



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et
de la Vie
Département des Sciences Agronomiques

MÉMOIRE DE MASTER

Science de la Nature et de la Vie
Sciences Agronomiques
Production et nutrition animale

Réf. : Entrez la référence du document

Présenté par :
MOUMMI Atidel

Le : mercredi 23 septembre 2020

Effet du régime alimentaire et de la congélation sur les propriétés physico-chimiques du lait de la chèvre locale Arbia élevée dans les conditions arides

Jury :

Mr. MESSAI A.	MCA	Université de Biskra	Président
Mme. DEGHOUCHE K.	Pr	Université de Biskra	Rapporteur
Mr. MEZERDI F.	MCA	Université de Biskra	Examineur

Année universitaire : 2019- 2020

Remerciement

Je remercie avant tout Allah tout puissant, de m'avoir guidé tout au long de ma vie, dans toutes les années d'étude et m'avoir donné la croyance, la volonté, la patience et le courage pour terminer ce travail.

J'adresse le grand remerciement à ma promotrice à Mme DAGHNOUCHE K. Professeur à l'université Mohamed KHIDER-Biskra -, pour ses conseils, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pu vu le jour sans ses aides et son soutiens moral.

Je la remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel, et de sa disponibilité durant la préparation de ce mémoire.

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury ; Qui nous a fait l'honneur de juger ce travail.

Mr MESSAI A. Maître de conférences classe A à l'université de Biskra qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de jury de ce mémoire.

Mr MEZERDI F. Maître de conférences classe A à l'université de Biskra, Qui nous a fait l'honneur de faire partie de notre jury .Sincères remerciements.

Dédicace

Merci mon Dieu de m'avoir donné la capacité de réaliser ce travail

A mon père pour être à mes côtés tout le temps pour me pousser, pour
me donner plus de force et de conseils.

A mon cher époux pour ses encouragements et sa patience.

A ma mère pour ces précieuses conseils et de rester toujours là pour
moi.

A mes chers frères et mes chères sœurs.

A ma belle-mère qui m'a encouragé et à toute ma belle-famille.

A toutes mes chères amies.

A toute la promotion de la 2^{ème} Master Agronomie.

A tous mes enseignants.

ATIDEL

Liste des Tableaux

Tableau I.1 : Caractéristiques morphologiques et localisation de quelques populations caprines locales	08
Tableau II.1 : Principaux constituants chimiques du lait de chèvre.	10
Tableau III.01 : Lieux de prélèvement et caractéristiques des élevages.	19
Tableau IV.1 : Valeurs moyennes de pH du lait de deux régimes alimentaires.	29
Tableau IV.2 : Valeurs moyennes de l'acidité titrable du lait de deux régimes.	31
Tableau IV.3 : Valeurs moyennes de densité du lait de deux régimes.	32
Tableau IV.4.1 : Valeurs moyennes de la teneur en extrait sec total du lait de deux régimes alimentaires.	34
Tableau IV.4.2 : Valeurs moyennes de la teneur en matière grasse du lait de deux régimes.	36
Tableau IV.4.3 : Valeurs moyennes de la teneur en protéines du lait de deux régimes alimentaires.	37
Tableau IV.4.4 : Valeurs moyennes de la teneur en lactose du lait de deux régimes.	39
Tableau IV.4.5 : Valeurs moyennes de la teneur en sels du lait de deux régimes alimentaires.	41
Tableau IV.5 : Valeurs moyennes de pH du lait frais et lait congelé.	43
Tableau (IV.6) : Valeurs moyennes de l'acidité titrable du lait frais et congelé.	45
Tableau (IV.7) : Valeurs moyennes de densité du lait frais et après congélation.	46
Tableau (IV.8) : valeurs moyennes de la teneur en extrait sec total de lait frais et congelé.	48
Tableau (IV.9) : Valeurs moyennes de la teneur en matière grasse de lait frais et lait congelé.	49
Tableau (IV.10) : Valeurs moyennes de la teneur en protéines de lait frais et congelé.	51

Tableau (IV.11) : Valeurs moyennes de la teneur en lactose du lait frais et après congélation. 53

Tableau (IV.12) : Valeurs moyennes de la teneur en sels de lait frais et congelé. 55

Liste des Figures

Figure I.1 : Evolution de l'élevage caprin en Algérie (2000 – 2018)	04
Figure II.1 : structure de la mamelle de la chèvre	14
Figure II.2 : mécanismes de la sécrétion apocrine chez la chèvre	15
Figure III.1 : Situation géographique de la wilaya de Biskra	18
Figure III.2 : Schéma récapitulatif du protocole expérimental suivi.	20
Figure III.3 : pH mètre portable.	22
Figure III.4 : Mesure de pH par bandelette.	23
Figure III.5 : appareillage de dosage acido-basique.	24
Figure III.6 : mesure de densité par le lactodensimètre.	25
Figure III.7 : Pesée de lait liquide avant dessèchement.	26
Figure III.8 : lait dans le butyromètre avant mixage et dégradation des composants.	27
Figure III.9 : lecture de taux de matière grasse à partir des dégradations de butyromètre.	27
Figure IV.1 : Valeurs moyennes de pH de lait des deux régimes alimentaires.	30
Figure IV.2 : Valeurs moyennes de l'acidité titrable des laits des deux régimes alimentaires.	32
Figure IV.3 : Valeurs moyennes de densité de lait de deux régimes.	33
Figure IV.4.1 : Valeurs moyennes d'EST de lait de deux régimes alimentaires.	35
Figure IV.4.2 : Valeurs moyennes de la teneur en matière grasse de lait de deux régimes.	37
Figure IV.4.3 : Valeurs moyennes de la teneur en protéine de lait de deux régimes alimentaires.	39
Figure IV.4.4 : Valeurs moyennes de la teneur en lactose.	40
Figure IV.4.5 : Valeurs moyennes de la teneur en sels de lait de deux régimes alimentaires.	42
Figure IV.5 : Variations de valeurs moyennes de pH de lait frais et lait congelé.	44
Figure IV.6 : Valeurs moyennes de pH de lait frais et lait congelé.	44

Figure IV.7 : Valeurs moyennes de l'acidité titrable des deux échantillons de lait.	45
Figure IV.8 : Valeurs moyennes de l'acidité titrable de deux échantillons de lait.	46
Figure IV.9 : Variations des valeurs moyennes de densité de lait avant et après congélation.	47
Figure IV.10 : Valeurs moyennes de densité de laits frais et congelé.	47
Figure IV.11 : Variations de valeurs moyennes d'EST de lait frais et congelé.	48
Figure IV.12 : Valeurs moyennes d'EST de lait frais et congelé.	49
Figure IV.13 : variations des valeurs moyennes de la teneur en matière grasse de lait frais et lait congelé.	50
Figure IV.14 : valeurs moyennes de la teneur en matière grasse de lait frais et lait congelé	51
Figure IV.15 : Variations des valeurs moyennes de la teneur en protéine de lait frais et congelé.	52
Figure IV.16 : Valeurs moyennes de la teneur en protéine de lait frais et congelé.	52
Figure IV.17 : variations des valeurs moyennes de la teneur en lactose avant et après congélation.	54
Figure IV.18 : Valeurs moyennes de la teneur en lactose avant et après congélation.	54
Figure IV.19 : Variations des valeurs moyennes de la teneur en sels de lait frais et congelé.	55
Figure IV.20 : Valeurs moyennes de teneur en sels de lait frais et congelé.	56

Liste des abréviations

FAO: food and agriculture organisation.

Cm: centimetre.

Kg: kilogramme.

%: pourcentage.

pH: potentiel des ions d'hydrogène

° : degré.

C : Celsius.

D : dornic.

g : gramme.

l : litre.

Ca: calcium.

P : phosphore.

mg : milligramme.

C : carbone.

g/l : gramme par litre.

kcal/l : kilocalories par litre.

ml : millilitre.

P : valeur p.

m : mètre.

km² : kilomètre carré.

ECH : échèle.

± : plus au moins.

MG : Matière grasse

Liste des abréviations

MST : matière sèche totale.

MSD : matière sèche dégraissée.

NS : non significative.

Sig : significative.

t : t observé de test t.

ddl : degré de liberté.

Remerciements	
Dédicace	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Table des matières	
Introduction	01
Première partie : synthèse bibliographique	
Chapitre I : Généralités Sur Les Caprins	03
I.1. Situation de l'élevage caprin dans le monde et en Algérie	03
I.2. L'élevage caprin en Algérie	03
I.2.1. La population caprine en Algérie	04
I.3. Les races caprines Algériennes et leurs principales caractéristiques	04
I.3.1. Les races locales	04
I.3.1.1. La chèvre ARBIA	04
I.3.1.2. La chèvre MAKATIA	05
I.3.1.3. La chèvre KABYLE «Naine de Kabylie»	06
I.3.1.4. La chèvre du M'ZABITE	06
I.3.2. Les races améliorées	07
I.3.3. La population croisée	07
Chapitre II : Lait Caprin	09
II.1. Généralités sur le lait caprin	09
II.1.1. Définition	09
II.2. Principales caractéristiques du lait de chèvre	09
II.2.1. Organoleptiques	09
II.2.2. Physicochimiques	09
II.2.2.1. Le ph	09
II.2.2.2. L'acidité	10
II.2.2.3. La densité	10

Composition chimique	10
II.2.2.4. L'eau	10
II.2.2.5. Les minéraux	11
II.2.2.6. La matière grasse	11
II.2.2.4. La fraction protéique	12
II.2.2. Les caséines	12
II.2.2. Protéines sériques	12
II.3. Qualités du lait de chèvre	13
I.3.2. Qualité technologique	13
I.3.3. Qualité nutritionnelle	13
I.3.4. La valeur nutritionnelle	14
I.4. Anatomie de la sécrétion lactée	14
I.5. Influence de l'alimentation sur la composition du lait de chèvre :	15
I.5.1. Foin vs Ensilage de balles rondes	15
I.5.2. Graminées vs Légumineuses	15
Deuxième partie : étude expérimentale	
Chapitre III : Matériels Et Méthodes	17
III. Matériels et méthodes	17
III.1. L'objectif du travail	17
III.2. Monographie de la zone d'étude	17
III.2.1. Situation géographique	17
III.3. Choix de la région d'étude	18
III.3.1. Echantillonnage	19
III.3.2. Prélèvements du lait	19
III.4.1. Protocole suivi	20
III.4.2. Caractérisation physico-chimique du lait	21

A. Matériels	21
a) Petit matériel	21
b) Appareillage	21
B. Conditionnement en température	21
C. Constantes physiques	21
1) Mesure du ph	21
2) Détermination de l'acidité titrable (Dornic)	23
3) Détermination de la densité	24
D. Composition chimique	25
1) Détermination de l'extrait sec total	25
2) Détermination de la teneur en matière grasse	26
3) Les composantes de matière sèche dégraissée	27
3.1. Les glucides	28
3.2. Les protéines	28
3.3. Les sels	28
Chapitre IV : Résultats Et Discussion	29
I. Caractérisation physico-chimique du lait	29
I.1. Caractéristiques physico-chimiques des laits issus de deux régimes alimentaires différents	29
A. Analyses physiques du lait	29
IV.1. Mesure de ph	29
IV.2. Acidité titrable	31
IV.3. Densité	32
B. Analyses chimiques de lait	34
IV.1. Mesure des composants chimiques du lait	34
IV.4.1. Teneur en extrait sec total	34
IV.2.2. Teneur en matière grasse	36
IV.2.3. Teneur en protéines	37

IV.2.4. Mesure de la teneur en lactose	39
IV.2.5. Mesure de la teneur en sels	40
Deuxième partie : Etude de l'effet de la congélation sur les caractéristiques physico-chimiques du lait de chèvre locale	43
II.1. Caractéristiques physico-chimiques des laits congelés	43
A. Analyses physiques	43
IV.1. Mesure de ph	43
IV.2. Mesure d'acidité titrable	44
IV.3. Densité	46
B. Analyses chimique de lait	48
IV.4. Mesure des composants chimiques du lait congelé	48
IV.4.1. Teneur en extrait sec total	48
IV.4.2. Teneur en matière grasse	49
IV.4.3. Teneur en protéines	51
IV.6.4. Mesure de la teneur en lactose	53
IV.4.5. Mesure de la teneur en sels	54
Conclusion	57
Références bibliographiques	59
Résumé	

Introduction

Introduction générale

«Mieux vaut une chèvre qui donne du lait qu'une vache stérile.»

Proverbes Estoniens

« La vache des pauvres » c'est le deuxième nom de la chèvre, cet animal était toujours privilégié par les éleveurs, la chèvre a été confinée dans les zones montagneuses, les zones steppiques et de parcours (**Haenlein, 2007**).

En Algérie l'élevage caprin compte parmi les activités agricoles les plus traditionnelles associés à l'élevage ovin, cette population reste marginale et ne représente que 13% du cheptel national (**Fantazi, 2004**).

Selon **Hafid en (2006)** la chèvre est élevée essentiellement pour son lait, sa viande, et ses poils.

En 2018 l'Algérie a produit 248784 tonnes de lait et 18630 tonnes de viandes caprines (**FAO**).

Selon **Alary et al. (2011)**, l'élevage est un moyen pour atteindre la sécurité alimentaire des populations vivantes dans des zones extrêmes comme les montagnes.

On trouve que notre pays ne couvre pas les besoins croissants de sa population. Cette situation qui a poussé l'Etat à importer des chèvres performantes (la Saanen, l'Alpine...etc.), sans pour autant tenir compte, des problèmes d'alimentation et d'adaptabilité de ces animaux à l'égard des conditions de l'environnement, a fait que ces essais aboutissent à l'échec (**Habbi, 2014**).

Il est connu que le lait de la chèvre en Algérie est principalement autoconsommé par les éleveurs et que sa valorisation industrielle reste souvent très restreinte, voire inexistante (**El Marrakchi et Hamama, 2000**). Selon **MOUHOUS et al, (2015)** le lait de chèvre représente une part négligeable dans la production nationale de lait et ils expliquent la faible productivité à l'alimentation basée sur le pâturage principalement.

Et vu tous les problèmes posés, en 2012 les politiques publiques d'incitation à la production de lait en Algérie ont ciblé les élevages caprins et bovins laitiers afin d'accroître la production (**Mouhous et al, 2015**).

Mouhous et al (2016) montrent que les élevages sont constitués d'un faible effectif de chèvres ce qui explique les faibles performances de production (1,1 kg/chèvre/jour). Et ils ont estimé que la production de lait varie de 61 à 622 litres/chèvre/an. Ils ont aussi souligné la volonté des éleveurs à augmenter la production mais cette dernière est freinée par la faiblesse du circuit de collecte et de transformation (principalement fabrication des fromages).

Cette étude a comme objectif principal de mieux définir les variations des teneurs en différents composants du lait (matière grasse, protéines, lactose...etc) ; ses propriétés physico-chimique ainsi que l'étude de l'effet de congélation.

Notre étude est structurée en deux parties :

La première est consacrée à une synthèse bibliographique articulée en 2 chapitres :

- Le premier présente des généralités sur l'élevage caprin et sur la production du lait par la mamelle ainsi que les constituants principaux du lait et leurs valeurs usuelles.
- La deuxième partie du manuscrit est la partie expérimentale dans laquelle on présentera :
 - Le matériel et les méthodes mise en œuvre dans le cadre de la réalisation de ce travail afin d'étudier quelques caractéristiques physico-chimiques du lait frais chez les chèvres de race locale dans la région de Biskra avec deux types de régimes alimentaires ainsi que l'effet de la congélation.
 - Les résultats obtenus au cours de cette étude sont ensuite exposés dans la partie suivante.
 - Finalement, une conclusion générale récapitulant les principaux résultats de ce travail avec une présentation des principales perspectives envisagées pour la poursuite de cette thématique de recherche.

Première partie :
Synthèse bibliographique

Chapitre I

Généralités sur les caprins

I.1. Situation de l'élevage caprin dans le monde et en Algérie

En 2018 le cheptel caprin mondial comptait près de 1.045 milliards de têtes réparties sur l'ensemble des cinq continents (**FAO 2018**). Cet effectif est inférieur aux troupeaux bovins et ovins estimés respectivement à 1.489 et 1,209 milliard de tête. L'élevage caprin est très concentré dans le continent Asiatique avec un effectif de 57.1% de l'effectif mondial, suivi par le continent Africains avec (36.2%), de l'Amérique environ (4.2%), et enfin l'Europe avec (2.1%) de l'effectif mondial.

I.2. L'élevage caprin en Algérie

L'élevage caprin algérien compte parmi les activités agricoles les plus traditionnelles, associé toujours à l'élevage ovin, localisé essentiellement dans les régions d'accès difficile (**Hafid, 2006**).

En raison de son adaptation aux milieux difficiles, cet élevage est pratiqué surtout dans 13,2 % dans les zones montagneuses, 28,3 % dans la zone du Tell, 30,7 % dans les zones steppiques et 26,6 % dans les zones du sud (**Guintard et al, 2018**). Et ce cheptel est élevé dans des élevages de type traditionnel (**Salako, 2016**).

Les systèmes d'élevage sont strictement pastoraux et extensifs quel que soit la région et la taille des troupeaux, qui varient selon les disponibilités en ressources sylvo-pastorales. Avec une alimentation basée sur le pâturage, la productivité laitière des chèvres demeure toujours faible (**Marichatou et al ,2002**).

De point de vue statistique l'élevage caprin en Algérie vient en seconde position avec 4.9 millions de têtes, c'est-à-dire 7% du cheptel national (**FAO 2018**). Il se trouve concentré essentiellement dans les zones montagneuses, les hauts plateaux et les régions arides (**Mami, 2013**).

La figure ci- dessous montre l'évolution de l'élevage caprin en Algérie depuis l'année 2000 jusqu'à l'année 2018.

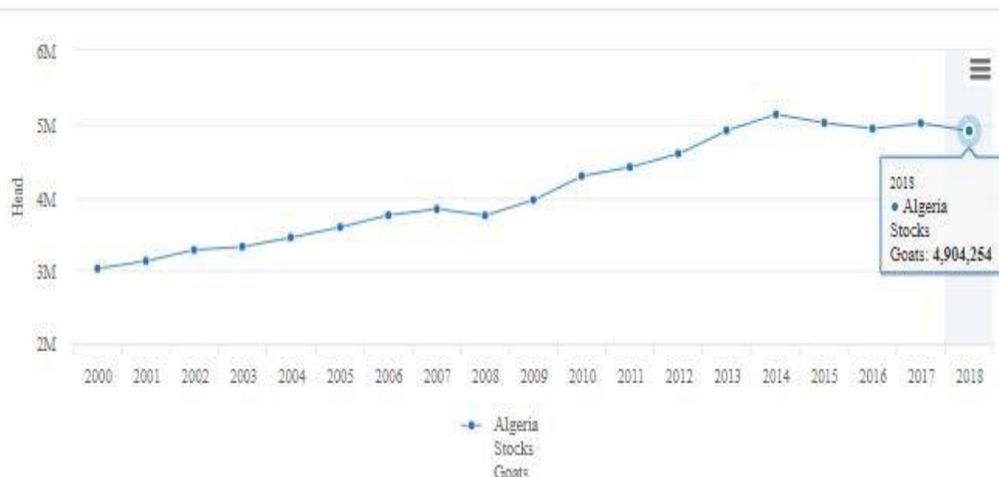


Figure I.1 : Evolution de l'élevage caprin en Algérie (2000 – 2018) (FAO 2019)

I.2.1. La population caprine en Algérie :

Le cheptel caprin algérien est très hétérogène, il se caractérise par une grande diversité pour les races locales.

Selon **Madani (2000)**, les populations existantes en Algérie sont de type traditionnel, dont la majorité entre elles sont soumises uniquement à la sélection naturelle.

Elles sont composées par des animaux de population locale à sang généralement Nubien. Outre, les populations locales, on trouve aussi des populations introduites, et des populations croisées (**Bey et Laloui, 2005**).

D'après **Hellal (1986)**, **Dekkiche (1987)**, **Sebaa (1992)**, **Takoucht (1998)**, notre cheptel est représenté par la chèvre Arbia, la Mekatia, la Kabyle et la M'zabit.

La composition raciale des populations du cheptel caprin comprend les chèvres locales et les chèvres de races améliorées, en plus des individus résultants des croisements (**Commission Nationale des ressources génétiques animales, 2003**)

I.3. Les races caprines Algériennes et leurs principales caractéristiques :

I.3.1. Les races locales

I.3.1.1. La chèvre ARBIA

C'est la population la plus dominante, qui se rattache à la race Nubienne, elle est localisée surtout dans les hauts plateaux, les zones steppiques et semi-steppiques. Elle se caractérise par une taille basse de 50-70 cm, une tête dépourvue de cornes avec

des oreilles longues, larges et pendantes. Sa robe est multicolore (noire, grise, marron) à poils longs de 12- 15 cm. La chèvre Arabe a une production laitière moyenne de 1.5 litre par jour.

D'après **Dekkiche (1987)** et **Madani et al (2003)**, on a deux types : le sédentaire et le transhumant.

