

Table des matières

Table des figures.....	7
Avant-propos	8

1^{ère} Partie : PRESENTATION BIBLIOGRAPHIQUE

I. Dromadaire et chameau dans le monde	8
II. Le dromadaire en Mauritanie.....	9
1. Effectifs	10
2. Les différentes races	12
a. Réguibi ou dromadaire du sahel.....	12
b. Bérabiche.....	12
3. Production.....	12
a. Lait	12
b. Viande	13
c. Autres utilisations.....	13
4. Systèmes d'élevage	13
a. L'élevage nomade	13
b. L'élevage transhumant	14
c. L'élevage extensif semi sédentaire	14
5. Zones d'élevage dans l'espace mauritanien	14
a. Haute Mauritanie (Nord).....	14
b. Moyenne Mauritanie (Centre).....	14
c. Basse Mauritanie (Sud)	15
6. Reproduction	15
7. Adaptation à la sous-nutrition et valorisation de fourrages peu digestibles	16
8. Faiblesses du dromadaire.....	16
III. Le lait de dromadaire.....	16
1. Caractéristiques physiques	16
a. Composition chimique (en gramme par litre)	17
b. Éléments minéraux (en gramme par litre).....	18
c. Teneurs en vitamines des laits de diverses espèces animales (mg/litre)	18
2. Propriétés Technologique du lait de chameau.....	19
a. Utilisation Médicinale et thérapeutique du lait de chameau	20

2^{ème} Partie : MATERIEL ET METHODE

I. Echantillonnage	21
II. Les paramètres et les méthodes d'analyse physico-chimique	21
1. Acidité Dornic	21
a. Principe.....	21
b. Matériel et produits chimiques	22
c. Mode opératoire	22
d. Expression des résultats	22
e. Densité.....	22
2. Analyse des matières grasses	23
a. Principe.....	23

b.	Matériel et produits chimiques	23
c.	Mode opératoire	23
d.	Lecture.....	24
e.	Expression des résultats	24
3.	Analyse des protéines par la méthode du Kjeldahl	24
a.	Principe.....	24
b.	Minéralisation.....	24
c.	Distillation et titration	25
d.	Matériel et produits chimiques.....	25
e.	Mode opératoire	25
f.	Expression des résultats	26
4.	Analyse des glucides (Méthode Bertrand)	27
a.	Principe.....	27
b.	Matériel et produits chimiques.....	27
c.	Mode opératoire	27
d.	Expression des résultats	29
5.	Evaluation de la teneur en cendres	29
a.	Principe.....	29
b.	Matériel	29
c.	Mode opératoire	29
d.	Expression des résultats	29
6.	Analyse des minéraux	30
a.	Dosages du Calcium (Ca), Magnésium (Mg) et Fer (Fe).....	30
i.	Principe.....	30
ii.	Mode opératoire	30
iii.	Expression des résultats	31
b.	Cas du calcium	31
i.	Principe.....	31
ii.	Mode opératoire	31
iii.	Expression des résultats	31
c.	Cas du magnésium	32
i.	Principe.....	32
ii.	Mode opératoire :	32
iii.	Expression des résultats	32
d.	Dosage du sodium et du potassium (par photométrie de flamme).....	33
i.	Préparation des solutions étalons	33
ii.	Préparation de la solution à doser	33
iii.	Étalonnage du photomètre de flamme et mesure.....	34
iv.	Résultats	34

3^{ème} Partie : RESULTATS ET DISCUSSIONS

I.	Présentation uni variée des paramètres	35
1.	Description des paramètres.....	35
2.	Analyse des paramètres	36
a.	Acidité	36
b.	Densité.....	37
c.	Matières grasses (MG)	38
d.	Protéines	38
e.	Lactose	39
f.	Humidité.....	40

g. Cendre et minéraux	41
II. Effet de certains facteurs sur la composition du lait de chamelle.....	43
1. Évolution de la composition du lait de dromadaire en fonction des régions.....	44
2. Évolution de la composition du lait de dromadaire en fonction du stade de lactation .	44
Conclusion.....	46
Bibliographie	48
Annexe	

Table des figures

Figures:

Figure 1: Aire de distribution des camelins	9
Figure 2: principaux produits manufacturés du lait de chamelle en Mauritanie	20
Figure 3: Répartition des valeurs d'Acidité Dormic dans le lait cru de chamelle	37
Figure 4: Répartition des valeurs de Densité dans le lait de chamelle cru	37
Figure 5: Répartition des teneurs en MG du lait cru de chamelle	38
Figure 6: Répartition des valeurs de MAT dans le lait de chamelle cru	39
Figure 7: Répartition des valeurs de lactose dans le lait de chamelle cru.....	40
Figure 8: Répartition des valeurs de l'humidité dans le lait de chamelle cru	41
Figure 9: Répartition des valeurs de cendre dans le lait de chamelle cru	42
Figure 10: Teneurs en minéraux du lait de chamelle exprimé en g/L.....	42
Figure 11: Composition du lait de chamelle en Mauritanie en %	43
Figure 12: Variation des teneurs en Protéines et cendres sel,n la région : NKTT et NDB	44
Figure 13: Variation des teneurs en Pet C selon les stages de lactation.....	44

Tableaux :

Tableau 1: Estimation de l'effectif des camelins et des bovins en Mauritanie	11
Tableau 2: Estimation de l'effectif des camelins selon les régions de Mauritanie en 1996....	11
Tableau 3: Caractéristiques physiques des laits de diverses espèces animales.....	17
Tableau 4: Caractéristiques chimiques des laits de diverses espèces animales	18
Tableau 5: Compositions minérales des laits de diverses espèces animales	18
Tableau 6: Teneurs en vitamines des laits de diverses espèces animales (mg/litre)	19
Tableau 7: Composition du lait cru de chamelle.....	36

AVANT-PROPOS

L'image du dromadaire, symbole de la survie de l'homme dans le désert, est attachée à l'histoire des grandes civilisations nomades des régions sèches et chaudes de l'hémisphère nord de notre planète. Il représente un des fondements de la culture et de l'agriculture des ces sociétés. [1] Le dromadaire est utilisé à des fins multiples d'où son rôle essentiel; il est exploité principalement pour le transport des marchandises, des personnes et pour la fourniture de lait; celui-ci représente souvent la seule ressource alimentaire régulière. Sa viande, sa laine et son cuir sont également largement utilisés.

L'aire de répartition géographique du dromadaire est située dans les zones tropicales et subtropicales sèches du nord de l'Afrique, de l'ouest du continent asiatique et du nord-ouest de l'Inde. [2]

Il existe deux espèces: *Camelus dromedarius* (une bosse) et *camelus bactrianus* (deux bosses). Dans notre étude, nous intéressons à la première espèce. Les dromadaires contrairement aux autres animaux sont capables, dans des conditions de sécheresse extrême et en manque de pâturages, de produire un lait de très bonne qualité, sachant que la production journalière de lait varie entre 3,5 et 35 kg [2]

Ce potentiel laitier trop longtemps négligé et sous exploité pourrait être une source précieuse de nutriments pour l'homme. Or, on constate que le nombre de produits dérivés est presque inexistant et là où ce lait est consommé, il l'est le plus souvent à l'état frais. Ceci peut s'expliquer par le fait que le lait de dromadaire posséderait un certain nombre de particularités de composition chimique et physique qui peuvent limiter ses aptitudes à la transformation.

Notre étude porte sur la définition de la composition du lait de dromadaire en Mauritanie. Nous nous sommes intéressés dans un premier temps aux dosages des protéines, de la matière sèche totale (MST), de la matière grasse et des cendres. Des éléments minéraux (Na, K, Ca, Fe et Mg). Pour attaquer par la suite les répercussions technologiques.

Partie

1
=

■ PRESENTATION BIBLIOGRAPHIQUE

I. Dromadaire et chameau dans le monde

La population cameline mondiale est confinée dans la ceinture semi-aride et désertique d'Afrique et d'Asie. Le dromadaire est d'autant plus performant et d'autant mieux portant qu'il vit dans un climat plus chaud et plus sec. Il ne supporte pas un climat trop froid. Vers le sud, son habitat n'est limité que par la présence de végétation équatoriale.

Le dromadaire est répertorié dans 35 pays "originaires" qui s'étendent de la Mauritanie à l'Inde et du Kenya à la Turquie. Par contre, le chameau de Bactriane (à deux bosses) ne supporte pas la chaleur (Figure 1). Vers le nord son habitat ne connaît de limites que celles que lui impose l'absence de nourriture. Il n'est présent que dans une zone étroite localisée de la Turquie à la Chine et qui comprend à peine une dizaine de pays. [3]

L'effectif est d'au moins 20 millions de "grands camélidés" (regroupant les dromadaires et les chameaux) dont un peu plus d'un million de chameaux de Bactriane. Ce qui est peu par rapport au cheptel mondial de bovins, d'ovins, de caprins. Depuis 60 ans les effectifs mondiaux ne cessent d'augmenter en dépit de la diminution de l'activité caravanière. Près de 80 % de la population de dromadaires se situe en Afrique où l'essentiel des effectifs est concentré dans les pays de la Corne (Somalie, Ethiopie, Djibouti, Kenya et Soudan) qui abritent environ 60 % du cheptel camelien mondial. La Somalie, à elle seule, avec ses 6 millions de dromadaires, possède près de 50 % du cheptel africain, ce qui lui vaut vraisemblablement l'appellation de "pays du chameau".[3] L'économie cameline est également importante en Afrique de l'ouest notamment en Mauritanie où l'effectif est passé de 800 000 têtes en 1989 à 1.603 000 têtes en 2005 [4] de (Figure 1). Le dromadaire a aussi été introduit dans d'autres régions comme l'Australie où il vit actuellement à l'état sauvage. Il y est essentiellement concentré dans les zones méridionale et occidentale du pays [3].

Distribution de l'espèce cameline

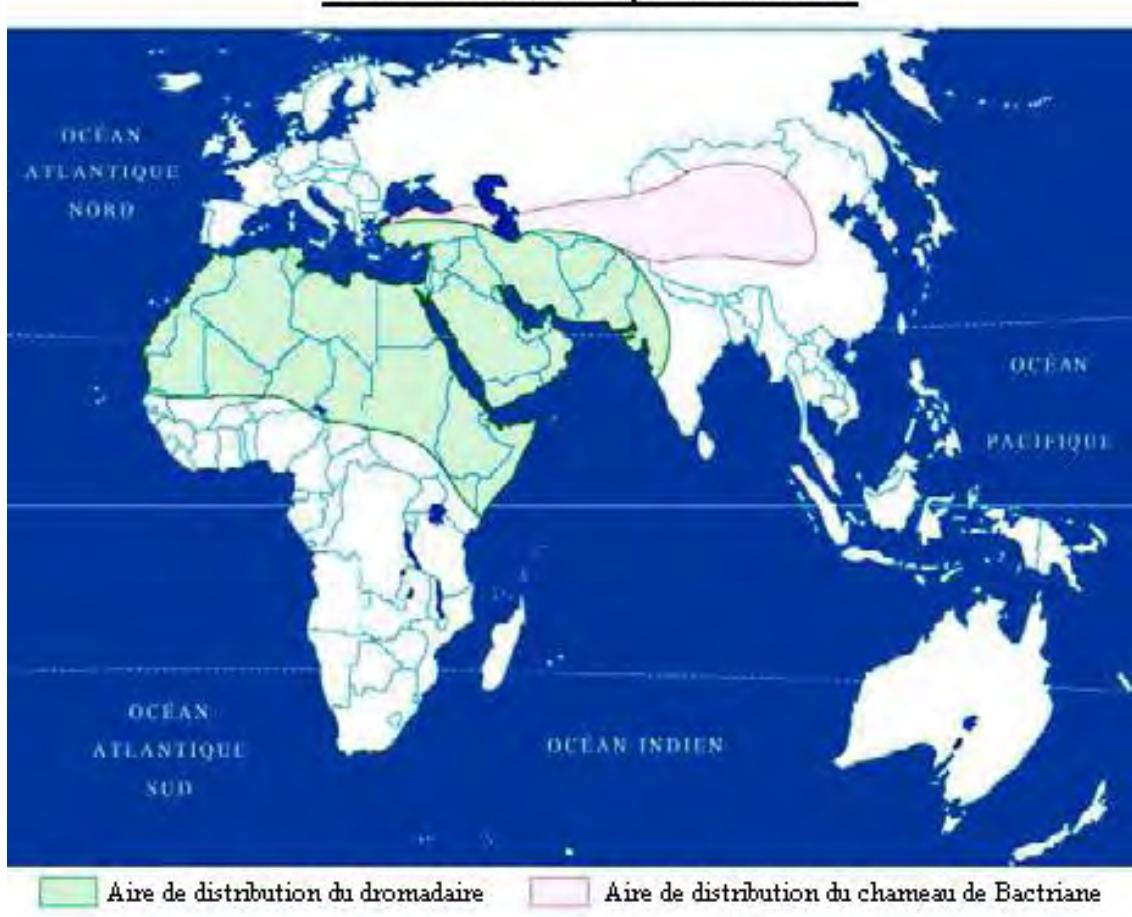


Figure 1: Aire de distribution des camelins¹

II. Le dromadaire en Mauritanie

La République Islamique de Mauritanie est un vaste territoire d'une superficie 1 030 700 km² peuplé d'un plus de 2 millions d'habitants (1-6). Comprise entre 15° et 27° de latitude nord, 5° et 17° de longitude ouest, elle est délimitée à l'ouest par l'Océan Atlantique, au sud par le Sénégal (fleuve Sénégal) et le Mali, à l'est par le Mali et au nord par le Maroc et l'Algérie. Le pays est divisé en 13 régions administratives (Wilayas) auxquelles s'ajoute le District de Nouakchott (figure2).

