

BURKINA FASO

Unité-Progrès-Justice

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR, DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE ET DE L'INNOVATION

UNIVERSITE POLYTECHNIQUE DE BOBO-DIOULASSO

INSTITUT DU DEVELOPPEMENT RURAL



**MEMOIRE DE FIN DE CYCLE**

**En vue de l'obtention du**

**DIPLOME D'INGENIEUR DU DEVELOPPEMENT RURAL**

**OPTION : Productions et Industries Animales**

**EFFET DE LA FREQUENCE DE TRAITE ET DE  
LA COMPLEMENTATION SUR LA  
PRODUCTION DE LAIT DE LA VACHE ZEBU  
PEULH.**

**Présenté par :**

**DEMBELE Abel**

**Maitre de Stage et Directeur de Mémoire : Dr Vinsoun MILLOGO**

## **Dédicace**

JE DEDIE LE PRESENT MEMOIRE A MA FAMILLE  
HUMAINE ET A MA FAMILLE RELIGIEUSE, LES FRERES  
DES ECOLES CHRETIENNES.

## Remerciements

Le présent mémoire a vu le jour grâce à la collaboration de diverses personnes physiques et morales. Nous nommons :

- Dr Vinsoun MILLOGO, notre Maître de stage et Directeur de Mémoire, pour n'avoir ménagé aucun effort pour la réussite de ce travail à travers l'encadrement, le soutien moral et les conseils scientifiques. Qu'il nous soit permis de saluer ses qualités humaines et relationnelles ;
- Pr Georges Anicet OUEDRAOGO, Président de l'Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso et coordinateur du projet AMPROLAIT-BURKINA, pour l'octroi du stage et la disponibilité du laboratoire d'analyse ;
- Mademoiselle Mariétou SISSAO, Doctorante, pour l'encadrement et la franche collaboration dont elle a fait montre ;
- Les enseignants de l'Institut du Développement Rural pour la formation reçue ;
- Monsieur Alain MILLOGO, Technicien Supérieur d'Elevage à l'IN.E.R.A-Farako-Bâ, pour le suivi sanitaire des animaux d'expérimentation et la gracieuse fourniture de l'eau distillée pour les analyses de laboratoire ;
- Les familles BARRY et SIDIBE à Kimidougou, pour nous avoir rendu disponibles leurs animaux pour l'expérimentation ;
- Notre famille religieuse, les Frères des Ecoles Chrétiennes du District d'Afrique de l'Ouest, pour les soutiens multiformes ;
- L'administration, le corps enseignant et tout le personnel de soutiendu collège de Tounouma, pour les services divers ;
- Mes amis et camarades de classe, pour les soutiens multiformes ;
- Les habitants de Kimidougou qui ont accepté que nous foulions leur terre pendant les cinq mois qu'a duré la phase terrain du stage.

Nos remerciements vont enfin à l'endroit de toutes les personnes physiques et morales que nous n'avons pas pu nommer et qui, d'une manière ou d'une autre, ont contribué à la réalisation de ce travail. Puissent-elles trouver dans ces simples mots, l'expression de notre reconnaissance et que le Tout Puissant comble chacun au-delà de ses mérites.

## Liste des sigles et abréviations

ADF	: Acid DetergentFiber
Ca	: Calcium
CCS	: Comptage des Cellules Stomatiques
FAO	: Food and Agriculture Organization of the United Nations (Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture)
FILDOCL	: Fédération Interdépartementale des Entreprises de Conseil Elevage
HG	: hauteur au garrot
Ifri	: Institut français des relations internationales
K :	: Potassium
Kg	: Kilogramme
MAT	: Matières Azotées Totales
MG	: Matières Grasses
MM	: Matières Minérales
MO	: Matières Organiques
MS	: Matières Sèches
N	: Azote
NaCl	: Chlorure de Sodium
NDF	: Neutral Detergent Fiber
P	: Phosphore
Poids F	: Poids de la femelle adulte
Poids M	: Poids du mâle adulte
Ppm	: partie par million
RDCT	: rendement carcasse
RPCA	: Réseau de Prévention des Crises Alimentaires
SPAI	: Sous Produits Agro-industriels
TB	: Taux Butyrique
TP	: Taux Protéique
UF	: Unité Fourragère
UF/L	: Unités Fourragères par Litre de lait

## Liste de tableaux

- Tableau I** : Principales caractéristiques des races locales.
- Tableau II** : Mensurations relevées sur les zébus Peulhs soudanais.
- Tableau III** : Ration d'entretien de vache laitière.
- Tableau IV** : Ration de production d'un litre de lait en fonction du taux de matière grasse.
- Tableau V** : Concentration des minéraux dans le lait.
- Tableau VI** : Influence de l'alimentation sur la production laitière.
- Tableau VII** : Teneur en matières grasses et en protéines du lait de vache traite une ou deux fois par jour.
- Tableau VIII** : Augmentation de l'ingestion de matières sèches et la production de lait en fonction du nombre de traites par jour.
- Tableau IX** : Quantités des ingrédients alimentaires distribués en fonction du nombre de traites.
- Tableau X** : coût additionnel d'entretien par vache.
- Tableau XI** : Valeurs bromatologiques des ingrédients utilisés.
- Tableau XII** : Composition en sels minéraux des ingrédients utilisés.
- Tableau XIII** : Valeurs bromatologiques du pâturage de la région de Bobo-Dioulasso de juillet à mars.
- Tableau XIV** : Composition du pâturage de la région de Bobo-Dioulasso en sels divers.

## Liste de figures

**Figure 1** : Courbe théorique de lactation d'une vache laitière.

**Figure 2** : Localisation de Kimidougou dans la commune de Bobo-Dioulasso.

**Figure 3** : Données pluviométriques de la ville de Bobo-Dioulasso.

**Figure 4** : Courbes de variation annuelle des températures à Kimidougou.

**Figure 5** : Quantité moyenne de lait produite en L/J et par vache en fonction du nombre de traite par jour.

**Figure 6** : Histogramme de la teneur moyenne des composants chimiques du lait par lot.

**Figure 7a** : Variation de la production de lait du lot Ben fonction de la période de traite de la journée.

**Figure 7b** : Variation de la production de lait du lot C en fonction de la période de traite de la journée.

**Figure 8a** : Variation de la composition chimique du lait du lot B en fonction de la période de traite de la journée.

**Figure 8b** : Variation de la composition chimique du lait du lot C en fonction de la période de traite de la journée.

**Figure 9** : Courbes de variation de la quantité de lait par lot et par mois de lactation.

**Figure 10a** : Courbe de la composition chimique de lait du lot A au cours de la lactation.

**Figure 10b** : Courbe de la composition chimique de lait du lot B en fonction de la période de lactation.

**Figure 10c** : Courbe de la composition chimique de lait du lot C en fonction de la période de lactation.

**Figure 11** : Histogramme comparatif de la marge bénéficiaire par vache selon le traitement.

## Liste des photos

**Photo1** : Machine d'analyse de la composition chimique du lait cru appelée Farm Milk Analyser.

**Photo 2** : Bain-marie contenant des aliquotes, et utilisé pour porter la température du lait à 40°C.

**Photo3** : Glacière utilisée pour le transport des échantillons de lait.

**Photo 4** : Balance utilisée pour peser les aliments.

**Photo 5** : Trois béchers gradués utilisés pour la mesure du volume du lait.

**Photo 6** : Deux aliquotes étiquetés.

# Table des matières

<b>Résumé .....</b>	<b>xii</b>
<b>Introduction générale.....</b>	<b>1</b>
I. Les différents systèmes d'élevage au Burkina Faso.....	4
I.1. Les systèmes traditionnels ou pastoraux.....	4
I.1.1. <i>L'élevage pastoral transhumant</i> .....	4
I.1.2. <i>L'agropastoralisme</i> .....	4
I.2. Les systèmes améliorés.....	4
I.2.2. <i>Les systèmes intensifs</i> .....	5
II. Les races bovines exploitées au Burkina Faso.....	5
II.1. Le zébu peulh soudanais.....	5
II.2. Letaurin Baoulé.....	5
II.3. Le Méré.....	6
II.4. Les autres Races.....	6
III. Les caractéristiques du zébu peulh soudanais .....	6
III.1. L'aire géographique.....	6
III.2. Les caractéristiques ethniques.....	6
III.3. Les aptitudes laitières.....	7
IV. La disponibilité alimentaire au Burkina Faso.....	7
IV.1. Le pâturage naturel .....	8
IV.3. Les sous-produits agro-industriels (SPA).....	8
IV.4. L'abreuvement des animaux.....	9
V. L'alimentation de la vache laitière.....	9
V.1. Les besoins d'entretien.....	9
V.2. Les besoins de production.....	10
V.3. Les besoins en eau.....	10
<b>Chapitre II : Les caractéristiques physico-chimiques et la production du lait de vache.</b>	<b>11</b>
<b>.....</b>	<b>11</b>
<b>I. Définition.....</b>	<b>11</b>
<b>II. Les caractéristiques physico-chimiques du lait.....</b>	<b>11</b>
II.1. Les propriétés physiques.....	11
II.1.1. <i>La densité</i> .....	11



II.1.2. L'acidité .....	11
II.1.3. Le point cryoscopique et le point d'ébullition .....	11
II.2. Les propriétés chimiques.....	11
II.2.1. Les glucides du lait. ....	12
II.2.2. Les matières azotées totales (MAT). ....	12
II.2.3. Les matières grasses. ....	12
II.2.4. Les vitamines .....	12
II.2.5. Les minéraux.....	12
<b>III. Les facteurs de variation de la production et de la composition du lait .....</b>	<b>13</b>
III.1. Les facteurs génétiques .....	13
III.2. L'alimentation.....	13
III.3. La traite. ....	14
III.3.1. L'impact de la fréquence de traite sur la production de lait.....	14
III.3.2. l'impact de la fréquence de traite sur la composition du lait .....	15
III.3.3. Le comptage des cellules somatiques (CCS).....	16
III.4. Le mois de lactation.....	16
III.5. Les autres facteurs.....	16
III.6. Les conséquences collatéraux et conditions de réussite.....	17
III.6.1. L'apport alimentaire .....	17
III.6.2. La main d'œuvre.....	17
III.7. La santé .....	18
<b>Chapitre I : Matériel et méthodes.....</b>	<b>20</b>
I.1.1. La situation géographique de la zone d'étude. ....	20
I.1.2.2. La pluviométrie.....	21
I.1.2.4. Les sols .....	22
I.3. Les animaux d'expérience .....	23
I.4. L'alimentation.....	23
I.4.1. Les concentrés. ....	23
I.5. L'habitat.....	24
I.6. Le matériel de distribution de l'aliment concentré .....	24
I.7. Le matériel de prélèvement du lait .....	24
I.8. Le matériel d'analyse du lait.....	24
I.9. Le coût additionnel par vache.....	25

II. Les méthodes.....	25
II.1. L'identification des vaches.....	25
II.2. Le suivi sanitaire. ....	25
II.3. La distribution des aliments .....	26
II.4. La traite, le prélèvement et la mesure du lait. ....	26
II.4.1. La traite. ....	26
II.4.2. Le prélèvement. ....	26
II.5. La mesure du lait. ....	26
III. L'analyse de laboratoire. ....	26
III.1. L'analyse des aliments.....	26
III.2. L'analyse du lait.....	27
<b>IV. Les analyses statistiques.....</b>	<b>27</b>
<b>Chapitre II : Résultats et Discussion .....</b>	<b>28</b>
I- Les Résultats.....	28
I.1. Les effets des traitements sur la production quantitative de lait.....	28
I.2. Les effets des traitements sur les paramètres chimiques du lait. ....	28
I.3. La variation de la quantité de lait produite en fonction de la période de traite de la journée.....	29
I.4. La variation de la composition chimique du lait en fonction de la période de traite dans la journée. ....	30
I.5. L'effet du mois de lactation sur la production quantitative du lait.....	31
I.6. L'effet du mois de lactation sur la composition chimique du lait. ....	32
I.7. La marge bénéficiaire par vache et par traitement.....	34
II.1. Les effets des traitements sur la production quantitative de lait. ....	35
II.2. Les effets des traitements sur les paramètres chimiques du lait. ....	36
I.2.1. Influence des traitements sur la teneur en MB et MP du lait. ....	36
I.2.2. L'influence des traitements sur la teneur en MS et MM du lait. ....	37
I.3. La variation de la quantité de lait produite en fonction de la période de traite de la journée.....	37
I.4. La variation de la composition chimique du lait en fonction de la période de traite dans la journée. ....	37
I.5. L'effet du mois de lactation sur la production quantitative du lait.....	38
I.6. L'effet du mois de lactation sur la composition chimique du lait. ....	39

<i>I.6.1. l'influence de la lactation sur la teneur en MB, MP et lactose du lait. ....</i>	<i>39</i>
<i>I.6.2. L'influence de la lactation sur la teneur en MS et MM du lait. ....</i>	<i>39</i>
<i>I.7. La marge bénéficiaire quotidienne par vache et par traitement.....</i>	<i>40</i>
<b>Conclusion générale. ....</b>	<b>41</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>43</b>
<b>Annexes.....</b>	<b>49</b>

## Résumé

La production laitière au Burkina Faso est dominée par le système extensif. La présente étude visant à accroître cette production dans les conditions réelles d'élevage tout en préservant la qualité du lait a été effectuée d'août à décembre 2015 à Kimidougou, localité située à environ 20 km au Nord-Est de la ville de Bobo-Dioulasso au Burkina Faso, sur vingt-quatre vaches zébu peulh.

L'objectif de l'étude a porté sur la détermination de l'effet conjugué de l'alimentation (quantité et qualité) et de la fréquence de traite sur la productivité de la vache zébu peulh et la qualité (teneur de composants chimiques) du lait. Un calcul de rentabilité a permis de dégager une combinaison des facteurs de production permettant d'obtenir des rendements assez intéressants. Les animaux étaient répartis en trois lots (A, B et C) de huit, chaque lot recevant un traitement spécifique. Une fois par semaine, la production journalière par vache était mesurée et un volume de 30 ml de lait était prélevé par vache pour analyse. La détermination de la composition chimique du lait a été faite par la méthode infrarouge et a porté sur les matières grasses, les matières protéiques, le lactose, les matières sèches et les matières minérales. Au total, 321 échantillons ont été mesurés et analysés et les résultats nous ont permis de déterminer une production moyenne journalière par vache de  $1,02 \pm 0,34$  litres,  $1,74 \pm 0,41$  litres et  $3,20 \pm 0,39$  litres de lait respectivement pour les traitements A, B et C appliqués. La production est restée assez bonne au cours de toute la lactation et le lait produit était de bonne qualité nutritionnelle et industrielle. De manière générale, les traitements ont eu un faible effet sur la composition chimique moyenne du lait et, les seuls effets notables ( $P < 0,05$ ) se sont situés entre les lots B et C pour les matières butyriques et protéiques. De plus, la teneur de la matière minérale a été significativement plus élevée ( $P < 0,05$ ) pour le traitement B que pour les deux autres traitements. Par ailleurs, quelques fluctuations de la production quantitative et qualitative (composition chimique) du lait liées à la durée de l'intervalle entre les traites dans la journée et au mois de lactation ont été observées.

**Mots clés :** Vaches zébu peulh; complémentation, fréquence de traite, lait, productivité, composition chimique du lait.

## **Abstract.**

Milk production in Burkina Faso is dominated by the extensive system. This study aiming at increasing this production in real livestock conditions without impinging on the quality of milk was carried out from August to December 2015 in Kimidougou, located at about 20 km North-East of Bobo-Dioulasso city in Burkina Faso, on 24 Fulani zebu cows. The objective of the study focused on determining the combined effect of food (quantity and quality) and milking frequency on the productivity of the Fulani cow zebu and quality (chemical component content) of milk. A cost-benefit analysis helped identify a combination of factors of production to obtain relatively interesting results. The animals were divided into three batches of eight (8), each group receiving a specific treatment. The daily production per cow was measured once a week, and a volume of 30 ml of milk per cow was taken for analysis. The sampling was done in the morning, noon and evening as the cows were milked once, twice or three times a day. However, treatments (food complement and milking) were applied daily. The determination of the chemical composition of milk was made by the infrared method and was done on the MG, MP, lactose, MS and MM. In total, 321 samples were measured and analyzed and the results helped us to determine an average daily production of  $1.02 \pm 0.34$  liter,  $1.74 \pm 0.41$  liter and  $3.20 \pm 0.39$  liters of milk per cow respectively for treatments A, B and C applied. Production remained fairly good during the whole lactation and the milk produced was of good nutritional and industrial quality. In general, the treatments had little effect on the average chemical composition of milk and the only significant effects ( $P < 0.05$ ) were between groups B and C for butterfat and protein substances. In addition, the content of the mineral was significantly higher ( $P < 0.05$ ) for treatment B than for the other two treatments.

In addition, some changes in the quantitative and qualitative production (chemistry) milk related to the duration of the milking intervals in the day and in the month of lactation have been observed.

**Keywords:** Fulani zebu cows; complementation, milking frequency, milk, productivity, chemical composition of milk.

## Introduction générale

Le lait apporte une contribution importante à l'alimentation de la population mondiale. L'énergie alimentaire du lait produit dans le monde suffit à couvrir les besoins énergétiques de quelques 450 millions d'êtres humains. Au niveau des protéines, le lait joue un rôle encore plus important, surtout grâce à la haute valeur biologique des protéines lactiques. De plus, la production laitière permet de produire des denrées alimentaires sur des terres non cultivables (FIL, 2012)

Selon les chiffres publiés par la Fédération Internationale du lait, la production mondiale laitière a été estimée à 782 millions de tonnes en 2013. La majeure partie de cette production, soit 646 millions de tonnes provenait de la vache, avec un taux de croissance annuel moyen de 2%. Mais la part de l'Afrique a été seulement de 5%, soit 34,1 millions de tonnes (Vargas, 2015). En effet, la production laitière africaine est caractérisée par un faible niveau technique : rendements moyens peu élevés, forte influence des maladies, alimentation déficiente et déséquilibrée (Boutonnet *et al.*, 2000).