- Type sédentaire : sa taille moyenne est de 70 cm pour le mâle et de 63 cm pour la femelle (**tableau I.1**), alors que leurs poids respectifs sont de 50 kg et 35 kg. Le corps est allongé avec un dessus droit rectiligne dont le chanfrein est droit. Le poil est long, de 10 à 17 cm, polychrome blanc, pie noir, et le brun. La tête soit d'une couleur unie ou avec des listes, porte des cornes moyennement longues et dirigées vers l'arrière, des oreilles assez longues (17 cm), la production laitière est de 0.5 litre par jour (**Hellal, 1986**).
- Type transhumant : selon le même auteur, sa taille moyenne est de 74 cm pour le mâle et de 64 cm pour la femelle, leurs poids respectifs sont de 60 kg et 32 kg. Le corps allongé, dessus droit rectiligne, mais convexe chez certains sujets. Poils longs de 14 à 21 cm où la couleur pie noir domine. La tête porte des cornes assez longues dirigées vers l'arrière (surtout chez le mâle) dont les oreilles sont très larges, la production laitière est de 0.25-0.75 litre par jour (**Hellal, 1986**).

I.3.1.2. La chèvre MAKATIA :

D'après **Guelmaoui et Abderehmani (1995)**, elle est originaire d'Ouled Nail, on la trouve dans la région de Laghouat. Elle est sans doute le résultat du croisement entre l'ARABIA et la CHERKIA (**Djari et Ghribeche, 1981**), généralement elle est conduite en association avec la chèvre ARABIA sédentaire.

Selon **Hellal (1986)**, la chèvre MAKATIA présente un corps allongé à dessus droit, chanfrein légèrement convexe chez quelques sujets, robe variée de couleur grise, beige, blanche et brune à poils ras et fin, d'une longueur entre 3-5 cm.

La tête est forte chez le mâle, et chez la femelle elle porte des cornes dirigées vers l'arrière, possède une barbiche et deux pendeloques (moins fréquentes) et de longues oreilles tombantes qui peuvent atteindre 16 cm. Le poids est de 60 kg pour le

mâle et 40 kg pour la femelle, alors que la hauteur au garrot est respectivement de 72 cm et 63 cm (**tableau I.1**).

La mamelle est bien équilibrée de type carrée, haute et bien attachée et les 2/3 des femelles ont de gros trayons, la production laitière est de 1 à 2 litres par jour.

I.3.1.3. La chèvre KABYLE «Naine de Kabylie» :

Selon **Guelmaoui et Abderehmani (1995)**, la chèvre KABYLE est considérée comme descendante de la chèvre Pamel capra promaza. C'est une chèvre autochtone qui peuple les massifs montagneux de la Kabylie et des Aurès. Elle est robuste, massive, de petite taille (66 cm, pour le mâle, et 62 cm pour la femelle) d'où son nom « Naine de Kabylie », la longueur du corps est de 65-80 cm, avec des poids respectifs de 60 kg et 47 kg.

Le corps est allongé avec un dessus droit et rectiligne, la tête est fine, porte des cornes dirigées vers l'arrière, la couleur de la robe varie, mais les couleurs qui dominant sont : le beige, le roux, le blanc, le pie rouge, le pie noir et le noir.

Les oreilles sont petites et pointues pour les sujets à robe blanche, et moyennement longues chez les sujets à robe beige, le poil est long (46% des sujets entre 3-9cm) et court (54% des sujets) ne dépassant pas 3 cm.

Sa production laitière est mauvaise, elle est élevée généralement pour la production de viande qui est de qualité appréciable (**Pedro, 1952 ; Hellal, 1986**).

I.3.1.4. La chèvre du M'ZABITE:

Dénommée aussi «la chèvre rouge des oasis». Elle est originaire de Metlili ou Berriane, se caractérise par un corps allongé, droit et rectiligne, la taille est de 68 cm pour le mâle, et 65 cm pour la femelle, avec des poids respectifs de 50 kg et 35 kg.

La robe est de trois couleurs : le chamois qui domine, le brun et le noir, le poil est court (37cm) chez la majorité des individus, la tête est fine, porte des cornes rejetées en arrière lorsqu'elles existent, le chanfrein est convexe, les oreilles sont longues et tombantes (15cm) (**Hellal, 1986**).

La race MOZABITE est très intéressante du point de vue production laitière

de l'ordre de 2.56 litres par jour.

I.3.2. Les races améliorées :

Ce sont des races introduites en Algérie depuis la période coloniale, dans le cadre d'une stratégie d'amélioration génétique du cheptel caprin, il s'agit de la Maltaise, la Murciana, la Toggenburg et plus récemment l'Alpine et la Saanen. Selon (**Kerkhouche 1979**), la maltaise et la chèvre de Murcie ont été implantées à Oran et sur le littoral pendant la colonisation, d'autres essais d'introduction d'animaux performants ont été réalisés dans le territoire national après l'indépendance dans le Mitidja, à Tizi-Ouzou, à Sétif et dans le haut Chéelif. **Geoffroy (1919)**, **Huart du Plessis (1919)**, **Diffloth (1926)** notent que la chèvre de Malte était très répandue sur la littoral Algérien. Selon **Decaen et Turpault (1969)**, la Maltaise se rencontre dans les zones côtières d'Annaba, Skikda, Alger ainsi qu'aux oasis. En Algérie, l'introduction de la première Alpine date entre 1924-1925 lors d'un essai (**Sadeler, 1949**).

I.3.3. La population croisée :

Elle est constituée par des sujets issus des croisements non contrôlés entre la population locale et d'autres races, mais les essais sont très limités, les produits ont une taille remarquable, une carcasse pleine, souvent des gestations gémellaires et une production laitière appréciable, les poils sont généralement courts (**Khelifi, 1997**). Ces produits sont rencontrés principalement au sein des exploitations de l'Etat (**Chellig, 1978**).

Le tableau ci-dessous récapitule les caractéristiques morphologiques des populations caprines locales ainsi que leurs localisations.

Tableau I.1 : Caractéristiques morphologiques et localisation de quelques populations caprines locales

<i>Races</i>	<i>Principale localisation</i>	<i>Hauteur au garrot moyen (cm) Mâles</i>	<i>Hauteur au garrot moyen (cm) Femelles</i>	<i>Couleurs principales</i>	<i>Caractères particuliers</i>
<i>La ARBLA</i>	<i>Region de laghouat</i>	70	67	Noire	<i>Front droit Poils longs Oreilles tombantes</i>
<i>La MAKATIA</i>	<i>Hauts plateaux</i>	72	63	<i>Couleurs variés</i>	<i>Taille grande Poils courts Pendeloques et barbe courantes</i>
<i>La KABYLE</i>	<i>Montagnes de kabylie et dahra</i>	68	55	<i>Unicolore et multicolores Noire et brune</i>	<i>Petite taille Poils longs Oreilles longues</i>
<i>La MOZABITE</i>	<i>Metliti et region de ghardaia</i>	68	65	<i>Unicolore chamoisée dominante</i>	<i>Type nubien Oreilles longues Et tombantes</i>

(Kerbaa, 1995)

Chapitre II

Lait caprin

II.1. Généralités sur le lait caprin

II.1.1. Définition

Le lait est un liquide opaque, blanc mat légèrement bleuté ou plus ou moins jaunâtre, à odeur peu marquée et au goût douceâtre, sécrété après parturition, par la glande mammaire des animaux mammifères femelles pour nourrir leur nouveau-né (**Larousse agricole, 2002**).

Selon la définition établie par le congrès international de la répression des fraudes alimentaires à Genève (1908) « le lait est le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée, il doit être recueilli proprement et ne pas contenir de colostrum » (**Debry, 2006**)

Le lait de chèvre est un liquide blanc ou mât, opaque d'une saveur peu sucrée dont l'odeur (chèvre) lorsqu'il est récolté et conservé proprement. Il donne une impression bien homogène c'est-à-dire ni trop fluide ni trop épais. Du point de vue de ces qualités nutritives et digestives, le lait de chèvre possède une valeur de premier ordre. Il est moins allergène et subit plus lentement la fermentation lactique que celui de la vache. Ces qualités diététiques sont la conséquence d'un certain nombre de caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques (**Laba, 2004**)

II.2. Principales caractéristiques du lait de chèvre :

II.2.1. Organoleptiques :

Comme le lait de vache, le lait de chèvre est une émulsion de matière grasse sous forme de globules gras dispersés dans une solution aqueuse comprenant de nombreux éléments, les uns à l'état dissous (lactose, protéine de lactosérum...etc.), les autres sous forme colloïdale (caséines) (**Doyon, 2005**). Contrairement au lait de vache, l'absence de pigments caroténoïdes confère au lait et aux fromages de chèvre son couleur est très blanche par rapport aux produits des autres races. Le lait caprin a un goût légèrement sucré (**Duteurtre et al, 2005**). Il est caractérisé par une saveur particulière et un goût plus relevé que le lait de vache (**Jooyandeh et Abroumend, 2010**).

II.2.2. Physicochimiques :

II.2.2.1. Le pH :

Un lait normal de chèvre à la sortie de la mamelle est proche de la neutralité et a un pH de 6.5 qui peut varier jusqu'à 6.7. Toute valeur située en dehors de cet intervalle traduit une

anomalie. Il en résulte la détection des mammites par simple mesure du pH ; tout lait mammitique étant alcalin (pH>7).

L'alcalinité est due à l'albumine et aux caséines des cellules somatiques du tissu mammaire (Bosset *et al.*, 2000). En effet Reumeuf *et al.* (1989) donne un intervalle du pH du lait de chèvre allant de 6.45 à 6.90. Le lait de chèvre en raison d'un polymorphisme génétique important de ses protéines, se démarque par une variabilité du pH suivant le type génétique en question.

II.2.2.2. L'acidité :

L'acidité de lait de chèvre reste assez stable durant la lactation. Elle se situe entre 14 et 18° Dornic (Vignola, 2002). En technologie fromagère celle-ci réduit le temps de coagulation de lait caprin par la présure et accélère la synérèse du caillé (Kouniba, 2007).

II.2.2.3. La densité :

La densité du lait de chèvre est comparable à celle de lait de vache, avec une densité moyenne de 1030.05 à 15°C (Bonassi *et al.*, 1998).

Composition chimique :

Les principaux constituants chimiques du lait de chèvre sont regroupés dans le tableau ci-dessous.

Tableau II.1 : Principaux constituants chimiques du lait de chèvre

Constituants	Quantité (g/l)	Etat physique des constituants
Glucides : Lactose	45	Solution
Matière grasse	43	Emulsion des globules gras (3 à 5 microns)
Protides	34,1	
Caséines	26	Suspension micellaire
Protéines solubles	8,10	
Sels minéraux	0,02	Solution vraie
		Solution colloïdale
Extrait sec total	138	Solution vraie

(FAO, 1995).

II.2.2.4. L'eau :

En règle générale, l'eau est le constituant principal du lait (Lebeuf *et al.*, 2002). D'après Desjeux (1993), les laits de chèvre, de vache et humain montrent peu de différence.

Ces laits se caractérisent respectivement par 87.5, 87.7 et 87.1 g d'eau pour 100 g de lait analysé.

II.2.2.5. Les minéraux :

Le lait de chèvre est plus riche que d'autres laits en Calcium, Potassium, Phosphore et Magnésium (**Vanwerbeck, 2008**). Les teneurs varient légèrement en fonction du stade de lactation, des races, de la saison et de l'alimentation. L'intérêt du lait de chèvre réside essentiellement en sa richesse en calcium (120 mg/100 ml) particulièrement bien absorbé (du fait notamment de la présence dans le lait des protéines, de peptides, de lactose...) et en phosphore (**FID, 2008**).

Les teneurs en Ca, en P et en caséines d'un lait ont une influence sur son pouvoir tampon. On définit le pouvoir tampon comme étant la capacité à résister à une variation de pH même en ajoutant de l'acide. Un lait de chèvre faiblement tamponné verra donc son pH passer de 6.6 à 6 avec une faible formation d'acide lactique tandis qu'il en faudra une grande quantité pour obtenir la même variation de pH sur un lait fortement tamponné, soit un lait riche en Ca, en P et en caséines. En terme de fabrication fromagère, cela implique qu'un lait faiblement tamponné coagulera plus rapidement qu'un lait fortement tamponné (**Zeller, 2005**).

Le lait de chèvre contient aussi de nombreux oligo-éléments indispensables à l'organisme (fer, cuivre, sélénium, chrome, fluor) à l'état de trace. Le zinc est en revanche présent en quantité importante (2 à 5 mg/l) et est particulièrement bien absorbé du fait de la présence de lactose et de protéines, participant ainsi au bon fonctionnement de l'organisme. L'iode est aussi bien présent dans le lait de chèvre avec des teneurs variables selon les régions et les saisons (**FID, 2008**).

En général, en ce qui concerne la composition minérale du lait de chèvre, les niveaux mesurés des principaux éléments et l'utilisation nutritionnelle sont meilleurs que le lait de vache (**Moreno, 1995 ; Boza et Sanz Sampelayo, 1997; Haenlein, 2001; Campos et al., 2003**).

II.2.2.6. La matière grasse :

Moins riche en matière grasse (**Roudj et al., 2005**), le lait caprin est aussi plus difficile à écrémer (**Attaie et Richtert, 2000**) que le lait de vache, cette différence, leur confère une meilleure dispersion ainsi que l'obtention d'une phase plus homogène (**Rousselot et al., 1995**)

La membrane du globule gras caprin est composée de protéines montrant une forte tendance à l'association aux caséines, qui ne se retrouve pas chez le bovin (Cabo, 2010). Le contenu lipidique total du lait caprin, sujet à une forte variation (Cerbulis *et al.*, 1982), se caractérise par une richesse en triglycérides à forte proportion d'acides gras à chaîne courte, notamment en C8 et C10, qui représentent de 11 à 12 % des acides gras totaux caprins, contre 3 à 4 % chez les bovins. On y trouve aussi des triglycérides polyinsaturés à chaîne moyenne (Veinglou *et al.*, 1982).

II.2.2.7. La fraction protéique :

Les protéines sont des éléments essentiels au bon fonctionnement des cellules vivantes et elles constituent une part importante du lait et des produits laitiers (Wangoh *et al.*, 1998).

Les protéines du lait de chèvre comme celles des autres espèces de mammifères, sont composées de deux fractions, l'une majoritaire dénommées caséines (représentant environ 80 %) (Wattiaux, 2004), se précipite à pH 4.2 pour le lait de chèvre et 4,6 pour le lait de vache (Masle et Morgan, 2001). L'autre, minoritaire (représentant 20 %) et dénommées protéines sériques se caractérisant par leur solubilité dans les mêmes conditions de pH (Chanokphat, 2005). Par rapport au lait de vache, les teneurs en protéines sont nettement plus faibles dans le lait de chèvre (28 g/l contre 32 g/l) (Roudj *et al.*, 2005).

II.2.2.9.. Les caséines :

Par rapport au bovin, le lait caprin présente les mêmes constituants caséiniques (caséine α S1, α S2, β et κ) (Martin et Leroux, 2000) et partage avec celui-ci plusieurs similitudes

Ces protéines forment des structures micellaires en suspension par interaction du phosphate de calcium, avec les résidus phosphosérines de celles-ci (Perez-Alba *et al.*, 1986). La structure micellaire caprine, à la différence de son homologue bovin est de diamètre et de degré de dispersion plus important, diamètre qui augmente avec la diminution de la teneur en caséine (Remeuf *et al.*, 1989).

II.2.2.10. Protéines sériques :

Les protéines de sérum, qui représentent environ 20 % des protéines totales, se retrouvent sous forme de solution colloïdale. Les deux principales sont la β -lactoglobuline et l' α -lactalbumine ; les autres protéines du sérum sont les immunoglobulines, la sérum-albumine

bovine (BSA) et la lactoferrine. Ces protéines sériques se caractérisent par la sensibilité au traitement thermique (**Lorient et Cayot, 2000**). En moyenne, le lait de chèvre est plus riche en protéines solubles que le lait de vache (**Wangoh et al., 1998**).

II.3. Qualités du lait de chèvre :

II.3.1. Qualité technologique :

La fabrication de fromage reste la forme principale de valorisation du lait de chèvre. L'aptitude fromagère de ce lait est sous l'influence directe de sa composition physicochimique (qualité intrinsèque) (**Piacere et Elsen, 1992**). Cette qualité, sujette à forte variation, peut se répercuter défavorablement sur le produit final (**Le Jaouen et al., 1990**). L'une des particularités du lait de chèvre est qu'à faible teneur en caséine $\alpha S1$ celui-ci est affecté d'une très faible résistance au traitement thermique (**Mora-Gutierrez et al., 1993**). Le lait de chèvre a un comportement technologique différent de celui du lait de vache, en raison de sa forte variabilité protéique (**Le Jaouen et al., 1990**).

Néanmoins, même à teneur égale en caséines, le lait de chèvre n'a pas le même comportement que le lait de vache vis-à-vis de la présure. Le gel formé est moins ferme, plus friable. Il est caractérisé par un temps de prise plus court et une vitesse de raffermissement plus grande et surtout un rendement moindre (**Le Jaouen et al, 1990**), particulièrement pour les laits à teneur faibles en caséines $\alpha S1$ (**Le Jaouen et al, 1990**). La grande taille des micelles caprines explique la faible fermeté du gel du fait de la corrélation négative entre diamètre des micelles et fermeté du gel (**Pierre et al, 1998**).

II.3.2. Qualité nutritionnelle :

D'un point de vue énergétique, avec 710 contre 650 kcal/l pour le lait de vache, le lait de chèvre constitue une source importante d'énergie, expliquant ainsi de nombreuses observations de gain de poids chez l'enfant malade (**Dela Torre et al, 2008**). De plus, celui-ci est d'une biodisponibilité supérieure au lait de vache (**Hossainihillali, 1993**). La fraction lipidique du lait caprin est pauvre en acides gras polyinsaturés nécessaires au métabolisme humain, mais riche en acides gras à chaînes courtes et moyennes (C4 à C 10) favorisant la digestibilité (**Barrionuevo et al., 2001**). Cette dernière est importante pour les protéines du lait de chèvre et dépasse celles du lait de vache (**Heinlein et Caccese, 2006**).

II.3.3. La valeur nutritionnelle :

La valeur nutritionnelle fait référence à des mesures reliant la composition du lait à l'utilisation et aux conséquences de cette utilisation chez l'homme. Cette présentation utilise les données actuelles sur la composition physico-chimique du lait de chèvre et sur son utilisation telle qu'elle apparaît dans la littérature médicale décrite par **Desjeux (1989)**, cette étude indique que la bonne santé et les qualités nutritionnelles du lait de chèvre sont 2 atouts pour les éleveurs et les transformateurs à condition d'assurer une grande sécurité microbiologique et de ne pas confondre les notions scientifiques et les histoires qui nous viennent de la tradition. Par ailleurs, comme le lait de vache, il ne peut remplacer le lait maternel chez le jeune enfant, mais il peut être utilisé avec profit, associé à d'autres aliments, à partir de l'âge de 1 an (**Razaflindrakoto et al, 1993**).

II.4. Anatomie de la sécrétion lactée :

La mamelle est constituée de deux glandes indépendantes. Comme le montre la **Figure II.1**, chaque hémimamelle est composée d'un tissu sécréteur formé de nombreuses alvéoles, de canaux galactophores entourés de tissu musculaire, d'une citerne de la glande puis du trayon (**Reveau et al., 1998**)

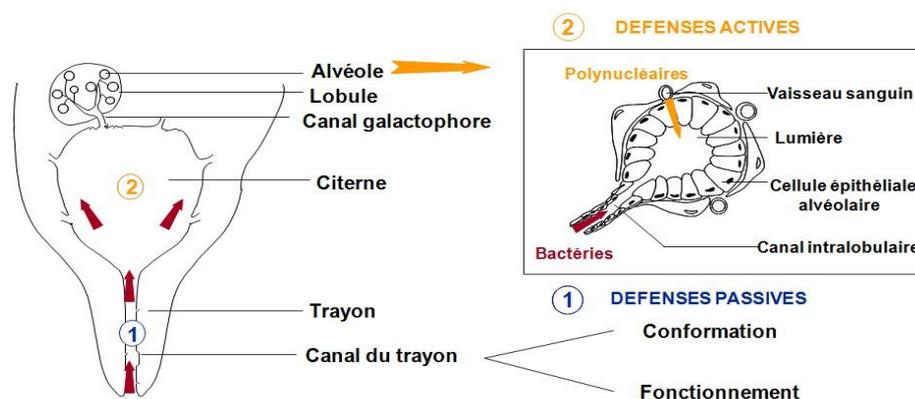


Figure II.1 : structure de la mamelle de la chèvre (**Cartiere , 1983**)

Les mamelles et les trayons peuvent avoir diverses formes : conique, cylindrique, poire. Pour les races Alpine et Saanen, contrairement aux vaches chez lesquelles la proportion de lait alvéolaire est dominante, le lait est constitué d'environ 70 à 80% de lait citernal et de 20 à 30% de lait alvéolaire (**Barone , 1984**).

