

LE LAIT DES VACHES DE KORHOGO ET LES NORMES DE LA FAO POUR LA NUTRITION INFANTILE ET LA SANTÉ DES ENFANTS

**Bazoumana OUATTARA^{1*}, Howélé OUATTARA¹,
N’Nan Affoué Sylvie DIBY¹, Kouassi Kra Francis KOKO¹,
Yadé René SORO² et Adama COULIBALY³**

¹*Université Peleforo Gon Coulibaly (UPGC), UFR des Sciences Biologiques,
BP 1328 Korhogo, Côte d’Ivoire*

²*Institut Agropastoral, Université Peleforo Gon Coulibaly (UPGC),
BP 1328 Korhogo, Côte d’Ivoire*

³*Université Félix Houphouët-Boigny (UFHB), UFR Biosciences,
22 BP 582 Abidjan 22, Côte d’Ivoire*

(reçu le 30 Septembre 2021 ; accepté le 06 Décembre 2021)

* Correspondance, e-mail : bazouma.ouattara@upgc.edu.ci

RÉSUMÉ

Le lait constitue le premier aliment naturel complet au jeune âge. En effet, il constitue une source importante de calories, de protéines et de matières grasses. Il est également riche en oligo-éléments indispensables pour la lutte contre la malnutrition dans les pays en développement. Cette qualité reconnue du lait dépendrait de la qualité de l’aliment apporté aux animaux qui le produisent. À Korhogo, le lait provient de l’élevage bovin tenu par des éleveurs nomades. La présente étude vise à évaluer la qualité nutritionnelle du lait produit par ces fermiers dans des conditions particulières à ce département. Des échantillons ont été analysés pour le phosphore, le calcium, le magnésium, le sodium, le potassium et les vitamines. Les concentrations des minéraux et vitamines du lait des fermes n’étaient pas significativement différentes quand on comparait le lait échantillonné sur marché au lait des fermes. Il n’y avait pas non plus de différence significative entre les races de vaches laitières échantillonnées. Cependant, des différences ont été observées entre les valeurs moyennes de certains micronutriments dosés et les valeurs moyennes normales de la FAO.

Mots-clés : *lait, Minéraux, Vitamines, Élevage extensif.*

ABSTRACT

Milk from Korhogo cows and FAO standards for children's nutrition and health

Milk constitutes the first protein intake of human being and it stands as the first natural complete food since childhood. Indeed, milk is an important source of de calories, proteins and fat. Milk is also rich in oligo-elements essential to fight childhood malnutrition in developing countries. Therefore, it should be safe. Milk quality depends on the quality of animals feeding. Interestingly, the current study aimed to study the nutritional quality of the milk produced by dairy cows of Korhogo in particular conditions. Samples were collected directly from cows at the dairy farms and other samples were collected on the market. Measurements of minerals like phosphorus, magnesium, calcium, sodium, and potassium and vitamins have been done. Regarding farm location or animal breed, there was no difference in the means of all micronutrients (minerals and vitamins) measured. However, by comparing these data to the standards of FAO, few micronutrients were different.

Keywords : *milk, minerals, vitamins, extensive stockbreeding.*

I - INTRODUCTION

Le lait est un maillon essentiel dans la sécurité alimentaire de nos populations. Selon une étude réalisée par la commission de l'Union Économique Monétaire Ouest Africaine en 2005 sur la compétitivité des filières agricoles, le lait a un potentiel économique remarquable [1, 2]. Sur le plan nutritionnel, le lait contient environ 90 % d'eau. De plus son contenu en énergie métabolisable présente une forte concentration en nutriments de base : protéines de bonne qualité, glucides, lipides, éléments minéraux et vitamines ; avec une valeur énergétique de l'ordre de 700 Kcal/L [3]. Des matières salines sont présentes dans le lait à raison de 7 g/L environ. Certains de ces minéraux se trouvent exclusivement à l'état dissous sous forme d'ions (sodium, potassium et chlore) et sont particulièrement biodisponibles [4]. Le lait apporte également un complément vitaminique important dans la ration alimentaire [5]. Au nombre des facteurs l'influençant, l'alimentation de la vache laitière agit considérablement sur la qualité nutritionnelle du lait produit [6]. Dans la plupart des cas, l'alimentation est même le principal facteur de variation quantitative de la production laitière. Son effet commence depuis la période postpubérale notamment pendant le dernier tiers de la gestation et se poursuit pendant la lactation si bien que les éleveurs sont tenus de programmer les mises-bas en fonction du calendrier fourrager, à constituer des réserves fourragères