Le Burkina Faso, pays d'Afrique à vocation agro-pastorale, n'a pas dérogré à la règle de son continent. Malgré l'important potentiel laitier (plus de 8 millions de bovins, de 7 millions d'ovins et de 11 millions de caprins) du pays, la production nationale a été estimée à seulement environ 250 millions de litres en 2011, dont environ 200 millions de litres de lait de vache (Corniaux, 2013). La production laitière locale du pays ne couvre pas les besoins de consommation annuelle (Millogo, 2010). La résorption du déficit est faite avec une importation massive de lait et de produits laitiers, entraînant une importante sortie de devises. En 2011, la fuite des devises occasionnée par l'importation des produits laitiers et du lait a été de l'ordre de 9,44 milliards de FCFA (MRA, 2011). Pour diminuer la sortie des devises, améliorer le revenu des producteurs et contribuer à résoudre certains problèmes nutritionnels en milieu rural, tout en réduisant la dépendance vis-à-vis de l'extérieur, l'Etat du Burkina Faso a adopté, en 1997, une nouvelle politique du secteur de l'élevage qui a consisté à réorganiser l'élevage traditionnel et à promouvoir les fermes privées et étatiques (Hamadou et Sanou, 2006). Certes, cette politique a permis d'augmenter la production locale de lait. Cependant, la contribution locale aux besoins de consommation laitière du Burkina Faso reste très faible.

De nombreuses études ont montré que la production et la qualité du lait dépendent de la race des vaches. (DePeter *et al.*, 1985 ; Millogo, 2010), de l'alimentation (Wheeler, 1996), du stade de lactation (Masselin *et al.*, 1987) , de la fréquence de la traite (Allen *et al.*,

1986 ; Klei *et al.*, 1997 ; Smith *et al.*, 2001 et Dahl *et al.*, 2004b), de la santé des animaux et de la conduite générale de l'élevage. Dans l'optique de l'amélioration de la productivité des vaches laitières, il serait intéressant de jouer sur l'effet conjoint de ces facteurs qui sont l'alimentation et la traite journalière. Aussi, la promotion des aliments locaux dans la complémentation des animaux pourrait être une alternative à envisager ; ainsi que l'application de fréquences multiples de traite ou de la diminution des intervalles de traite. L'augmentation de la fréquence de traite étant une pratique de gestion viable pour les éleveurs dans l'optique d'une augmentation immédiate de la production du lait (McFadden et Wall, 2010 ; Hardin, 2015). Plusieurs études ont démontré formellement les avantages de la multiplicité de la traite journalière sur la production journalière (Depeters *et al.*, 1985 ; Meyer et Denis, 1999). L'application de cette méthode ne présentant pas d'influence négative non seulement sur la santé du pis (Depeters *et al.*, 1985 ; Smith *et al.*, 2002) et la reproduction de l'animal (Allen *et al.*, 1986 ; Gisi *et al.*, 1986) ; mais aussi sur la qualité du lait produit (DePeters *et al.*, 1985 ; Gisi *et al.*, 1986 ; Wall et McFadden, 2008).

La combinaison de ces deux facteurs de production laitière, n'a pas fait l'objet de recherche sur les animaux de races locales en milieu réel de production afin de vérifier les possibilités d'augmentation de la production de nos vaches laitières locales.

L'objectif global de cette étude s'inscrit dans la dynamique de l'amélioration de la production quantitative et qualitative de lait en vue de diminuer la sortie des devises, améliorer le revenu des producteurs et contribuer à résoudre certains problèmes nutritionnels en milieu rural. Il consiste spécifiquement à étudier l'influence conjuguée de l'alimentation et de la fréquence de la traite sur des paramètres quantitatifs et qualitatifs de lait chez la vache du zébu peulh.

Le présent travail comprend deux grandes parties :

- une synthèse bibliographique qui fait le point des connaissances sur la question ;
- une partie expérimentale qui comprend la méthodologie utilisée, les résultats obtenus et leur discussion.

## **Première partie : revue bibliographique**



## **Chapitre I : L'élevage au Burkina Faso.**

Les activités d'élevage au Burkina Faso sont associées à tous les systèmes de production agricole en pratique (MRA, 2003). Toutefois, l'exploitation du cheptel est fortement dominée par des modes extensifs de conduite des troupeaux (RPCA, 2010). On distingue deux grands systèmes d'élevage: les systèmes traditionnels ou extensifs et les systèmes améliorés (MRA, 2003).

### **I. Les différents systèmes d'élevage au Burkina Faso.**

#### ***I.1. Les systèmes traditionnels ou pastoraux.***

Les systèmes pastoraux comprennent particulièrement les systèmes d'élevage pastoral transhumant, non associés à l'agriculture et les systèmes d'élevage sédentaire caractérisés par des courts déplacements autour du village avec l'abreuvement et/ou le pâturage des animaux se réalisant hors des zones cultivées surtout en saison de pluie (MRA, 2003).

##### *I.1.1. L'élevage pastoral transhumant*

Le RPCA (2010) définit ce type d'élevage sur la mobilité ou transhumance des éleveurs et des troupeaux à la recherche de pâturages, de l'eau et de zones de cures salées. L'élevage pastoral transhumant est caractérisé par peu ou pas d'investissements en infrastructures et en intrants zootechniques et vétérinaires. Il est sous la dépendance complète des ressources naturelles et de l'espace (MRA, 2003).

##### *I.1.2. L'agropastoralisme.*

Bencherif (2011) a défini l'agropastoralisme comme une activité ou un mode de production, qui combine des cultures et des élevages, utilisant des espaces de pâture et des espaces de cultures. En effet, c'est un mode sédentaire d'élevage basé sur une exploitation extensive des ressources fourragères avec des troupeaux de taille plus ou moins importante qui bénéficient pour certains d'une alimentation complémentaire (RPCA, 2010). L'agropastoralisme peut être décomposé en élevage agropastoral sédentaire faiblement associé à l'agriculture et en élevage agropastoral sédentaire fortement associé à l'agriculture (MRA, 2003).

#### ***I.2. Les systèmes améliorés***

Les systèmes d'élevages améliorés comprennent, le système semi-intensif et le système intensif.

##### *I.2.1. Les systèmes semi-intensifs.*

Les systèmes d'élevage semi-intensifs du Burkina Faso sont marqués par un niveau d'investissement souvent assez faible en bâtiments et équipements d'élevage, et par un

recours plus important à des intrants alimentaires et vétérinaires que dans le cas des systèmes extensifs. Les animaux, moins dépendants des ressources naturelles et de l'espace que ceux élevés dans un système extensif, ne s'éloignent pas du lieu de production. Ce système consiste essentiellement aux opérations d'embouche et de production laitière (MRA, 2003 ; 2009).

### *1.2.2. Les systèmes intensifs.*

Ces systèmes sont caractérisés par un haut niveau d'investissement en infrastructures d'élevage, une utilisation importante d'intrants alimentaires et vétérinaires. Les animaux sont maintenus en permanence à l'intérieur du bâtiment d'élevage et ne dépendent que peu des ressources naturelles. L'élevage est conduit comme une véritable entreprise. Au Burkina Faso, les systèmes intensifs sont représentés par un timide secteur et pratiqués surtout autour des grands centres urbains (MRA, 2003 ; 2009).

## **II. Les races bovines exploitées au Burkina Faso.**

Deux groupes ou types de bovins sont retrouvés en Afrique occidentale : les zébus (*Bos indicus*), bovins avec bosse cervico-thoracique adaptés aux zones sèches et les taurins (*Bos taurus*), bovins sans bosse cervico-thoracique, qui se retrouvent dans les zones forestières humides et dans les zones subhumides. A ces deux grands groupes s'ajoutent les produits plus ou moins stabilisés de leur croisement appelés métis ou hybrides (Kaboré, 2012).

Le cheptel bovin burkinabè comprend essentiellement le zébu peulh soudanais, le taurin Baoulé et le Méré. Toutefois le Méré n'apparaît pas comme une race dans la documentation officielle du pays (MRA, 2003).

### ***II.1. Le zébu peulh soudanais.***

Le zébu peulh soudanais constitue l'essentiel du cheptel bovin burkinabé. Son aire de distribution autrefois localisée dans la zone du Nord (sahélienne et soudano-sahélienne), s'est aujourd'hui considérablement élargie du fait des sécheresses successives qui l'ont amené à descendre de plus en plus vers le Sud (Sawadogo, 2013).

### ***II.2. Le taurin Baoulé.***

Les races bovines taurines de l'Afrique de l'Ouest se rencontrent principalement dans les zones les plus humides à savoir la zone guinéenne et la zone soudano-guinéenne. La variété élevée au Burkina Faso est le taurin Baoulé (Kaboré, 2012). C'est une race de petit format réputée trypanotolérante ; mais d'une très faible aptitude laitière.

### **II.3. Le Méré.**

Le terme «Méré» désigne les bovins métis issus des croisements entre taurins Baoulé et les zébus, en général de type peulh soudanais. Par ailleurs, le «Méré wolosso» est aussi utilisé par les éleveurs pour identifier ces mêmes croisés (Soro *et al.*, 2015).

### **II.4. Les autres Races.**

Les introductions plus récentes de races devenues locales par les pasteurs transhumants d'une part et par les producteurs privés installés dans les zones périurbaines ont porté essentiellement sur l'Azawak du Niger, la Goudali du Nigeria pour leurs performances bouchères et laitières et la race N'Dama de la Guinée pour sa trypanotolérance (MRA, 2003). Le tableau suivant nous donne les principales caractéristiques des races locales.

**Tableau I:** Principales caractéristiques des races locales.

Race	HG (cm)	Poids M (kg)	Poids F (kg)	RDTC (%)	Lait (l/j)	Cuir Sec (kg)
Zébu Peul Soudanais	120 à 140	300 à 350	250 à 300	48 à 50	2 à 3	6 à 7
Taurin Baoulé	90 à 110	200	190	48 à 52	2	3 à 4
Zébu Azawack	130 à 135	300	250	48 à 50	6 à 8	6 à 8

*HG= hauteur au garrot ; Poids M= Poids du mâle adulte ; Poids F= poids de la femelle adulte ; RDCT= rendement carcasse ; l/j = litres par jour et par vache*

**Source :** Nianogoet *al.*, 1996

## **III. Les caractéristiques du zébu peulh soudanais**

### **III.1. L'aire géographique.**

L'habitat d'origine du zébu peulh s'étend de l'Ouest du fleuve Sénégal à l'Est du lac Tchad; il englobe une partie du Sénégal, de la Mauritanie, du Soudan français, de la Colonie du Niger et du Nigeria. La variété soudanaise provient des régions correspondant à la plaine inondable du système hydrographique nigérien, entre Ségou et Tombouctou, ainsi qu'au voisinage immédiat de cette plaine, notamment dans les cercles de Ségou, Mopti, Niafouké, Goundam et Tombouctou (FAO, 1957).

### **III.2. Les caractéristiques ethniques.**

Le zébu peulh soudanais est un animal de format moyen, de profil rectiligne sub-longiligne eumétrique et médioligne avec une bosse remarquable au niveau du garrot (FAO, 1957). La tête est assez longue et fine. Les cornes courtes ou de longueur moyenne sont

généralement en croissant, fortes à la base, en faucille et dirigées en avant chez la vache, en lyre chez le taureau. Les robes sont très diverses (gris clair, gris clair moucheté ; pie noir, pie rouge...) (Meyer, 2016). Le tableau ci-après nous donne les mensurations relevées sur les zébus peulhs soudanais.

**Tableau II : Mensurations relevées sur les zébus peulhs soudanais**

	Taureaux	Vaches	Bœufs
Poids (kg)	325	240	330
Longueur scapuli-ichiale(cm)	135	139	147
Hauteur au garrot (cm)	119	116	128
Profondeur de la poitrine (cm)	35	29	35
Largeur de la hanche (cm)	48	42	48
Périmètre thoracique (cm)	163	144	166

**Source :** Pagot cité par la FAO en 1957

### ***III.3. Les aptitudes laitières.***

La production laitière du zébu peulh dépend fortement de l'environnement et du système d'élevage. En effet, Nianogo (1997) a montré en milieu réel que la quantité de lait produite par cette race varie de moins d'un litre par jour (saison sèche où le pâturage naturel n'est pas disponible) à 2 litres par jour (saison pluvieuse où le pâturage est disponible). Koanda (1995), en milieu réel au sahel obtient 4,26 kg/jour de lait au pic de lactation, avec un taux de matière grasse de 5,44 % et une teneur en protéine brute de 3,66 %. Le Mémento de l'agronomie de 1991 évalue la production laitière moyenne de la vache du zébu peulh entre 2 à 3 litres par jour. Ayant trouvé les mêmes valeurs que le Mémento, Lakoueténé (1999) estime que la vache du zébu peulh est peu laitière. Le MRA, dans sa note d'orientation de juin 1997, a quantifié la production laitière journalière du zébu peulh à une moyenne de 1,5 litre par jour dans des conditions réelles. Cette production pouvant atteindre 7 à 8 litres dans des conditions d'alimentation améliorée et de suivi sanitaire conséquent. Toutefois, les limites génétiques de la race sont très vite atteintes même dans les conditions d'alimentation et de santé adéquates.

### **IV. La disponibilité alimentaire au Burkina Faso.**

Au Burkina Faso, l'alimentation du bétail est assurée par le pâturage naturel, les résidus de culture et les sous produits agro-industriels (Millogo, 2004).

#### ***IV.1. Le pâturage naturel***

Les conditions climatiques associées aux caractéristiques édaphiques permettent de distinguer deux groupes de pâturages au Burkina Faso (Zoungana 1991) :

- ✓ le groupe des savanes boisées, savanes arborées denses et savanes arborées claires, sur sols sablo-limoneux à sablo-argileux profonds. La strate ligneuse est à dominance *Isberlinia doka*, *Daniellia oliveri*, *Pterocarpus erinaceu*, et *Aftelia africana*. Les herbacées les plus courantes sont *Andropogon ascinodis*, *A. gayanuset Schizachyrium sanguineum* ;
- ✓ le groupe des savanes arborées et arbustives sur sols squelettiques peu profonds, limono-argileux à sablo-gravillonnaires plus ou moins importants, de versants et sommets de collines. La strate ligneuse est principalement constituée d'espèces telles que: *Burkea africana*, *Detarium microcarpum*, *Pericopsis laxiflora*, *Isberlinia doka*, etc. Le tapis herbacé est dominé par *Loudetia simplex*, *L. togoensis*, *Ctenium newtonii*, *Andropogon ascinodis* et *A. gayanus*.

La valeur nutritive de ces pâturages est fonction des différentes espèces végétales qui les composent.

#### **IV.2. Les sous-produits agricoles.**

Les résidus agricoles constituent les parties des plantes non consommées par l'homme après les récoltes (FAO, 2014). Malgré leur faible valeur alimentaire pour les animaux, ils occupent une place très importante dans l'alimentation du bétail (Traoré, 2002). Les résidus agricoles regroupent les pailles des céréales telles que le mil (*Pennisetum glaucum*), le sorgho (*Sorghum bicolor*), le maïs (*Zea mays*) et le riz (*Oryza sativa*) et les fanes des légumineuses, à savoir le niébé (*Vigna unguiculata*), l'arachide (*Arachis hypogaea* L.) et le voandzou (*Voandzeia subterranea*) (Savadogo, 2000). Toutefois, l'exploitation *in situ* qui est faite de ce fourrage occasionne de nombreuses pertes (Millogo, 2004).

#### ***IV.3. Les sous-produits agro-industriels (SPAI).***

Les SPAI utilisés dans l'alimentation du bétail sont essentiellement les tourteaux, les grains de coton et, à la moindre mesure, les sons et farines basses, les drêches de brasseries, la mélasse de la canne à sucre (Millogo, 2004).

Les tourteaux sont les résidus solides obtenus après extraction de l'huile des graines ou des fruits oléagineux. Ce sont les coproduits de la trituration, c'est-à-dire d'industrie de fabrication de l'huile (FAO, 2014).

#### **IV.4. L'abreuvement des animaux.**

Les cours et les retenues d'eau constituent les principales sources d'abreuvement du bétail (Millogo, 2004). Pendant la saison sèche, des puisards le long des cours d'eau et des puits à grand diamètre dans les villages suppléent au cours d'eau non pérennes pour l'approvisionnement en eau du bétail.

#### **V. L'alimentation de la vache laitière.**

Les animaux assurent d'abord leurs besoins d'entretien avant de mobiliser les excédents nutritionnels pour la production (lait, viande, peaux, cuirs,...).

##### **V.1. Les besoins d'entretien.**

Les besoins d'entretien correspondent aux besoins quotidiens d'un animal pour le maintien constant de sa composition corporelle. Ils sont la somme des besoins pour le métabolisme de base, le maintien de l'homéothermie et l'activité physique (Dusart, 2015). Les besoins d'entretien d'une vache laitière présents dans la littérature peuvent être résumés dans le tableau III ci-après.