Autre spécificité de l'espèce caprine: la sécrétion du lait se fait par décapitation du haut des lactocytes, contrairement à ce qui se passe chez la vache. On parle de sécrétion apocrine.

Ces morceaux de cellules sans noyaux sont des débris cellulaires, ils sont pris en compte dans les méthodes standard de comptage cellulaire du lait, c'est pourquoi dans l'espèce caprine, les taux cellulaires du lait sont plus élevés que chez les bovins. La valeur seuil utilisée pour qualifier un animal d'infecté est de 750 000 cellules/ml de lait chez la chèvre contre 300 000 cellules/ml pour le lait de vache. Cependant des études récentes montrent que des comptages plus élevés ne sont pas toujours corrélés avec une infection mammaire (**Pazzola et al., 2012**), il faut donc interpréter ces taux cellulaires avec précaution, par exemple, réaliser une analyse bactériologique du lait pour confirmer l'infection mammaire (**Reveau, 1998**).

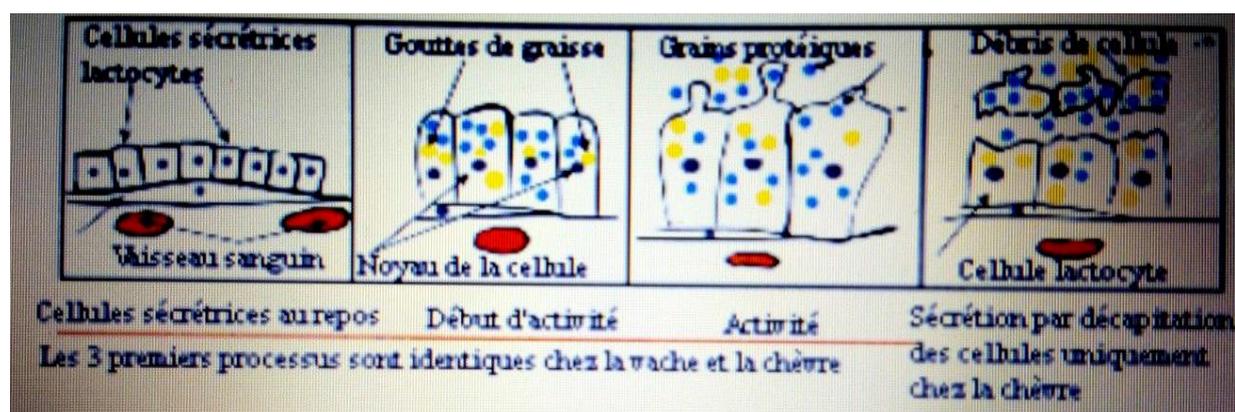


Figure II.2 : mécanismes de la sécrétion apocrine chez la chèvre (**Reveau, 1998**)

II.5. Influence de l'alimentation sur la composition du lait de chèvre :

II.5.1. Foin vs Ensilage de balles rondes :

Le lait des chèvres alimentées de foin contenait plus d'acide linoléique conjugué (ALC) ($P < 0,01$) et moins d'acide linoléique ($\omega 3$) ($P < 0,05$) comparé au lait des chèvres alimentées de balles rondes. Une expérience réalisée à l'université Laval a révélé que l'ensilage, comme mode de conservation des fourrages, permet de préserver une plus grande proportion des acides gras polyinsaturés de la plante (**BOUFAÏED et al., 2003**). Les chèvres alimentées d'ensilage de balles rondes ont donc plus de chance de transférer des acides gras oméga-3 aux matières grasses du lait. L'acide linoléique conjugué étant un intermédiaire de la biohydrogénation, il y aurait donc eu une biohydrogénation plus grande avec les rations principalement composées de foin. Cette hypothèse est supportée par les teneurs plus élevées des acides gras C18:1 *trans-10* et C18:1 *trans-11* ($P < 0,05$ et $P < 0,01$, respectivement), d'autres intermédiaires du processus de biohydrogénation. (**BOUFAÏED et al., 2003**).

II.5.2. Graminées vs Légumineuses

Le lait des chèvres alimentées avec des rations principalement composées de légumineuses contient plus d'azote non protéique ($P < 0,01$). Les composés non protéiques ont

une valeur nutritive moindre pour le consommateur, en plus de ne pas contribuer au rendement fromager pour les transformateurs. En conséquence, le lait de chèvre produit avec des légumineuses contient moins de protéine vraie, lorsque exprimée en pourcentage (%) de la protéine brute, puisque les teneurs en protéines des laits ne sont pas différentes selon les groupes d'alimentation (INRA, 2004).

Deuxième partie :
Etude expérimentale.

Chapitre III

Matériels et méthodes.

III. Matériels et méthodes

Les analyses physico-chimiques ont été réalisées au niveau d'un laboratoire privé de la laiterie AMIRALAIT, wilaya de Biskra. Ce chapitre présente individuellement les différentes méthodes de mesures et d'analyses qui ont été utilisées dans l'ensemble des travaux expérimentaux.

III.1. L'objectif du travail

L'objectif principal de cette étude est de préciser l'effet de deux régimes alimentaires et de la congélation sur les caractéristiques physico chimiques du lait de chèvre locale (race Arbia), dans les zones arides collecté à partir des différentes communes de la wilaya de Biskra.

III.2. Monographie de la zone d'étude

III.2.1.Situation géographique

La wilaya de Biskra (**Figure III.1**) constitue un trait d'union phare entre le nord, le sud, et l'ouest du fait de sa situation de côte Sud-Est de l'Algérie. La wilaya est située au Sud-Est de l'Algérie aux portes du Sahara. Avec une altitude de 112 m au niveau de la mer. Ce qui fait d'elle une des villes les plus basses d'Algérie.

La wilaya a une superficie de 21671 km². Comme la figure 01 la carte géographique montre que la wilaya de Biskra est limitée :

- au nord par la wilaya de BATNA,
- au nord-est par la wilaya de KHENCHELA,
- au nord-ouest par la wilaya de M'SILA,
- au sud-ouest par la wilaya de DJELFA,
- au sud par EL OUED. (A.N.A.T, 2013).

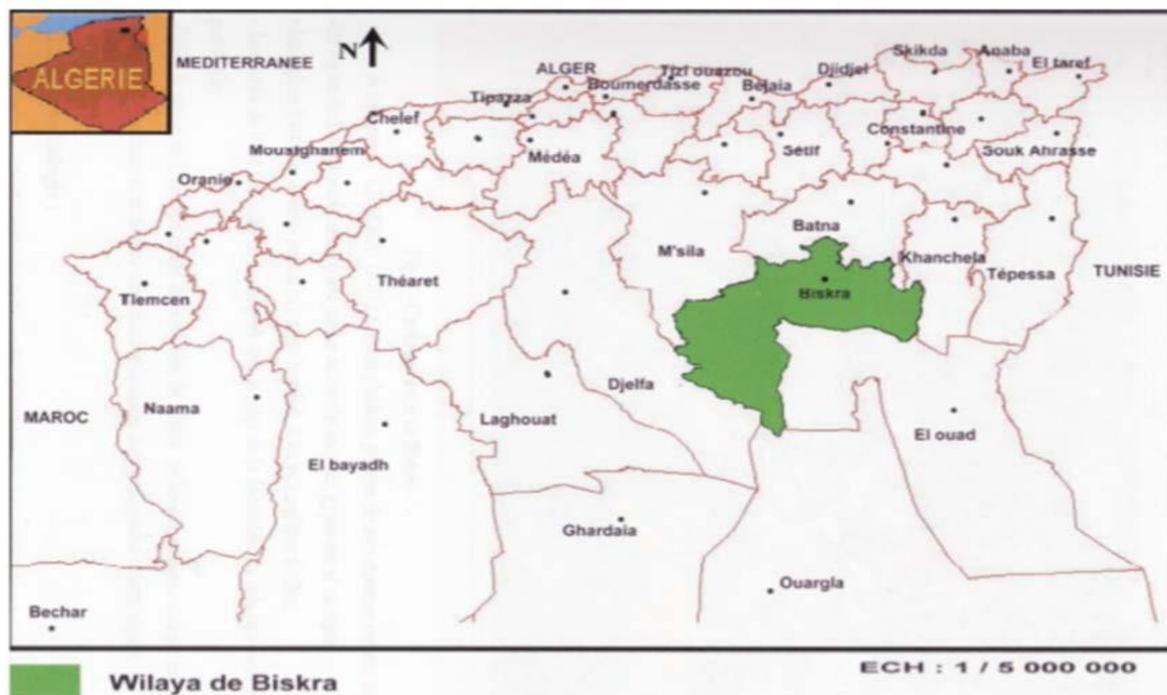


Figure III.1 : Situation géographique de la wilaya de Biskra

(A.N.A.T 2003).

III.3. Choix de la région d'étude

Le choix de la région est lié à l'importance du secteur de l'élevage surtout celui concernant la race caprine locale dans les régions arides. La première partie de cette recherche correspond à une étude sur terrain (**tableau III.1**) afin de collecter des informations sur les caprins de la zone d'étude. Les élevages ont été choisis de façon aléatoire. Dans la deuxième partie, nous effectuons des analyses physico-chimiques sur 37 échantillons du lait collectés.

Le tableau ci-dessous montre les lieux des prélèvements, les dates, le nombre de caprins prélevés quotidiennement, l'âge moyen des sujets, et leurs régimes alimentaires.

Tableau III.1 : Lieux de prélèvement et caractéristiques des élevages.

Commune	Date de prélèvement		Age	Alimentation
	Date	Nombre d'échantillons		
Tolga	22/02/2020	06	2-3.5 Ans	- Son de blé - Orge - Féculent de légumes
Zribet el oued	23/02/2020	04	2-2.5 ans	- Pailles de blé - Orge - Féculents de légume
El fayed	24/02/2020	03	2-4 ans	- Son de blé - Orge - Parfois féculent de légumes
El hadjeb	29/02/2020	03	3 ans	- Son de blé - Orge - Parfois féculents de légumes
Branis	07/03/2020	04	2-3 ans	- Son de blé - Luzerne - Orge - Parfois féculents de légumes
El hadjeb	10/03/2020	07	2.5- 4ans	- Luzerne - Pailles de blé - Pâturent parfois
Chetma	12/03/2020	04	2-3 ans	- Luzerne - Pailles de blé - Pâturent parfois
El hadjeb	14/03/2020	06	2-3.5 ans	- Luzerne - Pailles de blé - Pâturent parfois

III.3.1.Echantillonnage

L'étude a ciblé un deux modes d'élevage caprin ; il s'agit des éleveurs sédentaires et semi-sédentaires. Pour les échantillons on a choisi les régions ou les éleveurs ont un élevage de caprin principalement.

III.3.2.Prélèvements du lait

Le total de 37 échantillons a été prélevé par la traite manuelle le matin au mois de Février et Mars 2020 (le stade : début de lactation). Cela a été fait à partir du lait de chèvres locales de la région de Biskra (un seul échantillon pour chaque individu).

Les laits prélevés correspondent aux laits d'une seule traite, celle du matin.

Nous avons étiqueté chaque flacon avec des étiquettes portant le numéro de prélèvement, dont chacun correspond à un animal bien défini.

Les prélèvements ont été par la suite placés dans une glacière isothermique (4°C) et acheminés immédiatement sous une chaîne de froid au laboratoire où ils étaient analysés avant 24 h.

III.4.1. Protocole suivi

La figure suivante exprime notre protocole expérimental complet.

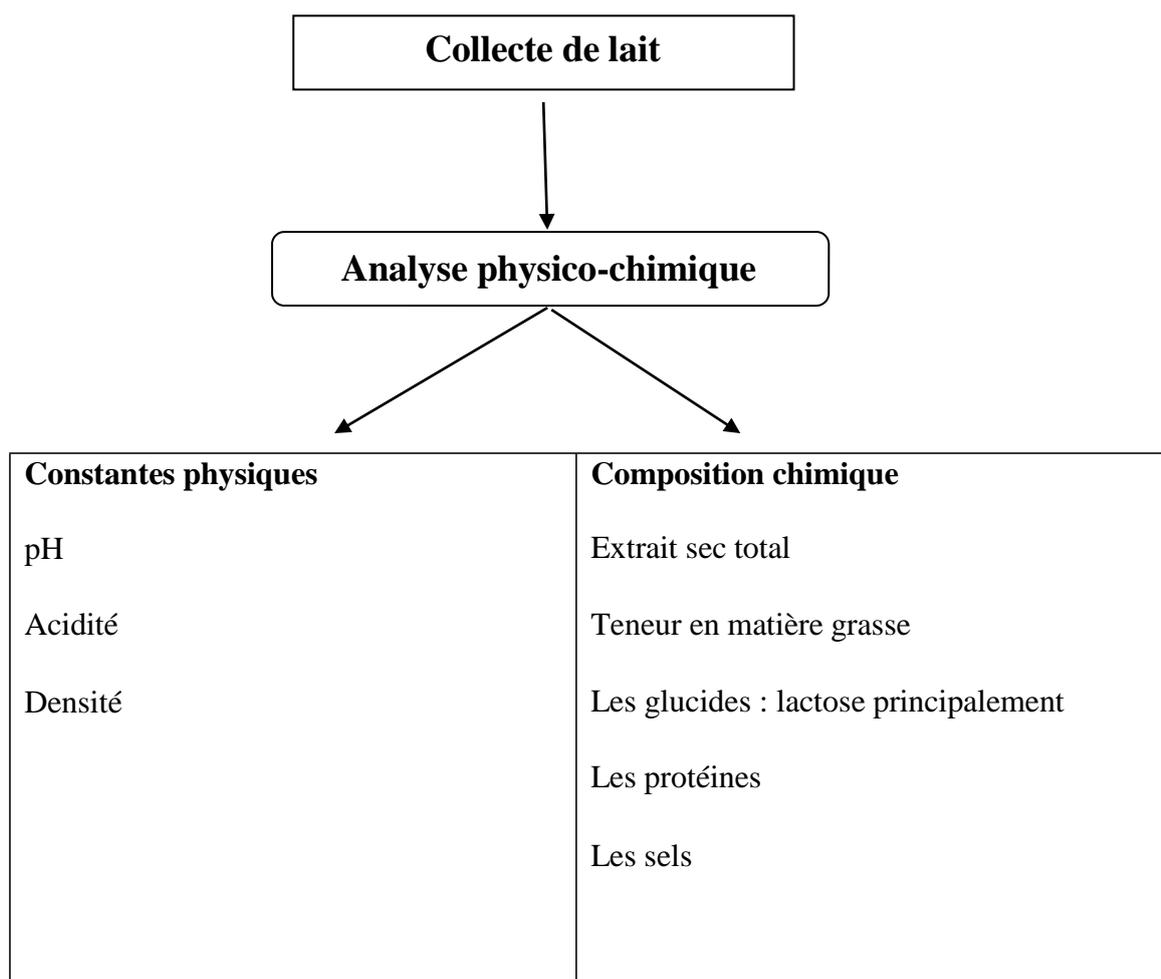


Figure III.2 : Schéma récapitulatif du protocole expérimental suivi.

III.4.2. Caractérisation physico-chimique du lait

A. Matériels

a) Petit matériel

Ce travail a été réalisé par un certain nombre de moyens matériels et dont la disponibilité varie : Flacons de prélèvement adéquats (250 ml), Glacière isotherme avec glaçons, Micropipette, Bêchers, Tubes, Eprouvettes, Pipettes graduées, Récipients.

b) Appareillage

Les analyses réalisées ont nécessité l'utilisation d'un appareillage indispensable dont :

- pH mètre portable et bandelette de mesure de pH,
- Acido-mètre (dosage acido-basique),
- Lacto-thermo-densimètre (Funke-Gerber-Berlin),
- Centrifugeuse,
- Butyromètre.

B. Conditionnement en température

Les déterminations physico-chimiques sont effectuées à la température ambiante, c'est à-dire à une température qui doit être de $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$.

C. Constantes physiques

1) Mesure du pH

La mesure du pH a une importance exceptionnelle par l'abondance des indications quelle donne sur la richesse du lait en certains de ces constituants, sur son état de fraîcheur ou sur sa stabilité (Mathieu, 1998).

Le pH et l'acidité titrable sont deux mesures d'acidité du lait. Le pH permet de déterminer les ions H^+ , alors que l'acidité titrable exprime la quantité d'acide lactique. Cependant, le résultat de l'acidité titrable exprime une acidité due en partie à la caséine, aux acides organiques, aux substances minérales et en acide lactique (Maâmri Et Mekhloufi, 2013).

Mode opératoire (pH mètre portable)

- Rincer l'électrode avec l'eau distillée,
- Plonger l'électrode dans l'échantillon à tester,
- Faire une lecture directe (**Figure III.3**).



Figure III.3 : pH mètre portable.

Mode opératoire (bandelette pH)

Cette méthode est approximative ne donne pas un résultat avec des chiffres exacts

- Verser 01 ml de lait dans un récipient,
- Imbiber la bandelette par le lait,
- Attendre 3-5 secondes et faire la lecture en comparant le virage des couleurs qui correspondent à la **Figure III.4**.



Figure III.4 : Mesure de pH par bandelette.

2) Détermination de l'acidité titrable (Dornic)

L'acidité peut être titrée à l'aide de la soude Dornic (N/9). Un échantillon précis de 10 ml de lait est placé dans un bécher de 50 ml en présence de 0.3 ml de phénolphtaléine à 1% (comme indicateur coloré de pH).

Cette acidité est exprimée en degré Dornic (°D) où : 1 ° D représente 0,1 g d'acide lactique dans un litre de lait (**Mathieu, 1998**).

Mode opératoire

- Mettre 10 ml de l'échantillon (lait) dans un bécher de 50 ml.
- Ajouter à la solution 0.3 ml de la solution de phénolphtaléine à 1%.
- Titrer avec la soude (NaOH N/9) jusqu'au virage de couleur vers le rose de la solution qui doit persister pendant une dizaine de secondes (**Figure III.5**).
- La lecture correspond au résultat de dosage direct.



Figure III.5 : appareillage de dosage acido-basique.

3) Détermination de la densité

Mode opératoire (Afnor, 1986).

- Verser le lait dans l'éprouvette de 100 ml tenue inclinée afin d'éviter la formation de mousse ou de bulles d'air.
- L'introduction de lactodensimètre dans l'éprouvette remplie de lait provoque un débordement de liquide, ce débordement est nécessaire, il débarrasse la surface du lait des traces de mousse qui gêneraient la lecture.
- Placer l'éprouvette ainsi remplie en position verticale
- Attendre trente secondes à une minute avant d'effectuer la lecture de la graduation, cette lecture étant effectuée à la partie supérieure du ménisque (**Figure III.6**), lire la température et la densité.



Figure III.6 : mesure de densité par le lactodensimètre.

D. Composition chimique

1) Détermination de l'extrait sec total

Il correspond au poids de la matière totale desséchée de toute l'eau par un traitement thermique pour une durée préalable.

Mode opératoire

- Prendre le récipient en verre et le peser,
- Tarer le poids de récipient,
- Verser 10 g de lait dans le récipient (**Figure III.7**),
- Mettre le lait liquide dans un incubateur dans une température de 100 °C pendant 3 heures,
- Après l'évaporation de tous les liquides on pèse pour obtenir le poids des matières sèches.

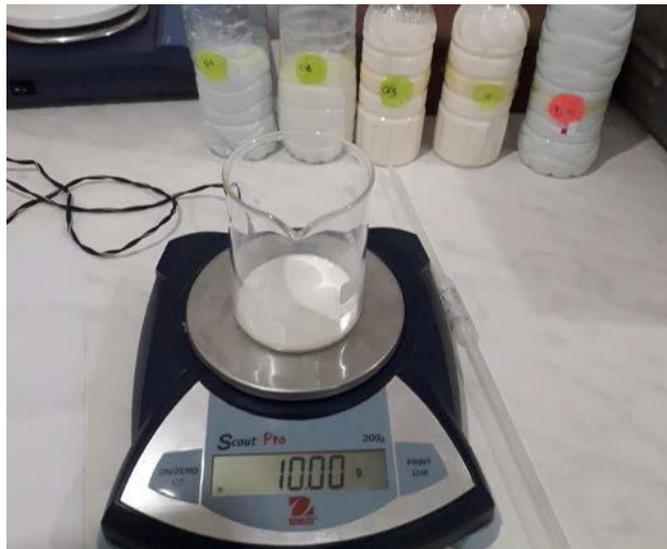


Figure III.7 : Pesée de lait liquide avant dessèchement.

2) Détermination de la teneur en matière grasse

Mode opératoire

- Mettre 10 ml de l'acide sulfurique dans le butyromètre,
- Ajouter 11 ml de lait doucement pour éviter les réactions au début de la mise de notre échantillon,
- Ajouter 01 ml de l'alcool iso-aminique,
- Mixer le mélange (**Figure III.8**) jusqu'à l'obtention d'un produit dégradé qui tourne d'une couleur blanchâtre à une couleur brunâtre (couleur brune = dégradation complète),
- Mettre le butyromètre dans la centrifugeuse pendant 10 minutes,
- Faire une lecture directe de pourcentage de la matière grasse (**Figure III.9**).