et de compléter l'alimentation [7]. En côte d'Ivoire l'élevage contribue à hauteur de 4,5 % au produit intérieur brute [8]. Dans le pays, l'élevage est pratiqué de façon extensive et est confronté à de nombreuses contraintes dont l'insuffisance des fourrages liée aux déficits pluviométriques. La région de Korhogo est l'illustration des déficits hydriques en Côte d'Ivoire [9]. L'étude consiste donc à comparer certains nutriments majeurs du lait des vaches de Korhogo aux normes de la FAO.

II - MATÉRIEL ET MÉTHODES

II-1. Matériel

Le matériel technique était constitué de pots de prélèvement, de matériel de transport et de conservation des échantillons au laboratoire. Au laboratoire, du petit matériel tel que les béchers, les micropipette 500 μ L et 100 μ L ainsi que des produits (chlorure de sodium, eau distillée, eau oxygénée, solvants, etc.) ont servi à effectuer les analyses. Ces analyses ont été effectuées à l'aide d'un système de chromatographie haute performance sur phase liquide (HPLC) et d'un spectrophotomètre fluorimétrique modèle M440 (Waters, Millford, USA). Le système HPLC était composé de deux pompes modèle M45 (Waters, Millford, USA) ; un détecteur UV muni d'un d'échantillonneur automatique (WISP 310 (Waters, Millford, USA) ; un pré-filtre fritté ; une pré-colonne Browle C18, C10 mm, 30 X 3,9 mm (Touzart et Matignon, Grenoble, France) et une colonne Hypersil ODS C18, 5 μ m, 15 X 3,9 mm.

II-2. Méthodes

II-2-1. Échantillonnage

Les investigations ont porté sur les petits élevages autour de la ville de Korhogo (*Figure 1*). Des échantillons ont également aussi été prélevés sur les marchés de la ville. Les élevages, tout comme les vendeuses ont été choisis de façon aléatoire et le devis d'échantillonnage était au minimum 7 vaches laitières par élevage. Il s'agissait de petits élevages traditionnels en forme d'enclos fait de pieux en bois (*Photo 1A*) où l'on rencontrait majoritairement les races Ndama, Zébu et Baoulé (*Photo 1B, C et D*, respectivement). L'étape de prélèvement s'est effectuée sur une durée d'un mois. La traite du lait sur les fermes se déroulait de façon traditionnelle. Elle avait lieu tôt le matin entre 6h et 7h du matin et se faisait de façon séquentielle. Dans un premier temps, les veaux étaient écartés du troupeau. Ceci permettait de les affamer afin de les conditionner à chercher la mamelle avec avidité. Après une trentaine de minutes les fermiers procédaient à la libération des veaux pour que ceux-ci

rejoignent leurs mères respectives. Une fois les veaux sur les mamelles de leurs mères (**Photo 2A**), la succion déclenche l'ocytocine qui favorise la descente du lait. En ce moment-là, les fermiers procédaient au ligotage des veaux aux membres antérieurs de leurs mères (**Photo 2B**). Dès lors, nous pouvions prélever directement des échantillons de lait (**Photo 2C**) pour le besoin de notre travail de recherche. Au total 30 vaches ont été ainsi prélevées. Les boîtes remplies étaient hermétiquement fermées, placées dans une glacière et transportées au laboratoire pour être conservé à -20°C jusqu'au début des analyses.



Figure 1 : Carte localisant les zones d'échantillonnages dans le département de Korhogo



Photo 1 : *Ferme traditionnelle à Korhogo avec quelques races rencontrées, B : Ndama, C : Zébu et D : Baoulé*