La diminution des précipitations annuelles au cours de ces 20 dernières années place la Mauritanie comme un pays de transition entre le Sahara et le Sahel. En effet, 77 % du

¹ Source: Office National des Statistiques /Direction des Ressources Agropastorales/ SSP (**Mauritanie**) ; Cirad-Emvt

territoire a une pluviométrie comprise entre 0 et 100 mm par an, 12 % entre 100 et 300 et seulement 0,5 % à plus de 300 mm. [5]

Le climat est caractérisé par l'existence d'une longue saison sèche de Novembre à Juin (saison sèche froide de Novembre à Février, saison sèche chaude de Mars à Juin) et d'une courte saison de pluies (Juillet à Octobre) concentrée au mois d'Août. [5]

Le secteur rural occupe une place prépondérante dans l'économie de ce pays. Sa part dans le **PNB**¹ est de **28 %** [7]. L'effectif du cheptel est très approximatif du fait de l'importance du nomadisme qui rend difficile tout recensement. En **1996**, ce cheptel était estimé à **1,3** millions de bovins, **10,3** millions de petits ruminants et **1,1** millions de dromadaires [6]

Les dromadaires sont adaptés aux régions arides ou semi-arides dont la pluviométrie est faible et de courte durée. De plus, contrairement aux autres ruminants, en particulier les chèvres, ils ne dégradent pas l'environnement. Ceci fait du dromadaire l'animal domestique le plus approprié et le plus apprécié en Mauritanie.

Pendant longtemps, cet animal était le parent pauvres des projets et programmes de la Direction de l'élevage. Mais depuis ces dernières années, on assiste à un regain d'intérêt dans de nombreux projets de développement coopératifs ou associations d'éleveurs camelins pour la collecte de lait, développement de l'élevage dans le Trarza, une industrie mauritanienne s'appelant laitière de Mauritanie financée par la **F.A.O**² une proposition de renaissance du régiment de pelotons méharistes est actuellement soutenue par la France, etc.

1. Effectifs

Malgré la grande sécheresse que connaît le pays depuis **1973**, l'effectif des camelins a connu un accroissement sensible par rapport à celui des bovins : **1 114 000** en **1995** et **1603000** en **2005** contre **1081000** et **1382000** de bovins. En effet, la sécheresse a occasionné en Mauritanie **15 à 30 %** de mortalité chez les petits ruminants, **20 à 50 %** chez les bovins et **5 %** chez les dromadaires. [6]

¹ PNB : Produit Naturel Brute

² FAO : Food and Agriculture Organization : Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.

La Mauritanie rassemble plus de **40 %** des dromadaires des pays de l'Afrique Occidentale et Centrale soit plus que dans l'ensemble des **5** pays de l'Afrique du Nord. Malgré l'étendue du territoire mauritanien, la densité des camelins est de l'ordre de **1 dromadaire / km²**, alors que dans les autres pays du Maghreb, celle-ci est inférieure à **0,5 dromadaire / km²**. [4]

Année	1995	1997	1999	2001	2003	2006
Bovins en milliers de tête	1081	1157	1228	1303	1355	1382
Camelins en milliers de tête	1114	1205	1304	1411	1511	1603

Tableau 1: Estimation de l'effectif des camelins et des bovins en Mauritanie¹

Région	Effectifs
Hodh El Chargui	206 000
Hodh El Gharbi	151 500
Assaba	97 400
Guidimakha	54 100
Tagant	108 000
Gorgol	11 000
Brakna	55 000
Trarza	140 000
Inchiri	86 500
Adrar	173 200
Tiris Zemmour	54 100
Total	1 137 000

Tableau 2: Estimation de l'effectif des camelins selon les régions de Mauritanie en 1996²

¹ Source : Direction de l'Agriculture et de l'Elevage ; Office National des Statistiques (ONS)

² Total sans l'effectif périurbain de Nouakchott

2. Les différentes races

D'après diagana, 1977, il existerait **6** différentes races de dromadaires en Mauritanie Cependant les critères de discrimination utilisés par les éleveurs nomades sont essentiellement basés sur l'appartenance à telle ou à telle tribu, la performance zootechnique, l'aptitude au travail, la taille, etc.

On distingue ainsi le **Réguibi** qui est la plus importante race représentée au niveau du pays et le **Bérabiche** ou **dromadaire de l'Aftout**, la **2^{ème}** race du point de vue de l'importance numérique.

a. Réguibi ou dromadaire du sahel

C'est un animal du Méhari des plaines désertiques. Il est de grande taille (**2,0- 2,1 m** au garrot). Sa tête est relativement allongée. Sa robe est souvent fauve et les extrémités des membres sont claires. Le poil est ras et fin. Il est bien adapté au travail (labour, transport). C'est aussi un bon animal de boucherie. [7]

b. Bérabiche

C'est un dromadaire de taille moyenne (**1,8- 1,9 m**) dont l'ossature et la musculature sont développées. Il est élevé dans le centre et le Sud de la Mauritanie. Sa robe est brun foncé composée de poils assez longs, grossiers, plus longs à l'encolure et formant une crinière. La femelle est relativement bonne laitière. C'est également un bon animal de boucherie. [7]

3. Production

a. Lait

La durée de lactation du dromadaire est environ **12** mois. Deux traites quotidiennes sont effectuées après stimulation par le jeune et **3 à 4** litres de lait sont recueillis par jour et par femelle. [10]

La production globale industrielle a été estimée en **2005 à 260 000** [6] tonnes par an. Ce chiffre, ajouté à une production rurale importante mais non quantifiable fait que ce lait constitue une part importante de l'alimentation chez les Mauritaniens, soit à l'état cru, fermenté ou conditionné. Deux sociétés d'industrie laitière lait '**laitière de Mauritanie**' et '**Top lait**' commercialisent actuellement le lait en Mauritanie,

b. Viande

Le commerce des dromadaires et des petits ruminants est très rentable en Mauritanie. Le taux d'exploitation des camelins est estimé à **9 %** contre **10 %** chez les bovins et **30 %** chez les petits ruminants. [7]

Le viande depuis l'éleveur jusqu'au bol du consommateur, passe au moins par quatre intermédiaires. L'avant dernier intermédiaire (qui vend les animaux aux bouchers) cédera le dromadaire à un prix qui varie de **90 000 - 150000U.M** en fonction de l'âge et le poids de l'animal. Le poids moyen d'une carcasse de dromadaire adulte est de **176 kg**. Un kilogramme de viande fraîche est vendu actuellement à **1000 U.M.**

Les nomades utilisent très souvent le séchage naturel de la viande ('*Tichtar*') comme moyen de conservation. Cette forme est aussi très prisée par le reste de la population pour son goût mais aussi par nostalgie du mode de vie des ancêtres. Le kilogramme coûte actuellement **3000 UM** soit **3** fois le prix de la viande fraîche.

c. Autres utilisations

Les poils et les peaux du dromadaire sont utilisés dans l'artisanat pour la construction de tentes, de chaussures, de ceintures, de cordes ou de récipients ('*Délou*') pour puiser de l'eau des puits. Les dromadaires sont également utilisés dans la traction des charrues sur les sols sableux et pour l'exhaure de l'eau au niveau des puits d'abreuvement. Les crottins servent régulièrement de combustibles et, dans les palmeraies, ils sont utilisés comme engrains organique. L'utilisation des dromadaires comme moyen de transport des personnes et des marchandises était courante en Mauritanie, d'où le maintien des pelotons de Méharis dans l'armée nationale. Cet apport est difficilement chiffrable mais d'une importance capitale pour les nomades.

4. Systèmes d'élevage

Il existe 3 modes d'élevage de dromadaire en Mauritanie:

a. L'élevage nomade

C'est un ensemble de déplacements irréguliers et non programmés dans le temps entrepris par les pasteurs dans des directions imprévisibles en recherche de bons pâturages.

Dans ces mouvements migratoires, les familles et les campements suivent le troupeau. L'élevage nomade est pratiqué par les maures, d'origine arabo-berbère. [8]

b. L'élevage transhumant

La transhumance est guidée par le souci d'une utilisation plus efficace, plus rationnelle des pâturages et des points d'eau. Cet élevage, pratiqué en milieu sahélien, s'effectue suivant des axes précis nord-sud dans un mouvement de faible amplitude (quelques dizaines de km) et à des dates précises. [4]

c. L'élevage extensif semi sédentaire

Il consiste à l'installation saisonnière des pâturages parallèlement à la pratique de l'agriculture pendant la saison pluviale dans les zones de décrue. [8]

5. Zones d'élevage dans l'espace mauritanien

L'élevage camelin dans l'espace mauritanien peut se répartir en élevage en 'Haute – Mauritanie', en ' moyenne –Mauritanie' et en 'basse – Mauritania. En pratique, l'administration mauritanienne emploie des désignations respectives suivantes : nord, centre et sud du pays. [7]

a. Haute Mauritanie (Nord)

C'est la partie saharienne du pays qui se caractérise par des pluies erratiques, la présence d'une végétation fugace et éparses très appétée (Accacia raddiana, Panicum turgidum , Aristida pungens) et même très recherchée (pâturage salé à chenopodiacées : Nucularia perrini ou nutritifs, 'Teyr' :Astragalus vogeli) La recherche de pâturage commande des mouvements saisonniers dont l'amplitude peut dépasser 1 000 km. Selon le pâturage et la saison, les animaux sont abreuves tous les 3-4 jours, voire tous les 10-15 jours.[7]

b. Moyenne Mauritanie (Centre)

Géographiquement, cette partie correspond à la frange saharo-sahélienne (Tagant, ..) comprise entre 17-18° de latitude sud et 22-23° de latitude nord. Les déplacements des animaux s'effectuent sur quelques centaines de kilomètres. Les troupeaux progressent vers le sud jusqu'à la rencontre des premières pluies, puis ils remontent au nord où ils s'installent pendant tout l'hivernage. Souvent, on laisse les animaux divaguer sans berger. Ils reviennent spontanément au point d'abreuvement tous les 3-4 jours voire plus, selon la saison et le type de pâturage. [7]

c. Basse Mauritanie (Sud)

C'est le Sahel (les deux Hodhs et l'Assaba). Les troupeaux effectuent une transhumance de quelques dizaines à une centaine de kilomètre. Ceci se traduit par des déplacements pendulaires orientés nord-sud, qui peuvent être perturbés par les activités agricoles. Les pâturages salés sont rares, les éleveurs doivent alors distribuer du sel aux animaux ou conduire ceux-ci en 'cures salées' vers Tichit (Tagant). [7]

A ces modes d'élevage, il est important d'ajouter celui qui est pratiqué autour des grandes agglomérations urbaines. Dans cet élevage (élevage périurbain), les troupeaux sont constitués d'une vingtaine de femelles, parfois accompagnées de quelques mâles. Très tôt le matin, dès la fin de la traite, ils se rendent au 'pâturages' pendant toute la journée sous la conduite d'un berger. Ils ne retournent que le soir pour être abreuvés et alimentés de 'Rakal' (alimentation de bétail à base de tourteau d'arachide).