La teneur de matière grasse en gramme doit être obtenue à partir de la teneur de la matière sèche totale.



Figure III.8 : lait dans le butyromètre avant mixage et dégradation des composants.



Figure III.9 : lecture de taux de matière grasse à partir des dégradations de butyromètre.

3) Les composantes de matière sèche dégraissée

Selon plusieurs études chaque composant dans la matière sèche totale a un pourcentage bien défini et qui est différent d'une espèce animale à l'autre.

Alors dans les cas des pannes ou l'absence totale de matériels nécessaires des analyses, les laiteries utilisent des formules standardisées pour obtenir le poids approximatif de chaque élément, dans nos calculs on a utilisé les pourcentages qui conviennent avec notre espèce étudié.

Première étape

Pour avoir le taux de lactose, protéines et même les sels contenus dans les échantillons de lait prélevés, il faut d'abord savoir le poids de la matière sèche dégraissée et ça diffère d'un échantillon à un autre en utilisant la formule suivante pour chaque échantillon :

$$MSD = MST - [(MG\% \times MST)/100]$$

Avec,

MSD : matière sèche dégraissée

MG% : pourcentage de matière grasse

MST : matière sèche totale

Deuxième étape

Pour découvrir les poids de chaque composant on suit les formules (**Rasheed et al,2016**) ci- dessous.

3.1. Les glucides

Le taux des glucides (principalement le lactose dans les études) au niveau de lait a été obtenu par la formule suivante (**Rasheed et al,2016**) :

$$\text{LACTOSE} = \text{MSD } 0.433$$

3.2. Les protéines :

Pour les protéines on parle des caséines principalement, et pour obtenir la valeur approximative on a utilisé l'équation suivante (**Rasheed et al,2016**) :

$$\text{PROTEINE} = \text{MSD } 0.337\%$$

3.3. Les sels :

Le poids de sels contenu dans les échantillons est exprimé par la formule suivante (**Rasheed et al,2016**) :

$$\text{SELS} = \text{MSD } 0.072\%$$

Chapitre IV

Résultats et discussion.

I. Caractérisation physico-chimique du lait

Les résultats de nos analyses sont reportés sur des tableaux qui comportent les données des 37 échantillons du lait collectés au niveau de la région de Biskra. Pour chaque échantillon, une analyse complète a été effectuée, qui consiste à déterminer le pH, l'acidité, la densité, l'extrait sec total, la teneur en matière grasse, la teneur en protéines, en lactose et en sels.

Dans la première partie on a étudié l'effet de l'alimentation sur le lait produit en comparant deux groupes avec 02 régimes alimentaires différents, dans la deuxième partie on a étudié l'effet de congélation en comparant les échantillons avant la congélation (lait frais de 24 heures) et après congélation pour des périodes différentes.

I.1. Caractéristiques physico-chimiques des laits issus de deux régimes alimentaires différents

Régime 1 composé des aliments suivants :

- Son de blé 50%,
- Orge 40%,
- Féculent de légumes 10%.

Régime 2 ayant la composition suivante :

- Luzerne 30%,
- Pailles de blé 30%,
- Pâturent parfois 40%.

IV. A. Analyses physiques du lait

IV.1. Mesure de pH

Les résultats mentionnés dans le **tableau IV.1** montrent que la totalité des échantillons de lait étudiés ont une moyenne de pH égale à $6,642 \pm 0,101$ pour le régime 1, alors que le régime 2 présente une moyenne de $6,662 \pm 0,089$.

Tableau IV.1 : Valeurs moyennes de pH du lait de deux régimes alimentaires.

	pH			Signification statistique	t	ddl	Intervalle de confiance 95% de la différence	
	Moyenne \pm écart type	Min	Max				Inférieure	supérieure
Régime 1	6,642 $\pm 0,101$	6,490	6,820	NS $p > 0,05$ $p = 0,538$	-0,623	35	-0,086	0,046
Régime 2	6,662 $\pm 0,089$	6,490	6,820					

NS : non significative.

Les résultats obtenus révèlent que les valeurs du pH des laits pour les deux régimes alimentaires, sous réserve d'un seuil de 5%, ne présentent pas de différences significatives entre elles.

Nos résultats sont en accord avec ceux fixés par la **FAO (1995)** pour le lait de chèvre (6,45-6,60) **Figure IV.1** Aussi ces valeurs rejoignent celles trouvées par plusieurs auteurs pour le lait de chèvre, (**Arroum et al ,2016**) avec une valeur moyenne de $6,66 \pm 0,06$.

Singh (1972), explique ces variations de pH par le stade de lactation. En effet, le pH diminue vers la fin du cycle suite à l'augmentation des taux des caséines et des phosphates.

Selon **Alias (1984)**, le pH n'est pas une valeur constante et peut varier selon le cycle de lactation et sous l'influence de l'alimentation.

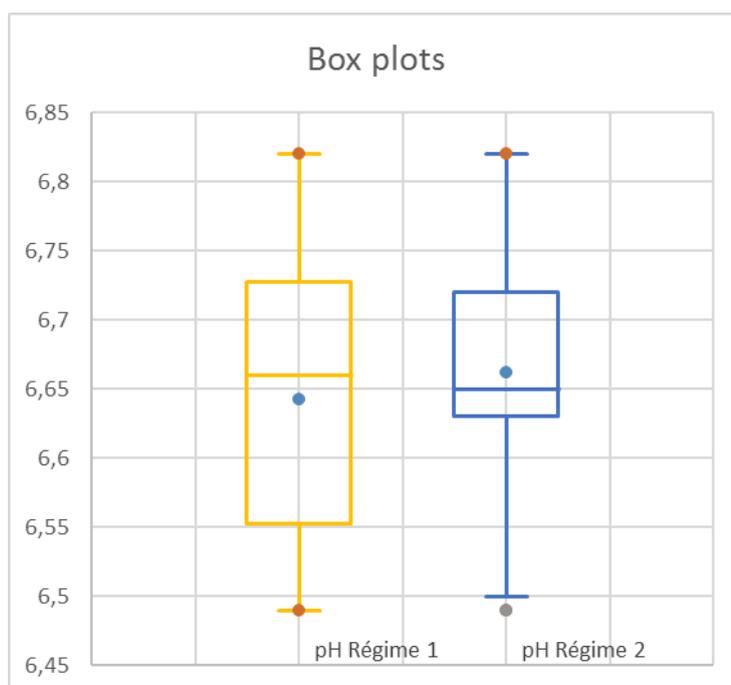


Figure IV.1 : Valeurs moyennes de pH de lait des deux régimes alimentaires.

IV.1. Acidité titrable

Les résultats mentionnés dans le **Tableau IV.2** montrent que la totalité des échantillons de lait étudiés ont une moyenne d'acidité titrable égale à 17,842 ±2,916 pour le régime 1, alors que le régime 2 présente une moyenne de 17,861 ±3,649.

Tableau IV.2 : Valeurs moyennes de l'acidité titrable du lait de deux régimes.

	Acidité (Dornic)			Signification statistique	t	ddl	Intervalle de confiance 95% de la différence	
	Moyenne ±écart type	Min	Max				Inférieure	supérieure
Régime 1	17,842 ±2,916	14	25	NS p>0,05 p=0,986	-0,018	35	-2,218	2,180
Régime 2	17,861 ±3,649	10	23					

NS : non significative

L'analyse statistique n'a pas révélé de différence significative entre le lait des deux régimes (p>0,05). Ces taux correspondent au seuil maximal selon **Vignola, (2002)** où l'acidité titrable se situe entre 14 et 18° Dornic. Et selon **Arroum, (2016)** l'acidité de lait de chèvre dépend du mode d'élevage caprin où les chèvres élevés dans un mode d'élevage intensif ont une acidité de 19,98 ± 1,33 et pour les chèvres élevées en système semi-extensif ont une moyenne de 17,71 ± 3,19, ce qui signifie que nos résultats sont proches aux chèvres qui ont un mode semi-extensif alors que pour les chèvres qui reçoivent le **régime 1**, elles sont élevées presque en intensif.

La **FAO (2002)** rapporte que l'acidité du lait est en moyenne 16°D (14-18°D), les résultats présentés dans la **Figure IV.2** indique que l'acidité du lait des deux régimes a été légèrement plus élevée par rapport à celle fixée par la **FAO (2002)**, ceci pourrait être expliqué par la consommation des plantes halophytes dans les parcours pour les chèvres qui ont reçu le régime 2.

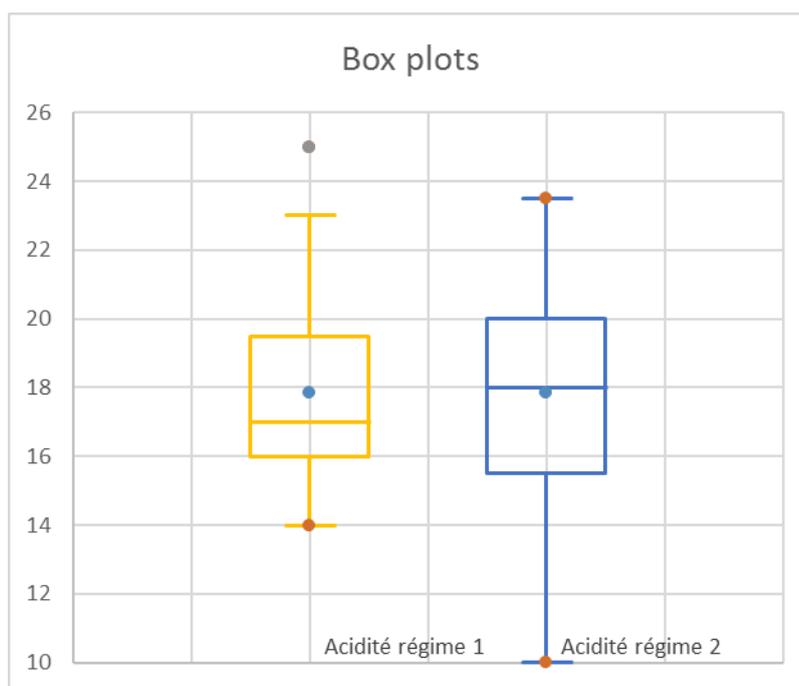


Figure IV.2 : Valeurs moyennes de l’acidité titrable des laits des deux régimes alimentaires.

IV.2. Densité

Les résultats mentionnés dans le **Tableau IV.3** montrent que la totalité des échantillons de lait étudiés ont une moyenne de densité égale à 1031.5 ± 2.6 pour le régime 1, alors que le régime 2 présente une moyenne de 1031.49 ± 1.47 .

Tableau IV.3 : Valeurs moyennes de densité du lait de deux régimes.

	Densité			Signification statistique	t	ddl	Intervalle de confiance 95% de la différence	
	Moyenne \pm écart type	Min	Max				Inférieure	supérieure
Régime 1	1031,547 \pm 2.6	1026	1037	NS $p > 0,05$ $p = 0,940$	0,076	35	-1,369	1,475
Régime 2	1031,494 \pm 1.474	1029	1033,7					

NS : non significative

On sait que la densité de lait de chèvre est assez stable (Veinoglou et al, 1982) et se situe à 1,022, inférieure à celle de lait de vache (1,036).

La **FAO 2002** a déterminé un intervalle pour le lait de chèvre qui se situe entre 1,027- 1,035, nous constatons que nos valeurs sont comprises dans cet intervalle.

La densité du lait de la race Arbia (1035) est comparable à celle du lait de la race Alpine (1030), Ce résultat correspond à des résultats trouvées par **Ait Amer Meziane (2008)**.

La densité du lait varie selon le taux de matière sèche et le taux de matière grasse, elle diminue avec l'augmentation de matière grasse (**Lemens, 1985**).

Wangoh (1997) a rapporté que la densité et l'acidité semblent dépendre de la race et du type d'élevage. Voire également que la différence de la densité du lait entre espèces a été attribuée selon **Siboukeur (2007)** à la fréquence d'abreuvement qui peut influencer directement ce paramètre.

Dans la **Figure IV.3** on s'aperçoit que l'extrémité de régime 1 à une valeur de 1037 par rapport au régime 02 qui ne dépasse pas 1034 et selon **Siboukeur, 2007** un lait avec une densité supérieur à 1033 est dit écrémé.

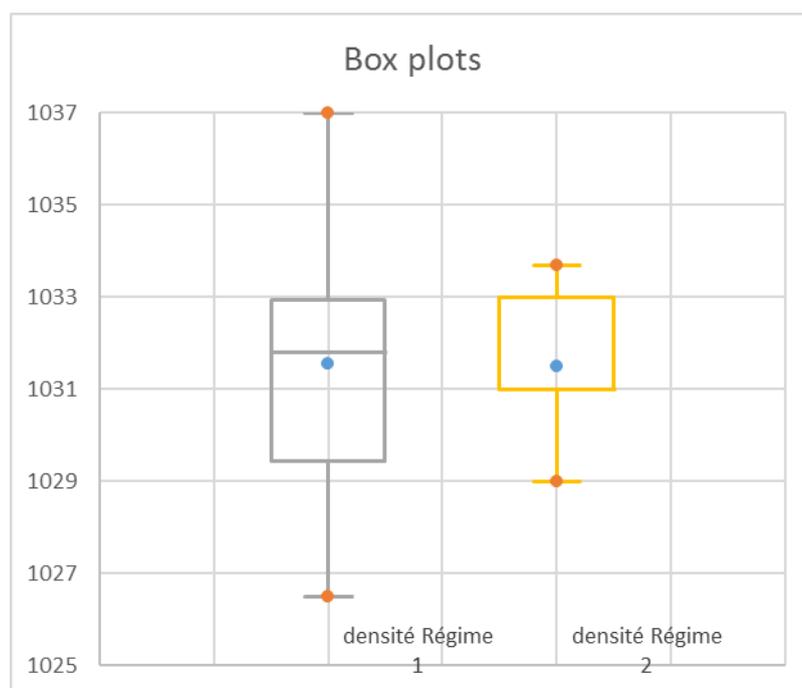


Figure IV.3 : Valeurs moyennes de densité de lait de deux régimes.

B. Analyses chimiques de lait**IV.1. Mesure des composants chimiques du lait****IV.4.1. Teneur en extrait sec total**

Les résultats mentionnés dans le **Tableau IV.4.1** montrent que la totalité des échantillons de lait étudiés ont une moyenne de teneur en extrait sec totale égale à $146,663 \pm 20,958$ pour le régime 1, alors que le régime 2 présente une moyenne de $131,611 \pm 15,363$.

Tableau IV.4.1 : Valeurs moyennes de la teneur en extrait sec total du lait de deux régimes alimentaires.

	Teneur en extrait sec total (g/l)			Signification statistique	T	ddl	Intervalle de confiance 95% de la différence	
	Moyenne \pm écart type	Min	Max				Inférieure	supérieure
Régime 1	146,663 $\pm 20,958$	115	192	Sig $p \leq 0,05$ $p = 0,018$	2,480	35	2,730	27,374
Régime 2	131,611 $\pm 15,363$	96	153					

Sig : significative.

Lors de l'analyse de la variance, les différences entre les moyennes ont confirmé ainsi la différence significative ($p \leq 0,05$), entre les laits étudiés. Le coefficient de variation est quant à lui de 5%.

Nos résultats sont comparables à ceux de **Arroum et al (2016)**, qui ont trouvé que la matière sèche totale pour le système intensif a une moyenne de $144,87 \pm 19,91$, ceci correspond aux résultats obtenus pour le premier régime (1) où les animaux ont été entravés complètement et ça correspond au système intensif et pour le deuxième régime où les animaux pâturent parfois les résultats sont proches à ceux du système semi intensif $132,56 \pm 21,9$.

L'extrait sec total représente l'ensemble des constituants du lait à l'exclusion de l'eau. La mesure de ce dernier nous permet d'apprécier d'une façon globale la richesse du lait (**Alais, 1984**).

La **Figure IV.4.1** montre les valeurs moyennes d'EST de lait de deux régimes alimentaires où on observe que la valeur moyenne la plus élevée est notée pour régime 1 et la plus basse pour le régime 2.

Le rapport Matière Grasse/ Extrait sec total, est une caractéristique importante des fromages, permet d'apprécier d'une façon précise la teneur en matière grasse dans 100g d'extrait sec total (Veisseyer, 1978).

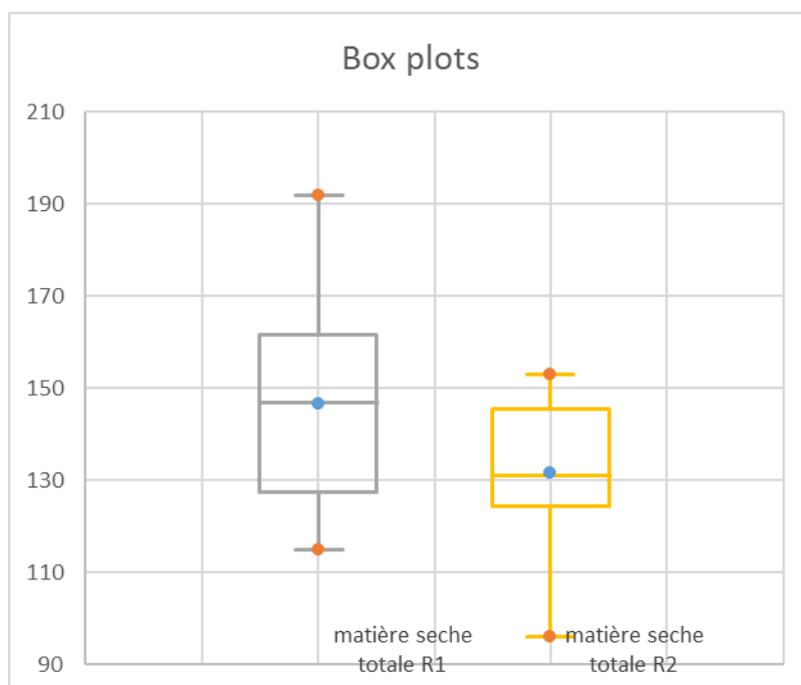


Figure IV.4.1 : Valeurs moyennes d'EST de lait de deux régimes alimentaires.

IV.2.2. Teneur en matière grasse

Les résultats mentionnés dans le **Tableau IV.4.2** montrent que la totalité des échantillons de lait étudiés ont une moyenne de matière grasse égale à $69,243 \pm 27,288$ pour le régime 1, alors que le régime 2 présente une moyenne de $31,946 \pm 1,723$.

Tableau IV.4.2 : Valeurs moyennes de la teneur en matière grasse du lait de deux régimes.

	Matière grasse en g/l			Signification statistique	t	ddl	Intervalle de confiance 95% de la différence	
	Moyenne \pm écart type	Min	Max				Inférieure	supérieure
Régime 1	69,243 $\pm 27,288$	20,060	103,680	Sig $p \leq 0,05$ $P = < 0,0001$	5,784	35	24,205	50,389
Régime 2	31,946 $\pm 1,723$	30,160	38,440					

Sig : significative

Les différences entre les moyennes ont révélé une différence significative ($p = < 0,0001$) entre elles pour un seuil de 5%.

Les valeurs paraissent supérieures comparativement à celles de lait de vache qui est de l'ordre de (37 g/l) selon Siboukeur (2012) pour le régime 1, mais elles sont très basses pour le régime 2.

Les résultats obtenus pour la teneur en matière grasse montrent que le lait de la race Arbia est plus riche en ce composant (42g/l) que celui de la race Alpine (37g/l) (Khellafi, 2013).

Labioui et al. (2009), rapportent que la variabilité de la teneur en matière grasse dépend de facteurs tels que les conditions climatiques, stade de lactation et l'alimentation.

On peut observer dans la Figure IV.4.2 que la différence est très remarquable et on conclut que le régime 2 est pauvre en matière grasse apportée dans la ration donnée.

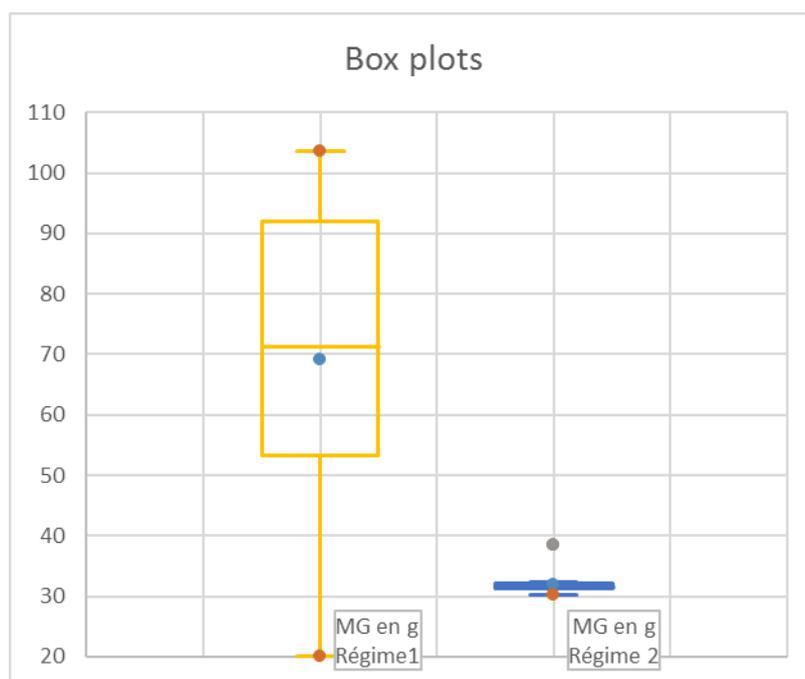


Figure IV.4.2 : Valeurs moyennes de la teneur en matière grasse de lait de deux régimes.