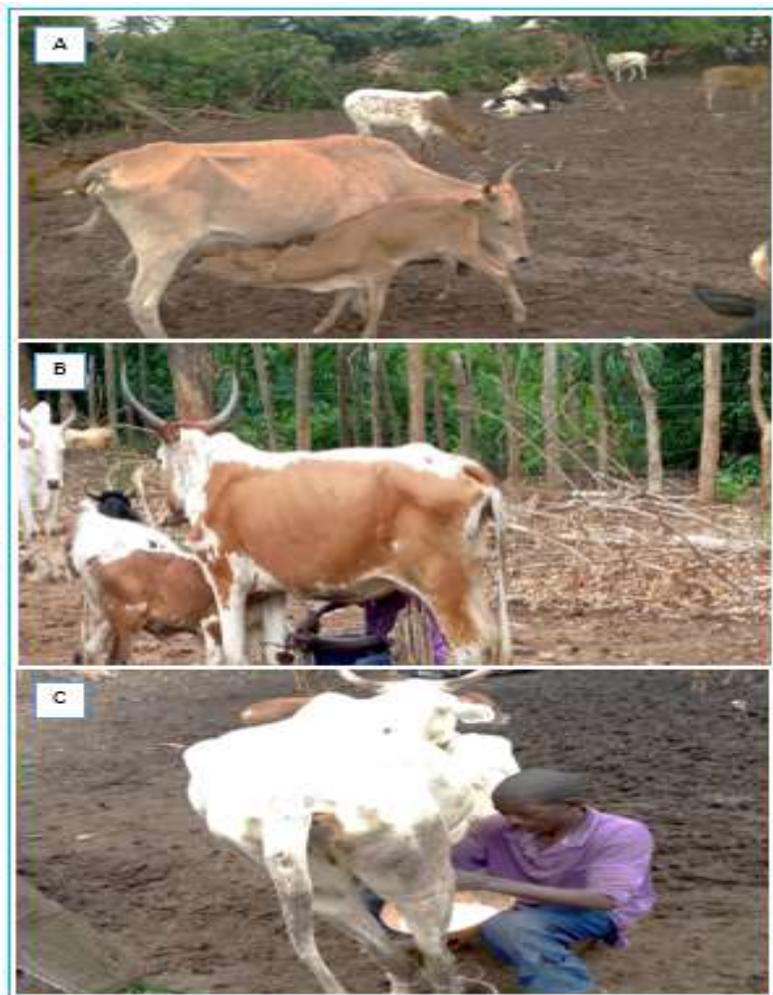


Photo 2 : *Étape de prélèvement du lait sur les fermes. A : un veau en allaitement, B : Ligotage d'un veau à la patte antérieure de sa mère et C : Traite de lait par un fermier*

II-2-2. Préparation et analyse des échantillons

II-2-2-1. Extraction des minéraux Calcium, Magnésium, Phosphore, Potassium et Sodium

Les échantillons de lait sont d'abord dilués 1/50 (v/v) à l'eau distillée puis déprotéinisés à l'aide de l'acide trichloracétique [10].

II-2-2-2. Dosage des minéraux Calcium, Magnésium, Phosphore, Potassium et Sodium

La méthode de référence ici était la méthode spectrométrique d'absorption atomique à flamme. Les conditions générales étaient : flamme-air (0,5 kg/cm²) et propane (160 mm d'eau). Les concentrations optimales de dosage étaient comprises entre 2 et 50 mL.

II-2-2-3. Extraction des vitamines : B1, B2, B3, B6 et C

Pour extraire ces vitamines, les échantillons de lait (100 mL) contenant 100 mL d'acide acétique 2 % sont placés au bain-marie bouillant pendant 30 min. Le mélange est filtré (filtre de Buchner). Ce filtre est rincé avec 20 mL d'acide acétique à 2 %. On ajoute ensuite 100 cm³ d'alcool absolu, on laisse reposer pendant une heure et on filtre à nouveau. Ensuite, on évapore le filtrat sous vide jusqu'à l'obtention d'un résidu sec. Ce résidu est traité avec 100 mL d'alcool méthylique pendant une heure. Encore une fois, on filtre et on évapore à nouveau le filtrat sous vide. Finalement, l'on dissout le résidu dans 10 mL d'eau distillée et on filtre.

II-2-2-4. Dosage des vitamines B1, B2, B3, B6 et C

Il s'agissait de mesurer quantitativement les vitamines hydrosolubles (B1, B2, B3, B6 et C) par HPLC en utilisant le standard approprié pour l'identification. Les paramètres de la chromatographie étaient : une colonne Hypersil ODS C18 (25 cm de longueur, 4,6 mm de diamètre et contenant des particules 5 µm de diamètre) ; la détection des substances à analyser est effectuée grâce à une lampe UV-Vis à 270 nm ; la température de la colonne était établie à 60°C avec un débit fixé à 0,9 mL/minute pour un volume d'injection de 20 µL ; la durée du chromatogramme rapportée s'élevait à 22 minutes.