**Tableau III:** Besoins d'entretien de vache laitière.

Poids de la vache (kg)	Nombres d'unités Fourragère (U F)	Quantité de protéines dans la ration d'entretien (g)	Matière minérale (g)
300	2,4 U F	225	NaCl: 15 Ca : 15 P : 9
350	2,8 U F	260	NaCl : 17 Ca : 17 P : 11
400	3,2 U F	300	NaCl : 20 Ca : 20 P : 12
450	3,6 U F	340	NaCl : 23 Ca : 23 P : 14

**Source :** SPRUMONT, 2009.

### ***V.2. Les besoins de production.***

La notion de besoins de production est relative. En effet, elle dépend des objectifs de production : quelle productivité animale, quelle quantité, quelle qualité et quel coût du produit ? (Dusart, 2015). Le tableau IV ci-après donne les besoins de production d'un litre de lait en fonction du taux de matière grasse.

**Tableau IV :** Besoins de production d'un litre de lait en fonction du taux de matière grasse.

	Pourcentage de MG	U F/ L de lait	Protéine (g/ L)	Sels minéraux (g/ L)
<b>Lait</b>	3	0,32	50	
	3,5	0,37	55	Ca : 1,3
	4,5	0,43	65	P : 1
	5,5	0,50	80	NaCl : 2

Source : SPRUMONT, 2009.

### ***V.3. Les besoins en eau.***

Les besoins en eau des vaches en lactation sont étroitement liés à leur production de lait, à la teneur en eau des aliments qu'elles consomment ainsi qu'à divers facteurs environnementaux, tels que la température et l'humidité de l'air (Ward, 2015). A une température de 10°C, on peut estimer les besoins en eau à 4 litres/l de lait (Dufrasné, 2012). De plus, les vaches boivent environ 3 à 4 litres d'eau par kg de matière sèche (Cinq-Mars, 2011).

## **Chapitre II : Les caractéristiques physico-chimiques et la production du lait de vache.**

### **I. Définition.**

Le congrès international de la répression et des fraudes alimentaires de Genève, en 1908, a défini le lait comme « le produit intégral de la traite complète et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Il doit être recueilli proprement et sans contenir du colostrum » (FAO, 1985).

### **II. Les caractéristiques physico-chimiques du lait.**

#### ***II.1. Les propriétés physiques.***

Sur le plan physique, le lait est à la fois une solution (lactose, sels minéraux), une suspension (matières azotées) et une émulsion (matières grasses). Les matières grasses sont présentes dans le lait sous forme d'une émulsion de globules gras (Nait, 2010).

##### *II.1.1. La densité.*

La densité du lait est exprimée par le rapport du poids d'un volume de lait à une température donnée sur le poids d'un volume identique d'eau à la même température. Le lait de vache a une densité moyenne comprise entre 1,030 à 1,034 (FAO, 1985 ; Courtet Leymarios, 2010). C'est un mélange très complexe et très instable. Il contient une forte proportion d'eau, environ 87 % (Nait, 2010).

##### *II.1.2. L'acidité*

L'acidité du lait est désignée par son pH. Le pH du lait est proche de la neutralité. A 20°C, le pH du lait de vache est compris entre 6,5 et 6,7 (Hansen, 2010).

##### *II.1.3. Le point cryoscopique et le point d'ébullition*

Le point de congélation du lait est le seul paramètre fiable pour vérifier un mouillage. Le lait de vache se congèle entre -0,55 et +0,59°C (Bylund Gosta, 2000) et bout entre 100,15 à 100,17°C (FAO, 1998).

#### ***II.2. Les propriétés chimiques.***

La richesse nutritionnelle du lait est constituée principalement de quatre nutriments: les protéines, les glucides, les lipides et les sels minéraux (Nait, 2010).



### *II.2.1. Les glucides du lait.*

Le lactose (C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>) représente l'immense majorité des glucides du lait, sa concentration variant très peu, entre 48 et 50 g/L. Le reste des glucides du lait est représenté par des oligosides libres ou combinés avec les protéines, à raison de 1 à 1,6 g/L de lait (Cazet, 2007).

### *II.2.2. Les matières azotées totales (MAT).*

Le taux de matières azotées totales du lait est appelé Taux Protéique (TP). A l'instar du taux butyreux, le TP est une caractéristique importante du lait. Il conditionne sa valeur marchande. La teneur totale des matières azotées du lait de vache avoisine 34 à 35 g/L (Courtet Leymarios, 2010).

### *II.2.3. Les matières grasses.*

Les matières grasses sont présentes dans le lait sous forme d'une émulsion de globules gras. La teneur en matières grasses du lait est appelée Taux Butyreux (TB). Pour le lait de vache, le taux butyreux varie, en moyenne, entre 35 et 45 g/L. Il est fonction de la race, de l'alimentation, du stade de la lactation de la vache et de la photopériode (Lanet, 2005). Cependant, dans certaines situations, ces variations restent difficiles à expliquer (Chassaing *et al.*, 1994)

### *II.2.4. Les vitamines*

Le lait contient d'une part des vitamines liposolubles (vitamines A, D, E) qui sont généralement fixées à la surface des globules de gras et d'autre part des vitamines hydrosolubles (vitamine C et vitamines B) diversement complexées avec des protéines ou d'autres groupements (Leclercq, 1999). Leur teneur dépend beaucoup de l'alimentation quelle que soit l'espèce animale considérée (Courtet Leymarios, 2010).

### *II.2.5. Les minéraux*

Les minéraux (ou matières salines) sont présents dans le lait à hauteur de 7g/L environ (Courtet Leymarios, 2010). Les minéraux du lait sont très divers. Certains sont en concentration plus importante, de l'ordre du gramme par litre et d'autres sont présents à raison de moins d'un milligramme (Leclercq, 1999). Les facteurs de variation de la teneur minéralogique du lait de vache sont divers. Mais plusieurs facteurs pouvant interférer, il a souvent été difficile de réunir des conditions expérimentales permettant de faire agir un seul ou deux facteurs (Gueguen *et al.*, 1960 ; Chassaing *et al.*, 1994). Le tableau ci-dessous donne la concentration minéralogique du lait de vache.

**Tableau V:** La concentration des minéraux dans le lait

Minéraux majoritaires	Concentration (g/l)	Minéraux minoritaires	Concentration (mg/l)
Calcium	0,23	Fer	0,2-0,5
Phosphore	0,95	Zinc	2-5
Magnésium	0,12	Iode	0,015-0,05
Sodium	0,58	Cuivre	0,02-0,15
Potassium	1,41	Molybdène	0,05-0,08
Chlore	1,19	Sélénium	0,01-0,05
		Fluor	0,1-0,2

**Source :** Cazet, 2007.

### **III. Les facteurs de variation de la production et de la composition du lait**

La production de lait par une vache laitière dépend de quatre principaux facteurs : le potentiel génétique, le programme d'alimentation, la conduite du troupeau et la santé (Wheeler, 1996). L'amélioration génétique peut jouer un rôle important, mais seulement dans le cas d'une stratégie à long terme. À court terme, la conduite alimentaire et le management du troupeau sont deux actions à mettre à profit (Boujnane *et Iav*, 2015).

#### **III.1. Les facteurs génétiques**

Les facteurs génétiques influent sur la quantité et la qualité du lait. « L'héritabilité est de l'ordre de moitié pour le taux butyreux (TB) et le taux protéique (TP), alors qu'elle se situe vers un quart pour la production laitière » (Wolter, 1994).

#### **III.2. L'alimentation.**

##### *III.2.1. Influence de l'alimentation sur la production quantitative du lait.*

L'alimentation a un rôle déterminant dans la production quantitative et qualitative du lait. Amener la vache à consommer de grandes quantités d'aliments est la clé d'une production de lait abondante et efficace (Wheeler, 1996). L'alimentation permet, en effet, d'exprimer les qualités intrinsèques de la génétique. Une sous-alimentation pourrait disqualifier les caractères génétiques. L'emploi des fourrages est bénéfique pour la quantité de lait produite, ainsi que pour le taux butyreux et protéiques (Bouichou, 2005). Le tableau suivant donne l'influence de l'alimentation sur la production laitière.

**Tableau 6** : Influence de l'alimentation sur la production laitière.

Ration de base	Production	Taux protéique	Taux butyreux
Légende : Ensilage d'herbe et foin	+++	+	+++
Ensilage de maïs et peu de foin	++	+++	+++
Herbe jeune	+++	+++	+
Concentrés	++	+++	+

(+++ favorable, ++ moyennement favorable, + peu favorable)

Source : Hanzen, 2010.

### **III.3. La traite.**

La fréquence de traite influence très fortement les performances laitières et la composition du lait des vaches.

#### *III.3.1. L'impact de la fréquence de traite sur la production de lait.*

Des études ont montré une corrélation positive entre la hausse de la fréquence des traites et la production laitière quotidienne, ce en fonction du stade de lactation et de la parité de la vache. Pour les primipares, l'augmentation de l'intervalle entre chaque traite se traduit par une chute significative des performances laitières. Pour les vaches multipares, l'impact est nettement plus faible. Ces progressions varient de l'ordre de 20%, de 12 à 15% et de 5 à 25% respectivement pour Wall et McFadden (2008), Atashi (2015) et Zambujo (2015). Toutefois, pour obtenir une production laitière élevée, les vaches n'ont pas besoin d'être traites plusieurs fois par jour pendant toute la lactation, mais seulement au début de la lactation. L'augmentation de la fréquence de traite chez les vaches qui ont récemment vêlé, pendant les 21 premiers jours de lactation, à partir du 4<sup>ème</sup> jour post-partum, augmente la production laitière tout au long de la lactation, même si on revient à 2 ou à 3 traites par jour après cette période (Boujnané et Iav, 2015). Delaval (2011) note des lactations plus prolongées et plus persistantes, et explique l'augmentation de la production par une exposition plus fréquente aux hormones qui stimulent la sécrétion du lait, et un enlèvement plus fréquent d'agents inhibiteurs de cette sécrétion, entraînant une augmentation du nombre et une activité accrue des cellules sécrétrices. Selon Hardin (2015), l'augmentation de la production de lait peut être liée non seulement à l'augmentation de l'activité des cellules mammaires sécrétrices mais aussi aux changements hormonaux. Aussi, dans le cas d'une seule traite, la pression mammaire augmente en raison de l'intervalle prolongé entre les traites entraînant une diminution du débit sanguin vers la glande mammaire ou une diminution de la ventilation des jonctions serrées dont la conséquence est la perte de la fonction de sécrétion des cellules épithéliales mammaires (Knight *et al.*, 1998 ; Delamaire

### III.3.3. Le comptage des cellules somatiques (CCS)

Des études américaines réalisées en 1995 ont montré qu'une augmentation de la fréquence de traite améliore la santé de la mamelle par un abaissement numérique des cellules somatiques et, par conséquent, réduit les taux de mammite. En effet, le CCS augmente lorsque l'intervalle entre deux traites dépasse les 12 heures ; et cela indifféremment de la phase de lactation et la parité des vaches (Groupe Lely, 2013).

### III.4. Le mois de lactation

Au cours de la lactation et en absence de tout facteur limitant la production de lait par la vache, augmente durant les premières semaines suivant la mise-bas, atteint un maximum, puis décroît progressivement jusqu'au tarissement (Masselin *et al.*, 1987) comme le montre la figure ci-après.



Source : Masselin *et al.*, 1987

Figure 1: Courbe théorique de lactation d'une vache laitière.

### III.5. Les autres facteurs.

Les teneurs en matières grasses et protéiques évoluent de façon inverse à la quantité de lait produite. Elles sont maximales au cours des premiers jours de lactation, minimales durant les deuxième ou troisième mois de lactation, et s'accroissent ensuite jusqu'à la fin de la lactation (Coulon *et al.*, 1991). De plus, le taux de MG, de MP, de lactose, de MS et de MM est sensiblement plus élevé pour les traites du soir que celles du matin (Sissao, 2011).

et Guinard-Flament, 2006). Pour le même nombre de traites par jour, la réduction de l'intervalle entre les traites de 11h à 5 a peu d'effet sur la production laitière journalière (-5% environ). Cependant, il y a de fortes fluctuations à l'échelle de chaque traite, selon qu'elle a lieu après un intervalle court ou long (Brocard, 2007).

### III.3.2. *l'impact de la fréquence de traite sur la composition du lait*

L'effet de la fréquence de traite sur la composition du lait est différemment apprécié par de nombreux auteurs. Le passage de deux à trois traites journalières présente des modifications pour la composition du lait et la santé du pis. Selon DePeters *et al.* (1985) et Gisi *et al.* (1986), l'augmentation de la fréquence ne présente aucun effet sur la composition du lait. Par contre, pour Allen *et al.* (1986) et Smith *et al.* (2002), il y a une diminution du pourcentage des matières grasses ; tandis que pour Klei *et al.* (1997) et Dahl *et al.* (2004b), il y aurait une augmentation du pourcentage des matières grasses et de matières protéiques. Le tableau VII ci-après ne montre aucune différence au niveau des taux butyrique et protéique quand on passe d'une à deux traites par jour.

**Tableau VII :** Teneur en matières grasses et en protéines du lait de vache traite une ou deux fois par jour.

	Fréquence de traite	
	I	II
Taux Butyreux (%)	3,98	3,68
Taux protéique (%)	3,34	3,10

**Source :** Pomiès *et al.*, 2003.

Cependant, toutes les recherches ne s'accordent pas sur cet état de fait. Hanzen (2010) trouve que l'intervalle entre deux traites a peu d'influence sur la concentration en protéines du lait de vache. Claveau (2015) n'a pu prouver la thèse de l'influence de la fréquence de traites sur la production et la composition du lait. En effet, il n'a pas trouvé une production laitière moyenne significativement différente entre des vaches traites deux fois et des vaches traites quatre fois ( $31,4 \pm 8,0$  kg contre  $34,0 \pm 7,6$  kg); et les composantes du lait ont également été équivalentes dans les deux groupes avec des moyennes de gras de  $3,9 \pm 0,5$  % contre  $4,0 \pm 0,5$  % et de protéines de  $3,3 \pm 0,2$  %.

L'accroissement du TB à la traite du soir par rapport à celle du matin est le fait de la dilution d'une quantité résiduelle importante de lait (à TB élevés) laissée dans la mamelle après la traite du matin par une faible quantité de lait sécrétée entre les 2 traites de la journée (Rémond *et al.*, 2010).

La saison, essentiellement par l'intermédiaire de la durée du jour, agit aussi bien sur la production que sur la composition du lait. Des travaux ont, en effet montré qu'une durée d'éclaircissement expérimentale longue (15 à 16 heures par jour) augmente la production laitière et parfois diminue la richesse du lait en matières utiles (Coulon *et al.*, 1991).

### **III.6. Les conséquences collatérales et conditions de réussite**

#### **III.6.1. L'apport alimentaire**

L'amélioration de la production laitière observée suite à l'augmentation de la fréquence de traite est imputée à cette stratégie à seulement 1/3. Les 2/3 restants sont la conséquence d'une ingestion élevée d'aliments suite à l'augmentation de la production de lait et donc des besoins de production des vaches (Boujnané *et Iav*, 2015). Certaines expériences montrent qu'une augmentation de production de lait de l'ordre de 10 à 15 % est suivie d'une augmentation de la consommation de fourrages de 3 à 5 % (DeLaval, 2011). Le tableau VIII ci-après montre l'augmentation de l'ingestion de matières sèches (%) et la production de lait (%) en fonction du nombre de traites par jour.

**Tableau VIII** : Augmentation de l'ingestion de matières sèches et la production de lait en fonction du nombre de traites par jour.

	Fréquence de la traite		
	II	III	IV
Rendement en lait	100%	114%	115%
Ingestion de matière sèche	100%	103%	104%

**Source** : DeLaval, 2011.

#### **III.6.2. La main d'œuvre**

Traire les vaches plusieurs fois par jour nécessite une organisation du travail plus exigeante (traite et distribution d'aliments). Des expériences récentes ont montré que les vaches traites 3 fois par jour nécessitent 50% de travail de plus que celles traites 2 fois par jour (Boujnané *et Iav*, 2015).

### ***III.7. La santé***

Malgré les importants résultats enregistrés dans le domaine de la santé animale, les maladies animales continuent d'être une contrainte non négligeable pour la productivité du cheptel et le développement de l'élevage au Burkina Faso (MRA, 2010).

En 1997, l'évaluation du programme sectoriel d'appui à l'élevage a souligné que la couverture sanitaire du cheptel burkinabé est insuffisante. Pour l'année 2008, la couverture vaccinale a été de 21,46% (MRA, 2008). Lakoueténé (1999), cité par Millogo(2004), dénombre dans la zone de Bobo-Dioulasso, plus d'une dizaine de maladies dans le troupeau laitier périurbain. Au nombre de ces maladies, les affections mammaires représentent 55%, la trypanosomose 4%, la fièvre aphteuse 3% et la pasteurellose 2%.

## **Deuxième partie : étude expérimentale**



## Chapitre I : Matériel et méthodes.

### I. Le matériel.

#### I.1. Le site de l'étude.

##### I.1.1. La situation géographique de la zone d'étude.

L'expérience a été réalisée dans le village de Kimidougou. Kimidougou est situé dans la province du Houet à environ 20 km au Nord-Est de la ville de Bobo-Dioulasso, chef lieu de la province et deuxième ville du Burkina Faso, à 3 km de l'axe routier Bobo-Dédougou. Les coordonnées géographiques du village sont : 11°18'0" Nord et 4°13'60" Ouest (getamap.net). Le choix de Kimidougou a été motivé par la disponibilité d'un nombre suffisant d'animaux en conditions réelles d'élevage pour l'expérience, soutenu par la bonne collaboration de notre équipe de recherche avec les éleveurs de ce village. Aussi, la proximité de Kimidougou à Bobo-Dioulasso où se trouve le laboratoire d'analyse du lait, sans être très déterminant, a tout de même influencé le choix de ce village.