IV.2.3..Teneur en protéines

Les résultats mentionnés dans le **Tableau IV.4.3** montrent que la totalité des échantillons de lait étudiés ont une moyenne de protéines égale à $26,091 \pm 4,053$ pour le régime 1, alors que le régime 2 présente une moyenne de $33,587 \pm 5,295$.

Tableau IV.4.3 : Valeurs moyennes de la teneur en protéines du lait de deux régimes alimentaires.

	Protéines g/l			Signification statistique	t	ddl	Intervalle de confiance 95% de la différence	
	Moyenne \pm écart type	Min	Max				Inférieure	supérieure
Régime 1	26,091 \pm 4,053	19,762	33,545	Sig $p \leq 0,01$ $p < 0,0001$	-4,852	35	-10,633	-4,360
Régime 2	33,587 \pm 5,295	21,568	40,777					

Sig : significative.

Les teneurs en protéines enregistrées au cours de la période de début de lactation présentent des différences significatives ($p < 0,0001$), avec un seuil de 5%, entre les échantillons de laits des deux régimes

Dans la **Figure IV.4.3** on constate que la moyenne en protéine du lait pour le régime 1 est très basse par rapport à celle trouvée pour le régime 2.

Ces résultats sont inférieurs aux taux moyens obtenus par **Veinoglou et al., 1982** qui sont de $48,8 \pm 0,33$ g/l chez la même espèce.

Lorsque l'on compare les valeurs moyennes obtenues des protéines totales du lait de chèvres avec celles données par **Konuspayeva et al. (2007)** à Ghardaia pour le lait de camelin, qui est de $(21.5 \text{ g/l} \pm 49)$, on remarque que notre résultat est largement supérieur.

Selon **Lazar (2014)**, Les protéines sont des éléments essentiels au bon fonctionnement des cellules vivantes et elles constituent une part importante du lait et des produits laitiers.

Boubezari (2010) a rapporté que la teneur en protéines du lait des brebis est nettement supérieure à celle des chèvres et vaches locales. La moyenne étant égale à 6,12%, avec une valeur maximale de 7,97%, viennent ensuite les vaches locales avec une moyenne de 2,79%, puis les chèvres en dernier avec une teneur moyenne en protéines de 2,59% et une valeur minimale de 1,53%

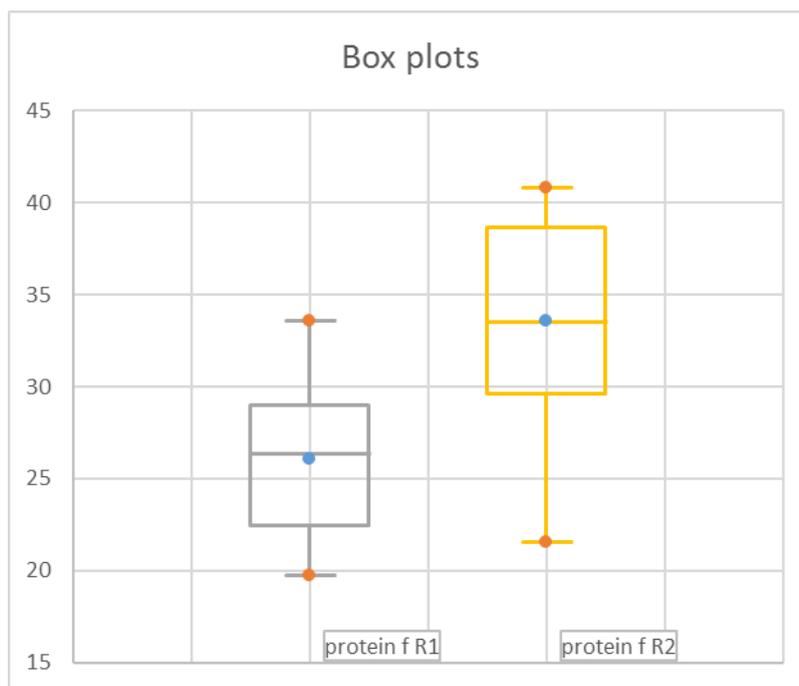


Figure IV.4.3 : Valeurs moyennes de la teneur en protéine de lait de deux régimes alimentaires.

IV.2.4. Mesure de la teneur en lactose

Les résultats mentionnés dans le **Tableau IV.4.4** montrent que la totalité des échantillons de lait étudiés ont une moyenne de lactose égale à $33,523 \pm 5,208$ pour le régime 1, alors que le régime 2 présente une moyenne de $43,155 \pm 6,803$.

Tableau IV.4.4 : Valeurs moyennes de la teneur en lactose du lait de deux régimes.

	Lactose g/100g			Signification statistique	t	ddl	Intervalle de confiance 95% de la différence	
	Moyenne \pm écart type	Min	Max				Inférieure	supérieure
Régime 1	33,523 \pm 5,208	25,391	43,101	Sig $p \leq 0,05$ $p < 0,0001$	-4,852	35	-13,663	-5,602
Régime 2	43,155 \pm 6,803	27,712	52,393					

Sig : significative

La recherche de différence au niveau de signification à 5% entre les teneurs en lactose des laits, nous amène à confirmer qu'il y a une différence significative entre les échantillons des laits collectés. Ces résultats montrent que le régime alimentaire a un effet remarquable sur les taux de lactose sécrétés dans le lait.

Les valeurs moyennes du lactose obtenues dans notre recherche sont un petit peu faible par rapport à celles trouvées dans le lait de vache (43.51 g/l) rapportées par **Labioui et al. (2009)** au Maroc et (44.13 g/l) par **Siboukeur (2007)** pour celles de régime 1, mais pour le régime 2 on peut dire que les résultats sont proches comme on peut voir dans la Figure IV 4.4, où la plus part des échantillons ont dépassé la moyenne et on peut voir que l'extrémité maximale atteint 52. Le lactose est un sucre spécifique du lait (**Hoden Et Coulon, 1991**).

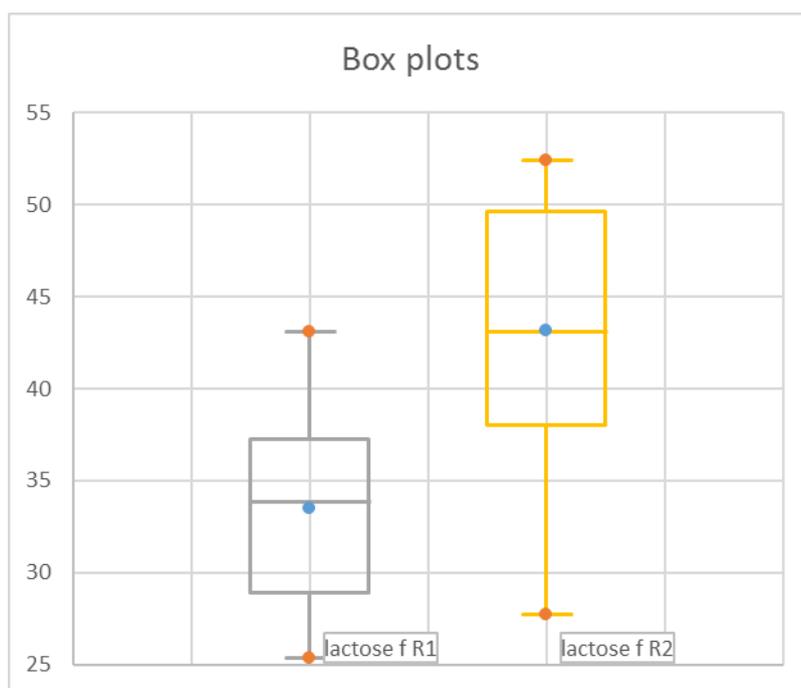


Figure IV.4.4 : Valeurs moyennes de la teneur en lactose

IV.2.5. Mesure de la teneur en sels

Les résultats mentionnés dans le **Tableau IV.4.5** montrent que la totalité des échantillons de lait étudiés ont une moyenne égale à $5,574 \pm 0,866$ pour le régime 1, alors que le régime 2 présente une moyenne de $7,176 \pm 1,131$.

Tableau IV.4.5 : Valeurs moyennes de la teneur en sels du lait de deux régimes alimentaires.

	Sels			Signification statistique	t	ddl	Intervalle de confiance 95% de la différence	
	Moyenne ±écart type	Min	Max				Inférieure	supérieure
Régime 1	5,574 ±0,866	4,222	7,167	Sig p≤0,01 p< 0,0001	-4,852	35	-2,272	-0,931
Régime 2	7,176 ±1,131	4,608	8,712					

Sig : significative.

Les teneurs en sels enregistrées au cours de la période de début de lactation présentent des différences significatives (**p< 0,0001**), avec un seuil de 5%, entre les échantillons de laits des deux régimes.

Dans la **Figure IV.4.5** on remarque que la moyenne en sels du régime 2 est très basse par rapport à la moyenne des valeurs en sels pour le régime 1 et on pourrait expliquer cette différence par la richesse des parcours par les sels et les minéraux.

Nos résultats présentent des valeurs basses par rapport aux résultats trouvés en Tunisie en 2016 par **Arroum et al**, où la moyenne des sels est de $8,08 \pm 0,55$ pour les chèvres de système intensif et de $8,97 \pm 0,75$ pour les chèvres de système semi intensif, cette différence peut être due au climat et même aux sols.

Le lait de chèvre est plus riche que d'autres laits en Calcium, Potassium, Phosphore et en Magnésium (**Vanwerbeck, 2008**). Les teneurs varient légèrement en fonction du stade de lactation, des races, de la saison et de l'alimentation. L'intérêt du lait de chèvre réside essentiellement en sa richesse en calcium (120 mg/100ml) particulièrement bien absorbé (du fait notamment de la présence dans le lait de protéines, de peptides, de lactose...) et en phosphore (**Fid,2008**).

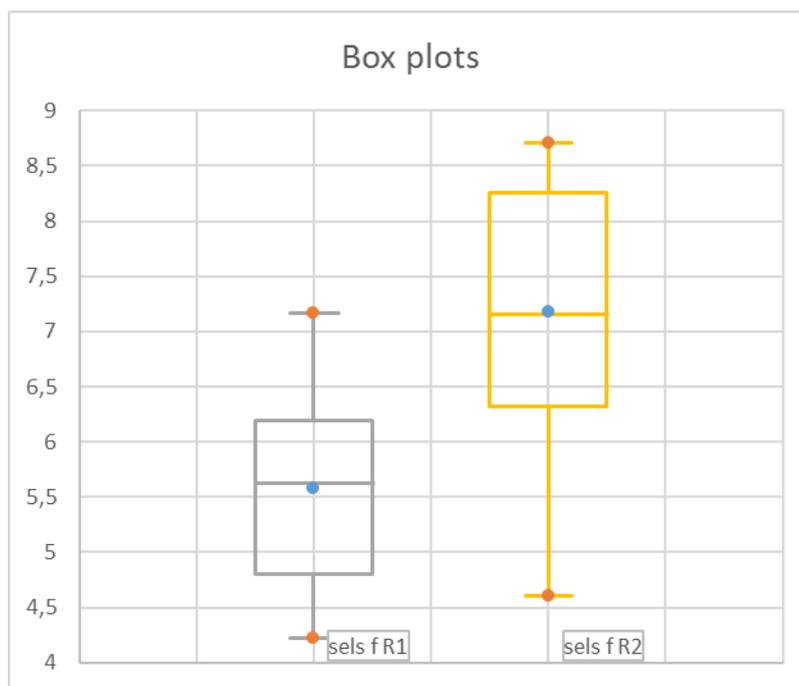


Figure IV.4.5 : Valeurs moyennes de la teneur en sels de lait de deux régimes alimentaires.

II. Deuxième partie : Etude de l'effet de la congélation sur les caractéristiques physico-chimiques du lait de chèvre locale

II.1. Caractéristiques physico-chimiques des laits congelés

A. Analyses physiques

IV.1. Mesure de pH

Les résultats mentionnés dans le **tableau (IV.5)** montrent que la totalité des échantillons de lait étudiés ont une moyenne de pH égale à $6,655 \pm 0,093$ pour le lait frais, alors que le lait congelé présente une moyenne de $7,055 \pm 0,093$.

Tableau IV.5 : Valeurs moyennes de pH du lait frais et lait congelé.

	Ph			Signification statistique	T	ddl	Intervalle de confiance 95% de la différence	
	Moyenne \pm écart type	Min	Max				Inférieure	supérieure
Lait frais	6,655 \pm 0,093	6,490	6,820	Sig $p \leq 0,05$ $p < 0,0001$	-18,406	72	-0,443	-0,357
Lait congelé	7,055 \pm 0,093	6,890	7,220					

Sig : significative

L'étude statistique a révélé une différence significative ($p = < 0,0001$) entre les valeurs du pH des laits frais et congelé pour un seuil de 5%.

Nous avons trouvé que les valeurs de pH ont augmenté avec presque 0,5 unités (**Figure IV.5**).

Fournier (1940) a signalé que la congélation ne change plus l'acidogénie de lait après une congélation de 24 heures, par contre le changement était remarquable quand il a laissé le lait sans congélation pour 24 heures dans une température ambiante.

Dans la **figure (IV.6)** on remarque que la différence est très remarquable, on observe qu'il n'y a pas un intervalle en commun entre les deux échantillons et peut être que cette différence est justifiée par les conditions de milieu ambiant au niveau de l'unité de laboratoire ou la température été plus élevée par rapport aux autres unités de voisinage.

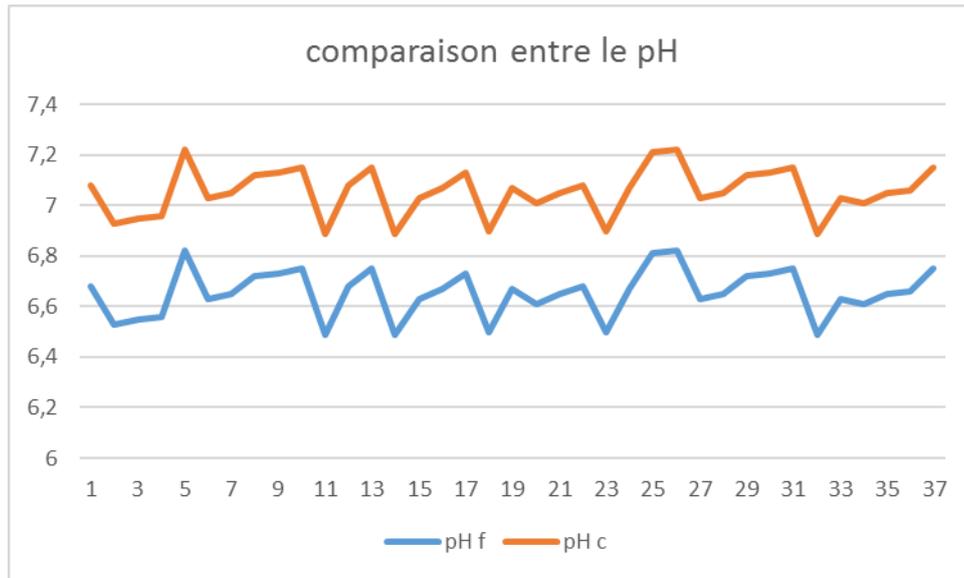


Figure IV.5 : Variations de valeurs moyennes de pH de lait frais et lait congelé.

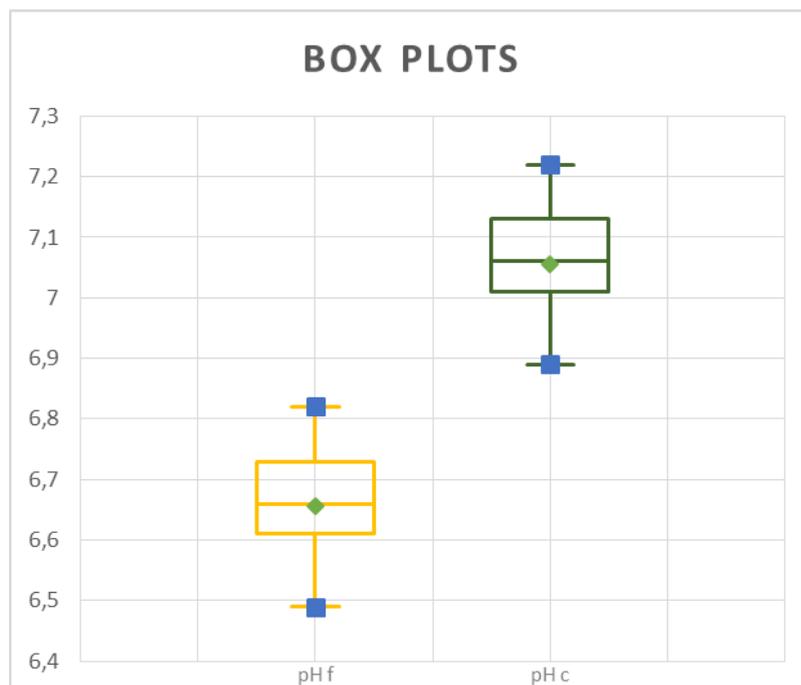


Figure IV.6 : Valeurs moyennes de pH de lait frais et lait congelé.

V.2. Acidité titrable

Les résultats mentionnés dans le **tableau (IV.6)** montrent que la totalité des échantillons de lait étudiés ont une acidité titrable moyenne égale à $17,851 \pm 3,247$ pour le lait frais, alors que le lait congelé présente une moyenne de $21,014 \pm 7,633$.

Tableau (IV.6) : Valeurs moyennes de l'acidité titrable du lait frais et congelé.

	Acidité (Dornic)			Signification statistique	T	ddl	Intervalle de confiance 95% de la différence	
	Moyenne ±écart type	Min	Max				Inférieure	supérieure
Lait frais	17,851 ±3,247	10	25	Sig $p \leq 0,05$ $p = 0,023$	-2,319	72	-5,880	-0,444
Lait congelé	21,014 ±7,633	14	55					

Sig : significative

L'analyse statistique a révélé une différence significative ($p = p \leq 0,05$) entre les deux moyennes pour un seuil de 5%. Dans la **Figure IV.7** on observe que la différence entre les deux laits pour les valeurs de l'acidité n'était pas vraiment variée entre tous les échantillons. En observant la **Figure IV.8** les résultats montrent que la différence était légèrement significative.

Nos résultats ont été contradictoire avec l'étude de **Fournier (1940)** ou il a dosé ces échantillons avec la même méthode et il a montré que les valeurs de l'acide lactique ont resté les mêmes sans augmentation significative, et la période de congélation n'a pas affecté l'acidogénie jusqu'à une durée d'un mois de congélation.

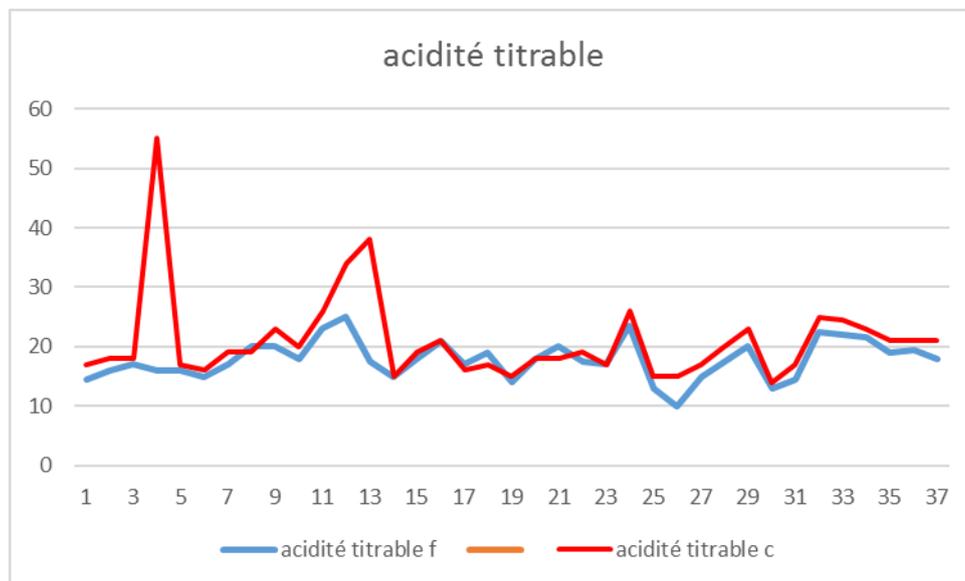


Figure IV.7 : Valeurs moyennes de l'acidité titrable des deux échantillons de lait.