II-2-2-5. Extraction des vitamines B9, B12 et de la bêta-carotène

À une quantité de 5 mL de lait, on ajoute 2 mL d'eau distillé. Le pH du mélange est ajusté à 4,5. Ce lait dilué est délipidé avec un mélange d'éther sulfurique et d'éther de pétrole. On filtre ensuite le mélange qui est neutralisé pour obtenir un pH de 6,9. On incube la solution à 50 °C pendant 2 h. Après passage de la solution au bain marie, on ajuste à nouveau le pH à 4,5. On filtre la solution finale.

II-2-2-6. Dosage des Vitamines B9, B12 et de la bêta-carotène

On injecte les échantillons préparés comme décrits dans la section précédente. Le dosage est fait par HPLC dans les conditions ci-dessous décrites. La phase

mobile avait la composition suivante : Acétonitrile 70 %, Méthanol 20 % et Dichlorométhane 10 % ; l'analyse des vitamines B9, B12 et β Carotène s'effectue à l'abri de la lumière car ce sont des substances photosensibles ; le système de détection : détecteur UV Visible, longueur d'onde de mesure était 270 nm, le débit de phase mobile était 1,0 mL/min, le volume d'injection était 20 μ L et tout ceci à la température ambiante. Les substances ont été identifiées par l'utilisation de standards appropriés.

II-2-2-7. Extraction des vitamines D, E et K

Les échantillons ont été préparés comme suit. Pour commencer, 25 mL d'hexane ont été ajoutés à 5 mL de lait. Les solutions ainsi obtenues ont été extraites à l'ultrason pendant 30 mn en bouchant l'extrémité de l'erlenmeyer contenant le macérât avec du papier film. Après filtration, 5 mL du filtrat a été recueilli puis évaporé à l'obscurité. Le résidu obtenu a été dissout dans 10 mL de méthanol puis passé au sonicateur pendant 10 minutes pour homogénéisation. La solution méthanolique a été filtrée puis conservée dans des tubes à essais. Par la suite, 20 μ L de chaque échantillon préparé dans les conditions précédentes ont été injectés.

II-2-2-8. Dosage des vitamines D, E et K

Dans un premier temps, on conditionne la colonne. Pour ce faire, 12,5 mL de méthanol HPLC grade ont été filtrés dans trois flacons puis passés dans le chromatographe pour le conditionnement, de la colonne. Pour la séparation chromatographique des vitamines, 4,8 mg de cholécalciférol ; 3,9 mg d'acétate de tocophérol et 12,9 mg de phylloquinone ont été prélevés puis dilués dans 10 mL de méthanol. La solution méthanolique étalon (10 mL) ainsi obtenue permettra dans un premier temps d'étudier les conditions de séparations chromatographiques des trois vitamines. Les conditions analytiques étaient les suivantes : la phase mobile était le méthanol à un débit de 1 mL/min et la détection faite à 254 nm (vitamine K), 280 nm (vitamine E) et 313 nm (vitamine D) ; la sensibilité des détecteurs était réglée à 0,005 mAU pour la vitamine D et 0,01 mAU pour les vitamines E et K. Les substances ont été identifiées par l'utilisation de standards appropriés.

II-2-3. Traitement de données

II-2-3-1. Mesures statistiques

Les variables dépendantes de l'étude sont les concentrations de Calcium, Magnésium, Phosphore, Potassium, Sodium, des vitamines B1, B2, B3, B6 et C, des vitamines D-E-K, des Vitamines B9, B12 et bêta-carotène.

II-2-3-2. Analyse statistique

Des mesures de statistiques descriptives (fréquence, moyenne, variance et écart-type) ont été utilisées pour décrire et comparer les échantillons de l'étude. De plus le test t de *Student* a été utilisé pour analyser et comparer les moyennes des variables dépendantes. Le logiciel utilisé était STATA version 15.

III - RÉSULTATS

III-1. Population globale étudiée

Le *Tableau 1* présente la caractéristique démographique de la population étudiée. Ainsi, une trentaine d'échantillons de lait issus de quatre fermes et 18 prélevés sur le marché, soit un total de 48 échantillons de lait ont fait l'objet de cette étude. Les différents sous-groupes selon le lieu de prélèvement de ferme (ferme A, B, C, D et marché) et selon la race (Zébu, Baoulé et Ndama) n'étaient pas statistiquement différents l'un par rapport à l'autre.