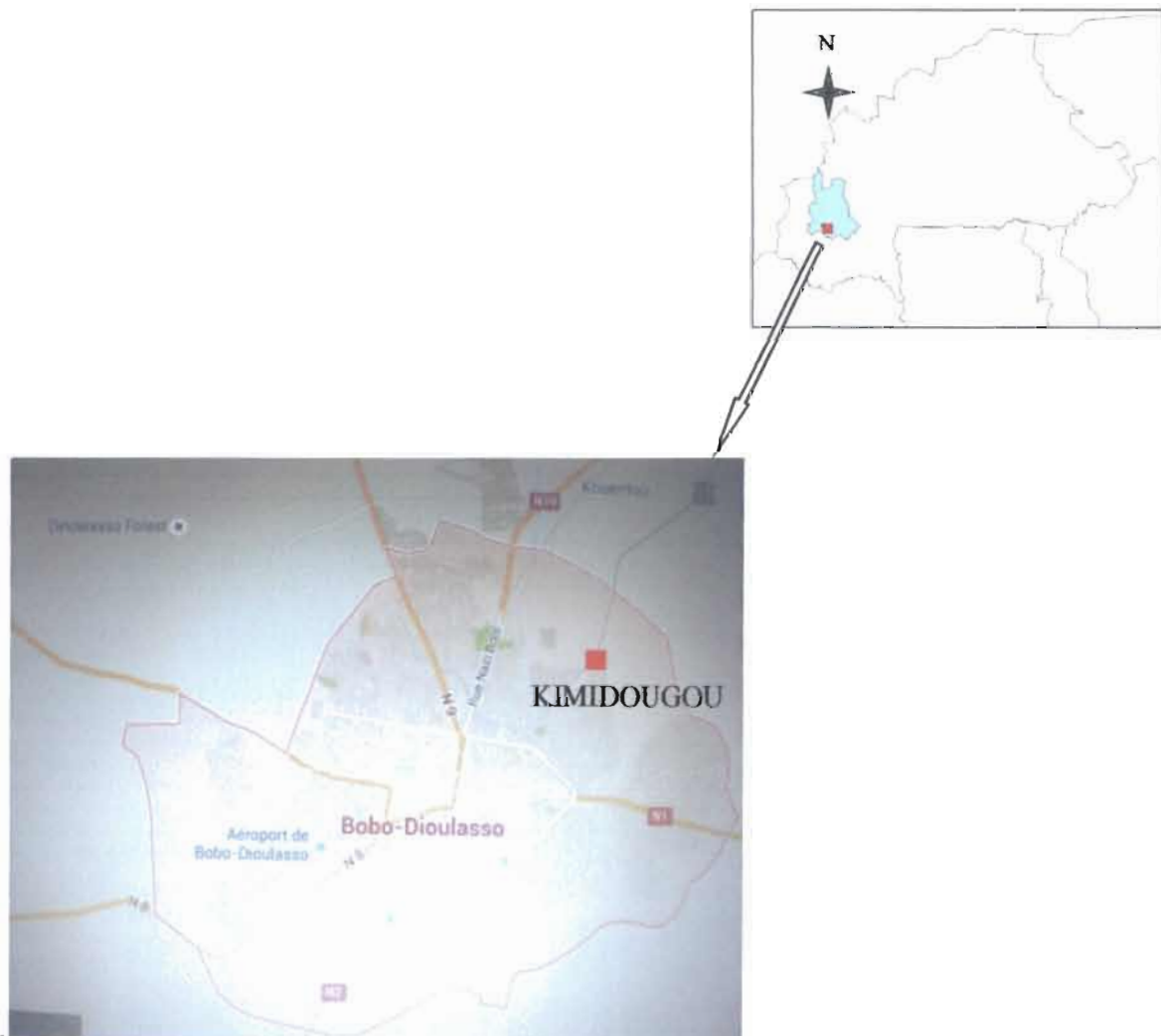


Figure 2 : Localisation de Kimidougou dans la commune de Bobo-Dioulasso.

### I.1.2. Les caractéristiques climatiques.

Kimidougou présente les mêmes caractéristiques climatiques que la ville de Bobo-Dioulasso, chef lieu de la commune, de la province et de la région dont il relève.

#### I.1.2.1. Les températures.

A l'instar de l'ensemble de la zone subhumide de l'Ouest du Burkina Faso, la zone de Bobo-Dioulasso enregistre des températures moyennes annuelles variant entre 27 et 28°C. Wellens et Compaoré (2002), dans le premier rapport technique du projet de gestion des ressources en eau dans l'agriculture (GE-eau), trouvent une température moyenne annuelle de 26,9 °C à Bobo-Dioulasso avec une amplitude thermique annuelle moyenne de 5 °C. Les écarts diurnes variant entre 8 et 14°C. La figure 2 ci-après donne la variation des températures minimales et maximales de Bobo-Dioulasso, au cours de l'année.

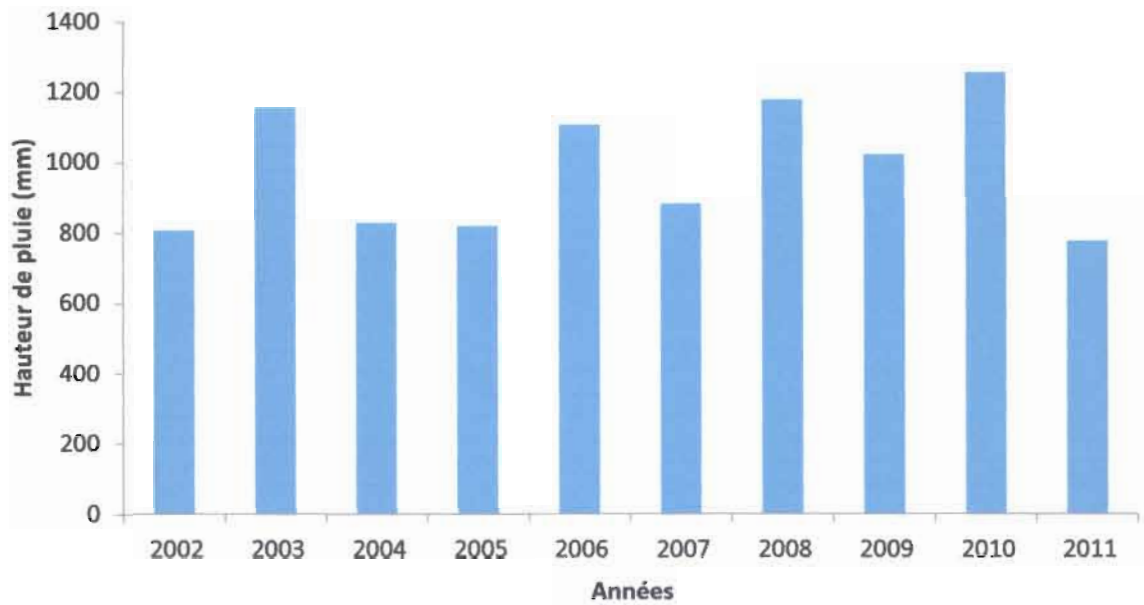


Source : Météo France (2015).

Figure 3 : Courbes de variation annuelle des températures à Bobo-Dioulasso.

#### I.1.2.2. La pluviométrie.

Traoré (2000), dans la monographie de la province du Houet, identifie le climat de Kimidougou au type Sud Soudanien qui se caractérise par une longue saison sèche (octobre à avril) et une saison pluvieuse d'une durée d'environ 5 mois (mai à septembre). La saison sèche se compose d'une période froide (novembre à janvier) et d'une période chaude (février à avril). Les pluies sont relativement abondantes mais inégalement réparties dans le temps. Il tombe annuellement environ 1100 mm d'eau (Guinko, 1989). La Figure 3 ci-après présente les niveaux d'eau tombée dans la zone de Kimidougou de 2002 à 2011.



**Source :** Service météorologique de Bobo.

**Figure 4 :** Données pluviométriques de la ville de Bobo-Dioulasso

#### I.1.2.3. La végétation et l'hydrographie.

La carte de localisation de la réserve de biosphère de la marre aux hippopotames, du projet de valorisation des produits forestiers entrant dans l'alimentation des populations, exécuté en 2004 et 2005, présente la zone de Kimidougou traversée à l'Est par le Wé et à l'Ouest par le Niamé, tous deux affluents du Kou ou Baoulé, lui-même affluent du Mouhoun.

La végétation est le reflet des conditions climatiques nettement moins arides qui caractérisent le secteur sud soudanien : c'est le secteur des savanes qualitatives variées en taille, en densité et dans la nature des espèces floristiques (Fontès et Guinko, 1995). Toutefois, on note de plus en plus une dégradation de l'environnement due à l'action anthropique.

#### I.1.2.4. Les sols

Selon une étude du BUNASOLS (1985), les sols de la zone de Kimidougou sont classés comme sols ferrallitiques faiblement désaturés, remaniés modaux. Ils sont caractérisés par une texture sablo-limoneuse en surface et limono-argilo-sableuse en profondeur, avec un faible contenu en carbone organique et en azote total.

### ***1.3. Les animaux d'expérience***

L'étude a porté sur des vaches zébus peulh à différents stades de lactation. Le choix de cette race a été motivé par son importance numérique dans les élevages en condition réelles au Burkina Faso. Sur la base de l'enquête nationale sur les effectifs du cheptel réalisée en 1989, le cheptel bovin national, essentiellement constitué de zébu peulh, était estimé en l'an 2000 à 4 798 221 bovins (Kagoné, 2001) et 8 398 499 bovins en 2010 (FAO, 2012). La vache zébu peulh peut produire 7 à 8 litres de lait par jour dans des conditions d'alimentation améliorée et de suivi sanitaire conséquent (MRA, 1997).

### ***1.4. L'alimentation.***

#### ***1.4.1. Les concentrés.***

Tous les matins, du concentré alimentaire, composé de tourteau de coton et de son de maïs, a été distribué aux animaux de l'expérience avant leur conduite au pâturage. La quantité de concentré distribuée a été fonction du nombre de traite par jour. Les tableaux ci-après donnent l'apport nutritionnel de la complémentation en fonction de la fréquence de traite.

**Tableau IX:** L'apport nutritionnel de la complémentation en fonction de la fréquence de traite.

<b>Nutriments (g)</b>	<b>Nombre de traites par jour</b>		
	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>
MS	1161	2323	2323
MM	174	348	348
MO	1076	2151	2151
N	64	127	127
MAT	397	794	794
NDF	393	786	786
ADF	104	207	207

MS : Matière sèche ; MM : Matière Minérale ; MO : Matière Organique ; N : Azote ; MAT : Matière Azotée Totale ; ADF : Acid Detergent Fiber ; NDF : Neutral Detergent Fiber

*Les données de ce tableau ont été obtenues à partir des valeurs bromatologiques et de la composition minéralogique des ingrédients alimentaires distribués en complémentation, et indiquées par les tableaux XI et XII des annexes du document.*

#### *1.4.2. Le pâturage.*

Les animaux ont été conduits au pâturage pendant la journée. Les tableaux XIII et XIV des annexes donnent les valeurs bromatologiques et la composition en sels divers du pâturage de la région de Bobo-Dioulasso de juillet à mars.

#### *1.5. L'habitat*

L'habitat des vaches destinées à l'expérimentation a été conforme à l'habitat des élevages extensifs au Burkina Faso. Couramment appelé enclos, cet habitat est très rudimentaire. Il est construit à partir de branches d'arbres et d'arbustes prélevées sur le site. Par souci de propreté de l'habitat, l'enclos a été régulièrement déplacé pour éviter son humification et le dépôt très important des déjections.

#### *1.6. Le matériel de distribution de l'aliment concentré*

L'aliment concentré a été pesé et distribué aux animaux dans des grands plats en plastique. La pesée a été faite à l'aide d'une balance mécanique de portée 25 kg et de précision 100g.

#### *1.7. Le matériel de prélèvement du lait*

Le matériel de prélèvement du lait comprenait :

- des mini-seaux en plastique ;
- des béciers en plastique ;
- des aliquotes de 30 ml ;
- du ruban adhésif ;
- des marqueurs indélébiles ;
- une glacière contenant de la glace pour la conservation et le transport des échantillons.

#### *1.8. Le matériel d'analyse du lait*

Une machine d'analyse du lait non pasteurisé (Farm Milk Analyzer ou FMA) a permis de déterminer au laboratoire les taux de matières grasses, de matières protéiques, de lactose, de matières sèches et de matières minérales par la méthode infrarouge.

Un bain-marie a permis de porter la température des échantillons à quarante degrés Celsius, température idéale pour l'analyse du lait par la FMA.

Les solutions chimiques utilisées pour l'analyse ont été « checking and cleaning solutions ». Des seringues et des béciers ont également été utilisés pour l'injection du lait dans la machine et le recueil de ce lait à sa sortie de l'appareil.

### ***1.9. Le coût additionnel par vache***

Les prix sur le marché local des concentrés utilisés pour la complémentation alimentaire nous ont permis de dresser un tableau de coût additionnel d'entretien par vache, selon qu'elle est traitée une, deux ou trois fois par jour. Le tableau ci-après nous donne le coût additionnel d'entretien par vache en fonction du traitement.

**Tableau X** : Coût additionnel d'entretien par vache

Lots	A	B	C
Nombre de traites par jour	I	II	III
Coût (en F CFA)	155	310	310

*Le calcul du coût additionnel d'entretien par vache n'a pas pris en compte la main d'œuvre c'est-à-dire le travail supplémentaire occasionné par la distribution du complément alimentaire et les traites supplémentaires.*

## **II. Les méthodes**

### ***II.1. L'identification des vaches***

Vingt-quatre vaches allaitantes ou gestantes du zébu peulh de 5 à 10 ans ont été sélectionnées chez quatre éleveurs différents du village de Kimidougou. Les gestantes devront être au moins à sept mois et demi de gestation. Le nombre de lactation des vaches allait de 1 à 5.

Pour le besoin de l'étude, les vaches ont été numérotées et réparties au hasard en trois lots de huit. Toutefois, la répartition a été faite en tenant compte du nombre de lactations qui, sans être le seul, est un facteur très important dans la production de lait. En effet, nous avons choisi de former des lots composés de vaches des différents nombres de lactation. Chaque lot étant soumis à l'un des traitements ci-dessus décrits, dans l'alimentation.

### ***II.2. Le suivi sanitaire.***

Pour permettre aux vaches d'exprimer le maximum de leur performance laitière, elles ont été régulièrement suivies et ont bénéficié des soins suivants :

- un déparasitage interne au *Bolumisole M3* deux jours après le début de l'expérience ;
- un déparasitage externe au *Topline (Pour-on)* ou au *Vectocid* une fois par mois pendant la durée de l'expérience.
- une injection de trypanocide (*Trypanidium-Samorin*) au début de l'expérience ;

- une injection d'antibiotique (*oxytétracycline 20% ou oxycline*) au début de l'expérience ;
- une injection d'anti-stress (*Vitajec*) au regroupement des animaux.

### ***II.3. La distribution des aliments***

Chaque matin, pendant cinq mois, les aliments concentrés (tableau 9) ont été pesés et distribués avant la conduite des animaux au pâturage.

En vue de stimuler le retour du pâturage des vaches qui sont traites trois fois par jour pour la traite de midi, leur ration journalière de complément alimentaire a été répartie en deux, et distribuée le matin et à midi. A l'ensemble des vaches, du sel en poudre a été régulièrement fourni et l'eau distribuée à volonté.

Une période d'adaptation de quinze (15) jours a précédé le début des prélèvements.

### ***II.4. La traite, le prélèvement et la mesure du lait.***

#### ***II.4.1. La traite.***

Après la phase d'adaptation, les vaches ont été traites manuellement tous les jours selon le protocole de recherche. Le lot "A" a été traité seulement le matin, le lot "B" le matin et le soir et le lot "C" le matin, à midi et le soir. Les veaux ont été utilisés pour stimuler l'éjection du lait.

#### ***II.4.2. Le prélèvement.***

Une fois par semaine, des prélèvements de lait ont été faits après les traites de la journée. Le lait a toujours été homogénéisé par agitation et prélevé dans un flacon en plastique de 30 cl. L'ensemble a été déposé dans une glacière contenant de la glace. Des étiquettes portant les numéros des différentes vaches en étude ont été portées à l'avance sur les flacons.

### ***II.5. La mesure du lait.***

L'évaluation de la quantité de lait par vache et par jour a été faite les jours de prélèvement. Après chaque traite, la quantité de lait par vache a été mesurée à l'aide d'un bécher gradué. Cette estimation n'a pas tenu compte du lait consommé par le veau.

## **III. L'analyse de laboratoire.**

### ***III.1. L'analyse des aliments***

Le tourteau de coton et le son de maïs utilisés en complément alimentaire pendant l'expérimentation, et les pâturages de la région de Bobo-Dioulasso ont été analysés par Ira

(2015). Les valeurs bromatologiques et la composition en sels divers obtenues ont été consignées dans les tableaux X à XIII des annexes du document.

### ***III.2. L'analyse du lait***

Les analyses de laboratoire du lait ont consisté à déterminer les taux de matières grasses, de matières protéiques, de lactose, de matières sèches et de matières minérales. Ces paramètres ont été déterminés grâce à la Farm Milk Analyzer (FMA).