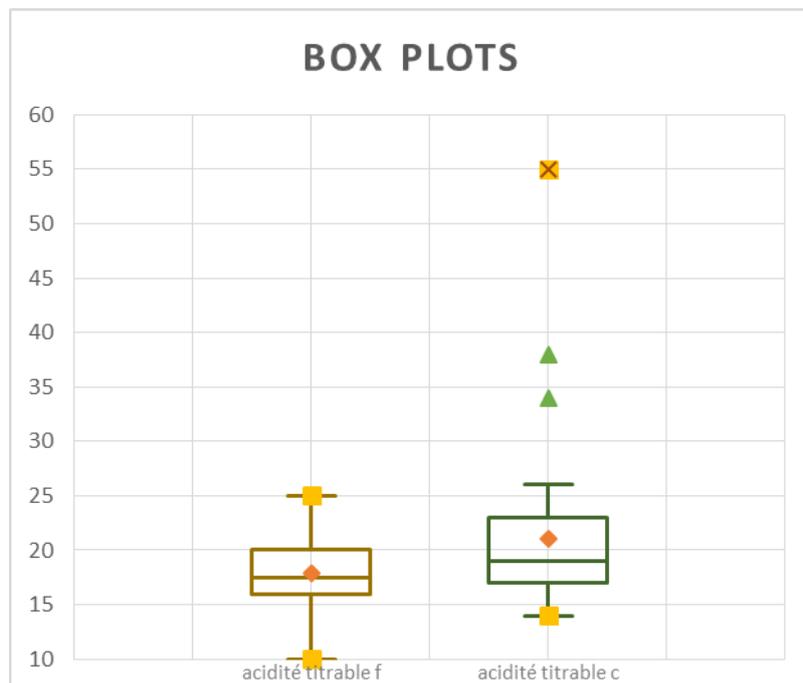


Figure IV.8 : Valeurs moyennes de l’acidité titrable de deux échantillons de lait.

V.3. Densité

Les résultats mentionnés dans le **tableau (IV.7)** montrent que la totalité des échantillons de lait étudiés ont une moyenne de densité égale à $1031,522 \pm 2,099$ pour le lait frais, alors que le lait congelé présente une moyenne de $1030,790 \pm 2,506$.

Tableau (IV.7) : Valeurs moyennes de densité du lait frais et après congélation.

	Densité			Signification statistique	T	ddl	Intervalle de confiance 95% de la différence	
	Moyenne \pm écart type	Min	Max				Inférieure	supérieure
Lait frais	$1031,522 \pm 2,099$	1026,5	1037	NS $p > 0,05$ 0,178	1,361	72	-0,340	1,803
Lait congelé	$1030,790 \pm 2,506$	1025,4	1036					

NS : non significative

L’analyse statistique n’a pas révélé de différence significative entre le lait frais et congelé ($p > 0,05$).

Selon **Corblin** en (1928) la densité a changé dans les premiers essais par contre dans le deuxième essai le lait a gardé la même densité.

Les variations de densité dans la **Figure IV.9** montrent que les valeurs enregistrées pour ce paramètre sont presque identiques.

Dans la **Figure IV.10** on trouve que le lait frais a marqué des valeurs de densités hautes qui atteint une valeur de 1037, ce qui signifie que le lait était écrémé, mais pour le lait congelé on observe que la plus grande densité marquée était de 1036.

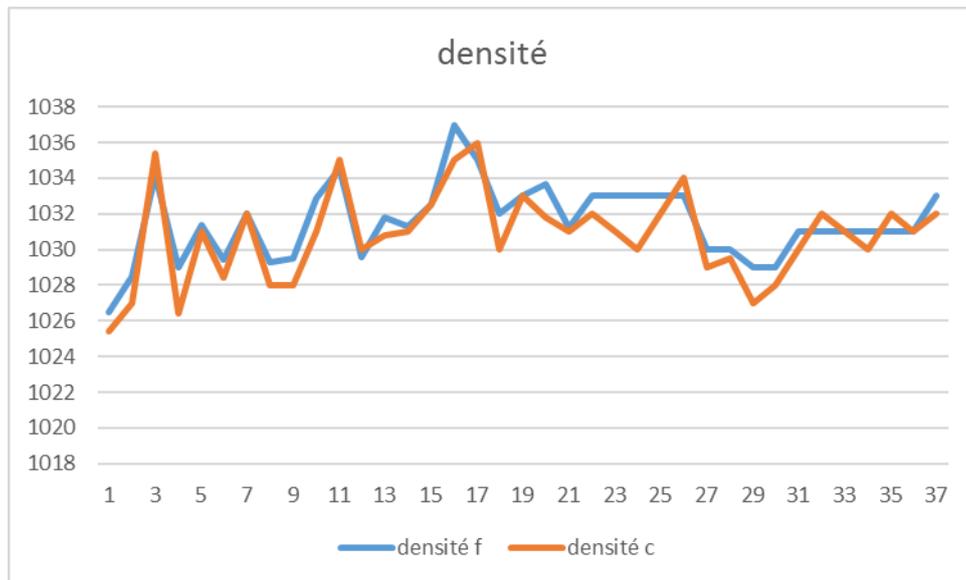


Figure IV.9 : Variations des valeurs moyennes de densité de lait avant et après congélation.

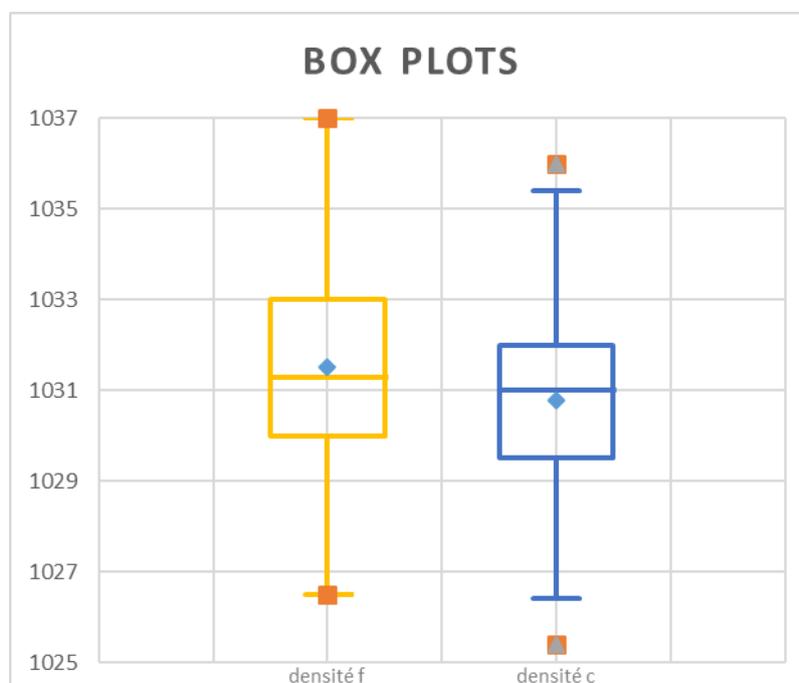


Figure IV.10 : Valeurs moyennes de densité de laits frais et congelé.

B. Analyses chimique de lait

V.4. Mesure des composants chimiques du lait congelé

V.4.1. Teneur en extrait sec total

Les résultats mentionnés dans le **tableau (IV.8)** montrent que la totalité des échantillons de lait étudiés ont une moyenne de teneur en extrait sec totale égale à $139,341 \pm 19,729$ pour le lait frais, alors que le lait congelé présente une moyenne de $134,014 \pm 18,54$.

Tableau (IV.8) : valeurs moyennes de la teneur en extrait sec total de lait frais et congelé.

	Teneur en extrait sec total (g/l)			Signification statistique	T	ddl	Intervalle de confiance 95% de la différence	
	Moyenne \pm écart type	Min	Max				Inférieure	supérieure
Lait frais	$139,341 \pm 19,729$	96	192	NS $p > 0,05$ $p = 0,235$	1,197	72	-3,546	14,2
Lait congelé	$134,014 \pm 18,54$	96	190					

NS : non significative

Selon les résultats obtenus par les tests statistiques, les valeurs de l'extrait sec total pour le lait frais et congelé ne varient pas significativement, sous réserve d'un seuil de 5%.

Les valeurs d'EST ne présentent pas de différences significatives entre elles (**Figure IV.11**).

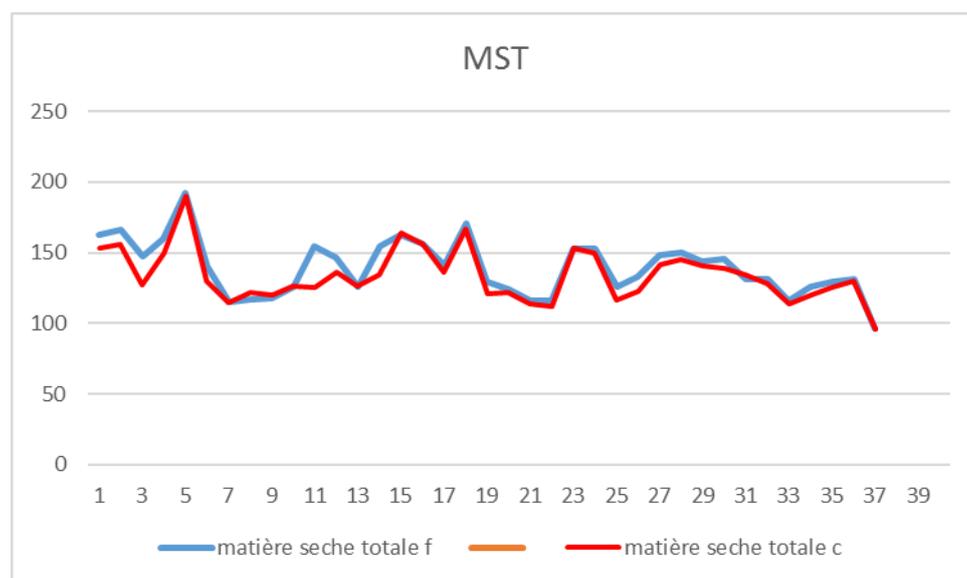


Figure IV.11 : Variations de valeurs moyennes d'EST de lait frais et congelé.

En 1928 Corblin a cité les résultats d'Alquier qui a déclaré que le lait de vache a gardé les mêmes teneurs de l'extrait sec avec une valeur de 130 g.

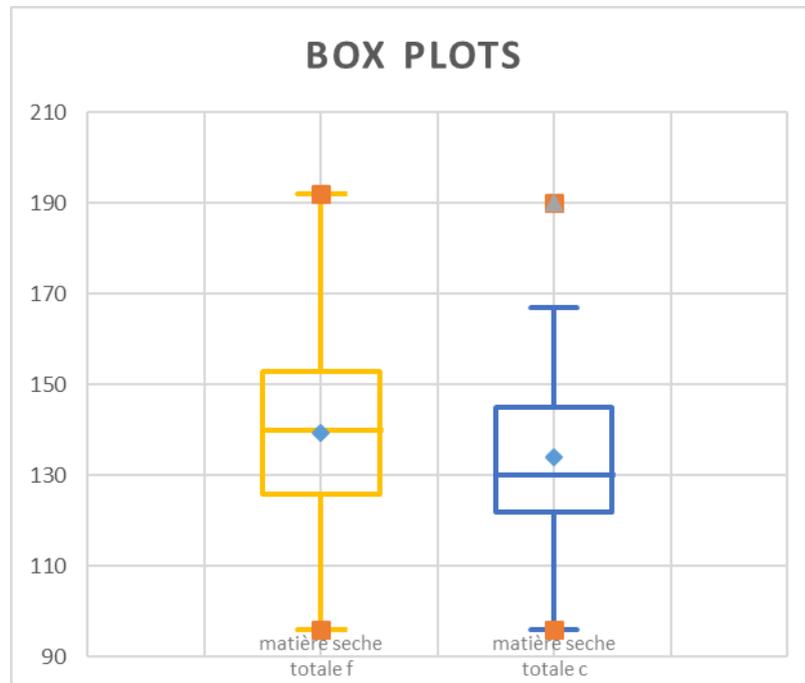


Figure IV.12 : Valeurs moyennes d'EST de lait frais et congelé.

IV.4.2.Teneur en matière grasse

Les résultats mentionnés dans le **tableau (IV.9)** montrent que la totalité des échantillons de lait étudiés ont une moyenne de matière grasse égale à $51,098 \pm 27,035$ pour le lait frais, alors que le lait congelé présente une moyenne de $48,497 \pm 24,725$

Tableau (IV.9) : Valeurs moyennes de la teneur en matière grasse de lait frais et lait congelé.

	Matière grasse en g			Signification statistique	T	ddl	Intervalle de confiance 95% de la différence	
	Moyenne \pm écart type	Min	Max				Inférieure	Supérieure
Lait frais	51,098 \pm 27,035	20,060	103,680	NS $p > 0,05$ 0,667	0,432	72	-9,405	14,608
Lait congelé	48,497 \pm 24,725	24	102,600					

NS : non significative

Selon les résultats obtenus par les tests statistiques, les valeurs de matière grasse pour le lait frais et le lait congelé il n'y a pas une différence, sous réserve d'un seuil de 5%.

Les valeurs de matière grasse sont presque identiques (**Figure IV.13**) avec quelques points de variation.

Selon **WEESE (1969)** les teneurs de matière grasse ont augmenté avec des valeurs significatives.

Par contre selon **Abranches et al ,2014** les valeurs de MG de lait humain sont réduites après la congélation avec une signification de ($p < 0,001$) avec une moyenne de $0,24 \pm 0,31$ et la différence était de 0,3 g/100 ml.

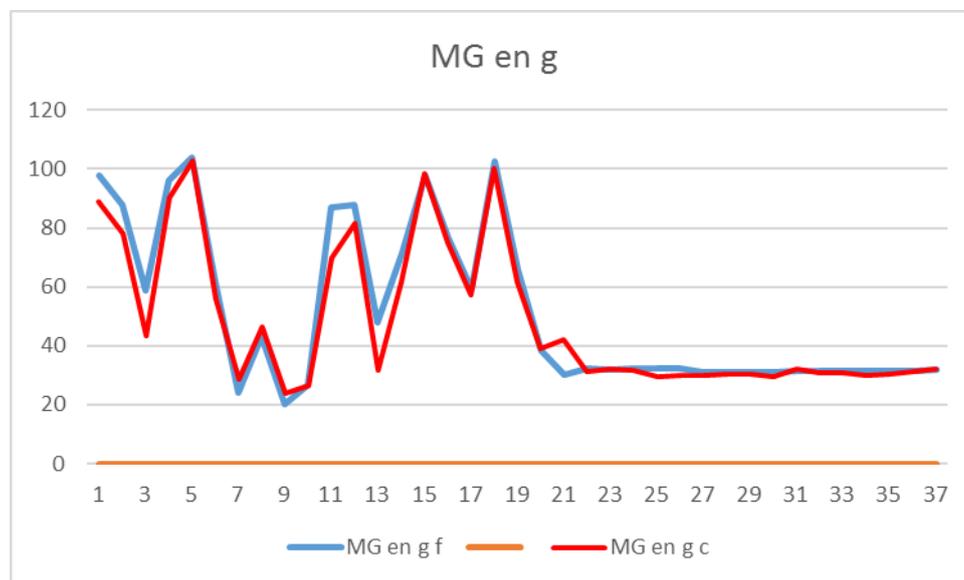


Figure IV.13 : variations des valeurs moyennes de la teneur en matière grasse de lait frais et lait congelé.

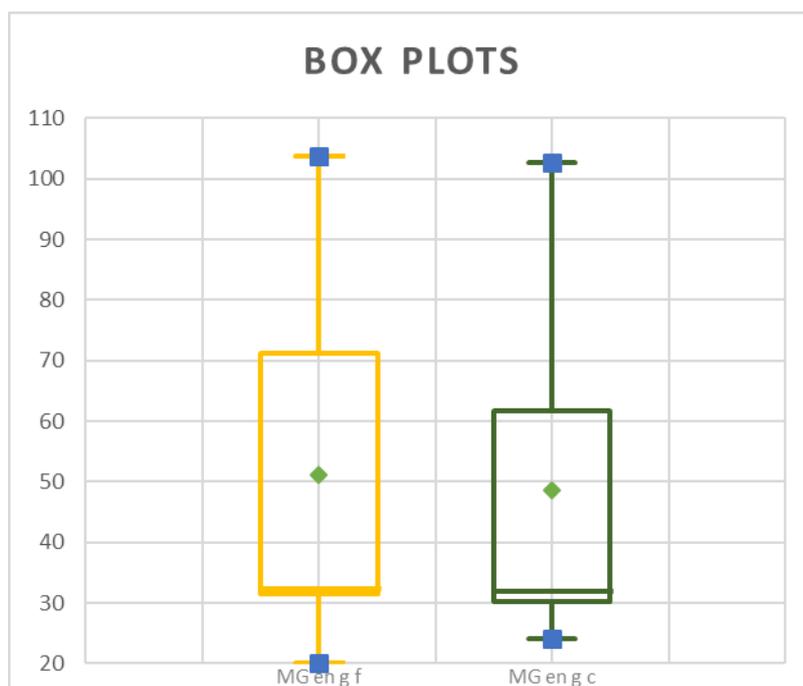


Figure IV.14 : valeurs moyennes de la teneur en matière grasse de lait frais et lait congelé.

V.4.3.Teneur en protéines

Les résultats mentionnés dans le **tableau (IV.10)** montrent que la totalité des échantillons de lait étudiés ont une moyenne de protéines égale à $29,738 \pm 5,990$ pour le lait frais, alors que le lait congelé présente une moyenne de $28,819 \pm 6,127$.

Tableau (IV.10) : Valeurs moyennes de la teneur en protéines de lait frais et congelé.

	Protéines g/l			Signification statistique	t	ddl	Intervalle de confiance 95% de la différence	
	Moyenne \pm écart type	Min	Max				Inférieure	supérieure
Lait frais	29,738 \pm 5,990	19,762	40,777	NS $p > 0,05$ $p = 0,516$	0,652	72	-1,890	3,727
Lait congelé	28,819 \pm 6,127	18,333	40,777					

NS : non significative

Selon les résultats obtenus par les tests statistiques, les valeurs des variations de protéines ne sont pas différentes, sous réserve d'un seuil de 5%.

Selon **Abranches et al (2014)** les valeurs de protéines de lait humain ont gardés les mêmes valeurs sans aucune augmentation.

En Egypt **Ibrahim et Khalifa (2015)** ont réalisé une étude sur le lait de chamelle, les teneurs de protéines ont significativement augmenté ($P < 0,05$) après la congélation et même après la déshydratation.

Les figures ci-dessous représentent les variations des protéines avant et après la congélation.

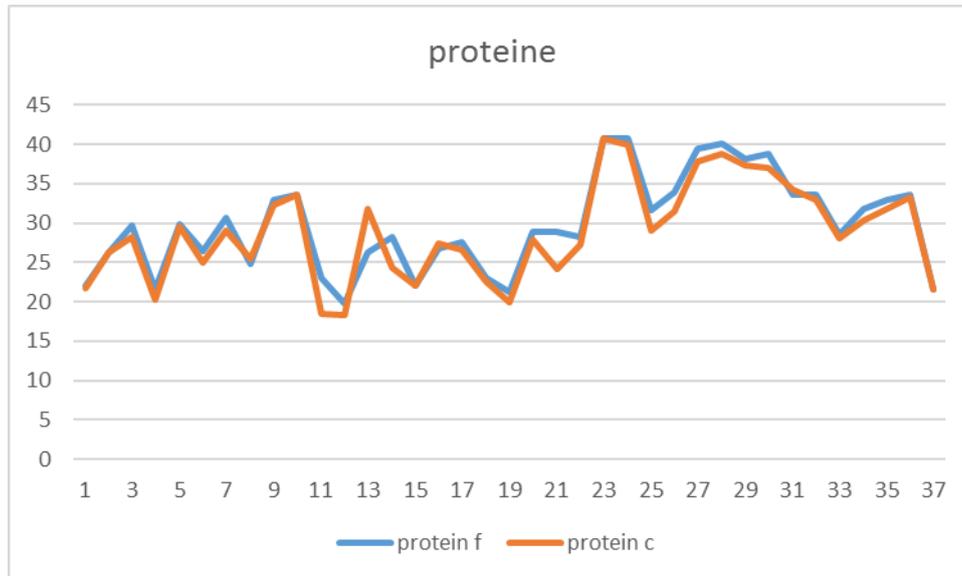


Figure IV.15 : Variations des valeurs moyennes de la teneur en protéine de lait frais et congelé.