L'essor de la spéculation cameline et de la production laitière de la chameele conduit à ce type d'élevage périurbain. En effet, l'élevage du dromadaire qui était orienté vers la production laitière pour l'autosubsistance, est de nos jours résolument tourné vers une étape semi - commerciale. L'élevage périurbain de chamelees laitières est observé à la périphérie des grandes villes comme Nouakchott, Nouadhibou et Rosso. L'effectif de la population cameline autour de Nouakchott est estimé à 50 000 têtes. [4]

6. Reproduction

D'après les déclarations des éleveurs, les femelles arrivent à la puberté à l'âge de 4 ans. Il est plutôt estimé qu'un âge de 5 à 6 ans serait plus raisonnable car la première mise bas se situe vers 6 à 7 ans. La durée de gestation est de l'ordre de 13 mois. Au cours de sa vie, une chameele peut avoir 8 à 10 petits. La durée du sevrage varie considérablement avec les régions mais selon les différents éleveurs, 10 à 12 mois peuvent être considérés comme la durée moyenne de sevrage dans les conditions mauritaniennes. [10]

La conduite vis-à-vis du jeune chameelon est très différente par rapport à celle du veau. Le jeune chameelon, dès sa naissance accompagne toujours sa mère aux pâturages. Il s'en suit une compétition entre celui-ci et l'éleveur en matière de lait. Pour réduire l'accès à la mamelle, le seul système pratiqué par les éleveurs mauritaniens, est un protège - mamelle appelé localement '**Chmal**' (cordes tressées maintenues sur la mamelle).

7. Adaptation à la sous-nutrition et valorisation de fourrages peu digestibles

Le dromadaire Mauritanien a un régime alimentaire varié. Il peut se contenter, en saison sèche, de plantes desséchées ou d'épineux pauvres en protéines mais riches en celluloses et en fibres. Le dromadaire digère facilement la cellulose et utilise mieux l'azote que tous les autres herbivores. L'animal assure une bonne mastication, une bonne salivation et une meilleure humidification de la cellulose au niveau des cellules aquifères de l'estomac. Il recycle l'urée grâce aux structures anatomiques particulières de ses reins. En effet les reins empêchent l'élimination de l'urée et l'orientent vers la synthèse protéique au niveau de la microflore intestinale. La néoglucogenèse hépatique, la faible cétogenèse et le recyclage de l'urée permettent à l'animal de s'adapter à des situations de sous-nutrition énergétique et azotées. Toutes ces particularités permettent au dromadaire de tirer profit des écosystèmes pauvres en ressources fourragères. Malgré ses qualités exceptionnelles, le chameau a quelques faiblesses [8].

8. Faiblesses du dromadaire

Le dromadaire, malgré sa remarquable adaptation aux conditions désertiques, demeure un animal qui présente de nombreux handicaps sur le plan zootechnique. La chamelle reste un animal à faible productivité. L'intervalle entre 2 mises bas va de 24 à 26 mois et le taux de fécondité est compris entre 30 et 50 %. Elle est caractérisée par une maturité sexuelle tardive car la première mise bas survient entre 6 et 7 ans chez la jeune femelle [8]. Le jeune dromadaire est très fragile donc peu viable. Quoique la productivité de l'animal soit faible, il bénéficie néanmoins d'une longévité allant jusqu'à 50ans, et une production laitière moyenne supérieure à celle des autres animaux domestiques [8].

III. Le lait de dromadaire

1. Caractéristiques physiques

Les caractéristiques physiques des différents laits sont regroupées dans le **tableau 1**. Ce tableau fait apparaître qu'une ressemblance existe entre les laits de vache et de chamelle. La densité du lait de brebis ainsi que celle de chèvre à lait gras est légèrement plus élevée que celle du lait de vache et de chamelle. L'apport en énergie d'un litre de lait varie selon les

espèces animales considérées et est susceptible de larges variations à l'intérieur d'une même espèce. L'apport énergétique est en moyenne de 1 100 kcal/litre pour le lait de brebis. Il est plus faible pour les laits de chamelle, de chèvre et de vache. [1] [11]

Constantes	Vache	Chamelle	Chèvre	Brebis
Energie (kcal/litre)	705	800	600 - 750	1 100
Densité du lait entier à 20 °C	1,028 - 1,033	1,025 - 1,038	1,027 - 1,035	1,034 - 1,039
Point de congélation (°C)	-0,520 - 0,550	-0,580	-0,550 - -0,583	-0,570
pH-20°C	6,65	6,51	6.45 - 6,60	6,50 - 6,85
Acidité titrable (°Dornic)	15,6	16	14 - 18	22 - 25

Tableau 3: Caractéristiques physiques des laits de diverses espèces animales

a. Composition chimique (en gramme par litre)

Les composants chimiques des différents laits sont regroupés dans le tableau 4. Ce tableau montre que les protéines totales sont voisines dans les laits de vache, de chamelle et de chèvre. Elles sont, en moyenne, plus élevées dans le lait de brebis. Les laits des différentes espèces se classent de la même manière en ce qui concerne les caséines. Quant au lait de brebis il est nettement plus riche en lipides que le lait de vache, chamelle, chèvre.

Le lactose constitue, de loin, la principale source glucidique. Les laits des espèces considérées ici ont presque la même teneur en lactose. Dans une espèce donnée, le lait peut sembler plus doux ou plus amer selon la teneur en lactose. Les variations sont beaucoup plus marquées chez les camélidés. Ainsi, la teneur en eau du lait de chamelle varie selon le degré de sécheresse de l'environnement extérieur (91% d'eau en saison sèche contre 86% en saison d'abondance alimentaire). Cela permet au chameau de recevoir l'eau qui lui manque. A l'inverse, la teneur en lipides passe de 43 g/litre en période sèche à 11 g/litre en période humide [1] [12] [11]

Constantes	Chamelle	Vache	Chèvre	Brebis
Matière sèche	12 – 14	12 - 14	13 - 14	21 – 18
Grasse	2,9 - 5,4	3,7 - 4,4	4 - 4,5	6,9 - 8,6
Cendre	0,6 – 1	0,7 - 0,8	0,8 - 0,9	0,9 - 1,0
Protéique	2,7 - 3,9	3,2 - 3,8	2,9 - 3,7	5,6 - 6,7
Caséines	19,7	24,8	26	44,6
Lactose	3,3 - 5,8	4,8 - 4,9	3,2 - 4,2	4,3 - 4,7

Tableau 4: Caractéristiques chimiques des laits de diverses espèces animales

b. Éléments minéraux (en gramme par litre)

Le tableau 3 regroupe la composition minérale des différentes espèces domestiques laitières. La teneur en éléments minéraux dans le lait de chamelle est très variable selon l'état physiologique et l'alimentation de l'animal. Mais la composition minérale du lait de chamelle ne semble pas trop différer de celle des autres animaux domestiques et constitue un très bon apport en minéraux pour le chameau et le consommateur. [1] [12] [14]

Elément (mg/l)	Vache	Chamelle	Chèvre	Brebis
Sodium	0,50	0,39	0,37	0,42
Potassium	1,50	1,76	1,55	1,50
Calcium	1,25	1,16	1,35	2,0
Magnésium	0,12	0,04	0,14	0,18
Phosphore	0,95	0,83	0,92	1,18
Chlore	1,00	1,99	2,20	1,08
Fer	0,20-0,50	0,0028	0,55	0,2-1,5

Tableau 5: Compositions minérales des laits de diverses espèces animales

c. Teneurs en vitamines des laits de diverses espèces animales (mg/litre)

Les données concernant les vitamines sont moins complètes que celles des autres nutriments (tableau 4). On peut remarquer la richesse du lait de brebis, dans presque toutes

les vitamines, par rapport aux autres laits, à l'exception de la vitamine C dont la teneur est plus élevée dans le lait de chamelle (25 à 100 mg/L de lait soit plus de trois fois celle de la vache). [1] [13]

Vitamines	Vache	Chamelle	Chèvre	Brebis
B₁	0,42	-	0,41	0,85
B₂	1,72	-	1,38	3,30
B₆	0,48	-	0,60	0,75
B₁₂	0,0045	0,0023-0,0039	0,0008	0,006
A. nicotinique	0,92	-	3,28	4,28
Acide folique	0,053	-	0,006	0,006
C	18	25-100	4,20	47,0
A	0,37	0,37-1,26	0,24	0,83
β-carotènes	0,21	0,16-0,46	<0,10	0,02

Tableau 6: Teneurs en vitamines des laits de diverses espèces animales (mg/litre)

2. Propriétés Technologiques du lait de chamelle

Les comportements spécifiques inhérents au lait de chamelle sont l'aptitude limitée à l'acidification, l'instabilité au chauffage, l'aptitude limitée à la coagulation acide et enzymatique ainsi qu'à la fabrication de beurre. Malgré ces limitations naturelles, beaucoup d'efforts de recherche ont finalement permis des applications technologiques du lait de chamelle [15].

Ainsi, en plus des boissons acidifiées, de la poudre de lait, d'autres produits dérivés modernes, tels que les fromages ont été fabriqués. Les technologies de transformation fromagère du lait de chamelle ont été testées dans différents pays (Mauritanie, Tunisie, Kenya, Arabie Saoudite, Jordanie) et la commercialisation du fromage à partir de lait pur ou mélangé est maintenant possible. Les résultats les plus aboutis ont été obtenus sans doute à la laiterie **Tiviski** de Nouakchott en Mauritanie qui vend le fromage « Caravane », fromage de lait de chamelle de type camembert. [16]



Figure 2: principaux produits manufacturés du lait de chameau en Mauritanie

a. Utilisation Médicinale et thérapeutique du lait de chameau

Le lait de chameau est apprécié traditionnellement pour ses propriétés anti-infectieuse, anti-cancéreuse, anti-diabétique et plus généralement comme reconstituant chez les malades convalescents. Ces propriétés relèvent cependant le plus souvent d'observations empiriques dont les fondements scientifiques mériteraient d'être précisés. [16]

Partie

2

MATERIEL ET METHODES

I. Echantillonnage

L'étude a été conduite sur un échantillon de 35 chameaux en lactation en vue de déterminer les caractéristiques physico-chimiques du lait de chameaux mauritanien. Pour chaque échantillon, une quantité de un demi-litre à un litre a été prélevée dans une bouteille de plastique préalablement nettoyée et séchée, à la fin de la traite individuelle. Les bouteilles étaient placées immédiatement dans une glacière contenant des glaces et transportés vers le laboratoire.

Afin de maintenir le lait dans son état frais, aucun conservateur (acétate de sodium par exemple) n'a été rajouté. Au laboratoire, les bouteilles sont conservées dans un réfrigérateur à 4°C. La durée maximale de conservation est trois jours.

II. Les paramètres et les méthodes d'analyse physico-chimique

1. Acidité Dornic¹

a. Principe

Elle n'est pas applicable au lait additionné d'un conservateur, ce dernier pouvant fausser les résultats. Un échantillon précis de 10 mL de lait est placé dans un bêcher de 100 mL en présence de 0,1 mL de phénophthaléine à 1% dans l'alcool à 95%. La soude Dornic (N/9) est ajoutée à la burette jusqu'au virage au rose. La coloration rose doit persister au moins 10 secondes. Dans ces conditions, l'acidité exprimée en degrés Dornic est équivalente au nombre de dixièmes de mL de soude Dornic versée pour avoir le virage de l'indicateur, c'est-à-dire en décigrammes d'acide lactique par litre.

¹ Norme Française 04-206 (Janvier 1969)

b. Matériel et produits chimiques

- Burette de Mohr ;
- Tube à essai de 18 mm x 180 mm ;
- Pipette de 10 ml ;
- Soude 0,1 N ou Soude Dornic (NaOHN/9) ;
- Phénophthaléine (1 g dans 100 cm³ d'éthanol à 95%) ;

c. Mode opératoire

- Introduire dans un tube à essai 10 cm³ de lait (faire l'essai en double) ;
- Ajouter 2 gouttes de phénophthaléine ;
- Titrer avec la soude 0,1 N (ou avec la soude **Dornic**) placée dans la burette jusqu'au virage au rose de l'indicateur (la coloration doit persister 10 secondes, elle disparaît ensuite) ;
- Témoin : introduire 10 cm³ d'eau dans un tube à essai à la place du lait et titrer de la même façon ;

d. Expression des résultats

Soit n le volume en cm³ de la solution de la soude Dornic nécessaire pour la décoloration de la solution.

- L'acidité est donnée par l'expression :

$$\text{Nombre de Méq/litre} : 0,1 \cdot n \times 100 = 10 \cdot n \text{ Méq}^1 / \text{litre}$$

La masse molaire de l'acide lactique = 90g

- Acidité en gramme d'acide lactique par litre est donnée par l'expression suivante :

$$10 \cdot n \times 0,09 = 0,9 \cdot n \text{ g/l}$$

- Si on a utilisé la soude Dornic :

L'acidité, exprimée en °D est égale à **10 x n**

On fixe en France l'équivalence suivante : **1°D= 0,10 g** d'acide lactique / litre

e. Densité

La mesure de densité est réalisée sur appareil « LACTAN-4 » (Fédération de la Russie).

Exprimé en degré A°, par exemple une lecture A° = 30.1 correspond à une densité de 1,0301 g/cm³.