## **IV. Les analyses statistiques**

Les analyses statistiques ont été faites au moyen du logiciel R version 3.1.1. Le modèle utilisé était la procédure d'analyse de variance (ANOVA) à travers le modèle linéaire. Les statistiques descriptives ont concerné les moyennes des taux de matières grasses (MG), de matières protéiques (MP), de lactose, de matières sèches (MS) et de matières minérales (MM). Les tests de significativité ont été effectués selon le test de Student-Newman-Keul et les différences étaient considérées comme significatives au seuil de probabilité  $P < 0,05$ . Les illustrations graphiques ont été faites à l'aide du logiciel Microsoft Office Excel 2007.



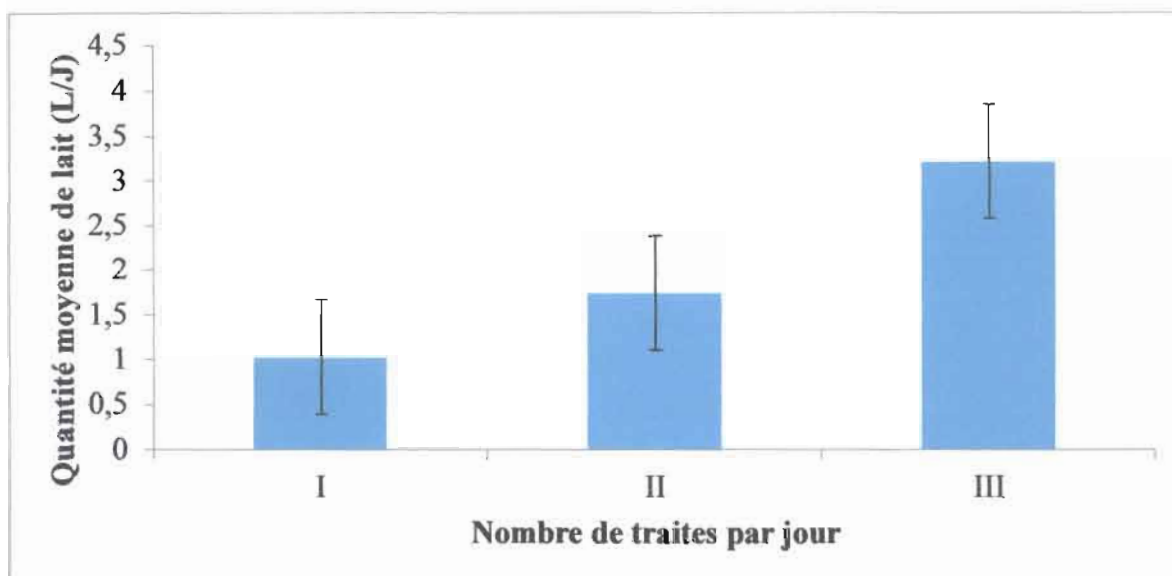
## Chapitre II : Résultats et Discussion

### I- Les Résultats.

Au cours de l'essai, une mortalité attribuable à une acidose a été enregistrée, conduisant à un réajustement des quantités de concentré distribué. Ainsi, pendant les 48 premiers jours (du 6 août au 23 septembre 2015) les animaux du lot C ont été nourris avec une ration de complémentation composée de 2,25 kg de tourteau de coton et 1,5 kg de son de maïs. Ces quantités ont été réajustées en 1,5 kg de tourteau de coton et 1 kg de son.

#### *1.1. Les effets des traitements sur la production quantitative de lait.*

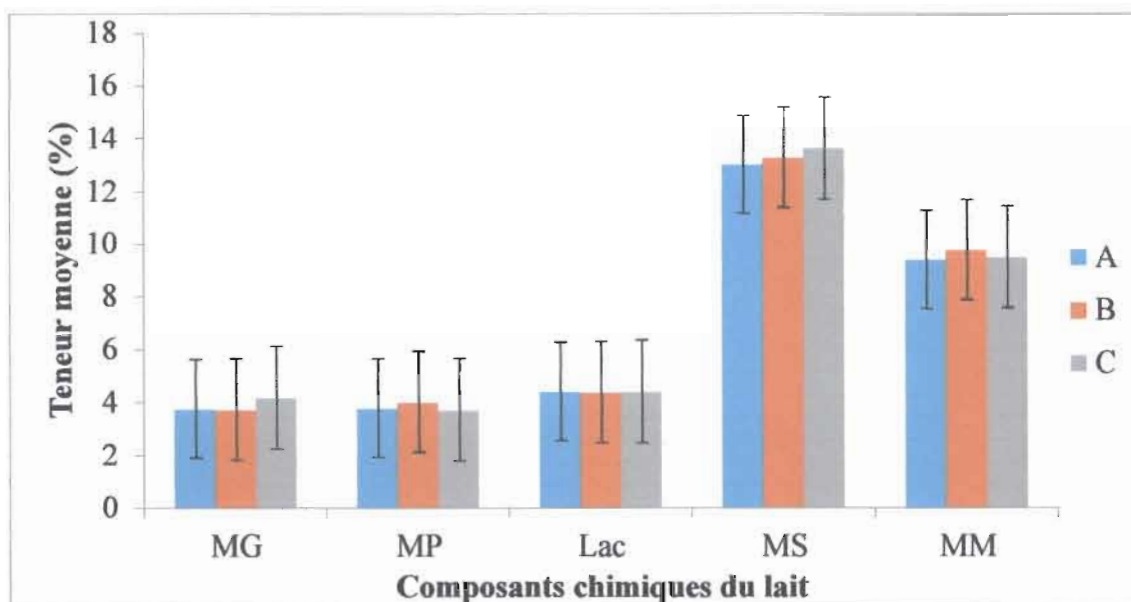
L'effet des traitements sur la production quantitative du lait est notable. Les quantités moyennes journalières de lait par vache augmentent significativement ( $P < 0,05$ ) avec l'alimentation et la fréquence des traites comme le montre la figure ci-après.



**Figure 5:** Quantité moyenne de lait produite en L/J et par vache en fonction du nombre de traite par jour.

#### *1.2. Les effets des traitements sur les paramètres chimiques du lait.*

De manière générale, les traitements ont eu un faible effet sur la composition chimique moyenne du lait récolté au cours de l'expérience (Figure 6). Le test de significativité de Student-Neman-Keul a montré que les seuls effets notables ( $P < 0,05$ ) des traitements sur la composition chimique du lait se sont situés entre les lots B et C (deux et trois traites par jour) pour les matières butyriques et protéiques. Aussi, la teneur de la matière minérale est-elle significativement plus élevée dans le lot B que dans les deux autres lots ( $P < 0,05$ ). Ces différentes observations sont perçues dans la figure ci-après.

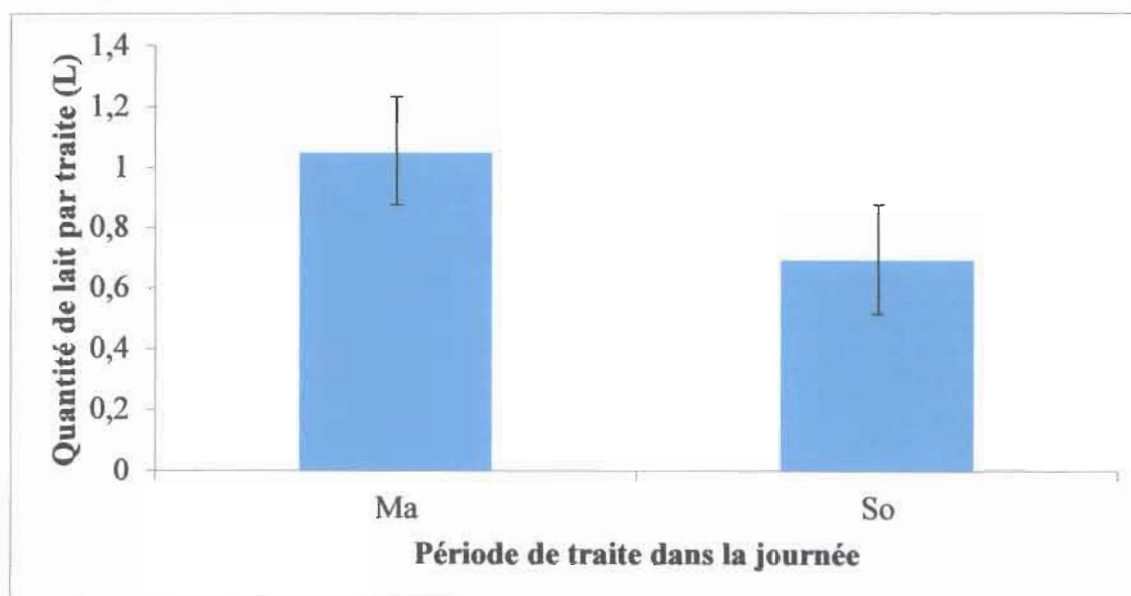


*MG : Matières Grasses ; MP : Matières Protéiques ; Lac : Lactose ; MS : Matières sèches ; MM : Matières Minérales.*

**Figure 6 :** Histogramme de la teneur moyenne des composants chimiques du lait par lot

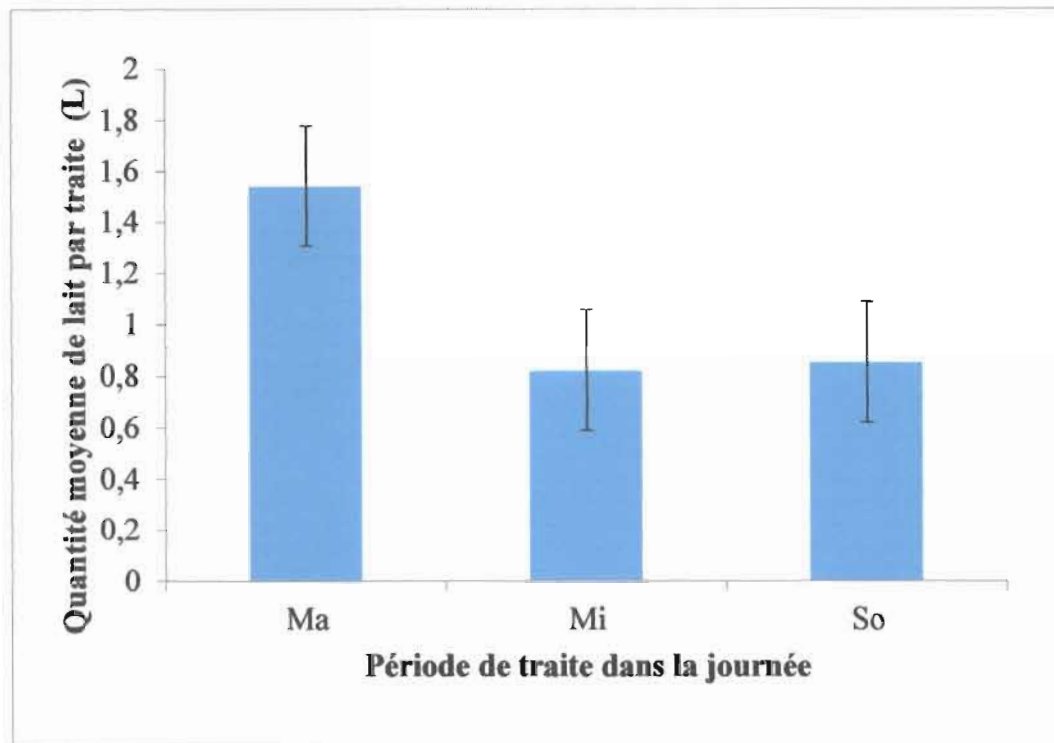
### ***1.3. La variation de la quantité de lait produite en fonction de la période de traite de la journée.***

Les Figures 7a et 7b ci-après montrent que les vaches produisent plus de lait le matin que le soir ( $P < 0,05$ ). Mais les quantités produites à midi et le soir s'équivalent (Figure 7b).



*Ma : Matin ; So : Soir*

**Figure 7a :** Variation de la production de lait du lot Ben fonction de la période de traite de la journée.



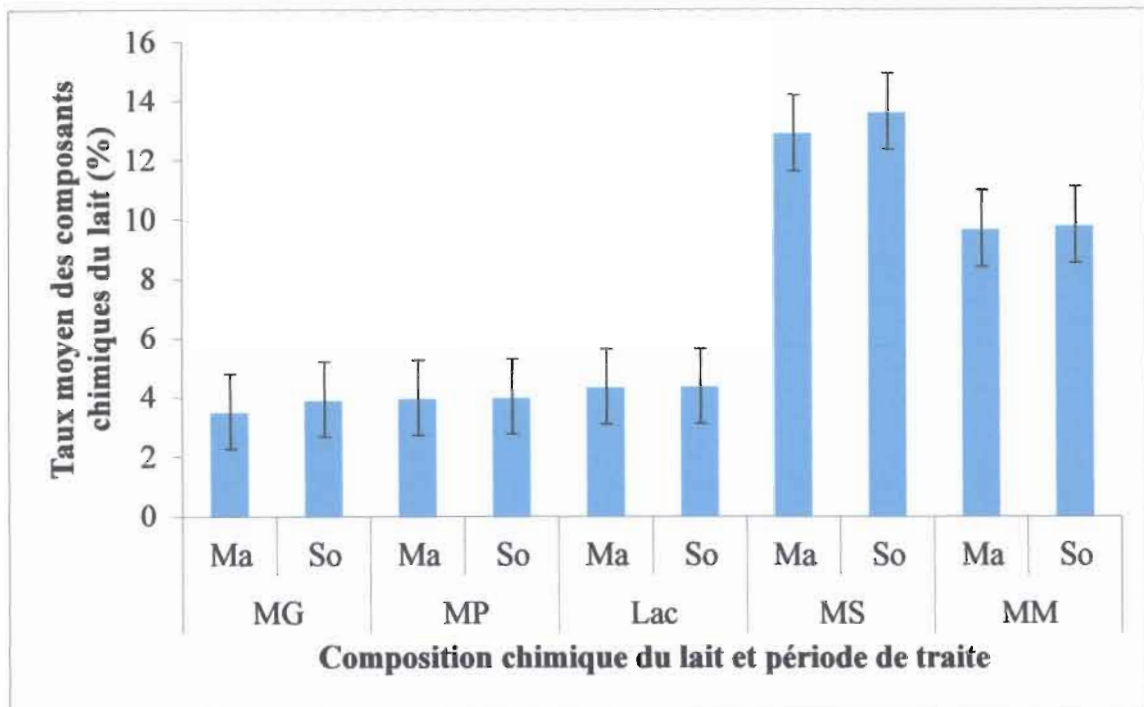
*Ma : Matin ; Mi : Midi ; So : Soir*

**Figure 7b** : Variation de la production moyenne de lait du lot C en fonction de la période de traite de la journée.

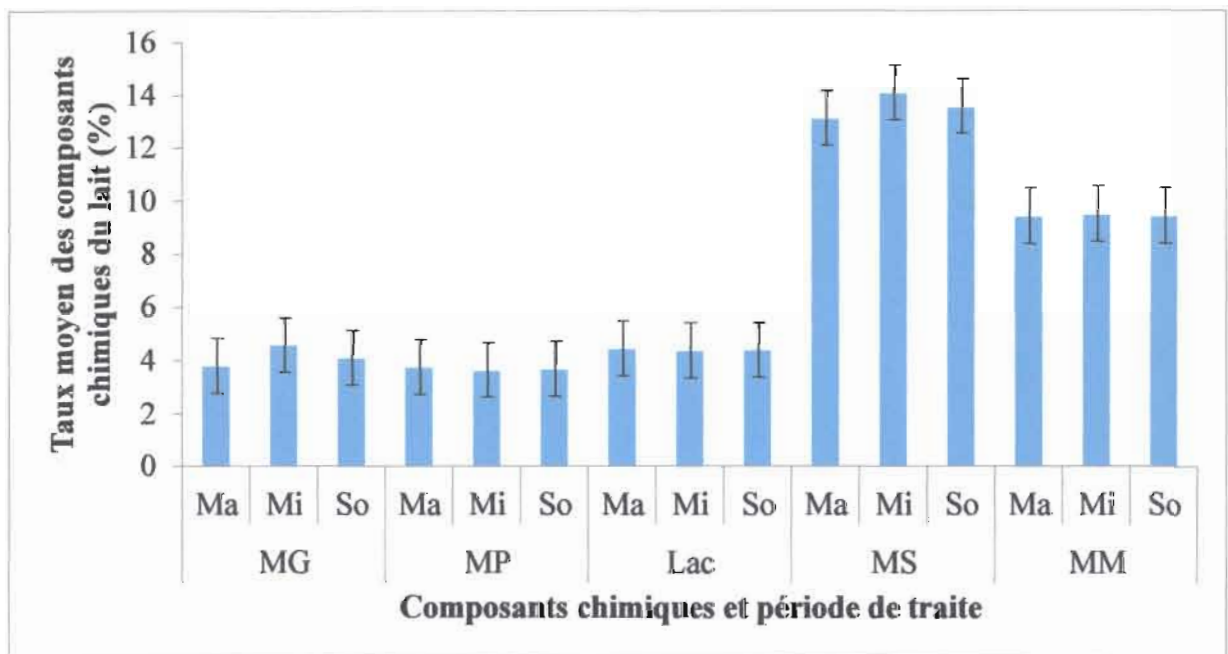
#### ***1.4. La variation de la composition chimique du lait en fonction de la période de traite dans la journée.***

Les effets notables ( $P < 0,05$ ) de la période de traite de la journée sur la composition chimique du lait s'observe uniquement au niveau des matières sèches et butyriques pour le lot B (Tableau 4a). Pour le lot C, les taux observés à midi sont plus élevés que ceux du soir, qui à leur tour sont plus élevés que ceux du matin ( $P < 0,05$ ) au niveau des matières sèches et butyriques (Tableau 4b). Les taux de ces deux composants chimiques évoluent inversement proportionnels à la quantité de lait produite.