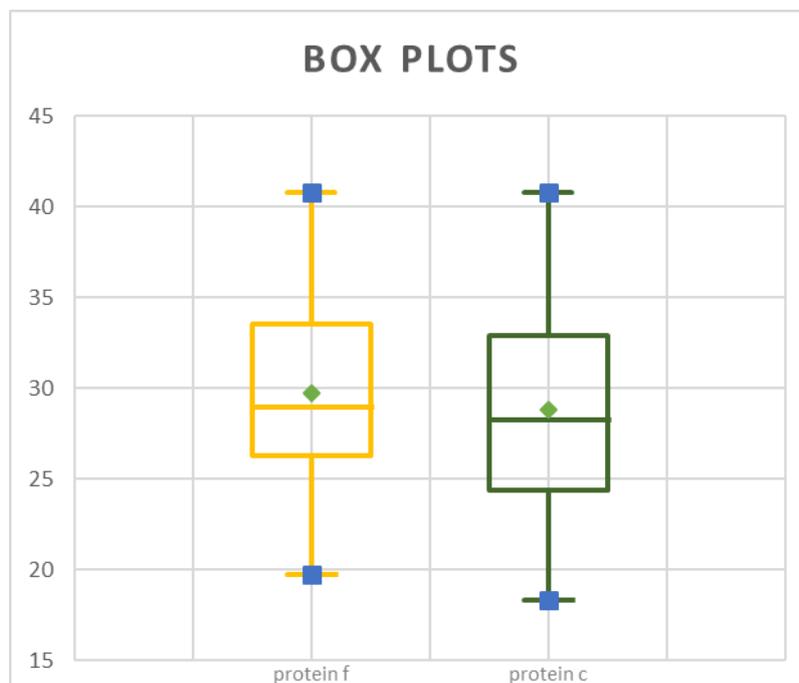


Figure IV.16 : Valeurs moyennes de la teneur en protéine de lait frais et congelé.

V.6.4. Mesure de la teneur en lactose

Les résultats mentionnés dans le **tableau (IV.11)** montrent que la totalité des échantillons de lait étudiés ont une moyenne de lactose égale à $38,209 \pm 7,697$ pour le lait frais, alors que le lait congelé présente une moyenne de $37,029 \pm 7,873$.

Tableau (IV.11) : Valeurs moyennes de la teneur en lactose du lait frais et après congélation.

	Lactose g/1kg			Signification statistique	t	ddl	Intervalle de confiance 95% de la différence	
	Moyenne \pm écart type	Min	Max				Inférieure	Supérieure
Lait frais	38,209 \pm 7,697	25,391	52,393	NS $p > 0,05$ $p = 0,516$	0,652	72	-2,428	4,788
Lait congelé	37,029 \pm 7,873	23,555	52,393					

NS : non significative

Selon les résultats obtenus par les tests statistiques, les valeurs de lactose pour le lait frais et le lait congelé, ne varient pas significativement sous réserve d'un seuil de 5%.

Le lait de chamelle a présenté une augmentation significative de lactose (**Ibrahim et Khalifa ,2015**)

Le lait humain a gardé les mêmes teneurs après une décongélation complète (**Abranches et al ,2014**)

Selon **WEESE (1969)** les teneurs de lactose ont diminué lorsque les périodes de congélation ont devenue plus longues (90 jours au maximum).

Les figures ci-après représentent les résultats obtenus pour les teneurs de lactose.

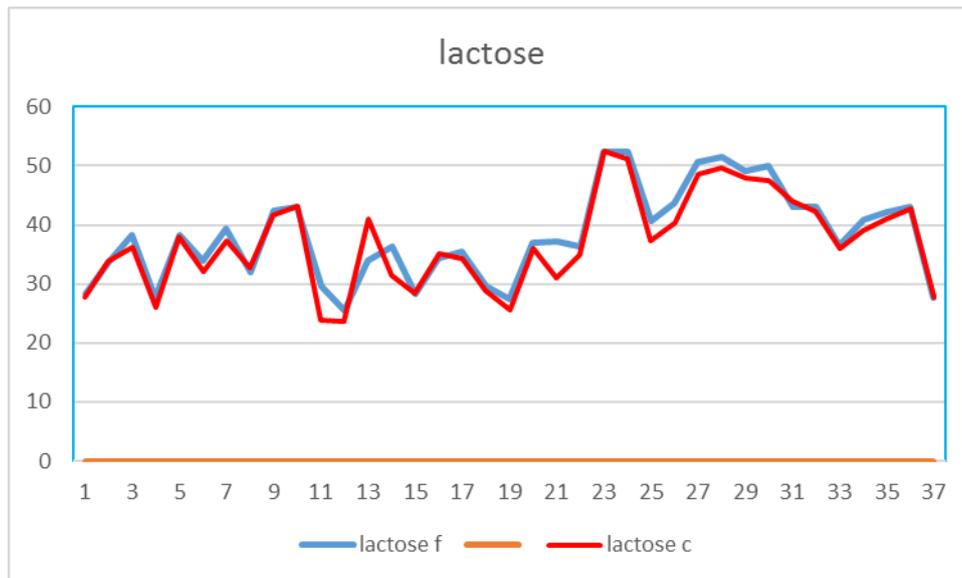


Figure IV.17 : variations des valeurs moyennes de la teneur en lactose avant et après congélation.

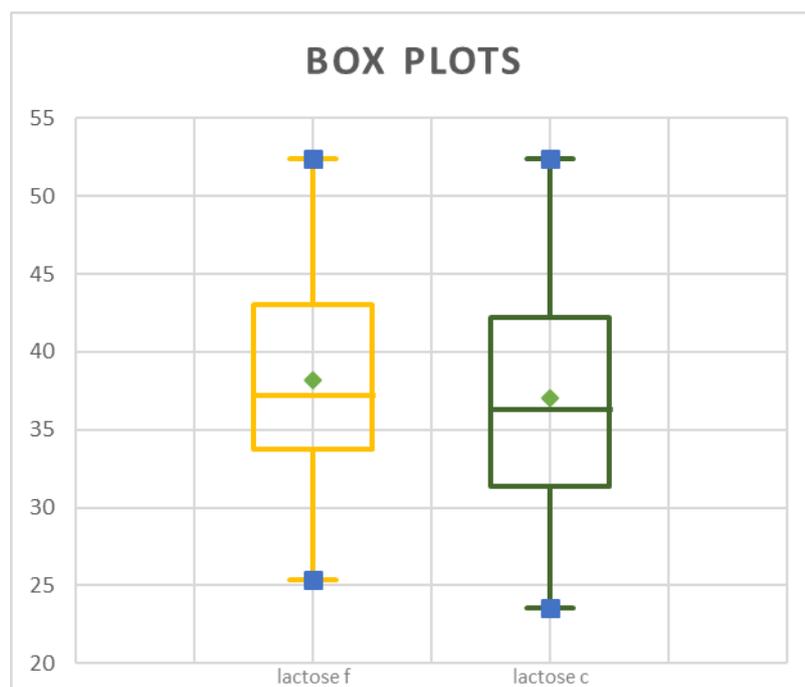


Figure IV.18 : Valeurs moyennes de la teneur en lactose avant et après congélation.

IV.4.5. Mesure de la teneur en sels

Les résultats mentionnés dans le **tableau (IV.12)** montrent que la totalité des échantillons de lait étudiés ont une moyenne égale à $6,353 \pm 1,280$ pour le lait frais, alors que le lait congelé présente une moyenne de $6,157 \pm 1,309$.

Tableau (IV.12) : Valeurs moyennes de la teneur en sels de lait frais et congelé.

	Sels			Signification statistique	T	ddl	Intervalle de confiance 95% de la différence	
	Moyenne ±écart type	Min	Max				Inférieure	supérieure
Lait frais	6,353 ±1,280	4,222	8,712	NS p>0,05 p=0,516	0,652	72	-0,404	0,796
Lait congelé	6,157 ±1,309	3,917	8,712					

NS : non significative

Selon les résultats obtenus par les tests statistiques, on remarque que les valeurs de sels ne présentent aucune différence sous réserve d'un seuil de 5%.

Selon **Corblin (1928)**, les teneurs de sels dans le lait de vache ont gardé les mêmes valeurs.

Alors que pour le lait de chamelle les teneurs des sels ont significativement augmenté ($P < 0,05$) (**Ibrahim et Khalifa, 2015**).

Les figures ci-dessous représentent les variations des sels avant et après la congélation.

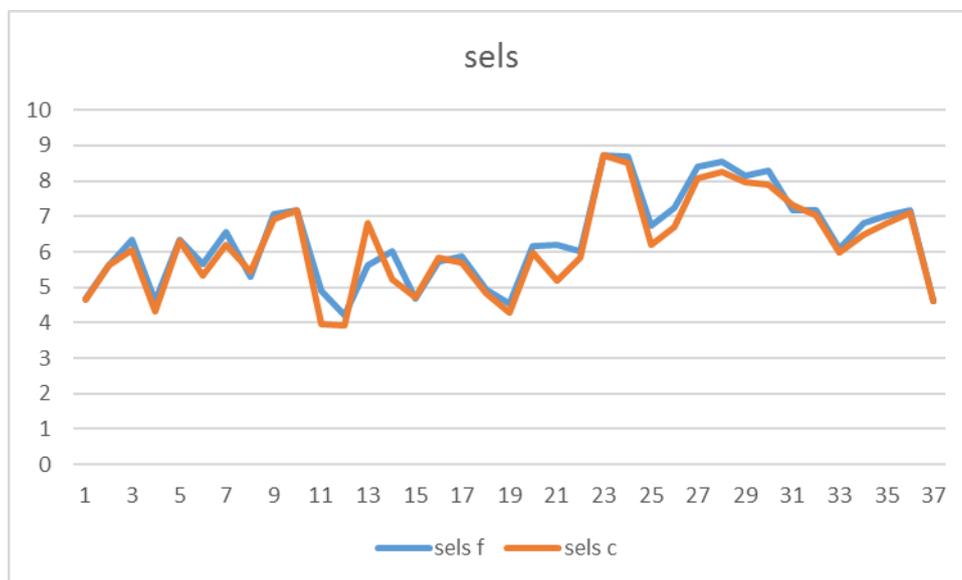


Figure IV.19 : Variations des valeurs moyennes de la teneur en sels de lait frais et congelé.

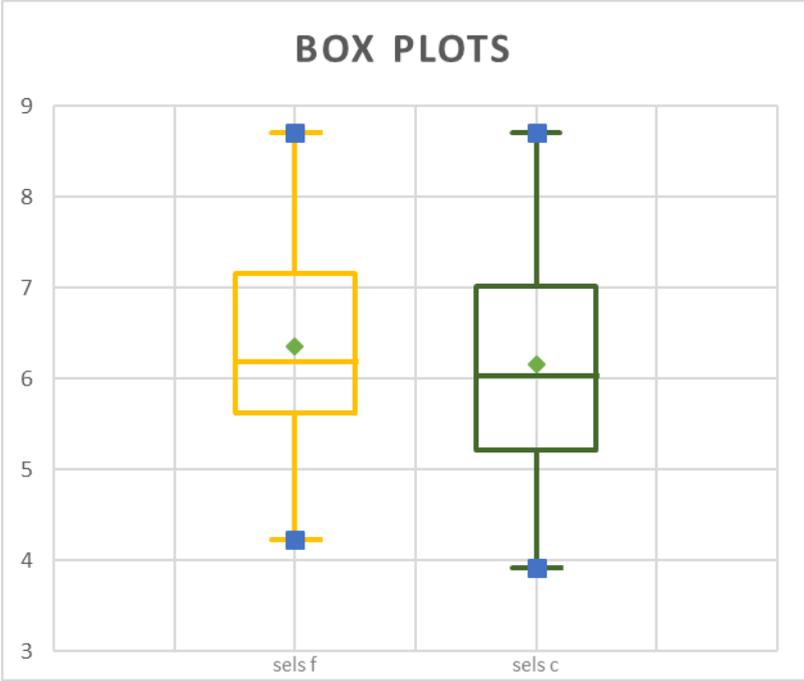


Figure IV.20 : Valeurs moyennes de teneur en sels de lait frais et congelé.

Conclusion

Références bibliographiques

- [1] **A.N.A.T, Agence National d'Aménagement de Territoire (2003).**Schema directeur des ressources en eau. Wilaya de Biskra. Dossier agro pedologique. Agence Nationale d'Amenagement de territoire. 114p.
- [2] **Abranches Andrea D., Fernanda V.M. Soares, Saint Clair G. Junior, Maria Elisabeth L. Moreira (2014) Freezing and thawing effects on fat, protein, and lactose levels of human natural milk administered by gavage and continuous infusion** *Jornal de Pediatria* Volume 90, Issue 4, July–August 2014, Pages 384-388
- [3] **AFNOR, (1986) ITSV, 3eme ed, 1986, 1030 p.**
- [4] **Ait amer meziane L. (2008). Aptitude des laits de chèvres et berbis à la coagulation par des protéases d'origine avicole. Thèse de Magister en science Agronomiques, 2008, pp.10-14.**
- [5] **Alais . (1984). La micelle de caséine et la coagulation du lait. In: Science du lait. Principes des techniques laitières: Edition Sepaic Paris, 4e Edition, 723-764.**
- [6] **Alary V., Duteurtre G., Faye B., (2011). Élevages et sociétés : les rôles multiples de l'élevage dans les pays tropicaux. INRA Productions Animales 24 (1) : 145-156.**
- [7] **Arroum S.1, K. Zmouli2, A. Gaddour1, I. Fguiri1,2, A. Naziha1 et T. Khorchani1 (2016) Étude comparative des caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques du lait caprin en fonction du mode d'élevage he value chain in Mediterranean sheep and goats. Industry organisation, marketing strategies, feeding and production systems no. 115, 2016 pp 429-433**
- [8] **Barone R., (1984). Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome 3. Fascicule 2 : Appareil uro-génital, foetus et ses annexes, péritoine et topographie abdominale. 2. Edition Vigot ,Paris**
- [9] **Barrionuevo M., Alferez M J M., Lopez Aliaga I., Sanz Sampelayo MR. Campos M S.(2001). Beneficial effect of goat milk on nutritive utilization of iron and copper in malabsorption syndrome. Journal of Dairy Science , 85, 657-664.**
- [10] **Bey D., Laloui S., (2005). Les teneurs en cuivre dans les piols et l'alimentation des chèvres dans la région d'El-Kantra (W. Biskra). Thèse Doc. Vét. (Batna),p 60.**

- [11] **Bonassi I.A., Matrins D., Roca R., (1998).** Composition chimiques et propriétés physicochimiques du lait de chèvre dans l'état à Sao Paulo Brésil. *Revue de l'ENIL*. 217, p.p. 21-28.
- [12] **Bosset J-O., Albrecht B., Badertsc her R., (2000).**Caractéristiques microbiologiques, chimiques et sensorielles de lait, de caillés et de fromage de chèvre de type F6mlaggini (buection, robiola) et Foermagella. *Péd. LAIT*. France: C N R S, 2000, 95 (5), p.p.546-580.
- [13] **Boubezari M. T, (2010) a.** Contribution a l'étude des caractéristiques physicochimiques et mycologiques du lait chez quelques races bovines, ovines et caprines dans quelques élevages de la région de Jijel. *Mémoire de Magister*. Département des Sciences Vétérinaires, Université Mentouri De Constantine - Faculté des Sciences, P20.
- [14] **Boubezari M. T., (2010) b.** Contribution a l'étude des caractéristiques physicochimiques et mycologiques du lait chez quelques races bovines, ovines et caprines dans quelques élevages de la région de Jijel, Université Mentouri de Constantine, Thèse de Magister en médecine vétérinaire, p : 7.
- [15] **Boufaïed, H., P.Y. Chouinard, G.F. Tremblay, H.V. Petit, R. Michaud, et G. Bélanger. (2003).** Fatty acids in forages. I. Factors affecting concentrations. *Can J. Anim. Sci.* 83:501.
- [16] **Boza, J., Sanz Sampelayo, M.R., (1997).** Aspectos nutricionales de la leche de cabra. *Anales de la Real Academia de Ciencias Veterinarias de Andaluc#´a Oriental* 10, p.p.109–139.
- [17] **Cabo C., Caillat H., Bouvier F.and Martin P., (2010).** Major protein of the goat milk fat globule membrane. *Journal of Dairy Science*, 93, p.p.868-876.
- [18] **Campos M.S., Lo´pez Aliaga I., Alfe´rez M.J.M., Nestares T., Barrionuevo M., (2003).** Effects of goats' or cows' milk on nutritive utilization of calcium and phosphorus in rats with intestinal resection. *British Journal of Nutrition* 90, p.p.61–67.
- [19] **Cartiere S, (1983).** Physiologie de la reproduction chez la chèvre, aspect pratique de son endocrinologie. *Thèse Alfort*.
- [20] **Chanokphat Phadungath. (2005).** Casein micelle structure: a concise review. *Journal of Science and Technology*, 1 (27), 201-212.

- [21] **Chellig R., (1978)**. La production animale de la steppe : Congrès sur le nomadisme en Afrique, Addis-Abbéda, 6-10 février.
- [22] **Commission Nationale des ressources génétiques animales, (2003)**., COMMISSION NATIONALE AnGR Rapport National sur les Ressources Génétiques Animales: Algérie Octobre 2003
- [23] **Corblin M. Henri (1928)**. LE REFROIDISSEMENT ET LA CONGÉLATION DU LAIT. Le Lait, INRA Editions, 1928, 8 (80), pp.884-891.
- [24] **De La Torre G., Serradilla J M., Gil Extremera F. And Sanz Sampelayo M R. (2008)**. Nutritional utilization in malaguena dairy goats differing in genotypes for the content of α S1-casein in milk. Journal of Dairy Science, 91, 2443-2448.
- [25] **Debry G., (2006)**. Lait, nutrition et santé. Ed : tec et doc. Lavoisier. Paris. 566p.
- [26] **Decaen C., Turpault J., (1969)**. Essai d'implantation d'un troupeau de chèvres de race Alpine en MITIZA. INRAA. MARA.
- [27] **Dekkiche, (1987)**; Etudes des paramètres zootechniques d'une race caprine améliorée (Alpine) et deux populations locales (MAKATIA et ARBIA) en élevage intensif dans une zone steppique (Laghout). Thèse. Ing. Agro; INA. El Harrach.
- [28] **Desjeux J.F., (1993)**. Valeur nutritionnelle du lait de chèvre. Lait, 73, p.p.573-580.
- [29] **Desjeux JF, Pochart P (1989)**. L'utilisation du yaourt chez l'homme. Les laits fermentés. Actualité de la Disponible sur doctorat vétérinaire. Université Paul Sabatier de Toulouse, 13, 16. Doctorat vétérinaire. Université Paul Sabatier de Toulouse, 13, 16.
- [30] **Diffloth P., (1926)**. Mouton, chèvre, porc, Zootechnie, Encyclopédie Agricole. Edt. Baillière, Paris, 418 P.
- [31] **DJari m.S., Ghribeche M.T., (1981)**. Contribution à la connaissance de la chèvre de Touggourt et à l'amélioration de son élevage. Mémoire de fin d'études, ITA Mostaganem.
- [32] **Doyon A., (2005)**. Influence de l'alimentation sur la composition de lait de chèvre : revue des travaux récents ; colloque sur la chèvre, CRAAQ, 7 octobre, Québec, Canada.
- [33] **Duteurtre G., Oudanang M K, N'gaba S H., (2005)**. Les bars laitiers de N'djamena (Tchad) des petites entreprises qui valorisent le lait de brousse. Acte de colloque, ressources vivrières et choix alimentaire dans le bassin lac Tchad : 20-22 novembre, Paris X-Nanterre.

- [34] **El Marrakchi A and Hamama A (2000)**. Valorisation des produits laitiers caprins. Editions Hassan. 2, 4-9.
- [35] **F.A.O., (1995)**. Lait et produits laitiers dans la nutrition humaine.
- [36] **Fantazi K., (2004)** ; Contribution à l'étude du polymorphisme génétique des caprins d'Algérie, cas de la vallée de Oued Righ (Touggourt) ; INA- El Harrach Alger ; p 94.
- [37] **FAO (2018)** <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QA>
- [38] **FAO, (1990)**. Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Collection FAO/Alimentation et Nutrition, 2, 23 p.
- [39] **FID, (2008)**. Lait de chèvre. Fédération Internationale de Laiterie. Ed. Copyright. 2p.
- [40] **Fournier Albert (1940)**. SUR LA CONGÉLATION DU LAIT. Le Lait, INRA Editions, 1940, 20 (197), pp.390-402.
- [41] **Geoffroy St H., (1919)**. L'élevage dans l'Afrique du Nord: Algérie-Maroc-Tunisie, Ed CHALLAMEL. Paris 530p.
- [42] **Guelmaoui S., Abderahmani H., (1995)**. Contribution à la connaissance des races caprines algériennes (cas de la race M'ZAB), Thèse. Ing. Agro.INA.El Harrach. Alger.
- [43] **GUINTARD C., RIDOUH R., THORIN C., TEKKOUKZEMMOUCHI F.(2018)**.,Etude osteometrique des metapodes de chevres (Capra hircus, L., 1758) d'Algerie : cas de la race autochtone Arabia. *Revue Méd. Vét*, 2018, 169, **10-12**, 221-232.
- [44] **Habbi. W., 2014**. Caractérisation phénotypique de la population caprine de la région de Ghardaïa, thèse d'Ingénieur en Agronomie, université Ouargla.
- [45] **Haenlein G.F.W. ,Park W Y., Juarez M., Ramos M. (2007)**. Physicochemical characteristics of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*. 68, 88-113.
- [46] **Haenlein, G.F.W., (2001)**. Past, present, and future perspectives of small ruminant dairy research. *Journal of Dairy Science* 84, p.p. 2097–2115.
- [47] **Hafid N,(2006)** l'influence de l'âge, de la saison et de l'état physiologique des caprins sur certains paramètre sanguins. Mémoire de magister en science vétérinaires. Dép vétérinaires. BATNA.
- [48] **Heinlein G. F. W. and Caccese R. (2006)**. Goat milk versus cow milk. *Dairy Goat Journal*, 3, 1-5.

