière grasse :**

La teneur en matière grasse du lait de chèvre cru est mesurée par méthode GERBER ; selon les normes la teneur en matière grasse du lait de chèvre est doit être comprise entre 2,8% et 4,2%.

Les résultats des tests réalisés pour le lait de chèvre cru de la société laitière CHERGUI du site OUED N'JA sont résumés dans la figure ci-après.

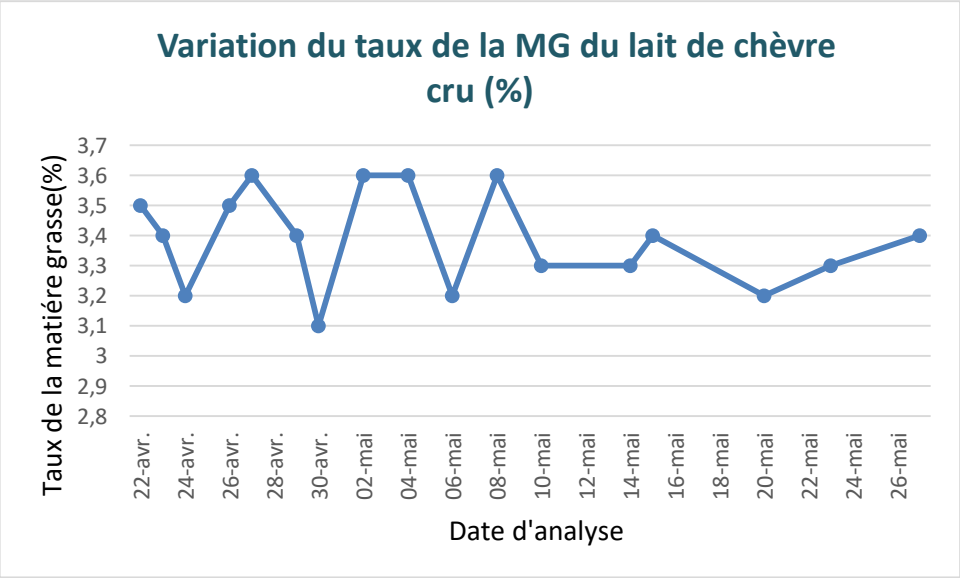


Figure 12 : Variation du taux de la MG du lait de chèvre cru en fonction du temps.

On constate d'après la figure 12, que la valeur du taux de la matière grasse contenue dans les échantillons du lait de chèvre cru analysés est comprise entre 3.1 et 3.6%, ce qui est compatible avec la norme (de 2.8% à 4.2%).

- **Test d'alcool et Test d'ébullition :**

En ce qui concerne le test d'alcool on constate que le lait de chèvre cru coagule toujours à partir de la concentration d'alcool 56% ; Donc cette concentration déclenche une coagulation pour tous les échantillons du lait analysés quel que soit leur qualité.

En ce qui concerne la concentration d'alcool 55% on constate que le test est négatif pour la majorité des échantillons du lait caprin cru, et positif pour le lait du 27 avril, en liant ces résultats aux résultats trouvés par les tests du pH et d'acidité Dornic (lait du 27 avril : un pH de 6.47 et une acidité de 19°D), on peut conclure que la concentration d'alcool 55% déclenche une coagulation pour les laits acidifiés ; donc le lait testé est de mauvaise qualité. Dans ce cas il se peut que ce lait ne puisse pas supporter le traitement thermique ; pour s'en assurer, il faut établir le test d'ébullition.

Le test d'ébullition est réalisé pour confirmer les résultats trouvés pour le test d'alcool, et déterminer la conformité finale du lait caprin cru, l'échantillon du 27 avril n'a présenté aucune coagulation lors du chauffage, donc on constate que cet échantillon est plus au moins conforme ;pour vérifier sa conformité on réalise les analyses microbiologiques pour

déterminer la charge microbienne de ce lait pour qu'on puisse décider de son parcours ; si la charge microbienne dépasse les normes donc ce lait doit être rejeté, si la charge microbienne est comprise dans des intervalles proches des normes internationales on considère que ce lait est de qualité conforme, (voir annexe) et on le garde.

On peut conclure que ces paramètres ciblés par les tests de stabilités sont tous en relation, l'un influence sur l'autre et l'un confirme l'autre. Et pour le test d'alcool il faut plus de recherche et de tests pour déterminer exactement la démarche à suivre pour le lait de chèvre cru.

En général, la société laitière CHERGUI possède son propre élevage et ces tests de stabilité sont réalisés pour qualifier la nature d'alimentation des caprins et les conditions du transport du lait de chèvre du site d'élevage à l'usine.