¹ Méq; Milieu équivalent

2. Analyse des matières grasses¹

a. Principe

La méthode acido-butyrométrique est une technique conventionnelle qui, lorsqu'elle est appliquée à un lait entier, de teneur en matière grasse moyenne et de masse volumique moyenne, à 20°C, donne une teneur en matière grasse exprimée en grammes pour 100 ml de lait qui est équivalente à celle obtenue par la méthode de référence gravimétrique. Cette technique de dosage rapide, applicable au lait entier et partiellement écrémé, n'est pas applicable aux laits homogénéisés tels les laits UHT.

Les protéines du lait sont dissoutes par l'acide sulfurique, les matières grasses, résistantes à l'action de l'acide sulfurique concentré sont séparées par centrifugation à chaud en présence d'alcool iso amylique (3-méthyl-1-butanol) qui facilite la séparation. On en mesure le volume vers 65-70°C dans un butyromètre de Gerber.

b. Matériel et produits chimiques

- Byturomètre à lait ;
- Centrifugeuse spéciale pour butyromètre Gerber (diam : 40 à 60 cm, vitesse de rotation : 1200 t/mn) ;
- Pipette à lait de 11 ml à un seul trait ;
- Pipette à 10 et 1 ml munies de poires à pipette ;
- Bain marie thermostaté ;
- Acide sulfurique, d : 1,820 à 1,825 ;
- Alcool iso amylique, d : 0,815 ;

c. Mode opératoire

- Verser dans le butyromètre, sans mouiller le col :
 - ◆ 10 ml d'acide sulfurique ;
 - ◆ 11 ml de lait (sans le mélanger à l'acide) ;
 - ◆ 1 ml d'alcool iso amylique (à la surface du lait) ;

¹ Méthode acido-butyrométrique (ISO 488 : 1983)

- Homogénéiser le contenu du butyromètre par retournements successifs, jusqu'à ce que la caséine qui s'est coagulée au contact de l'acide, soit entièrement dissoute. La température s'élève alors à environ 80° C du fait du mélange lait – acide sulfurique ;
- Sans laisser refroidir, centrifuger le butyromètre pointe vers le centre, bouchon vers l'extérieur, pendant 5 min. Si le butyromètre s'est refroidi, il faut le plonger dans un bain marie à 70°C pendant 5 min avant de centrifuger ;
- La colonne grasse, après centrifugation, doit être située au niveau de l'échelle graduée : elle apparaît jaune et limpide et se distingue du reste du mélange de couleur brune ;

d. Lecture

La lecture doit se faire à chaud (il faut replacer le butyromètre dans un bain marie à 70°C) et très rapidement (en moins de 10 secondes). La lecture se fait en deux temps :

- Amener, par vissage du bouton, l'extrémité inférieure de la colonne grasse devant une graduation et lire la valeur : N1
- Noter ensuite la graduation coïncidant avec le point le plus bas du ménisque de la colonne grasse : N2

e. Expression des résultats

$N2 - N1 = \text{teneur en matières grasses du lait en g/l}$

(Ou g/100g, ou g/100 ml en fonction du butyromètre choisi)

3. Analyse des protéines par la méthode du Kjeldahl¹

a. Principe

C'est une méthode de référence qui consiste à minéraliser les protéines d'un produit quelconque par l'acide sulfurique, à chaud, en présence d'un catalyseur et de doser l'azote ammoniacal obtenu après distillation, par titration.

b. Minéralisation

Elle permet de convertir l'azote organique en azote minéral par oxydation à chaud avec H_2SO_4 concentré, en présence de catalyseur. Le carbone contenu dans la matière organique traitée se dégage sous forme de CO_2 , l'hydrogène sous forme de H_2O et l'azote en solution sous forme de NH_4^+ . La minéralisation doit se faire sous une hôte aspirante (à cause des

¹ Matières azotées totales (MAT) ISO 8968 –1 : 2001

vapeurs très irritantes du dioxyde et trioxyde de souffre issus de la décomposition partielle de l'acide sulfurique).



c. Distillation et titration

La distillation permet de séparer les solutés en fonction de leur point d'ébullition. L'ammoniac entraîné par la vapeur d'eau est récupéré dans de l'acide borique puis titré, après distillation, par une solution d'acide chlorhydrique en présence d'un indicateur tel que le rouge de Méthyle.

d. Matériel et produits chimiques

- Balance de précision ;
- Tube ou matras de minéralisation de 100 ml ;
- Dispositif de chauffage ;
- Dispositif d'absorption des vapeurs (trompe à vide) ;
- Billes de verre ;
- Appareil de distillation ;
- Burette de 25 ml ;
- Bécher de 250 ml ;
- Pipette de 10 ml ;
- Acide sulfurique 95-96% ;
- Soude à 30% ;
- Acide chlorhydrique 2N ;
- Acide borique 4% ;
- Catalyseur Kjeldahl ;
- Indicateur coloré (rouge de méthyle) ;

e. Mode opératoire

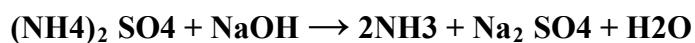
➤ *Minéralisation :*

- ❖ Prélever avec précision 5 ml de lait dans un matras y ajouter successivement ;
 - ⇒ 7g de K_2SO_4 anhydre ;
 - ⇒ 5 mg de sélénium ;
 - ⇒ 7 ml d'acide sulfurique concentré (sous la haute) ;

- ⇒ 5 ml de H₂O ;
- ⇒ 3 billes de verre ;
- ◆ Introduire le matras dans le minéralisateur ;
- ◆ Actionner le programme suivant :
 - ⇒ 3mn avec capacité 70% ;
 - ⇒ 4h avec capacité 100% ;
 - ⇒ Laisser refroidir les matras pendant une demi-heure.

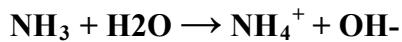
➤ *Distillation*

- ◆ Ajouter 50 ml d'eau distillée dans chaque matras refroidi puis agiter afin de diluer les sulfates d'ammoniac ;
- ◆ Introduire 25 ml d'acide borique et quelques gouttes de rouge de méthyle dans un bêcher de 250 ml ;
- ◆ Placer le bêcher à la sortie du réfrigérant de l'appareil à distiller ;
- ◆ Placer les matras (ou placer leur contenu dans des tubes adaptés) dans le distillateur après y avoir versé lentement 50 ml de NAOH 30% ;
- ◆ Procéder à la distillation en chauffant modérément et régulièrement jusqu'à l'obtention d'un volume de 165 ml environ de distillat à titrer ;



➤ *Titration*

- ◆ Titrer le distillat avec l'acide chlorhydrique 2N jusqu'au virage de l'indicateur



f. Expression des résultats

Après l'obtention d'un volume d'acide chlorhydrique suffisant pour faire la décoloration on a la correspondance suivante. Chaque ml de **HCl** correspond à 2.803 mg de **N-NH4**. Cette relation nous permet de calculer la quantité d'azote présente dans l'échantillon.

Après obtention de la teneur en azote suivant la relation précédente, on convertit l'azote total en protéines par un facteur de conversion empirique, soit 6,38 pour le lait.

4. Analyse des glucides (Méthode Bertrand)

a. Principe

Le lait est déféqué par l'hexacyanoferrate (II) de zinc : une solution cupro-alcaline est réduite à chaud par le filtrat obtenu. Le précipité d'oxyde cuivreux formé est oxydé par une solution de sulfate ferrique et le sulfate ferreux formé est dosé par manganimétrie en présence d'orthophénanthroline ferreuse comme indicateur. Cette méthode s'applique au lait en bon état de conservation.

b. Matériel et produits chimiques

- Balance de précision ou pipette à lait de 20 ml ;
- Pipettes graduées de 25 ml, 10 ml, 20 ml ;
- Fioles coniques de 250 ml ;
- Fioles jaugées de 200 ml ;
- Entonnoirs et papier filtre ;
- Burette pour titration ;
- Dispositif de filtration garni d'une plaque de verre fritté (porosité 4) ;
- Solution aqueuse d'hexacyanoferrate (II) de potassium à 15 g dans 100 ml ;
- Solution aqueuse d'acétate de zinc à 30g dans 100 ml ;
- Réactif de Fehling (solution A cuivrique + solution B tartro-sodique) ;
- Solution ferrique : Acide sulfurique (1,83 g/ml : 200 g + Sulfate de fer III : 50g + 100 ml d'eau) ;
- Permanganate de potassium (0,1 N) .

c. Mode opératoire

- Prise d'essai : peser 20g (à 0,001g près) de lait (ou prélever 20ml de lait à la pipette) dans une fiole jaugée de 200ml.

➤ Défection

- ◆ Ajouter dans la fiole 2ml de solution d'hexacyanoferrate de potassium, agiter.
- ◆ Ajouter 2ml de solution d'acétate de zinc et agiter.

- ◆ Compléter au lait de jauge avec de l'eau distillée et rajouter 2ml d'eau pour tenir compte du volume du précipité, agiter puis laisser reposer 10mn.
- ◆ Filtrer sur filtre sans cendre. Filtrer de nouveau si le filtrat n'est pas limpide.

➤ Reduction

- ◆ Introduire dans la fiole conique :
 - ⇒ 10ml du filtrat obtenu après défection ;
 - ⇒ 10 ml d'eau ;
 - ⇒ 40 ml de réactif de Fehling ;
 - ⇒ Porter le mélange à ébullition modérée et maintenir celle-ci pendant 3 min exactement ;
 - ⇒ Refroidir immédiatement le contenu de la fiole sous un courant d'eau froide et laisser.
- ◆ déposer le précipité d'oxyde cuivreux formé (le liquide surnageant doit demeurer bleu)
 - ⇒ Lavage et dissolution du précipité d'oxyde cuivreux ;
 - ⇒ Verser le surnageant sur un filtre en verre fritté en activant la filtration par aspiration en évitant d'entraîner le précipité sur le filtrat et laisser au contact de l'air (afin d'empêcher la réoxydation de l'oxyde cuivreux). Pour cela, laisser environ 1 cm de hauteur de liquide dans le filtre ;
 - ⇒ Laver le précipité d'oxyde cuivreux avec 20 ml d'eau distillée, décanter et filtrer le liquide sur le filtre ;
 - ⇒ Rejeter ce filtre. Recommencer trois fois ce lavage pour éliminer toute trace de tartre ;
 - ⇒ Dissoudre le précipité par 20 ml de solution ferrique ;
 - ⇒ Filtrer la solution obtenue sur le même filtre (tout le précipité doit être dissout) et recueillir le filtrat dans une fiole conique propre.

➤ Titration

- ◆ Titrer ce dernier filtrat ave la solution de permanganate de potassium 0,1 N ;
- ◆ Le virage est obtenu lorsque la couleur passe du vert pâle au rose ;

- ◆ Noter V le nombre de ml de permanganate de potassium versés ;
- ◆ Effectuer deux déterminations sur le même échantillon préparé.

d. Expression des résultats

En fonction du volume V de la solution de permanganate de potassium, lire directement sur le tableau (voir annexe I) la quantité correspondante de lactose hydraté exprimée en mg. Calculer la teneur en lactose en g du lactose hydraté par litre de lait.

5. Evaluation de la teneur en cendres

a. Principe

L'échantillon est inséré à 550°C

b. Matériel

- Balance de précision ;
- Four à moule électrique avec thermostat ;
- Creusets d'incinération ronds (diam : 5 à 6 mm) en porcelaine ;
- Plaque chauffante ;
- Dessiccateur avec déshydratant actif.

c. Mode opératoire

- peser 2 mg de lait (effectuer la prise d'essai en double) dans un creuset d'incinération préalablement calciné (pendant environ 15 min dans le four à moufle puis laissé à refroidir dans le dessiccateur) et taré.
- Placer le creuset sur la plaque chauffante et chauffer progressivement jusqu'à carbonisation de la matière.
- Introduire le creuset dans le four à moufle réglé à 550°C
- Maintenir à cette température jusqu'à obtenir de cendres blanches, dépourvues de particularités charbonneuses.
- Placer le creuset dans un dessiccateur, laisser refroidir et peser immédiatement.

d. Expression des résultats

Exprimer le résultat en pour cent de l'échantillon et en pour cent de la masse sèche de l'échantillon si la teneur en eau de celui-ci a été déterminée. Lorsque la teneur en cendre ne dépasse pas 1%, l'écart des résultats de l'essai effectué en double ne doit pas être supérieur à

0,02. Si la teneur en cendre dépasse 1%, l'écart ne doit pas être supérieur à 2 % de cette teneur en cendres.