Nous avons également observé une différence au niveau des matières protéiques et du lactose. En effet, à ce niveau, les taux observés le matin sont significativement plus élevés que ceux du soir et de midi dans tous les lots. (Figure 8b).



**Figure 8a** : Variation de la composition chimique du lait du lot B en fonction de la période de traite de la journée.



**Figure 8b** : Variation de la composition chimique du lait du lot C en fonction de la période de traite de la journée.

### ***1.5. L'effet du mois de lactation sur la production quantitative du lait.***

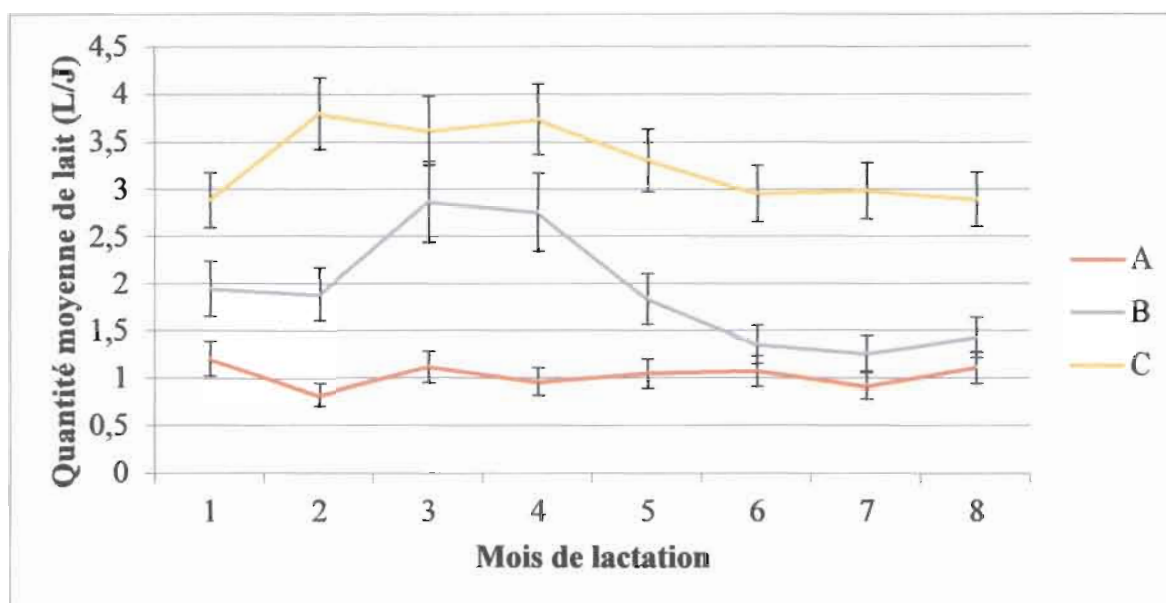
L'évolution de la production quantitative de lait représentée par la Figure 9 montre que le mois de lactation a un effet sur la production. Les lots ont atteint leur pic de lactation à des mois différents. Les vaches des lots A, C et B ont respectivement produit la plus grande

quantité de lait au premier, au deuxième et au troisième mois de lactation. Ces productions ont été évaluées à une moyenne de  $1,2 \pm 0,34$  litre pour la vache du lot A,  $2,86 \pm 0,41$  litres pour la vache du lot B et  $3,79 \pm 0,39$  litres pour la vache du lot C.

Dans le lot A, la production moyenne journalière est restée quasi stationnaire pendant toute la lactation.

Dans le lot B, la quantité moyenne journalière de lait produite n'a varié qu'après le deuxième mois. Entre le deuxième et le troisième mois, elle a évolué de façon spectaculaire jusqu'au pic de lactation puis amorcé une chute après le troisième mois. Cette chute a été très remarquable entre le quatrième et le sixième mois, allant de 2,75 litres à 1,35 litre de lait.

Dans le lot C, la production journalière par vache est restée presque constante pendant 2 mois après le pic de lactation. C'est seulement à la fin du quatrième mois que la chute de la production a été sensible.

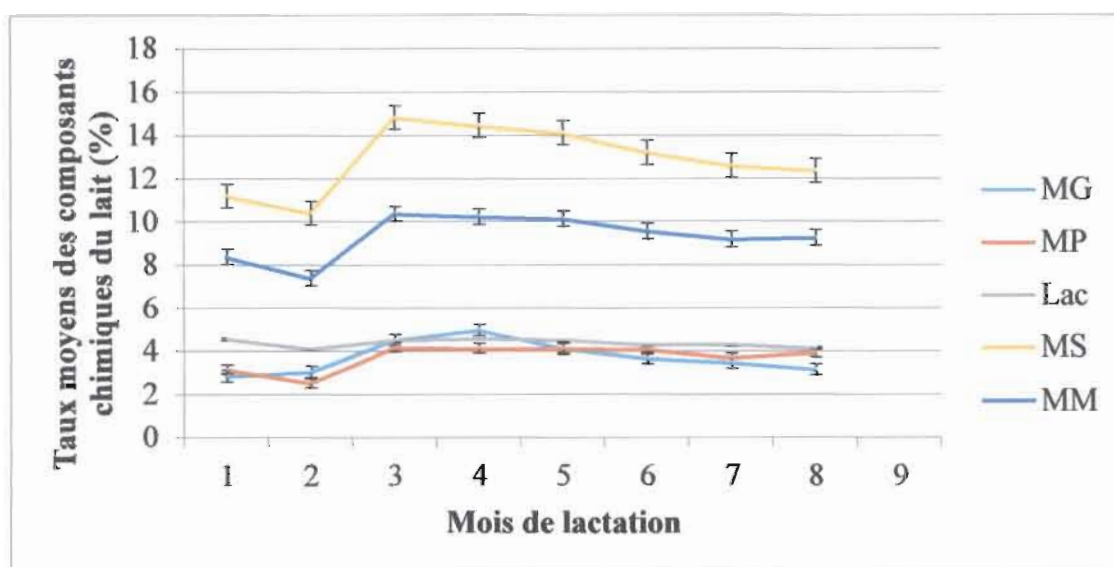


**Figure 9** : Courbes de variation de la quantité de lait par lot en fonction de la lactation.

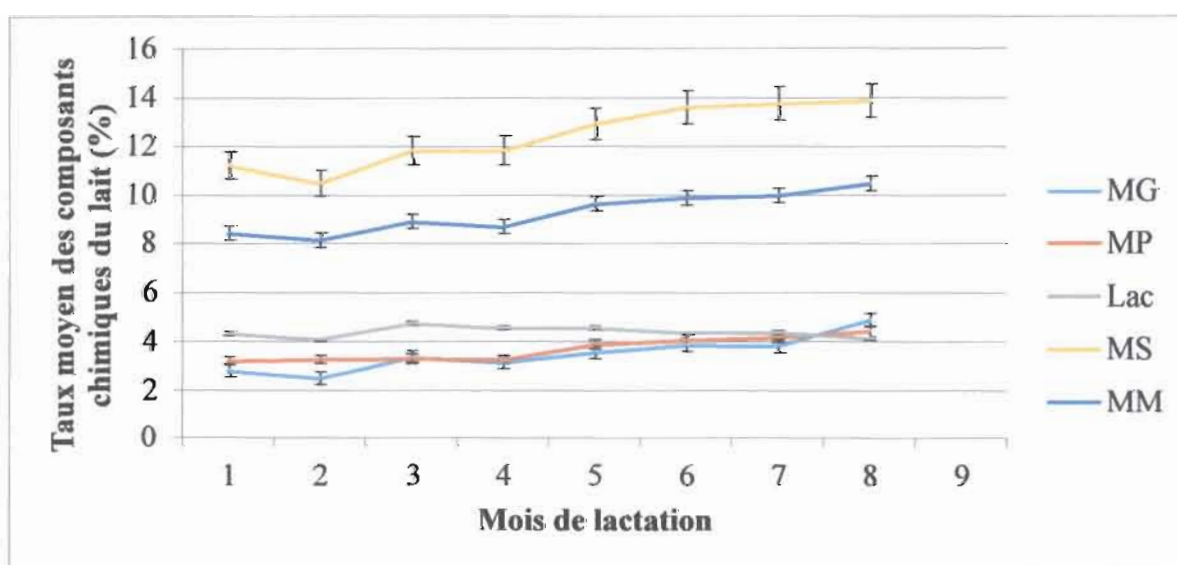
#### ***1.6. L'effet du mois de lactation sur la composition chimique du lait.***

La figure 10 séquencée en 10a, 10b et 10c présente l'évolution de la composition chimique du lait des différents lots au cours des mois de lactation. De manière générale, les différents taux observés s'inscrivent dans la plage de lait de bonne qualité. Le taux de lactose du lait est resté très peu sensible au mois de lactation dans tous les lots. La teneur des composants chimiques mesurés du lait, excepté le lactose, a légèrement augmenté pendant la lactation dans les lots B et C. Mais cette augmentation a été très peu sensible d'un mois à l'autre ( $P > 0,05$ ).

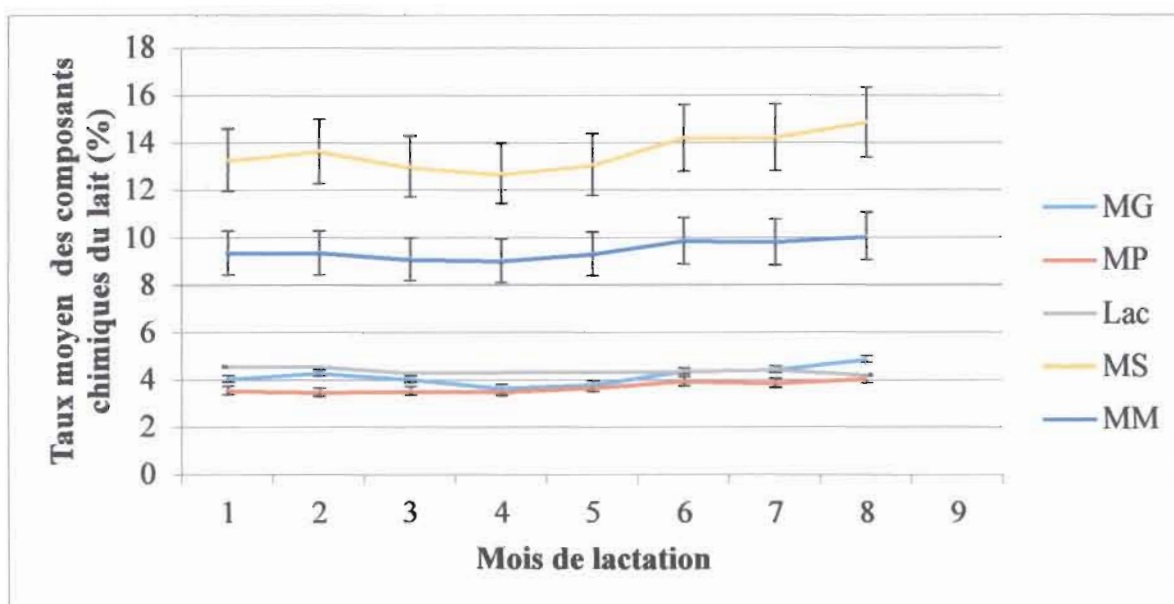
Dans le lot A, on a observé un triple mouvement de la teneur des matières butyriques, protéiques, sèches et minérales du lait au cours de la lactation. Les taux de ces différents composants ont chuté au deuxième mois puis augmenté au cours du troisième mois avant de décroître durant le reste de la lactation. L'augmentation de la teneur des matières sèches et minérales au cours du troisième mois a été très considérable dans le lot A ( $P < 0,05$ ), passant du minimum au maximum. Les teneurs des composants chimiques ont été les plus basses au second mois de lactation et les plus hautes au troisième. Ces variations sont matérialisées par les figures ci-après.



**Figure 10a :** Courbe de la composition chimique moyenne du lait du lot A au cours de la lactation.



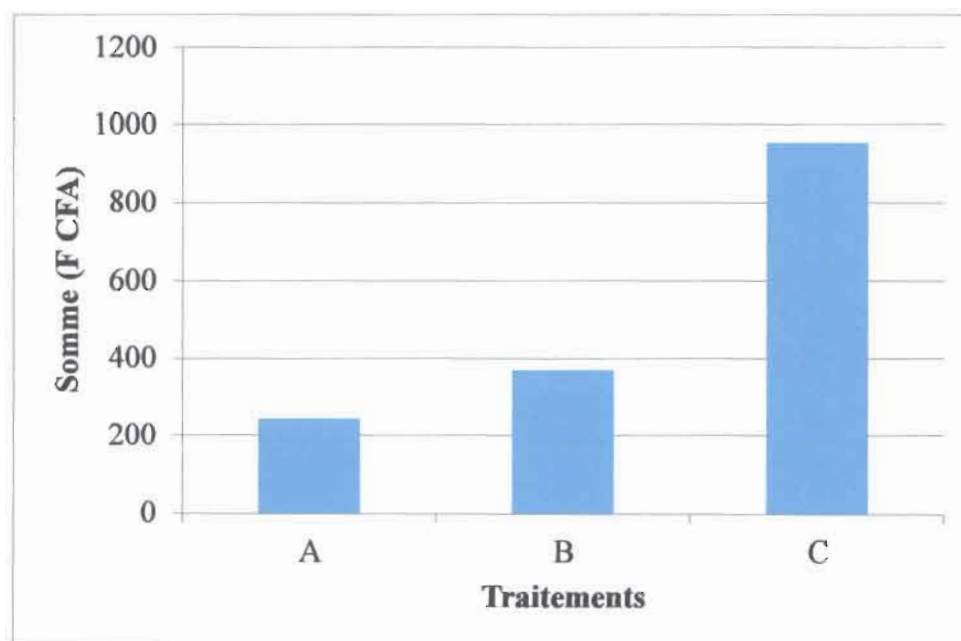
**Figure 10b :** Courbe de la composition chimique du lait du lot B en fonction de la période de lactation.



**Figure 10c** : Courbe de la composition chimique moyenne du lait du lot C en fonction de la période de lactation.

### 1.7. La marge bénéficiaire par vache et par traitement.

La marge bénéficiaire est obtenue en faisant la différence entre la valeur de la production moyenne journalière et les coûts de production journalière, excepté la main d'œuvre. Les vaches du lot C rapportent quotidiennement 2,58 fois plus que celles du lot B, et 3,89 plus que celles du lot A (Figure 11).



**Figure 11** : Histogramme comparatif de la marge bénéficiaire par vache selon le traitement.

## II. La discussion

### II.1. Les effets des traitements sur la production quantitative de lait.

La vache du zébu peulh présente une faible production laitière (Lakoueténé, 1999). Cependant, sa productivité peut être améliorée dans de meilleures conditions environnementales et de système d'élevage. Ces assertions illustrent parfaitement les travaux de Wheeler (1996), quand il aboutit à la conclusion que l'alimentation a un rôle déterminant dans la production quantitative du lait. De ce fait, améliorer l'alimentation (quantité et qualité) des vaches est la clé d'une production efficace et abondante de lait. La production de lait augmente avec une complémentation alimentaire (Millogo, 2010), car les animaux mobilisent l'excédent nutritionnel sur les besoins d'entretien pour la production. Cependant, d'après Millogo (2010), il est important de garder à l'esprit qu'une complémentation sans une traite efficace ne peut conduire à une production de lait significativement plus élevée.

Le paramètre alimentation est très important dans la production laitière. Toutefois, il n'est pas suffisant pour exprimer pleinement les aptitudes laitières de la vache. La différence de production des lots B et C pourrait s'expliquer par la différence du nombre de traites dans la journée. La production de lait augmente avec le nombre élevé de traites (Soberonet *al.*, 2011 ; Wall et McFadden, 2008 ; Zambujo, 2015) de l'ordre de 20%, de 12 à 15% et de 5 à 25% respectivement pour Wall et McFadden (2008), Atashi (2015) et Zambujo (2015).

L'augmentation de la production avec la fréquence de traite vient d'une part, du fait que le pis peut se remplir à pleine capacité entre les traites, ainsi plus on augmente la fréquence de traite, plus la citerne mammaire a de possibilité de se remplir à chaque intervalle ; et d'autre part par une augmentation du nombre de cellules épithéliales mammaires et/ou de l'activité de sécrétion de ces cellules (Capuco *et al.*, 2006 ; McFadden et Wall, 2010 ). Stelwagen (2001) suggère que la réponse immédiate de l'augmentation de la fréquence de traite par une augmentation de la quantité de lait produite peut être due à une augmentation de l'activité de sécrétion des cellules mammaires ; tandis que la réponse à long terme peut être le résultat de l'augmentation du nombre des cellules de sécrétion. Selon Hardin (2015), l'augmentation de la production de lait peut être liée non seulement à l'augmentation de l'activité des cellules mammaires sécrétrices mais aussi aux changements hormonaux. Aussi, dans le cas d'une seule traite, la pression mammaire augmente en raison de l'intervalle prolongé entre les traites entraînant une diminution du débit sanguin vers la glande mammaire ou une diminution de la ventilation des jonctions



serrées dont la conséquence est la perte de la fonction de sécrétion des cellules épithéliales mammaires (Knight *et al.*, 1998 ; Delamaire et Guinard-Flament, 2006).