Chapitre IV : Conclusion

On applique des tests de stabilité du lait de chèvre cru dans le but d'évaluer sa qualité ; lorsque cette dernière est évoquée, surtout pour un produit fragile comme le lait de chèvre, de multiples interprétations peuvent être adaptées selon des critères retenus pour définir cette qualité et suivre la stabilité du lait.

En première lieu, on a effectué un suivi du pH et d'acidité Dornic du 24 avril au 26 mai, ces deux paramètres varient toujours ensemble et quelques fois sont affectés par la charge microbienne du lait de chèvre. Ensuite, la cryoscopie qui nous a permis de déterminer le taux de mouillage du lait qui est peut-être un résultat de l'acidification du lait ou à la nature de l'alimentation des caprins. La mesure de la matière grasse donne le taux des lipides contenus dans le lait ; sa valeur est importante pour détecter les fraudes d'écrémage et aussi pour connaitre l'effet de l'alimentation des chèvres sur la teneur en matière grasse du lait.

En deuxième lieu, on a effectué le test d'alcool qui est un test assez important pour la détermination de la stabilité thermique mais il faut faire plus d'étude pour déterminer exactement la démarche à suivre pour le lait de chèvre. Ce test doit être suivi par le test d'ébullition qui sert à confirmer les résultats trouvés par le test d'alcool.

Durant ma période de stage, il y avait un seul cas où les résultats du pH, d'acidité Dornic, de cryoscopie et de test d'alcool étaient non conformes, c'est la journée du 27 avril ; ce qui nécessite la réalisation des tests microbiologiques pour s'assurer de la qualité du lait caprin analysé.

On peut conclure que les résultats des tests de stabilité obtenus nous informent sur la bonne qualité du lait de chèvre cru reçu par l'usine OUED N'JA.

Ce rapport est le fruit du travail d'un mois et demi au sein de la société laitier CHERGUI du site OUED N'JA, qui m'a donné une occasion profitable pour découvrir le monde professionnel et appliquer mes connaissances théoriques à la réalité pratique du monde agroalimentaire. Ce stage a été pour moi une occasion unique pour assimiler le principe de l'esprit d'équipe et savoir ce que c'est qu'une industrie laitière.

Références :

A. Bibliographie :

Les Domaines Agricoles, fleuron du SIAM . (2019). *Medias24*, 3.

Adrian, [. (1975). *Le Lait ; Les traitements thermiques appliqués aux produits laitiers et leurs conséquences dans le domaine azoté.* INRA Editions.

Desjeux, J. (1993). *Le Lait,Valeur nutritionnelle du lait de chèvre.* INRA Editions.

Marcel, M. (2002). *Larousse agricole, Larousse.*

ministre, P. (2001, janvier 4). Le Bulletion officiel n°4862. *Décret n° 2-00-425 du 10 ramadan 1421 (7 décembre 2000) relatif au contrôle de la production laitière*, p. 01.

B. Webographie :

ONSSA. (2019, 06 03). Récupéré sur http://www.onssa.gov.ma/fr/images/reglementation/transversale/ARR.624-04.FR.pdf

Boutiquelesdomaines. (2019, 05 18). Récupéré sur www.boutiquelesdomaines.ma

(2019, 05 18). Récupéré sur www.boutiquelesdomaines.ma

terredeschevres. (2019, 05 27). Récupéré sur http://public.terredeschevres.fr/1_PRINCIPAL/1_3_1_lait/1_composition.html

TAZI, D. A. (2019, 05 14). *fao*. Récupéré sur http://www.fao.org- Situation du secteur caprin au Maroc/

fimalait. (2019, 05 04). Récupéré sur http://www.fimalait.ma-

fao. (2019, 05 25). Récupéré sur http://www.fao.org/3/t4280f/T4280F07.htm/Caractéristiques physico-chimiques des laits de diverses espèces animales/

docteurbonnebouffe. (2019, 05 26). Récupéré sur https://docteurbonnebouffe.com/lait-de-chevre-ou-lait-de-vache-meilleur-sante/

ANNEXES

Le tableau suivant présente les normes microbiologiques du lait de chèvre cru selon l'ONSSA.

Tableau 6 : Les normes microbiologique du lait de chèvre cru, *(ONSSA, 2019)*.

Lait caprin cru destiné à la consommation	Microorganismes aérobies 30°C UFC/ 1 ml	Coliformes 30°C UFC/1 ml	Coliformes fécaux 44°C UFC/1 ml	*Salmonella* UFC/250 ml	*Streptoques béta-hemolytique* UFC/0.1 ml	*Listeria monocytogenes* UFC/250 ml
Nombre de germes	300000	-	10^3	absence	absence	-