6. Analyse des minéraux

a. Dosages du Calcium (Ca), Magnésium (Mg) et Fer (Fe)¹

i. Principe

En éliminant la matière organique et la silice des échantillons, cette méthode permet de mettre en solution, en vue de leur dosage, des éléments minéraux tels que P, K, Ca, Mg, Na, Cu, Fe, Zn, Mn, Al, Ni, Cr, Cd, Pb, Co.

ii. Mode opératoire

Une prise d'essai d'environ 10 g d'échantillon laitier est introduite dans une capsule en porcelaine. Après séchage sur plaque chauffante, la capsule est placée dans un four dont la température est augmentée progressivement jusqu'à 500°C et maintenue ainsi pendant 2 heures. Un pallier est effectué aux alentours de 200°C jusqu'à la fin du dégagement de fumées.

- Après refroidissement, les cendres sont humectées avec quelques gouttes d'eau puis on ajoute 2 ml de **HCl** 6N. On évapore à sec sur plaque chauffante.
- Après avoir ajouté 2 ml de **HCl** au milieu, on laisse en contact 10 minutes et on filtre dans des fioles jaugées de 50 ml. Le filtre contenant le résidu est alors calciné à 500°C.
- De l'acide fluorhydrique est ajouté sur les cendres puis évaporé sur plaque chauffante. La silice contenue dans les cendres est volatilisée sous forme de **SiF₆**. Le résidu est repris par 1ml de **HCl** 6N puis filtré dans la même fiole de 50 ml.
- Après avoir ajusté avec l'eau distillée au trait de jauge puis homogénéisé par agitation manuelle, les solutions sont transvasées dans des godets préalablement rincés avec la solution et sur lesquels le numéro de l'échantillon est inscrit.

¹ Méthodes Unité Opérationnelle Matériel Végétal CIRAD-AMIS / US49 – ANALYSES Oléagineux, 1973, 28, 87-92.

iii. Expression des résultats

Le Dosages par absorption atomique a été fait pour l'élément Fe seulement car les lampes de Mg et de Ca ne sont pas disponibles actuellement dans notre laboratoire. Ils ont été déterminés par volumétrie.

b. Cas du calcium

i. Principe

Les ions calcium sont complexé par d'EDTA-Na₂ en présence d'une solution de soude et le murexide.

➤ Réactifs

◆ Solution d'EDTA-Na₂ N/50 :

- ⇒ EDTA--Na₂ 3.7g
- ⇒ Eau distillée q.s.p..... 1000ml

◆ Solution de soude à 4%.

- ⇒ NaOH..... 4g
- ⇒ Eau distillée q.s.p..... 100ml

◆ Indication: murexide

ii. Mode opératoire

On prend 50ml de l'échantillon on ajoute 2ml de NaOH 1M puis de l'indicateur de calcium (0,2- 0,5) mg. On titre ensuite par le EDTA-Na₂ à 0,02N.

iii. Expression des résultats

$$G_{Ca^{2+}} = 8.016 \times V / mg/l$$

Où G_{Ca²⁺} teneur en Ca₂₊⁺ exprimée en mg/l

V est le volume d'EDTA -Na₂ ajouté.

c. Cas du magnésium

i. Principe

Les ions magnésium (Mg^{2+}) sont complexés par l'EDTA, sel disodique en présence d'une solution tampon et de noir eriochrome T (NET). Les ions calcium sont éliminés par l'ajout d'une solution d'oxalate de potassium.

➤ Réactifs

- ◆ Solution d'acide d'éthylène diamine tétra acétique disodique (EDTA - Na_2)

M/50

- ⇒ EDTA- Na_27.442g
- ⇒ Eau distillée q.s.p.....1000ml.

- ◆ Solution tampon :

- ⇒ NH_4Cl27g
- ⇒ NH_3 32%.....137ml
- ⇒ H_2O distillé q.s.p.....500ml

- ◆ Solution d'oxalate de potassium à 20% :

- ⇒ $K_2C_2O_4$20g
- ⇒ Eau distillée q.s.p.....100ml

- ◆ solution d'indicateur :

- ⇒ erichrome noir T (NET).....2g
- ⇒ Alcool éthylique 96% q.s.p.....500ml

ii. Mode opératoire :

Prendre 100 ml de l'échantillon à analyser dans une erlenmeyer de 250 ml, ajouter 2 ml d'oxalate de potassium à 20 %, procéder à la filtration puis ajouter au filtrat le volume d'acide chlorhydrique correspondant au dosage TAC. Ajouter en suite 5 ml de la solution tampon et 10 gouttes du NET, la solution aura une coloration rose titrer avec la solution d'EDTA (M/50) jusqu'au virage au bleu. Noter le volume V.

iii. Expression des résultats

Soit V le volume (en ml) de l'EDTA correspondant au virage, la concentration des ions magnésium est donnée par l'expression :

$$V_{Mg}^{2+} = (V_{TH} - V_{Ca}^{2+})$$

$$G(Mg^{2+}) = V_{Mg}^{2+} \times 4.86 [mg/l]$$

V : volume d'EDTA correspondant au Mg

V_{TH} : volume d'EDTA correspondant au titrage de la TH

V_{Ca}²⁺: volume d'EDTA correspondant au titrage du Ca₂⁺

G (Mg²⁺) teneur de l'échantillon en magnésium

d. Dosage du sodium et du potassium (par photométrie de flamme)

i. Préparation des solutions étalons

Préparer deux solutions mère de 100ml renfermant 0,500 g/l pour la solution de sodium et 1,500g/l pour la solution de potassium.

- **Na** pur pour analyses ;
- **KCl** pur pour analyses ;
- Eau distillée ;
- Préparer une gamme de six solution filles de 0,005 à 0,030 pour le sodium ;
- Préparer une gamme de cinq solutions filles de 0,0015 à 0,0075 pour le potassium.

ii. Préparation de la solution à doser

➤ Défécation

- ◆ A une prise d'essai de 50 ml de lait, ajouter de l'acide acétique cristallisable jusqu'à l'obtention du pH 4,6 (à suivre au pH-mètre) ;
- ◆ Diluer quantitativement à 100ml dans une fiole jaugée avec de l'eau distillée. ;
- ◆ Agiter puis filtrer ;
- ◆ Dosage du sodium ;
- ◆ Diluer le filtrat de défécation au 1 /10 ;
- ◆ Dosage du potassium ;
- ◆ Diluer le filtrat de défécation 1 /200.

iii. Étalonnage du photomètre de flamme et mesure

Se reporter à la notice d'utilisation de l'appareil. Verser les différentes solutions dans des béchers en matière plastique.

- faire le zéro électrique avec de l'eau distillée
- placer le filtre sur Na ou K selon le dosage
- Faire passer la solution éalon fille la plus concentrée et régler la sensibilité pour amener l'aiguille ou le spot sur la division 100.
- Faire passer ensuite les autres solutions étalons filles. Noter la graduation correspondant à chaque solution.
- Faire passer la solution à doser. Noter la graduation.

iv. Résultats

Tracer les courbes d'étalonnage sur papier millimétré, pour le sodium et le potassium. Déterminer à l'aide des courbes d'étalonnages les concentrations massiques en sodium et potassium des filtrats dilués. En déduire les concentrations massiques du lait :

Soit

$$\ell'Na = 20 * \ell'Na \text{ g/l}$$

$$\ell'K = 400 * \ell'K \text{ g/l}$$

Partie

3

Résultats et discussions

I. Présentation uni-variée des paramètres

Cette étude a pour but de donner les principaux paramètres physicochimiques du lait de chameau en Mauritanie. Les analyses sont présentées paramètre par paramètre sans tenir compte des interactions « espèce », « région » ou « saison ». Ces facteurs seront considérés plus tard dans le travail de thèse prévu sur ce sujet. Les unités et abréviations pour chaque paramètre sont indiquées dans le tableau 1.

Paramètres	Abréviations	Unités
Acidité	Dornic D°	D°
Densité	Densité	A°
Protéines	P	% = g / 100 g
Lactose	L	% = g / 100 g
Matières grasses	MG	% = g / 100 g
Humidité	H	% = g / 100 g
Cendre	C	% = g / 100 g
Fer	Fe	Mg/l
Sodium	Na	g/l
Potassium	K	g/l
Calcium	Ca	g/l
Magnésium	Mg	g/l

Abréviations et unités des paramètres physico-chimiques

1. Description des paramètres

Dans le tableau 2, sont présentés, pour chaque paramètre, le nombre d'échantillons analysés, la moyenne, l'écart type et les deux valeurs extrêmes (minimum et maximum)

Paramètres	N ¹¹	Moyenne et Ecart type	Max	Min
Acidité	35	16 ± 1,2	18	13,5
Densité	10	31,1 ± 1,7	34	28,6
Protéines	35	24,9 ± 9,1	39,7	13,8
Lactose	26	49,7 ± 7,1	63,1	28,48
MG	35	2,9 ± 0,6	5,2	1,6
Humidité	35	88,2 ± 1,6	91,3	84,24
Cendre	28	1,3 ± 0,9	3,8	0,39
Fe	15	1,2 ± 2,20	3	0,55
Na	20	1,15 ± 0,16	1,5	0,9
K	20	2,7 ± 0,8	4,1	1,8
Ca	18	0,52 ± 1,3	0,84	0,36
Mg	18	0,12 ± 0,09	0,36	0,024

Tableau 7: Composition du lait cru de chamelle

2. Analyse des paramètres

a. Acidité

L'acidité reflète la température du lait après collection ainsi que les techniques d'entretien et de commercialisation. Elle varie de 13,5 à 18 °D pour les 35 échantillons de lait analysés dans cette étude avec une moyenne générale de 16 ± 1,2 D°. On observe que la grande majorité des échantillons (>25) ont une acidité entre 15 et 16 °D (Figure 1). En l'absence de normes standards pour le lait de chamelle mauritanien, nous avons comparé nos résultats aux normes françaises qui considèrent acceptable une acidité entre 14 et 18 °D pour le lait de chamelle. De plus, nos résultats confirment que l'acidité du lait de chamelle est plus faible que celle du lait de vache qui est moyenne de l'ordre de 20 °D. [14]

¹¹ N : Nombre d'échantillons analysés

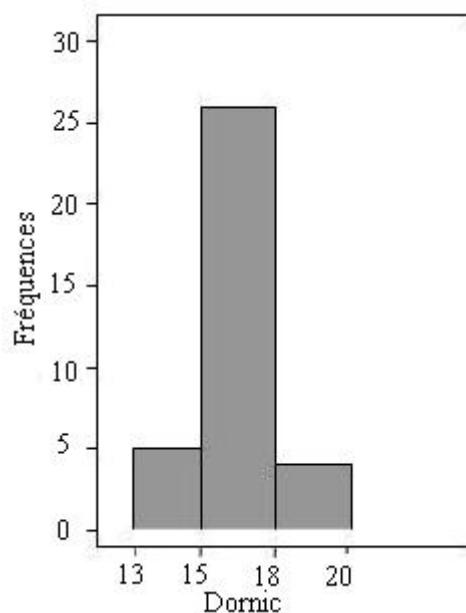


Figure 3: Répartition des valeurs d'Acidité Dornic dans le lait cru de chameau (N=35).

b. Densité

L'analyse chez 10 échantillons de lait cru de chameau mauritanien montre une variation de la densité de 34 à 28,6 avec une moyenne générale de $31 \pm 1,7$. La répartition des valeurs (Figure 2) montre que la densité prépondérante varie entre 1.031—1.033 et se trouve donc dans l'intervalle de 1,025-1.038 obtenu pour le lait de chameau. [1]

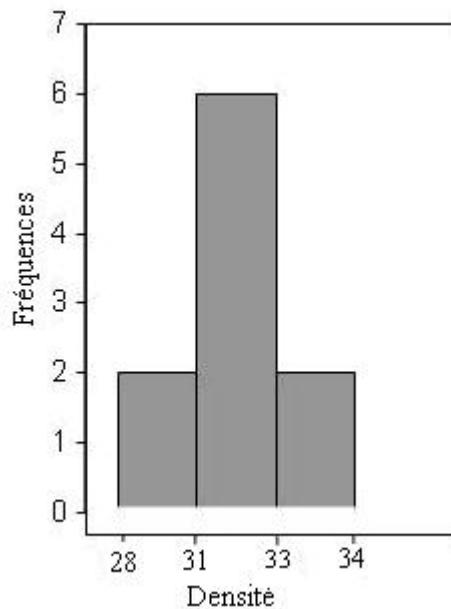


Figure 4: Répartition des valeurs de Densité dans le lait de chameau cru (N=10)

c. Matières grasses (MG)