- [49] **Hellal F., (1986).** Contribution à la connaissance des races caprines algériennes: Etude de l'élevage caprin en système d'élevage extensif dans les différentes zones de l'Algérie du nord, Thèse. Ing. Agro.INA. El Harrach. Alger.
- [50] **HODEN P., et COULON H., (1991)** Composition chimique du lait, <http://www.2.vet.lyon.fr>.
- [51] **Hossaini-Hilali J., Benlamlih S. and Dahiborn K. (1993).** Fluid balance and milk secretion in the fed and feed-deprived black Moroccan goat. *Small Ruminant Research*, 12 (3), 271-285.
- [52] **Huart du Plessis., (1919).** La chèvre: Races, élevage, produits; Edt; Librairie Agricole de la maison rustique, Paris, 150p.
- [53] **Ibrahim, A., Khalifa, S. (2015).** Effect of freeze-drying on camel's milk nutritional properties. *Int. Food Res. J.*, 22(4): 1438-1445.
- [54] **Inra., (2004).** Nutrition et alimentation des animaux d'élevage. Alimentation des polygastriques. Edu-cagri Ed. pp296-323.
- [55] **J. CERBULIS, O. W. PARKS, and H. M. FARRELL, JR., (1982)** Composition and Distribution of Lipids of Goats' Milk *Journal of Dairy Science* Vol. 65, No. 12, (1982) pp 2301-2307.
- [56] **Jooyandeh H. et Abroumand A., (2010).** Physico-chemical, nutritional, heat treatment effects and dairy product aspects of goat and sheep milks. *World Applied Science Journal*.11(11), p.p.1316-1322.
- [57] **Kerba A., (1995).** Base des données sur les races caprines en Algérie base de données FAO, ed fao pp19-39
- [58] **Kerkhouche K., (1979).** Etude des possibilités de mise en place d'une chèvrerie à vocation fromagère dans la région de draa ben khedda éléments de réflexion sur un projet d'unité caprine. Thèse Ing. Agr.INA El-Harrach, Alger, 72p.
- [59] **Khelifi Y., (1997).** Les productions ovines et caprine dans les zones steppiques algériennes, Cihem options méditerranéennes, pp245-246.
- [60] **Khellafi W.,(2013).** Caractérisation physico-chimique et microbiologique du lait de chèvre de la race « Arbia » et « Alpine ». Master 2.Université Mohamed Khider Biskra.pp.30.

- [61] **Konuspayeva G, (2007)**. Variabilité physico-chimique et biochimique du lait des grands camélidés (*Camelus bactrianus*, *Camelus dromedarius* et hybrides) au Kazakhstan. Thèse doctorat. Université Montpellier ii Sciences et Technologies du Languedoc.
- [62] **Kouniba A., (2007)**. Caractérisation physico-chimique du lait de chèvre comparée à celles du lait de vache et de dromadaire et étude de son aptitude fromagère. IAA, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II. Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires.
- [63] **Laba.D , (2004)** etude de la production et de la transformation du lait de chevre dans les niayes memoire de diplome d'etudes approfondies de productions animales (**SENEGAL**)
- [64] **Labioui H., Elmoualdi L., Benzakour A., El Yachioui M., Berny E., Ouhssine M, (2009)**. Etude physicochimique et microbiologique de laits crus, Bull. Lactitude 12 /2009.
- [65] **Larousse agricole, (2002)**. 767p.
- [66] **Lazar K., (2014)**. Effet de l'alimentation de la vache sur la qualité du lait. Master 2.Pp.41.
- [67] **Le Jaouen J C., Remeuf F. Et Lenoir J. (1990)**. Données récentes sur le lait de chèvre et les fabrications de produits laitiers caprins. XXIII International Dairy Congress, Octobre, 8-12, Montréal, Québec.
- [68] **Lebeuf Y., Michel J-C., Moineau S., (2002)**. Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et technique d'analyse du lait. *In* : Science et technologie du lait.
- [69] **Lemens P., (1985)**. Accidents de fromagerie. Défauts de texture du coagulum de type lactique. Chèvre, 144 :34-39.
- [70] **Lorient D., Cayot P.,(2000)**. Les propriétés techno fonctionnelles des protéines de lait. Les protéines laitières ; intérêts technologiques et nutritionnelles, 4 ème conférence européenne d'ARILAIT, 7 novembre. Paris, France.
- [71] **M.C. Rousselot, C.B. Broqua, C. de Araujo, L.P. Borgida (1995)**, Effets des fibres et des matières grasses protégées sur la composition du lait de chèvre Ann. Zootech., 44 (Suppl.) (1995), p. 376

- [72] **Madani T., (2000)**. L'élevage caprin dans le nord est de l'Algérie. Gruner L et Chabert Y (Ed).INRA et Institut de l'élevage Pub, Tours 2000.Acte de la 7ème Conférence Internationale sur les caprins, Tours (France) 15-21/05/00,351-353.
- [73] **Madani T., Yakhlef H., Abbache N., (2003)**. Evaluation des besoins en matière de renforcement des capacités nécessaires à la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité importante pour l'agriculture en Algérie, Les races bovines, ovines, caprines et camelines. Alger 22-23/01/2003. Recueil des Communications Atelier N°3 «Biodiversité Importante pour l'Agriculture» MATE-GEF/PNUD Projet ALG/97/G31.p 44-51.
- [74] **Mami A. (2013)**. Recherche des bactéries lactiques productrices de bactériocines à large spectre d'action vis-à-vis des germes impliqués dans les toxi-infections alimentaires en Algérie. Thèse de doctorat. Université d'Oran.p176.
- [75] **MARICHATOU H., MAMANE L., BANOIN M., BARIL G.(2002)**., Performances zootechniques des caprins au Niger: etude comparative de la chevre rousse de Maradi et de la chevre a robe noire dans la zone de Maradi. *Rev. D'élevage Médecine Vét. Pays Trop.*, 2002, **55**, 79-84.
- [76] **Martin P. Et Leroux C. (2000)**. Le gène caprin spécifiant la caséine α S1 : Un suspect tout désigné aux effets aussi multiples qu'inattendus. INRA Productions Animales, Hors Série, 125-132.
- [77] **Martin P., Leroux C., (2000)**. Le gène caprine spécifiant la caséine S1: un suspect tout désigné aux effets aussi multiples qui inattendus. INRA production animale, Hors série, P.p,125-132.
- [78] **Masle L., Morgane F., (2001)**.Aptitude de lait de chèvres à l'acidification par les ferments lactiques-Facteurs de variation liées à la composition de lait. *Lait*, 81, P.p,561-569.
- [79] **MATHIEU J. (1998)**. Initiation a la physicochimie du lait. Tec. et Doc., Lavoisier.220 p.
- [80] **Mora-Gutierrez, A., Farrell Jr., H. M. et Kumosinki, T. F. (1993)**. Comparison of calcium-induced association of bovine and caprine caseins and the relationship of α s1-casein content to colloidal stabilization: a thermodynamic linkage analysis. *J. Dairy Sei.* 76 3690-3697.

- [81] **Moreno R., (1995).** La lacteos como fuente ideal de calcio/fo'sforo en la dieta. Alimentacion Nutricio'n y Salud 2, p.p.52–58.
- [82] **MOUHOUS A. (1), BOURAINE N. (1), BOUARABA F (2016)** L'élevage caprin en zone de montagne. Cas de la région de Tizi-Ouzou (Algérie) Dairy goat breeding in mountain areas. The Tizi-Ouzou region (Algeria). AlgérieCOLLECTION DOSSIERS AGRONOMIQUES Edition 2016 L'ELEVAGE CAPRIN EN ALGERIE
- [83] **Mouhous A., Kadi S.A., Berchiche M., Djellal F., Huguenin J., Alary V.(2015)** Performances de production et commercialisation de lait dans les exploitations caprines en zone montagneuse de TiziOuzou (Algérie). In : Napoléone M. (ed.), Ben Salem H. (ed.), Boutonnet J.P. (ed.), López-Francos A. (ed.), Gabiña D. (ed.). The value chains of Mediterranean sheep and goat products. Organisation of the industry, marketing strategies, feeding and production systems. Zaragoza : CIHEAM, 2016. p. 469-473 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 115)
- [84] **Mouhous Azeddine Kadi Si Ammar (2015)** STRATEGIES D'ADAPTATION DES ELEVEURS CAPRINS EN ZONE MONTAGNEUSE DE TIZIOUZOU (ALGERIE) Département des Sciences Agronomiques, Faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques, Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, Algérie Brabez Fatima Ecole Nationale Supérieure Agronomique. ENSA, El Harrach, Alger, AlgérieEuropean Scientific Journal January 2015 edition vol.11, No.2 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431 328 – 344
- [85] **Pazzola M., Balia F. , Carcangiu V., Dettori ML., Piras G., Vacca GM., (2012).** Higher somatic cells counted by the electronic counter method do not influence renneting properties of goat milk. S. Rum. Res.,102 , 32-36.
- [86] **Pedro., (1952).** L'élevage en basse Kabylie. Rev. élevage et cult en Afrique du Nord, P17.
- [87] **Perez-Hernandez M., Robinson J.J., Aitken R.P., Fraser C., (1986).** The effect of the dietary supplements of protected fat on the yield and fat concentration of ewe's milk and on lamb growth rate. Anim. Prod., 42, 455A.
- [88] **Piacere A. Et Elsen J. M. (1992).** Aptitude fromagère du lait et polymorphisme des protéines : perspectives d'utilisation en sélection. INRA Productions Animales, Hors série, Eléments de génétique quantitative et application aux populations animales, 123-128.

- [89] **Pierre A., Michel F., Le Graët Y., Zahoute L., (1998)** Casein micelle size in relation with casein composition and α_1 , α_2 , β and κ casein contents in goat milk, *Lait* 78 (1998) 591–605.
- [90] **R. Attaie and R. L. Richter ., (2000)** Size Distribution of Fat Globules in Goat Milk *Journal of Dairy Science* Vol. 83, No. 5, 2 p.p 940-944.
- [91] **Rasheed Sadia, Ihsan Mabood Qazi, Ishfaq Ahmed*, Yasser Durrani, and Zarmeena Azmat (2016)** Comparative Study of Cottage Cheese Prepared from Various Sources of Milk *Proceedings of the Pakistan Academy of Sciences B. Life and Environmental Sciences* 53 (4): 269–282 (2016)
- [92] **Razafindrakoto O, Ravelomanana N, Rasolofo A, Rakotoarimanana RD, Gourgue P, Coquin P, Briend A, Desjeux JF (1993).** Le lait de chèvre peut-il remplacer le lait de vache chez l'enfant malnutri ? Réunion de Surgères, juin 1993. Recherche. John Libbey Euro-text Ltd, Paris, 247-254.
- [93] **Remeuf F, Lenoir J and Duby C (1989).** Etude des relations entre les caractéristiques physico-chimiques des laits de chèvre et leur aptitude à la coagulation par la présure. *Lait*, 69, 499-518
- [94] **Remeuf, F., Guy R., Brignon G., Grosclaude F., (2001).** Influence de la teneur en caséine # sur les caractéristiques physicochimiques et l'aptitude à la coagulation enzymatique du lait de chèvre. *Lait*, 81, p.p. 731- 742.
- [95] **Reveau A., Broqua C., Bossis N., Cherbonnier J., Poupin B., Fouilland C., Jenot F., Lauret A., Letourneau P., (1998)** La mamelle : anatomie et sécrétion du lait L'éleveur de chèvres, 4, 1-3.
- [96] **Roudj S., Bessadat A., Karam NE. , (2005).** Caractérisations physicochimiques et analyse électrophorétique des protéines de lait de chèvre et de lait de vache de l'Ouest algérien. *Renc. Rech. Ruminants*, 12p.
- [97] **Sadeler ., (1949).** Essai de croisement de la chèvre d'Algérie avec la race des Alpes. *Revue.Elevage et cult en Afrique du Nord*, n°5, p127-140.
- [98] **SALAKO A.E.(2006).**, Application of morphological indices in the assessment of type and function in sheep. *Int. J.Morphol.*, 2006, **24**, 13-18.
- [99] **Sebaa A (1992).**, Le profilage génétique visible de la chèvre de la région de Laghouat

- [100] **SIBOUKEUR A., SIBOUKEUR O., (2012).**-Caractéristiques physico-chimiques et biochimiques du lait de chamelle collecte localement en comparaison avec le lait bovin,Annales des Sciences et Technologie, université Kasdi Merbah, novembre, Vol 4(2),Ouargla, Algérie, p104.
- [101] **Siboukeur O, (2007).** Etude du lait camelin collecté localement : caractéristiques physicochimiques et microbiologiques ; aptitudes à la coagulation. Mémoire de Doctorat de l'institut national agronomique El-Harrach-Alger. Algérie. Soc. Pharm. *Bordeaux*, 148, 7-16.
- [102] **Singh E. (1972).** A study on the nitrogen distribution in goat' s milk. *Milch wess enschaft*.167- 167.
- [103] **Takoucht A (1998),.** Essai d'identification de la variabilité génétique visible des populations caprines de la Vallée de M'ZAB et des Montagnes de l'ZHAGGAR, Thèse Ing. Etat. Inst. Agro Blida, 52p.
- [104] **Vanwarbeck O., (2008).** Caractérisation technico-économique des élevages de chèvres laitières en région de Wallonne. Catégorie agronomique. Haute école de la Province de Liège, 118p.
- [105] **Veinglou B., Baltadjieva M., Kalatzopoulos G., Stamenova V. Et Papadopoulou E. (1982)a.**La composition de lait de chèvre de la région de Plovidiv et en Bulgarie et de Ioninna en Grèce. *Lait*, 65, 155-165.
- [106] **Veinoglou B., Baltadjieva M., Kalatzopoulos G., Stamenova V. et PapadopoulouE. (1982)b.** La composition de lait de chèvre de la régionde Plovidiv en Bulgarie et d'Ionnina en Grèce. *Lait* 62, pp.155-156.
- [107] **Veisseyre, R.(1979).** "Technologie du lait". Constitution, récolte, traitement et transformation du lait. 3eme édition. La maison Rustique; Paris. p 697.
- [108] **Vignola C.L., (2002).** Science et technologie du lait : transformation du lait. Presse Internationale Polytechnique. Montréal (Québec). 576p.
- [109] **Vingola C. L., (2002).** Science et technologie du lait, Ecole Polytechnique de montréal, Canada, 600 p.
- [110] **Wangoh J., Farah Z. Et Puhan Z. (1998 a).** Iso-electric focusing of camel milk proteins. *Int. Dairy J.*,8, p. 617-621.

- [111] **Wangoh J., Farah Z., Puhan Z, (1997).** Composition of milk from three camel (*Camelus dromedarius*) breeds in Kenya during lactation. *Milchwissenschaft*, 53, 136-139.
- [112] **Wanwarbeck O., (2008).** Caractérisation technico-économique des élevages de chèvres laitières en région wallonne. Haute école de la province de liège, 99p.
- [113] **Wattiaux M.A., (2004).** Métabolisme protéique chez la vache laitière. l'Institut Babcock pour la Recherche et le Développement International du Secteur Laitier, Université du Wisconsin, Madison.
- [114] **WEESE S, J., D. F. BUTCHER and R. O. THOMAS (1969)** Effect of Freezing and Length of Storage on Milk Properties *J. DAIRY SCIENCE* VOL. 52, NO. 11 pp 1724-1726
- [115] **Zeller B., (2005).** Le fromage de chèvre : spécificités technologiques et économiques. Thèse Doctorat, Université Paul-Sabatier de Toulouse, 81p.

L'élevage caprin en Algérie prend une grande importance, et vu que cette espèce produit des quantités importantes de lait avec une bonne qualité, ainsi que ce lait présente des aptitudes importantes à la transformation technologique au produit dérivées (surtout les variétés des fromages), cette caractéristique le rend un bon substituant de lait de vache.

Pour cela, nous avons réalisé une étude qui vise à évaluer les caractéristiques physicochimiques du lait caprin collecté dans la région de Biskra au premier stade de lactation. Les analyses effectuées ont portées sur le pH, l'acidité, la densité, l'extrait sec total, la matière grasse, les protéines, le lactose et les sels.

D'une autre part on sait que le lait caprin est consommé par toutes les catégories de la société et parfois ils le congèlent en cas de rupture ou pour avoir un stock, à la lumière de ces pratiques on a fait une étude pour révéler l'effet de congélation sur le lait caprin.

On peut conclure à partir des résultats obtenus par notre étude que le changement des régimes alimentaires peut affecter les pourcentages des constituants de lait produit pour la même espèce caprine (Arbia) dans les mêmes conditions climatiques arides.

On a constaté que le régime alimentaire additionné par des féculents a marqué des les valeurs les plus élevés pour certains paramètres.

Les paramètres physiques n'ont pas présenté de variations significatives contrairement aux paramètres chimiques dont les différences étaient remarquables.

Pour les moyennes de la teneur en extrait sec total on a trouvé que le premier régime à une moyenne de $146,663 \pm 20,958$, alors que le deuxième régime a présenté une moyenne de $131,611 \pm 15,363$.

Ainsi nous relevons des taux de matière grasse relativement importants pour le régime qui contient les féculents $69,243 \pm 27,288$ par contre une moyenne de $31,946 \pm 1,723$ pour le deuxième régime.

Pour la teneur en protéine, celle-ci dont l'importance en technologie a été prouvée, se situe entre $26,091 \pm 4,053$ et $33,587 \pm 5,295$ pour le régime 1 et régime 2 respectivement.

On a aussi constaté que le lactose et les sels ont présenté des taux plus élevés pour le lait du premier régime par rapport au deuxième.

Enfin la congélation a présenté un effet significatif sur les valeurs de l'acidité (pH et acidité dornic), cependant pour les autres paramètres aucun effet n'a été noté après la congélation.

D'après ces résultats, l'étude comparative de la qualité du lait produit après l'administration des deux régimes montre des différences significatives pour la majorité des composants physico-chimiques. La richesse de lait produit par les chèvres qui consomment un régime alimentaire riche en féculents est plus importante que celle du lait produit par les chèvres recevant le deuxième régime. Et pour l'analyse de lait congelé, les résultats ne montrent pas de différences significatives.

D'autres travaux seraient nécessaires pour compléter cette étude :

- Rechercher l'effet des différents types de féculents à des taux d'incorporation plus importants,
- Étudier les constituants biochimiques de sang lors des changements des régimes,
- Étudier les effets de régimes à base de chène ou des dates seulement sur le lait et le sang des chèvres Arbia ,
- Comparaison entre deux races locales qui prennent le même régime alimentaire à des pourcentages qui dépassent 50 %.

Résumé

Résumé

En Algérie l'élevage caprin compte parmi les activités agricoles les plus traditionnelles. Notre étude a été réalisée sur un échantillon de 37 chèvres de la race locale Arbia en début de lactation, recevant deux régimes alimentaires différents. Afin de déterminer l'effet de l'alimentation et de la congélation, des analyses sur les propriétés physico-chimiques du lait de chèvres ont été effectués. Les résultats ont montré que le régime alimentaire présente un effet significatif sur les propriétés chimiques du lait mais pas sur les propriétés physiques. Par contre aucun effet de la congélation sur le lait caprin n'a été trouvé.

Mots clés : chèvre, race locale, propriétés physico-chimiques, lait caprin, alimentation, congélation.

Abstract

In Algeria, goat farming is one of the most traditional agricultural activities. Our study carried out on 37 goats from the local breed Arbia in an early stage of lactation, and the effect of two different diets on the goat milk. To discover the feed effect and freezing effect on the physicochemical properties of milk we have realized some analyses. The results showed that there is a lot of variation on chemical properties, but for the freezing effect, we did not notice any difference.

Key words: goat, local breed, physicochemical properties, goat milk, feed effect, freezing effect.

ملخص

في الجزائر تعتبر تربية الماعز من أقدم النشاطات الفلاحية. في هذه الدراسة قمنا بأخذ 37 عينة حليب من انثى العربية التي تعتبر سلالة الماعز المحلية في الفترة الأولى لإنتاج الحليب حيث ركزنا على تأثير نوع العلف على حليب الماعز. ولاكتشاف تأثير العلف وتأثير عملية تجميد الحليب، قمنا بدراسة تحليلية بالاعتماد على الخصائص الفيزيائية والكيميائية للحليب. النتائج أظهرت وجود تباين على مستوى الخصائص الكيميائية فقط، أما بالنسبة لتأثير عملية التجميد فإننا لم نلاحظ أي فروق معتبرة.

الكلمات المفتاحية: الماعز، السلالة المحلية، الخصائص الفيزيائية والكيميائية، حليب الماعز، تأثير نوع العلف، تأثير عملية التجميد.