Si le nombre de cellules sécrétrices actives dans la glande mammaire détermine la production de lait, la vitesse de sécrétion du lait influence aussi le rendement. La vitesse de sécrétion du lait est fortement sous la dépendance de l'état d'énergie de la vache (Taylor, 2012).

## ***1.2. Les effets des traitements sur les paramètres chimiques du lait.***

### ***1.2.1. Influence des traitements sur la teneur en MB et MP du lait.***

La qualité nutritionnelle et industrielle du lait repose essentiellement sur sa composition chimique, notamment sa teneur en matières butyriques et protéiques. Les taux de MG et de MP sont une caractéristique importante du lait. Ils conditionnent sa valeur marchande (Courtet Leymarios, 2010) car la fabrication des produits dérivés du lait tels que les fromages et le beurre en dépend très fortement.

Les teneurs moyennes des composants butyriques et protéiques du lait produit au cours de l'expérience sont similaires à celles admises par Lanet (2005) et Courtet Leymarios (2010) dans tous les lots, mais différent sensiblement des résultats de Millogo (2010). Millogo (2010) a obtenu un TB plus élevé et un TP plus faible que nos résultats. Cette différence peut s'expliquer par la conduite des élevages. En effet, Millogo (2010) a travaillé sur des animaux en stabulation nourris par des rations différentes des nôtres.

Les différences de taux de MP observées entre les lots s'expliqueraient par l'effet conjugué de l'alimentation et de la fréquence de traites. La teneur protéique du lait régresse avec l'augmentation du nombre de traites sous une dépendance de l'alimentation. Une sous-alimentation totale ou protéique provoque une chute du TP en plus d'une chute de la production laitière (Lanet, 2005). Le TB est tout autre et n'est pas formellement justifié par les traitements. Ce taux peut, certes, varier sous l'effet de nombreux facteurs d'origine alimentaire. Cependant, dans certaines situations, ces variations restent difficiles à expliquer (Chassaing *et al.*, 1994).

L'effet de la fréquence de traite sur la composition du lait est différemment apprécié par de nombreux auteurs. Le passage de deux à trois traites journalières présente des modifications pour la composition du lait et la santé du pis. Selon DePeters *et al.* (1985) et Gisi *et al.* (1986), l'augmentation de la fréquence ne présente aucun effet sur la composition du lait. Par contre, pour Allen *et al.* (1986) et Smith *et al.* (2002), il y a une diminution du pourcentage de matière grasse ; tandis que pour Klei *et al.* (1997) et Dahl *et*

*al.* (2004b), il y aurait une augmentation du pourcentage de matière grasse et de matières protéiques. Pour ce qui est du TB nos résultats sont en accord avec ceux de Klei *et al.* (1997) et Dahl *et al.* (2004b) et pour ce qui est du TP, ils rejoignent ceux d'Allen *et al.* (1986) et de Smith *et al.* (2002).

### ***1.2.2. L'influence des traitements sur la teneur en MS et MM du lait.***

Les teneurs moyennes en MS et MM du lait récolté pendant l'expérience sont de loin supérieures aux valeurs minimales admises par la FAO (1985). L'eau représentant environ 81 à 87% du volume du lait, les autres éléments constituent la matière sèche totale ou extrait sec. Par conséquent, l'influence des traitements sur le taux de MS du lait passe par l'effet des traitements sur les autres composants chimiques du lait. Quant à la matière minérale, il est difficile de vérifier l'effet des traitements sur sa teneur dans le lait à partir de nos résultats. Les facteurs de variation de la teneur minéralogique du lait de vache sont divers. Plusieurs facteurs pouvant interférer, il a donc souvent été difficile de réunir des conditions expérimentales permettant de faire agir un ou deux facteurs (Gueguen *et al.*, 1960)

### ***1.3. La variation de la quantité de lait produite en fonction de la période de traite de la journée.***

Les quantités moyennes de lait récoltées le matin sont nettement supérieures à celles de midi et du soir. Cet état de fait est probablement lié au temps écoulé entre les traites. Dans le lot B, l'intervalle entre les traites du matin et du soir est de 10 heures alors que celui qui sépare les traites du soir et du matin est de 14 heures. Dans le lot C, la vache a seulement disposé de 6 heures pour la production du lait récolté à midi et le soir alors que les traites du soir et du matin sont espacées de 12 heures. Brocard (2007) avait d'ailleurs noté de fortes fluctuations de la production à l'échelle des traites, selon qu'elle a lieu après un intervalle court ou long.

### ***1.4. La variation de la composition chimique du lait en fonction de la période de traite dans la journée.***

La composition chimique du lait a très peu changé de façon significative dans la journée. Pour le lait traité le matin, à midi comme le soir, les taux de protéines, de lactose et de matières minérales ont été très voisins dans tous les trois cas. Seul le TB et de MS ont significativement varié. Rémond *et al.* (2010) ayant trouvé les mêmes résultats, expliquent l'accroissement du TB à la traite du soir par rapport à celle du matin, par la dilution d'une quantité résiduelle importante de lait (à TB élevés) laissée dans la mamelle après la traite

du matin par une faible quantité de lait sécrétée entre les 2 traites de la journée. Par analogie, dans le cas de trois traites par jour, la quantité résiduelle de lait laissée le matin est diluée par le lait sécrété entre les traites du matin et de midi, et la quantité résiduelle laissée à midi est diluée par le lait sécrété entre les traites de midi et du soir. La conséquence de la variation du TB est la variation de la MS, car la matière grasse est un des composants de la MS.

### ***1.5. L'effet du mois de lactation sur la production quantitative du lait.***

L'effet marqué du stade de lactation sur la production laitière au cours de l'expérience est différent de l'évolution de la courbe théorique de Masselin *et al* (1987). Cette dernière après s'être déclenchée juste après le vêlage, commence par s'accroître jusqu'à atteindre son maximum, puis décroît plus ou moins lentement, jusqu'au tarissement.

La différence entre nos courbes et la courbe théorique de lactation trouve son explication dans la définition de la courbe théorique qui exclut tout facteur limitant la production de lait par la vache. En effet, les conditions réelles d'élevage au Burkina Faso ne permettent pas la couverture totale des besoins énergétiques des animaux. Au début de l'expérience, tous les animaux portaient encore les séquelles de la dure période de saison sèche, et leur note d'état corporel a été améliorée pendant l'expérience.

Le quatrième mois de lactation correspond au mois d'août où le fourrage est abondant. En supposant que le fourrage du mois d'août aidé de la complémentation alimentaire couvre les besoins de production des animaux, l'ajustement des différentes courbes de lactation va donner aux pics de lactation plus de 4 litres de lait pour le lot C, 3 litres pour le lot B et 1,5 litre pour le lot A. Ainsi, les résultats du lot C seraient en adéquation avec la valeur de 4,26 kg de lait au pic de lactation en milieu réel au sahel (Koanda1995).

La quantité de lait produite par les vaches au huitième mois est toujours très importante. Elle est d'environ 3 litres dans le lot C, 1,5 litre dans le lot B et 1 litre dans le lot A. Cet état de fait laisse penser à un éventuel allongement du temps de lactation des animaux. Cependant, les résultats ne permettent pas de dire avec certitude que la prolongation du temps de lactation est due au seul effet des traitements. En effet, la mise en reproduction tardive des animaux permet d'accroître le temps de lactation (Seriéys *et al.*, 2006). Dans le cas présent, la mise en reproduction de vaches n'a pas été contrôlée.

## ***1.6. L'effet du mois de lactation sur la composition chimique du lait.***

### ***1.6.1. L'influence de la lactation sur la teneur en MB, MP et lactose du lait.***

Les laits produits dans tous les lots au cours de l'expérience ont des teneurs en MG et MP supérieures aux teneurs minimales admises par la législation alimentaire (1995) pour un lait de bonne qualité sur la quasi-totalité du temps de lactation. L'effet marqué du stade de lactation sur la composition chimique du lait est en accord avec les résultats obtenus par Coulon *et al* (1991). Les teneurs en matières grasses et en protéines évoluent de façon inverse à la quantité de lait produite. Elles sont maximales au cours des premiers jours de lactation, minimales durant les deuxième et troisième mois de lactation, et croissent ensuite jusqu'à la fin de la lactation (Coulon *et al.*, 1991).

La comparaison de nos résultats avec les données de Lanet (2005) et de Courtet Leymarios (2010) nous permet d'affirmer que le lait récolté pendant l'expérience est de bonne qualité sur l'essentiel du temps de la lactation. Pour ses auteurs, le taux de MP d'un lait de ferme de bonne qualité est autour de 34g/L et le taux de MG est compris entre 35 et 45 g/L de lait.

Si les lots A et B ont produit du lait relativement moins riche en MG et MP durant les deux premiers mois, le lot C qui a produit la plus grande quantité de lait par jour n'est guère en dehors des taux admis. L'explication de cet état de fait par la période de la lactation nous semblerait peu plausible. Cela pourrait être imputé à la conduite de l'élevage, notamment l'alimentation. Une sous-alimentation totale ou protéique provoque une chute du TP et TB en plus d'une chute de la production laitière (Lanet, 2005).

La constance générale du taux de lactose du lait durant l'expérience corrobore les résultats de Cazet (2007) quand il trouve que le taux de lactose du lait varie très peu. C'est le composant le plus stable du lait (Linzel et Peaker, 1972).

### ***1.6.2. L'influence de la lactation sur la teneur en MS et MM du lait.***

Les taux de MS et MM ont varié différemment au cours de la lactation selon les lots. Dans les lots B et C, ils ont connu une légère augmentation et, une irrégularité dans le lot A pendant la lactation. Ces résultats ne permettent pas de donner une quelconque influence du mois de lactation sur la teneur des minéraux et de la MS du lait. Par contre, l'augmentation continue de la MS dans les lots B et C au cours de la lactation est le fait de la diminution de la production des vaches avec le temps. En effet, le taux des principaux constituants de la MS du lait, notamment la MP et la MG évoluent inversement proportionnel à la production (Benyounes *et al.*, 1945).

### ***1.7. La marge bénéficiaire quotidienne par vache et par traitement.***

Au regard des marges bénéficiaires, le choix de traitement ne devrait pas souffrir d'un quelconque doute. Mais au-delà de la manne financière, il convient d'inclure d'autres paramètres pour une décision plus efficiente, en occurrence le travail supplémentaire engendré par les traitements.

Pour ce qu'on sait, traire les vaches plusieurs fois par jour nécessite une organisation plus exigeante du travail (traite et distribution d'aliments) et, des expériences récentes ont montré que les vaches traitées 3 fois par jour nécessitent 50% de travail de plus que celles traitées 2 fois par jour (Boujnane et Iav, 2015). Sur le plan sanitaire, des études ont également montré qu'une augmentation de la fréquence de traite améliore la santé de la mamelle par un abaissement numérique des cellules somatiques et, par conséquent, réduit les risques de mammites (Smith *et al.*, 2002; Dahl *et al.*, 2004 ; Groupe Lely, 2013). Cependant, la fréquence de traite ne peut en aucun cas contribuer à faciliter la guérison d'une mammite.

## **Conclusion générale.**

Cette étude menée dans des conditions réelles d'élevage à Kimidougou au Burkina Faso a confirmé le faible potentiel laitier de la vache du zébu peulh. Toutefois, sa productivité peut être améliorée dans de meilleures conditions environnementales et de système d'élevage, en occurrence, une bonne alimentation (quantité et qualité) accompagnée d'une augmentation de la fréquence de traite dans de bonnes conditions sanitaires du troupeau.

Les traitements appliqués au lot C ont permis une production moyenne de lait de  $3,20 \pm 0,39$  litres par jour et par vache tandis que les lots A et B n'ont respectivement produit que  $1,02 \pm 0,34$  et  $1,74 \pm 0,41$  litre de lait par vache et par jour. La quantité moyenne maximale a atteint 3,79 litres. Ces productions pouvant augmenter avec une meilleure couverture énergétique des animaux.

L'amélioration de la production laitière de la vache du zébu peulh en conditions réelles par de meilleures conditions environnementales et un système d'élevage approprié n'affecte pas significativement la qualité chimique du lait. En effet, les influences notables des traitements sur la composition chimique du lait ne déprécient pas sa valeur nutritionnelle et industrielle.

Après le pic de lactation, la production a plus ou moins diminué significativement d'un mois à l'autre au cours de la lactation. Cependant, la quantité de lait produite est restée importante jusqu'à la fin de la lactation et la teneur des composants chimiques du lait au cours de la lactation est également restée dans la plage d'un lait de bonne qualité. Elle a même connue une légère augmentation au cours de la lactation dans les lots B et C.

Un calcul de marge bénéficiaire par lot a montré que le traitement C permet de faire un meilleur profit. Cependant, le choix du traitement doit prendre en compte les réalités socioculturelles des éleveurs. Il revient à ses derniers de décider de la méthode à utiliser.

## **Les perspectives et les recommandations**

L'étude a indéniablement connu des insuffisances que nous mettons dans le compte de perspectives en ces termes :

- une synchronisation des vaches afin d'avoir des mises-bas groupées ;
- une conduite de l'expérience sur toute la période de la lactation des vaches ;
- la mesure des paramètres physiques du lait ;
- la mesure du nombre de cellules somatiques ;
- l'influence de la fréquence de traite sur la reproduction du zébu peul ;

- l'effet de la combinaison de trois traites en début de lactation et de deux traites au milieu et à la fin de la lactation.

Nos conclusions nous permettent de faire les recommandations suivantes :

- au niveau des éleveurs laitiers :
  - une complémentation systématique des vaches laitières à tout moment pour optimiser la production laitière ;
  - Un suivi sanitaire rigoureux des animaux laitiers pour permettre aux vaches d'exprimer pleinement leur potentiel laitier.
- Au niveau du ministère en charge de l'élevage :
  - Faciliter l'accès aux intrants alimentaires et aux produits vétérinaires (disponibilité et coût).
- Au niveau des chercheurs :
  - déterminer les besoins de production des bovins locaux en milieu réel au Burkina Faso et la couverture de ces besoins à partir d'ingrédients alimentaires locaux.

## Bibliographie

- Allen, D.B., DePeters, E. J. & Laben, R. C. (1986). Three times a day milking: effects on milk production, reproductive efficiency, and udder health. *J. Dairy Sci* 69(5):1441-1446.
- Atashi, H. (2015). Effect of Milking Frequency on the Lactation Performance and Lactation Curve of Holstein Dairy Cows in Iran. *Iranian Journal of Applied Animal Science* (2015)5(2), 273-278.
- Bouichou, E. H. (2005). Etude de cas : Effet de l'alimentation sur le taux butyreux chez la vache laitière. *Mémoire de fin d'étude. Ingénieur zootechnicien. Online. 24 pages.*
- Boujnané, I. et Iav, H. (2015). Impact de la fréquence de la traite sur la production laitière des vaches. *In Agriculture du Maghreb n° 85.*
- Brocard, V. (2007). Réduire l'intervalle entre deux traites. *Dans Cap Elevage, pages 10 et 11.*
- BUNASOLS. (1985). Etat de connaissances de la fertilité des sols du Burkina Faso. *Document technique n°1. 50 pages.*
- Cazet, L. D. M. (2007). Bilan du taux de contamination et étude préparatoire au dosage de résidus de produits phytosanitaires dans le lait de grand mélange bovin. *Thèse de doctorat vétérinaire. Université Claude-Bernard – Lyon I. 184 pages.*
- Chassaing, C. Coulon, J. B. Agabriel, C. et Garel, J.P. (1994). Facteur de variation du taux butyrique: effet de l'ordre de distribution des aliments. *Dans Renc. Rech. Ruminants, pages 105 à 108.*
- Cinq-Mars, D. (2011). L'eau, *In Nutrition et alimentation.*
- Coulon, J.B. Chilliard, Y. et Remond, B. (1991). Effet du stade physiologique et de la saison sur la composition chimique du lait de vache et ses caractéristiques technologiques. *Dans INRA Production Animale. Pages 219 à 228.*
- Courtet-Leymarios, F. (2010). Qualité nutritionnelle du lait de vache et de ses acides gras. Voies d'amélioration par l'alimentation. *Thèse de doctorat vétérinaire. Faculté de Médecine de Créteil. 128 pages.*
- Dahl, G.E., Wallace, R.L., Shanks, R.D. & Lueking, D. (2004). Hot topic: Effects of frequent milking in early lactation on milk yield and udder health. *Journal of Dairy Science* 87(49), 882–885.
- Delamare, E. & Guinard-Flament, J. (2006). Longer milking intervals alter mammary epithelial permeability and the udder's ability to extract nutrients. *Journal of Dairy Science* 89(6) 2007-2016.