La teneur en MG dans les 35 échantillons analysés de lait cru de chamele varie de 1,6 à 5,2% avec une moyenne générale de $2,9 \pm 0,6\%$. La répartition des valeurs (Figure 3), montre qu'il bien que existe quelques rares échantillons avec des concentrations très élevées ou basses, la majorité des échantillons montrent un taux de matière grasse de l'ordre de 2,2 à 3,2 %. Bien que le pourcentage de matière grasse varie selon les pays (tableau 3), le taux que nous avons obtenu dans cette étude est légèrement faible par rapport à la moyenne de 2,9 à 5,4% souvent citée dans la bibliographie [12]. Ceci est certainement lié à la nature désertique de notre pays et donc à un effet de l'alimentation. Cette baisse pourrait aussi refléter une différence d'espèce. En effet le taux de matière grasse obtenu dans la présente étude est similaire à ceux de 2,65% obtenu par Kouniba et al. [16] et 3 % El-Hatmi et al. [16] respectivement sur des espèces de dromadaire marocaines et tunisiennes. Dans ces deux pays, les dromadaires vivent sur des pâturages similaires à celui de notre pays mais aussi proviennent de la même espèce. [15]

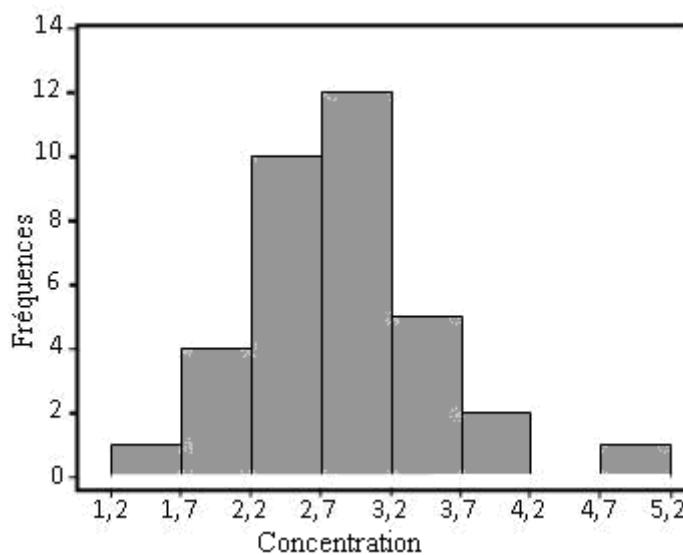


Figure 5: Répartition des teneurs en MG du lait cru de chamele (n= 35)

d. Protéines

Les protéines représentent l'une des plus grandes contributions du lait à la nutrition humaine. La teneur en protéines a été mesurée selon la méthode de Kjeldhal qui permet d'obtenir une teneur en protéines après conversion de la quantité d'azote total (MAT). La teneur en protéines des 35 échantillons lait cru de chamele varie entre 1,3% et 3,9 % avec une moyenne de $2,49 \pm 9,1\%$. Ici aussi, on note une valeur inférieure à la moyenne de 3 à 3,9% souvent rencontrée dans les pays où des études ont été réalisées sur la composition du lait de chamele [12]. La répartition des valeurs a fait apparaître deux classes de valeurs

l'une autour d'un taux 1,97% correspondent aux échantillons de la région Nouadhiou l'autre classe avec un taux 3,81% dans les échantillons de la région de Nouakchott. L'existence de ces deux classes peut être expliquée par la différence d'alimentation car ces deux régions ont une végétation différente. Noukchott est à moins de 200 km du fleuve Sénégal et les chameaux vivent essentiellement sur ce type de végétation savanienne beaucoup plus riche que celle semi-desertique de la région de Noudhibou. Nous envisageons d'approfondir l'effet de la végétation sur la composition du lait de chameau en Mauritanie quand nous étudierons l'importance des autres facteurs comme la région, la saison pendant mon travail de thèse.

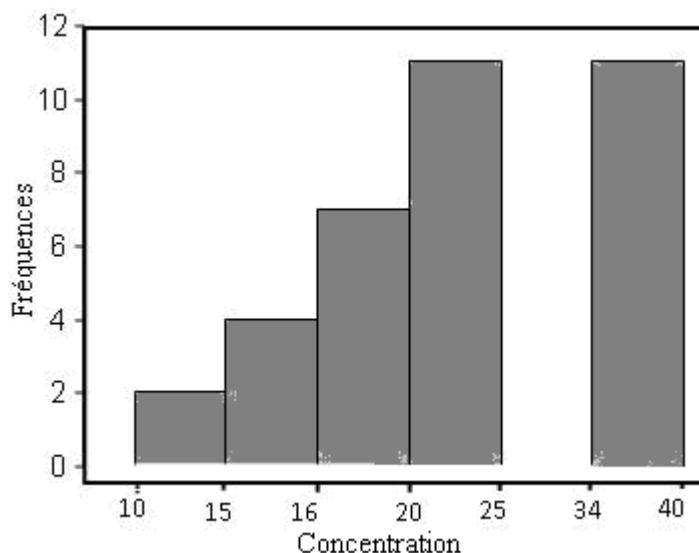


Figure 6: Répartition des valeurs de MAT dans le lait de chameau cru (n=35)

e. Lactose

Le lactose est le carbohydrate majeur dans le lait. La teneur du lactose dans les analyses 26 échantillons varie entre 2,8 et 6,3% avec une moyenne générale de $4,9 \pm 0,7$. La répartition des valeurs (Figure 3), montre que la majorité des échantillons analysés dans cette étude ont un taux de lactose autour de 4,5 à 5% qui n'est pas très loin de l'intervalle de la moyenne mondiale de 4,8 à 5,8% [12]. Ce taux est légèrement plus élevé que ceux obtenus par El Hatmi et al. (4,2%) et Kouniba et al. (4%) mais un peu plus faible que celui de 5,4% obtenu par Attia et al. et à partir d'un autre lait de chameau de Tunisie. [16]

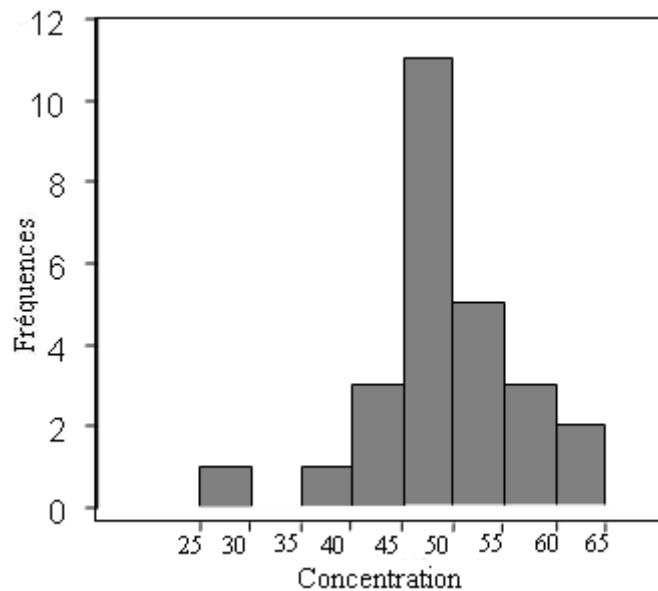


Figure 7: Répartition des valeurs de lactose dans le lait de chamelle cru (n=25)

f. Humidité

La teneur en eau de 35 échantillons varie entre 84,2 et 90,7 avec une moyenne de 88,3 \pm 2,01 L’analyse de l’histogramme des valeurs montre une légère variabilité de la teneur en eau avec un maximum autour de 88% soit un taux très faible de matière sèche. Cette teneur en eau élevée, ainsi que la faible densité du lait de chamelle par rapport au lait de vache [1] est peut être la raison pour laquelle les bédouins utilisent le lait de chamelle aussi bien comme source d’alimentation mais surtout le remplaçant d’une eau presque inexiste dans des régions ils vivent.

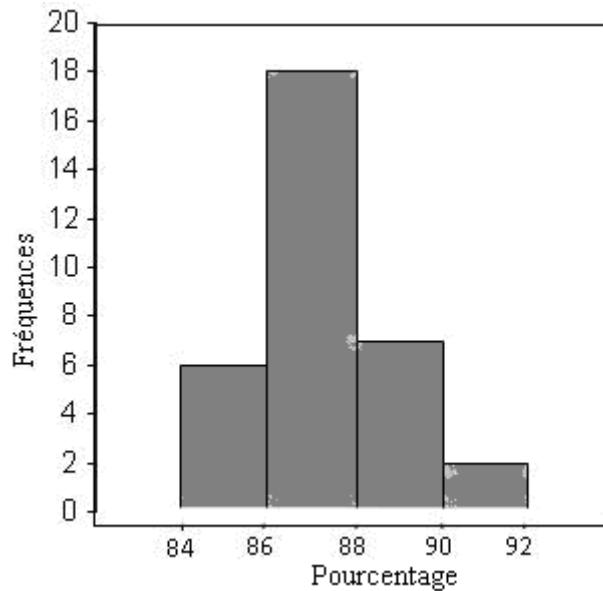


Figure 8: Répartition des valeurs de l'humidité dans le lait de chameau cru (n= 33)

g. Cendre et minéraux

La teneur en Cendre des 28 échantillons de lait de chameau cru varie entre 0,37% et 3,8%. La répartition des valeurs (figure 5) montre l'hétérogénéité de ce paramètre dans la population étudiée avec deux pics de 2,30% 0,60% correspondant respectivement au lait de chameau de Nouakchott et Nouadhibou. Ceci pourrait être expliqué comme dans l'exemple de protéines par la différence des régions où ces deux populations vivent. La moyenne de cendres obtenue dans la présente étude ($1,30\% \pm 0,90$) montre une taux raisonnablement élevé [12] suggérant des concentrations de minéraux nutritionnellement satisfaisantes dans le lait de chameau mauritanien. En effet, les cinq minéraux que nous avons dosés dans notre étude (figure 6) montrent des concentrations légèrement élevées en comparaison avec celle obtenues dans des études réalisées dans des pays de la région [16 -13]. Il est difficile d'associer cette augmentation à un seul facteur mais l'une des causes pourrait être une pratique traditionnelle fréquente dans notre pays qui consiste à donner du sel solide naturel (Amerssal) aux troupeaux de dromadaires pendant une période fixe de l'année.

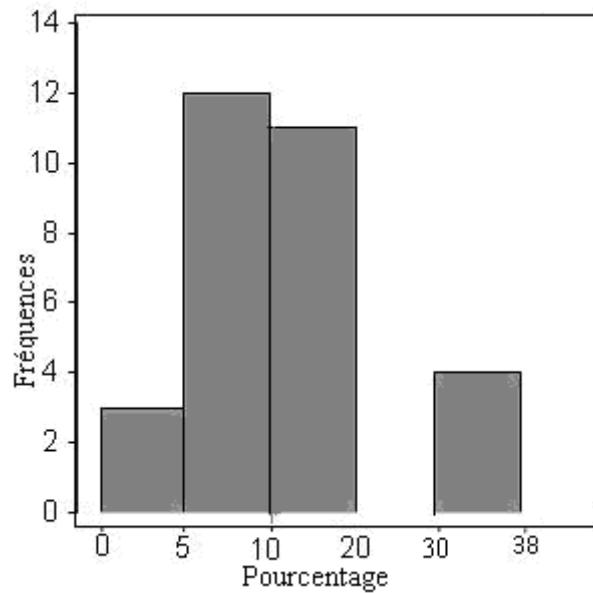


Figure 9: Répartition des valeurs de cendre dans le lait de chameau cru (n=28)

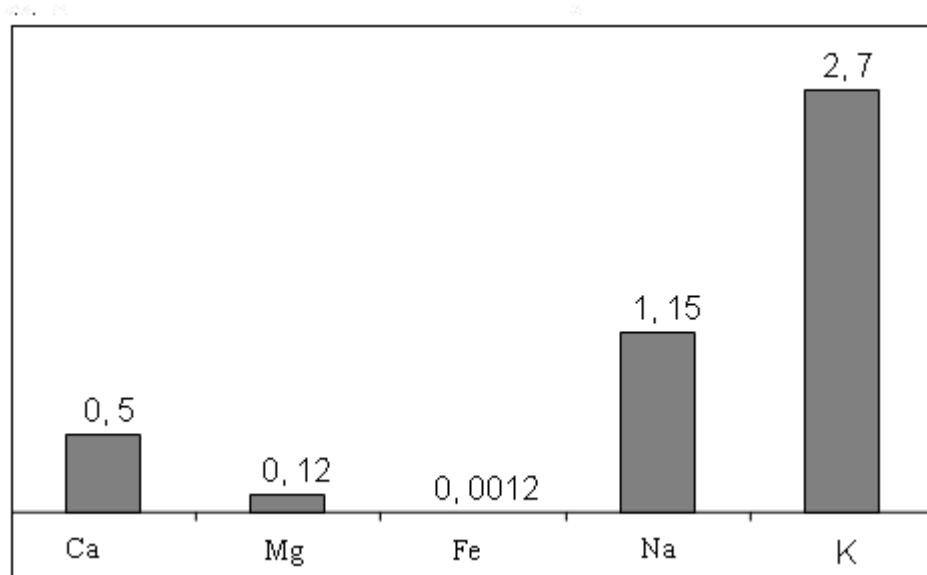


Figure 10: Teneurs en minéraux du lait de chameles exprimés en g/L

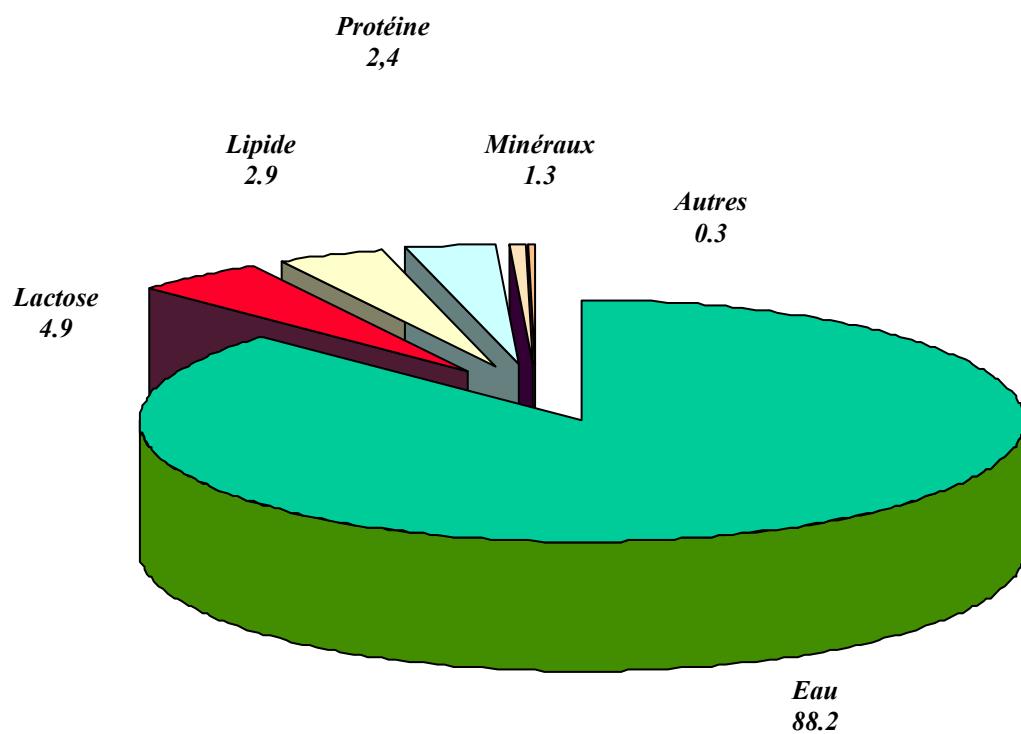


Figure 11: Composition du lait de chamele en Mauritanie en %

II. Effet de certains facteurs sur la composition du lait de chamele

Bien que l'objet principal de cette étude préliminaire soit une simple caractérisation physicochimique des principaux paramètres du lait de chamele en Mauritanie, nous avons dans une deuxième étape commencé l'effet des facteurs comme la région, l'espèce, la saison, l'âge de lactation, etc. Ceci rentre dans le cadre d'une étude approfondie de l'interaction entre ces différents facteurs et leur effet sur composition du lait de chamele. Les figures 7 et 8 sont des exemples de la variation de deux paramètres (protéines et cendres) en fonction de la région et du stade de lactation. Elles montrent l'effet de ces deux facteurs sur les paramètres étudiés. Pour être complète et statistiquement signifiante l'étude des interactions impliquera les autres paramètres mais un plan grand nombre d'échantillons.

1. Évolution de la composition du lait de dromadaire en fonction des régions

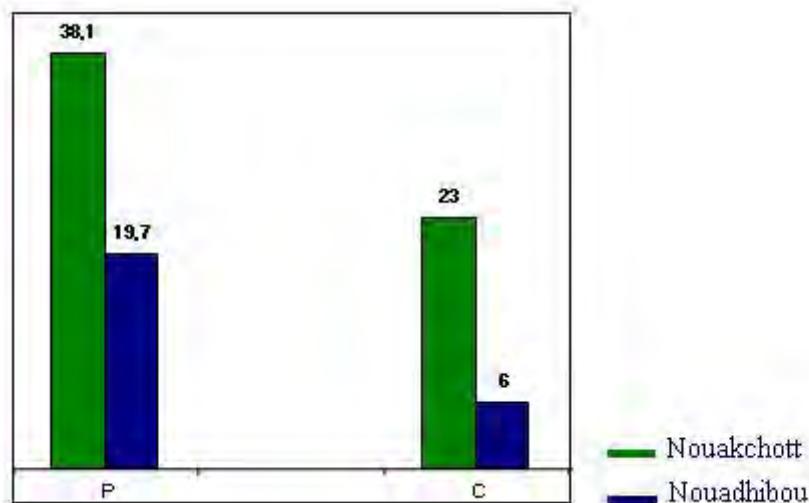


Figure 12: Variation des teneurs en Protéines et cendres selon la région : NKTT et NDB

2. Évolution de la composition du lait de dromadaire en fonction du stade de lactation

Dans notre étude, nous avons classé les chameles en 3 groupes suivant la lactation, le premier a une durée de moins de 6 mois de lactation, le deuxième entre 6 et 9 mois de lactation alors que le 3^e groupe a plus de 9 mois .Nous avons constaté que la qualité du lait produit selon ces stades est différente. La matière azoté et à la matière minérale, sont inversement proportionnelles avec l'âge de lactation. Quant au lactose et matière grasse, et la matière sèche totale ils semblent être indépendants du stade de lactation.

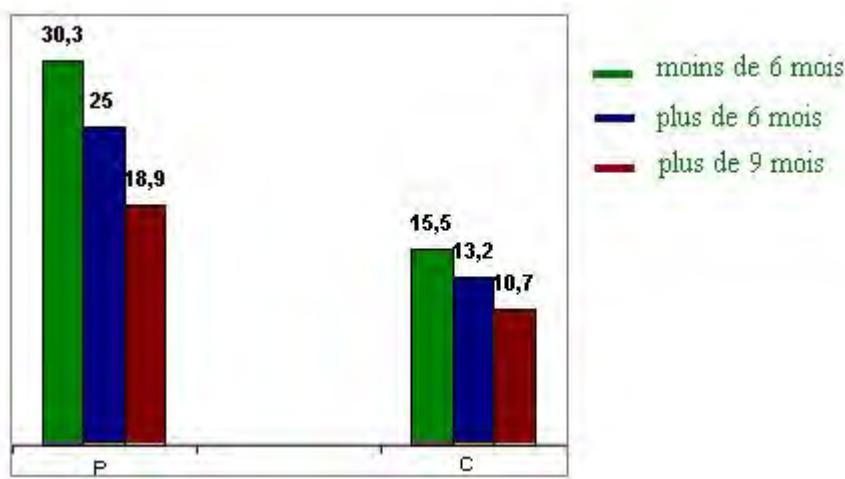


Figure 13: Variation des teneurs en Pet C selon les stades de lactation

CONCLUSION

Cette étude est la première en son genre qui donne des informations précises sur les paramètres physico-chimiques du lait de chamelle en Mauritanie. Les valeurs obtenues permettent d'une part, de combler un vide statistique important en plaçant notre pays dans la liste des sources bibliographiques sur la composition globale du lait de chamelle (tableau 2 voir **annexe**). D'autre part, elle donne une indication aux autorités locales et au consommateur sur les qualités nutritives du lait de chamelle mauritanien. En effet, les allégations santé de ce lait reposent actuellement sur des observations uniquement empiriques au lieu de s'appuyer sur des certitudes scientifiques permettant d'apprécier l'impact réel de la consommation régulière de lait de chamelle sur la santé et la rémission de certaines maladies. Les résultats obtenus par cette étude montrent clairement que le lait de chamelle mauritanien a une composition similaire à celui des pays de la région pour les matières grasses et protéines et contient un taux légèrement plus élevé en éléments minéraux. Globalement, les caractéristiques du lait de chamelle mauritanien lui permettent d'être considéré comme une boisson saine et nutritive pour le consommateur.

Cependant ce travail est encore insatisfaisant car certains points restent à soumettre à investigation :

- Détermination de la typologie : Pour définir le type de lait de chamelle mauritanien (lait riche, pauvre ou acide), il est important d'intégrer les différents effets capables d'influencer sur la qualité de ce lait en particulier la région, la saison et l'espèce et de définir la base de cette détermination c'est-à-dire les paramètres sur lesquels cette typologie sera

effectuée. Ceux ci incluent les paramètres analysés dans la présente étude (matières grasses, protéines, lactose, matières azotées, minérauxetc) mais aussi d'autres paramètres non étudiés ici tels que l'iode, la vitamine C. La détermination de tous ces paramètres pourrait aussi permettre, par exemple, de mettre un label sur les différents laits de chamelle mauritanien : « lait de chamelle de qualité supérieure » ou « lait de chamelle normal » selon la qualité du lait produit dans telle ou telle région.

- Pour cela, il est important de mettre sur place une base des données des paramètres physico-chimiques qui soit réalisée à partir d'une étude plus vaste du point de vue nombre d'échantillons mais aussi prenant en compte en plus de la région, la saisons d'autres facteurs : zootechniques (stade de lactation, âge des animaux, ration alimentaire), génétiques (race, degré d'hybridation) et écologiques.

Bibliographie

[1] RAMET J. P. (1993)

La Technologie des fromages au lait de dromadaires (*Camelus dromedarius*)
FAO,

[2] S. Ellouze M. Kamoun (1989) :

Évolution de la composition du lait de dromadaire en fonction du stade de la lactation. *Master, Ecole Supérieure d'agriculture. Tunisie*

[3] Mlle Aminata Correra (2006) :

Dynamique de l'utilisation des ressources fourragères par les dromadaires des pasteurs nomades du Parc National du Banc d'Arguin (*Mauritanie*). *Ecologie de Gestion de la Biodiversité, PARIS.*

[4] B. C. DIALLO (1989) :

L'élevage du dromadaire en Mauritanie
Options Méditerranéennes – Série 2. 29-32

[5] RAOUL KARUBA et RENE DARS (1991)

Géologie de la Mauritanie

[6] Ministère des affaires économiques et du développement 2005 (MAURITANIE)

Office National de la Statistique page 42-43

[7] Mamadou Lamine DIA (1997)

Epidémiologie de la trypanosomiase cameline (*trypansoma evansi*) en Mauritanie
Thèse de Docteur vétérinaire. Université Montpellier I.

[8] K.M AGUE (1998)

Etude de la filière du lait de chamelle (*Camelus Dromedarius*) en Mauritanie. *Thèse de Docteur vétérinaire. Université Cheikh Anta Diop, Dakar.*

[9] DIAGANA D. (1977).

Contribution à l'étude de l'élevage du dromadaire en Mauritanie.
Thèse de Docteur vétérinaire. Université Cheikh Anta Diop, Dakar

[10] Mohamed El Hadi OULD TALEB (1999)

Generalités sur l'élevage du dromadaire en Mauritanie,
FAO-empres-gcp/int/651/nor.

[11] M. Kamoun, 1995

Le lait de dromadaire : production, aspects qualitatifs et aptitude à la transformation, Ecole supérieure d'agriculture Mateur Tunisie

[12] Z. Farah and A. Fischer (2004)

Milk and Meat from the Camel. *Handbook on Products and Processing.*

[13] Mahamadou CHAIBOU (2005)

Productivité zootechnique du désert : Le cas du bassin laitier d'Agadez au Niger
Thèse de doctorat *Université de Montpellier II*

[14] F. M. Elamin and C. J. Wilcox2 (1992)

Milk composition of Majahem Camelsi. *Zoology Department. King Saud University Riyadh, Saudi Arabia*

[15] Tourette, S. Messad, B. Faye (2003)

Lait de Chamelle pour l'Afrique. *Atelier sur la filière laitière caméline en Afrique Niamey, 5 - 8 Novembre.,*

[16] Gaukhar Konuspayeva (2007)

Variabilité physico-chimique et biochimique du lait des grands camélidés (*Camelus bactrianus*, *Camelus dromedarius* et hybrides) au Kazakhstan. Thèse de doctorat *Université des Sciences et Technologies du Languedoc. Montpellier*

[17] Augié, C.; Figella, J. et Zonszain, F. (1982)

Manipulations d'analyse Biochimique. Biologie Appliquée Ed. DOIN (1ère édition).