- DePeters, E. J., Smith, N. E. & Acedo-Rico, J. (1985). Three or two times daily milking of older cows and first lactation cows for entire lactations. *J. Dairy Sci.* 68:123–132.
- Dufrasné, I. (2012). Importance de la quantité et de la qualité de l'eau d'abreuvement pour les bovins laitiers. 4 pages.
- Dusart, L. (2015). Besoin des animaux et recommandations. In Alimentation des volailles en agriculture biologique. Pages 13 à 18.
- Encherif, S. (2011). L'élevage pastoral et la céréaliculture dans la steppe algérienne. Evolution et possibilités de développement. *Thèse de doctorat, L'Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement (AgroParisTech). Spécialité : Développement agricole.* 295 pages.
- Fédération Internationale de Lait. The world dairy situation. *Bulletin annuel. Edition 2014.*
- FAO. (1957). Les bovins d'Afrique ; types et races. In *Etudes agricoles de la FAO.* 328 pages.
- FAO. (1985). La fromagerie et les variétés de fromages du bassin Méditerranéen. *Département de l'agriculture. Etude FAO Production et Santé Animales n° 48.*
- FAO. (1998). Lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine, in *Alimentation et Nutrition n° 28.*
- FAO. (2014). Résidus agricoles et sous-produits agro-industriels en Afrique de l'Ouest, Etat des lieux et perspectives pour l'élevage. 73 pages.
- Fontès, J. et Guinko, S. (1995). Carte de la végétation et de l'occupation du sol du Burkina Faso. *Centre National de la Recherche Scientifique de l'Université de Toulouse III. Institut du Développement Rural. Faculté des Sciences et Techniques de l'Université de Ouagadougou. Ministère de la Coopération Française. Projet Campus 88313101.*
- Gisi, D. D., Depeters, E. J. & Pelissier, C. L. (1986). Three times daily milking of cows in California dairy herds. *Journal of Dairy Science* 69:863-868.
- Gueguen, L. Journet, M. et Langlois, M. (1960). Les variations de la composition minérale du lait de vache. *Dans Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.* Pages 305 à 310.
- Guinko, S. (1989) Contribution à l'étude de la végétation et de la flore du Burkina Faso (ex Haute-Volta). Les territoires phytogéographiques. *Bulletin de l'Institut Fondamental d'Afrique Noire, tome 2, série n°1-2 : 129-139.*
- Hanzen, C. (2010). Lait et production laitière. 42 pages.

- Hardin, D. (2015). Local regulation of increased milk yield due to early lactation increased milking frequency. *Master of Science in Dairy Science. Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University.* 62p.
- Kaboré, M. (2012). Etude de la diversité génétique des taurins Baoulé du Burkina Faso à l'aide de marqueurs microsatellites. *Mémoire de DEA. Unité de Formation et de Recherche en Sciences de la Vie et de la Terre. Université de Ouagadougou.* 86 pages.
- Klei, L.R., Lynch, J.M., Barbano, D.M., Oltenacu, P.A., Lednor, A.J. et Bandler, D.K. (1997). Influence of milking three times a day on milk quality. *Journal of Dairy Science* 80(3), 427-436.
- Knight, C. H., Peaker, M. & Wilde, C. J. (1998). Local control of mammary development and function. *Rev. Reprod.* 3:104-12.
- Koanda S., Etude des systèmes d'élevage et de production laitière bovine dans le terroir de Sambonaye. *Mémoire de fin d'études. Université de Ouagadougou. IDR,* 95 pages.
- Lakouéténé, C. E. T. (1999). Elevage périurbain: les pratiques d'amélioration génétique identification des maladies spécifiques aux troupeaux laitiers. *Mémoire de fin d'étude. Institut du Développement Rural. Option Elevage.* 130 pages.
- Larrat, R. (1988). Manuel des agents techniques de l'élevage tropical. *Collection Manuels et Précis d'Elevage. 2<sup>ème</sup> édition.* 233 pages.
- Leclercq A. (1999). Intérêt nutritionnel du lait pour l'Homme. *Thèse de doctorat vétérinaire. Faculté de médecine de Créteil.* 58 pages.
- Linzell, J. L., & Peaker, M. (1972). Day-to-day variation in milk composition in the goats and cow as a guide to the detection of subclinical mastitis. *British Veterinary Journal,* 128, 284-295
- McFadden, T. & Wall, E. (2010). Managing Milking frequency. *WCDS Advances in Dairy Technology (2010) volume 22:*35-47.
- Mémento de l'Agronome. (1991). Quatrième édition. Collection « Techniques rurales en Afrique ». 1635 pages.
- Mémento de l'Agronome. (2002). Edition GREC, CIRAD. 1691 pages.
- Millogo, V. (2004). Effet de l'alimentation sur la production laitière et la qualité physico-chimique du lait des vaches zébus peuls en station. *Mémoire de fin d'étude. Institut du Développement Rural. Option Elevage.* 69 pages.
- Millogo, V. (2010). Milk production of hand-milked dairy cattle in Burkina Faso. *Doctoral Thesis Swedish University of Agricultural Sciences Uppsala, Sueciae.*

- MRA. (2003). Rapport national sur l'état des ressources génétiques animales au Burkina Faso. *74 pages.*
- MRA. (2008). Les statistiques du secteur de l'élevage au Burkina Faso. *124 pages.*
- MRA. (2009). Recueil de définitions et de concepts usuels en statistique d'élevage. *9 pages.*
- MRA. (2010). Politique Nationale de Développement Durable de l'Elevage au Burkina Faso 2010-2021.
- Nait, M. (2010). Impact des conditions d'élevage bovin sur les performances de production laitière et de reproduction dans deux régions « centre et ouest du nord algérien. *Mémoire de magister. Département de sciences agronomiques. Faculté de sciences agrovétérinaires. Université de Saad Dahleb de Blida. 256 pages.*
- Nianogo, A. J. (1997). Elément sur l'élevage des bovins. *46pages.*
- Ouédraogo, M.O. Dera, A. et Barry, T. (2001). L'élevage au Burkina Faso: systèmes en place, politiques commerciales et perspectives. *10 pages*
- Pomiès, D. Martin, B. Rémond, B. Brunschwig, G. Pradel, P. Lavigne, R. Hulin, S. (2003). La traite une fois par jour pendant 7 semaines de vaches laitières Prim' Holstein et Montbéliarde en milieu de lactation : performances zootechniques, qualité du lait et des fromages, *84 pages.*
- Pougheon, S. I. A. S., (2001). Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière. *Thèse de doctorat vétérinaire. Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse. 102 pages.*
- Rémond, B. Pomiès, D. Bonnefoy, J.C. Rude, L. S. (2010). Un écart de sept heures entre les deux traites de la journée ne modifie pas la production laitière de vaches en milieu de lactation. *Dans Renc. Rech. Ruminants. Page 261.*
- RPCA. (2010). Elevage au Sahel et en Afrique de l'Ouest, 10 p.
- Sawadogo, A. (2013). Analyse de la stratégie de diffusion de Zébu Azawak du projet BKF / 017 (Burkina Faso). *Mémoire de fin d'étude. Institut du Développement Rural. Option Elevage. 57 pages.*
- Seriéys, F. Brocard, V. Portier, B. Emeraud, L. Modifier le cycle de production/reproduction : les lactations longues pour les vaches laitières. *17 pages*
- Sissao, M. (2011). Effet de la durée et de la température de conservation sur la composition du lait cru de vache. *Mémoire de fin d'étude. Institut du Développement Rural. Vulgarisation Agricole. 65 pages.*
- Smith, J.W., Ely, L.O., Graves, W.M. & Gilson, W.D. (2002). Effect of Milking 3X on DHI Performance Parameters. *The Univ. of Georgia, CAES, Dept. of Animal & Dairy Sci., 2001/2002 Annual Report, pp. 187-92*

- Soberon, F., Ryan, C. M., Nydam, D. V., Galton, D. M. et Overton, T. R. (2011). The effects of increased milking frequency during early lactation on milk yield and milk composition on commercial dairy farms. *J. Dairy Sci.* 94(9):4398-4405.
- Soro, B. Sokouri, D. P. Dayo, G.K. N'Guetta, A.S.P. et Yapignaoré, C.V. (2015). Caractérisation des bovins de race Baoulé dans le "Pays Lobi" de Côte d'Ivoire: rôles socioéconomiques, modes d'élevage et contraintes de production. *Pages 111-124.*
- Sprumont, J. (2009). Alimentation des bovins laitiers. 37 pages.
- Stelwagen, K. (2001). Effect of milking frequency on mammary functioning and shape of the lactation curve. *J. Dairy Sci.* 84 (ESuppl.): E204-E211.
- Taylor, V. (2006). Répercussions de la fréquence de traite et de l'alimentation sur la production laitière.
- Traoré, A. S. (2002). Caractérisation et gestion des ressources pastorales dans la province du Nounbiel : Cas du terroir de Dankana. *Mémoire de fin d'étude. Institut du Développement Rural. Option Elevage.* 72 pages.
- Traoré, M. (2000). Monographie de la province du Houet, Direction Régionale de l'Economie et de la Planification de l'Ouest. 105 pages.
- Wall, E.H. & McFadden, T.B. (2008). Use it or lose it: enhancing milk production efficiency by frequent milking of dairy cows. *J. Anim. Sci.* 86, 27-36.
- Ward, D. (2015). Les exigences de l'eau du bétail. *Fiche Technique du Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires Rurales.*
- Wellens, J. et Compaoré, N.F. (2002). Renforcement de la capacité de gestion des ressources en eau dans l'agriculture moyennant des outils de suivi-évaluation. *Rapport n°1. Projet GE-eau.* 131 pages.
- Wheeler, B. (1996). Guide d'alimentation des vaches laitières, Fiche technique originale.
- Zoungrana, L. (1991). Recherche sur les aires pâturées du Burkina Faso. *Thèse doctorat en Sciences Naturelles. Université Bordeaux III. UFR Aménagement et Ressources naturelles.* 277 pages.

## Webographie

- Claveau, S. (2015). Traites des vaches 4 fois par jour ? <https://fermemorivan.wordpress.com/2015/07/19/la-traite-des-vaches-4-fois-par-jour/> . Consulté le 10 février 2016.
- Données climatologiques de la station de Bobo-Dioulasso. <http://www.meteofrance.com/climat/monde/bobo-dioulasso/0065510>. Consulté le 20 janvier 2016.

- Dumont, A. (2011). Plus de lait, plus de revenus, moins de problèmes de santé. Traire ses vaches trois fois par jour, c'est payant. <http://www.lebulletin.com/autres/deux-traites-c%E2%80%99est-bien-mais-trois-c%E2%80%99est-mieux-2-30865> . Consulté le 12 février 2016.
- DeLaval, (2011) Technologie laitière, <http://www.delavalfrance.fr/fr-nl/-/Savoir-laitier/Traite/Technologie-laitiere/> . Consulté le 8 février 2016.
- FAO. (2012). Analyse des incitations et pénalisations pour les bovins au Burkina Faso. <http://www.fao.org/3/a-at462f.pdf>. 44 pages. Consulté le 10 février 2016.
- Groupe Lely. (2013). L'impact de la fréquence de traite sur le rendement laitier. ([http://www.lely.com/fr/accueil/media-center/actualites-evenements/actualites\\_34/limpact-de-la-frequence-de-traite-sur-le-rendement-laitier](http://www.lely.com/fr/accueil/media-center/actualites-evenements/actualites_34/limpact-de-la-frequence-de-traite-sur-le-rendement-laitier)). Consulté le 19 janvier 2016.
- Kangoné, H. (2001). Profil fourrager au Burkina Faso, <http://www.fao.org/ag/agp/agpc/doc/counprof/BurkinaFaso/burkinaFfrench.htm>. Consulté le 11 février 2016.
- Kimidougou - Carte (Plan). Photo et la Météo – (Burkina Faso). [http://fr.getamap.net/cartes/burkina\\_faso/burkina\\_faso\\_\(general\)/\\_kimidougou/](http://fr.getamap.net/cartes/burkina_faso/burkina_faso_(general)/_kimidougou/). Consulté le 20 janvier 2016.
- Lanet, S. (2005). Maitrise des taux butyriques et protéiques et fromageabilité. Doc du FIDOCL conseils aux éleveurs. <http://www.fidocl.fr/content/maitrise-des-taux-tb-tp-et-fromageabilite>. Consulté le 18 janvier 2016.
- Meyer, C. (2016), Dictionnaire des Sciences Animales. Montpellier, France, Cirad. <http://dico-sciences-animales.cirad.fr/> . Consulté le 16 janvier 2016.
- Programme Afrique Subsaharienne de l'Ifri, (2015). L'élevage pastoral au Sahel : entre menaces réelles et atouts incontestables. <https://afriquedecryptages.wordpress.com/2015/03/24/lelevage-pastoral-au-sahel-entre-menaces-reelles-et-atouts-incontestables/>. Consulté le 11 février 2016.
- Zambujo, C. (2015). Fréquence et intervalle de traite, in Terre-net Média <http://www.web-agri.fr/conduite-elevage/sante-animale/article/3-kg-de-lait-par-vache-avec-trois-traites-par-jour-1184-111331.html> . Consulté le 7 janvier 2016.

## **Annexes**

### **Annexe 1 : Le principe de la Farm Milk Analyser.**

La Farm Milk Analyser est un instrument à rayons infrarouges capable d'analyser la composition chimique du lait de ferme, du lait cru de mélange à la ferme. La technique analytique utilisée dans l'instrument est une combinaison de principes analytiques à infrarouge. La machine fonctionne directement à l'aide du courant électrique. Les teneurs de plusieurs composants chimiques du lait peuvent être simultanément déterminées et les résultats sont directement présentés sur l'écran et transférable dans un ordinateur.

#### ***Données techniques de l'appareil.***

Dimensions (h x w x d)	98 x 267 x 236 mm
Poids	3000 g
Power supply	9V 3A DC
Connexion à l'ordinateur	Port USB pour le transfert des données et la mise à jour des programmes
Display	Rcran TFT, 240*220 pixels
Intervalle de température opérationnelle	+ 15 à +35°C
Capacité de stockage	2000 analyses
Annulation des données issues de l'analyse	Environ une semaine sans source d'énergie
Système d'opération	Windows CE
Valeur présentée	Une décimale
Performance	Répétitivité (SD) : < 0,1%
	Précision (SD) : < 0,1%
Temps de l'analyse	< 60 secondes par mesure
Méthode analytique	Transmission par spectroscopie des rayons infrarouges moyens
Accessoires consommables	Séringues et détergents
	Ckecking (control) et cleaning (nettoyage) solution

**Annexes 2 :** Tableaux de composition chimique et de valeurs bromatologiques du concentré distribué et du pâturage de la région de Bobo-Dioulasso de juillet à mars.

**Tableau XI :** Valeurs bromatologiques des ingrédients utilisés

	Eléments nutritifs						
	%MS	%MM	%MO	%N	%MAT	%NDF	%ADF
Tourteau de coton	94,76	19,15	80,85	7,15	44,69	33,45	10,23
Son de maïs	90,12	6,13	93,87	1,98	12,38	28,38	5,36

**Source :** Ira, 2015.

*MS : Matière Sèche ; MM : Matière Minérale ; MO : Matière Organique ; N : Azote ; ADF : Acid DetergentFiber ; NDF: NeutralDetergentFiber ; MAT: Matières Azotées Totales*

**Tableau XII :** Composition en sels minéraux des ingrédients utilisés

	<i>Sels minéraux</i>			
	P (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)
<i>Tourteau de coton</i>	<b>914</b>	10930	<b>19238</b>	<b>7193</b>
<i>Son de maïs</i>	<b>1484</b>	<b>10930</b>	<b>240</b>	<b>2381</b>

**Source :** Ira, 2015.

*ppm: partie par million ; P : Phosphore ; K : Potassium ; Ca : Calcium ; Mg : Magnésium*

**Tableau XIII :** Valeurs bromatologiques du pâturage de la région de Bobo-Dioulasso de juillet à mars.

Périodes	% MS	%MM	%MAT	%NDF	%ADF
Juil	16,16 ± 1,31a	11,82 ± 2,78a	8,5 ± 1,6a	61,33 ± 1,75a	31,16 ± 1,6a
Sep	53,16 ± 6,4b	10 ± 4,2ab	6,5 ± 3,27a	62,49 ± 2,34a	31,37 ± 1,09a
Déc	74 ± 5,21c	6,83 ± 2,78b	1,5 ± 1,38b	68,16 ± 7,02ab	37,83 ± 5,5ab
Mars	96,74 ± 1,03d	6,51 ± 2,27b	1,5 ± 0,84b	75,23 ± 14,53b	44,87 ± 11,42b

*Dans le tableau, dans une même colonne, les valeurs affectées des mêmes lettres ne diffèrent pas significativement (P < 0,05).*

**Source :** Ira, 2015.



**Tableau XIV:** Composition du pâturage de la région de Bobo-Dioulasso en sels divers.

Périodes	%P	%K	%Ca	%Mg
Juil	1594,44±520,32a	32846,78 ± 9559,58a	2845,68 ± 605,72a	2073,6 ±229,33a
Sep	1166,5 ± 519,94a	23930,33±11563,80a	2030,66 ± 360,69b	2033,16±528,20a
Déc	323,33 ± 288,5b	9439,66 ± 4024,05b	1857,04 ± 761,16b	1794,16±672,71a
Mars	201 ± 181,70b	8528,75 ± 3629,40b	1723,5 ± 398,37b	1709,1 ± 437,30a

**Source :** Ira, 2015.

*Dans le tableau, dans une même colonne, les valeurs affectées des mêmes lettres ne diffèrent pas significativement ( $P < 0,05$ ).*

### Annexe 3 : Quelques matériels utilisés pendant l'expérience.



**Photo1** : Machine d'analyse de la composition chimique du lait cru appelée Farm Milk Analyser.



**Photo 2** : Bain-marie contenant des aliquotes, et utilisé pour porter la température du lait à 40°C



**Photo3** : Glacière utilisée pour le transport des échantillons de lait.



**Photo 4** : Balance utilisée pour peser les aliments.



**Photo 5** : Trois béchers gradués utilisés pour la mesure du volume du lait.



**Photo 6** : Deux aliquotes étiquetés.