Annexe

Annexe 1 :

Tableau de correspondance entre la quantité de lactose hydraté, exprimée en milligrammes, et le volume de la solution de permanganate de potassium 0,1 N.

KMnO ₄ 0,1N	Lactose hydraté	KMnO ₄ 0,1N	Lactose hydraté	KMnO ₄ 0,1N	Lactose hydraté
5,0	23,8	8,9	43,0	12,8	63,1
5,1	24,1	9,0	43,5	12,9	63,6
5,2	24,6	9,1	44,0	13,0	64,1
5,3	25,1	9,2	44,5	13,1	64,7
5,4	25,6	9,3	45,0	13,2	65,2
5,5	26,1	9,4	45,5	13,3	65,7
5,6	26,6	9,5	46,0	13,4	66,2
5,7	27,1	9,6	46,5	13,5	66,8
5,8	27,6	9,7	47,1	13,6	67,3
5,9	28,0	9,8	47,6	13,7	67,8
6,0	28,5	9,9	48,1	13,8	68,4
6,1	29,0	10,0	48,6	13,9	68,9
6,2	29,5	10,1	49,1	14,0	69,4
6,3	30,0	10,2	49,6	14,1	69,9
6,4	30,5	10,3	50,1	14,2	70,5
6,5	31,0	10,4	50,6	14,3	71,0
6,6	31,5	10,5	51,2	14,4	71,5
6,7	32,0	10,6	51,7	14,5	72,0
6,8	32,5	10,7	52,2	14,6	72,6
6,9	33,0	10,8	52,7	14,7	73,1
7,0	33,5	10,9	53,2	14,8	73,6
7,1	34,0	11,0	53,7	14,9	74,1
7,2	34,5	11,1	54,2	15,0	74,7
7,3	35,0	11,2	54,8		
7,4	35,5	11,3	55,3		
7,5	36,0	11,4	55,8		
7,6	36,5	11,5	56,3		
7,7	37,0	11,6	56,8		
7,8	37,5	11,7	57,4		
7,9	38,0	11,8	57,9		
8,0	38,5	11,9	58,4		
8,1	39,0	12,0	58,9		
8,2	39,5	12,1	59,9		
8,3	40,0	12,2	60,0		
8,4	40,5	12,3	60,5		
8,5	41,0	12,4	61,0		
8,6	41,5	12,5	61,5		
8,7	42,0	12,6	62,1		
8,8	42,5	12,7	62,6		

Annexe 2:

Composition du lait de chameau selon les sources bibliographiques disponibles dans le monde entier (%).

#	Référence	MG	MP	L	MS	C	Pays
1	Barthe, 1905	5,38	2,98	3,26	12,39	0,70	ND
2	Leese, 1927	2,90	3,70	5,80	13,00	0,60	Afrique de l'Est
3	Davies, 1939	3,07	4,00	5,60	13,47	0,80	ND
4	Lampert, 1947	3,02	3,60	5,20	12,42	0,70	ND
5	Khersakov, 1953	4,47	3,50	5,00	13,67	0,70	URSS
6	Yasin et Wahid, 1957	2,90	3,70	5,80	13,30	0,70	Pakistan
7	Ohris et Jushi, 1961	3,78	3,95	4,88	13,57	0,95	Inde
8	EI-bahay, 1962	3,80	3,50	3,90	12,00	0,80	Egypte
9	Singh, 1962	2,90	3,90	5,40	13,00	0,80	Inde
10	Davies, 1963	3,00	3,90	5,50	13,20	0,80	Egypte
11	Khan et Appana, 1965	3,08	3,80	5,40	12,98	0,70	Inde
12	Jenness et Sloan, 1969	4,50	3,60	5,00	13,10	0,70	ND
13	Kon, 1972	4,20	3,70	4,10	12,80	0,80	Pakistan
14	Knoess, 1976	5,50	4,50	3,40	14,40	0,90	Egypte
15	Atherton et Newlander, 1977	5,38	2,98	3,26	11,62	0,70	Arabie Saoudite
16	Knoess, 1977	5,50	4,50	3,40	14,30	0,90	Ethiopie
17	Knoess, 1979	4,30	4,60	4,60	14,10	0,60	Ethiopie
18	Elamin, 1980	4,00	3,60			0,80	Soudan
19	Yagil et Etzion, 1980	3,90	4,90	5,00	13,80	0,63	Israël
20	Mukasa-Mugerwa, 1981	4,33	4,02	4,21	13,36	0,79	Arabie Saoudite
21	Daesai et al, 1982	3,20	2,70	4,20	9,80	0,60	ND
22	EI-Agamy, 1983	2,90	3,70	5,80	13,10	0,70	Egypte
23	Hjort et Dahl, 1984	5,40	3,00	3,30	13,70	0,70	Somalie
24	Sawaya et al, 1984	3,60	2,95	4,40	11,74	0,79	Arabie Saoudite
25	Gnan et Sheriha, 1986	3,30	3,30	5,61	13,03	0,82	Lybie
26	Abdel-Rahim, 1987	,20	4,00	4,80	13,40	0,70	Pakistan
27	Abu-Leiha, 1987	3,31	2,68	4,67	11,29	0,80	Arabie Saoudite
28	Bachmann et Schulthess, 1987	4,60			15,40		Kenya (Somali)
29	Bachmann et Schulthess, 1987	3,60			11,20		Kenya (Rendille)
30	Hassan et al, 1987	3,50	2,50	3,90	11,00	0,80	Afrique de l'Est
31	Ellouze et Kamoun, 1988	3,55	2,29	4,69	11,40	0,90	Tunisie
32	Abu-Leiha et al, 1989	3,80	4,00	5,50	14,20	0,80	Afrique de l'Est
33	Farah et Rüegg, 1989	3,15	3,11	5,24	12,20	0,80	Kenya
34	Mehia et al-Kahnal, 1989	3,24	3,35	4,52	11,91	0,80	Arabie Saoudite
35	Mohamed et al, 1989	4,60	3,30		13,00	0,60	Somalie
36	Taha et Keilwein, 1989	5,22	3,19	5,00	14,50	0,80	Egypte
37	Abu-Leiha, 1990	3,83		4,00	13,66	0,85	Arabie Saoudite
38	Bayoumi, 1990	3,60	3,27	5,53	13,20	0,80	Egypte
39	Jardali et Ramet, 1991	3,70	3,45	4,62	12,63	0,74	Afrique de l'Est
40	Elamin et Wilcox, 1992	3,15	2,81	4,16	10,95	0,83	Arabie Saoudite
41	Farag et Kabary, 1992	3,90	3,10	4,47	12,36	0,80	Egypte
42	Mehia, 1994	3,50	2,80	4,60	11,69	0,79	Arabie Saoudite
43	Mehia et al, 1995	2,85	2,52	4,46	10,63	0,80	Arabie Saoudite
44	Mehia et al, 1995	2,46	2,36	4,44	10,07	0,81	Arabie Saoudite

45	Mehia et al, 1995	3,22	2,91	4,43	11,35	0,79	Arabie Saoudite (Majaheim)
46	Mehia, 1996	0,28	3,22	4,45	8,64	0,69	Arabie Saoudite
47	Field et al, 1997	5,70	3,00	2,40		0,80	Kenya
48	Abu-Lehia, 1998	3,20	3,20	4,95	12,15		Jordanie
49	EI-Agamy, 1998	3,95	3,26	4,74	12,80	0,85	Egypte
50	Gnan et al, 1998	2,58	2,15	4,83			Lybie
51	Indra et Erdenebaatar, 1998	6,40	4,80	4,70		0,80	Mongolie
52	Kamoun, 1998	3,76	3,43		12,13	0,81	Tunisie
53	Karue, 1998	5,60	3,42	3,65	12,14	0,86	Kenya
54	Larsson-Raznikiewicz ; Mohamed,	4,60	3,00		13,10	0,60	Somalie
55	Mehaia, 1998	3,90	2,54	4,71	11,94	0,79	Arabie Saoudite
56	Ramdaoui et Obad, 1998	2,74	3,36	4,19	11,14	0,86	Maroc
57	Wangoh et al, 1998	4,20	3,08	4,18	12,66	0,79	Kenya (Somali)
58	Wangoh et al, 1998	4,81	3,31	4,28	13,44	0,83	Kenya (Turkana)
59	Wangoh et al, 1998	4,29	3,13	4,05	12,45	0,82	Kenya (S x T)
60	Zhao, 1998	5,54	4,08	5,50	16,08	0,91	Chine (Bactriane)
61	Zhao, 1998	5,50	3,87	4,34	14,68	0,97	Chine (Bactriane)
62	Zhao, 1998	4,15	3,45	4,55	8,85	0,70	Chine
63	Zia-Ur-Rahman et Haq, 1998	5,22	2,68	4,30	10,40	0,73	Pakistan I
64	Zia-Ur-Rahman et Haq, 1998	3,50	4,00	3,26	13,30	0,83	Pakistan II
65	Zia-Ur-Rahman et Haq, 1998	4,50	3,00	4,10	11,10	0,78	Pakistan III
66	Zia-Ur-Rahman et Strateb, 1998	2,85	2,67		9,07		Pakistan
67	Dell'Orto, 2000	2,56	3,19				Valeur générale
68	Guliye et al, 2000	3,39	2,79	4,81	11,50	0,77	Kenya
69	Serikbayeva et Toktamyssova, 2000	5,17	4,45	4,82	15,51	0,68	Kazakhstan
70	Sharmanov et Zhangabylov, 1991	4,32		11,24	14,50		Kazakhstan
71	Urbisinov, 1992	5,10	4,26	3,84	14,35		Kazakhstan
72	Seitov, 2005	4,47	3,50	4,95	13,62		Kazakhstan
73	Attia et al, 2001	1,20	2,81	5,40	9,61	0,99	Tunisie
74	Indra et al, 2001	3,54	2,64		12,22		Pakistan
75	Indra et al, 2003	5,45	4,43	4,76	15,54	0,90	Mongolie B
76	Indra et al, 2003	4,47	3,53	4,95	13,64	0,70	Mongolie D
77	Sela et al, 2003	2,61	2,69	4,61		0,78	Israël
78	Wernery, 2003	3,50	3,35	4,75	10,75		UAE
79	Raghvendar et al, 2004	2,30	2,3	4,05	9,50		Inde
80	Kouniba et al, 2005	2,65	3,25	4,05	10,80	0,83	Maroc
81	EI-Hatmi et al, 2006	3,00	3,1	4,20		1,05	Tunisie
82	Gran et al, 1990	2,58	2,15	4,83			Lybie

Thème :**COMPOSITION PHYSICO-CHIMIQUE DU LAIT DE CHAMELLE ELEVÉE
EN MAURITANIE.****MEMOIRE DE FIN D'ETUDE****Pour l'obtention du :****DIPLOME D'ETUDES APPROFONDIES (DEA) EN CHIMIE ET BIOCHIMIE DES PRODUITS
NATURELS***Présenté et soutenu publiquement le 10 Mai 2008 par***Ghlana Mint MEILOUD***Président du Jury**Membres du Jury***M. Abdoulaye SAMB****M. Abdoulaye DIOP
M^{me} Moussoukhoye DIOP
M.Cheikh DAHAHE****Résumé**

Les principaux composants du lait de chamele Mauritanien ont été analysés dans 34 échantillons prélevés au hasard sur deux stations d'élevage à Nouakchott et Nouadhibou. Les valeurs moyennes obtenues (Matières grasses : 2,9 % ; Protéines : 2,5 % ; Lactose : 4,9% ; Acidité : 16 D° ; Minéraux : 1,3 % ; Eau 82,8 %) indiquent quelques légères différences par rapport aux moyennes mondiales mais sont très proches de celles de notre sous région.

De plus, cette étude, la première à notre connaissance, confirme les qualités nutritives importantes de ce lait, qui a constitué pour très longtemps le principal aliment du bédouin mauritanien.

Summary

Thirty four milk samples were collected at random from camels at two rearing area Nouakchott, Nouadhibou and analysed for their chemical composition. The mean values of the main components monitored (2.9 % fat, 2.5 % protein, 4.9% lactose, 16 D° acidity, 1.3 % mineral and 82.8 % water), although slightly different from the values reported worldwide, are very similar to those in our region.

Besides, this study, the first to our knowledge, clearly demonstrates that camel milk provides a valuable source to the diet of the urban consumer as it had been for decades for the Bedouin population.

Mots Clés: Lait de chamele;Mauritanie;compositon;analyse