III-2. Analyse des sous-groupes

III-2-1. Effets du lieu de prélèvement du lait sur la concentration des minéraux dosés

Le *Tableau 2* compare pour chaque minéral dosé, les valeurs moyennes obtenues selon la ferme. Les valeurs moyennes du calcium, magnésium, sodium et potassium étaient similaires d'une ferme à l'autre car les coefficients de variations (CV) respectifs ($cv = 5,45$; $cv = 4,75$; $cv = 5,59$; $cv = 6,79$ et $cv = 2,26$) sont tous inférieurs à 10 %.

III-2-2. Effets du lieu de prélèvement sur la concentration des vitamines hydrosolubles dosées

Pour les vitamines hydrosolubles (*Tableau 3*), les valeurs moyennes des vitamines B2, B3, B6, B9 et B12 similaires d'une ferme à l'autre. Elles n'étaient pas non plus différentes quand on les comparait à celles d'échantillons prélevés sur le marché. En revanche les valeurs moyennes des concentrations des vitamines B1 et C présentaient une très grande variabilité avec des coefficients de variation (CV) supérieurs à 10 %.

III-2-3. Effets du lieu de prélèvement sur la concentration des vitamines liposolubles dosées

Les valeurs moyennes des concentrations liposolubles dosés (**Tableau 4**) en particuliers la β -carotène, les vitamines D3, E et K du lait étaient similaires d'une ferme à l'autre et en comparaison avec le lait prélevé sur le marché.

Tableau 1 : Caractéristique démographique de l'étude

Caractéristiques	Fermes n(%)	Total n(%)
Lieu		
Ferme A	7(23,33)	7(14,58)
Ferme B	7(23,33)	7(14,58)
Ferme C	7(23,33)	7(14,58)
Ferme D	9(30)	9(18,75)
Total ferme	30(100)	-
Marché	18(100)	18(37,5)
Total	-	48(100)
Races		
Zébu	8(26,67)	8(16,67)
Baoulé	6(20)	6(12,5)
N'dama	16(53,33)	16(33,33)
Total race	30(100)	-
Inconnue	18(100)	18(37,5)
Total	-	48(100)

La lettre « n » est le nombre des échantillons de lait par groupe, ce nombre est indiqué selon la provenance des échantillons. Le pourcentage de chaque groupe par rapport au nombre total des échantillons selon la provenance du lait est indiqué entre parenthèses.

Tableau 2 : Comparaisons des minéraux présents dans le lait pour les quatre fermes à ceux du marché

Localités	n	Phosphore	calcium	magnésium	sodium	potassium
Ferme A	7	87,14	109,43	8,30	62,57	135,70
Ferme B	7	80,86	113,57	7,73	62,30	131,80
Ferme C	7	84,29	117,29	8,56	65,33	134,47
Ferme D	9	89,78	105,89	7,59	66,18	127,52
Marché	18	94,83	21,00	8,76	74,68	135,07
Moy. ± Std		87,38 ± 4,76	113,43 ± 5,39	8,19 ± 0,46	66,21 ± 4,49	132,93 ± 3,00
Cv		5,45	4,75	5,59	6,79	2,26

L'effectif de chaque groupe (n) ; les moyennes (Moy.) des concentrations (mg/100 mL pour le phosphore, calcium, magnésium, sodium et potassium) de chaque micronutriment dosé sont indiquées avec leurs écart-types (Std) et leurs coefficients de variations (CV).

Tableau 3 : Comparaisons des vitamines hydrosolubles présents dans le lait pour les quatre fermes visitées à celles du marché

Localités	Vit B1	Vit B2	Vit B3	Vit B6	Vit C	Vit B9	Vit B12	
Ferme A	7	0,03	0,13	0,08	0,04	0,70	2,69	0,26
Ferme B	7	0,03	0,11	0,08	0,03	0,95	2,73	0,26
Ferme C	7	0,04	0,13	0,07	0,04	1,04	2,27	0,25
Ferme D	9	0,04	0,14	0,07	0,04	1,10	2,43	0,24
Marché	18	0,04	0,13	0,08	0,04	0,95	2,41	0,25
Moy.		0,04 ± 0,01	0,14 ± 0,01	0,08 ± 0,00	0,03 ± 0,00	0,97 ± 0,11	2,50 ± 0,17	0,25 ± 0,01
Cv		16,06	9,41	3,37	6,43	11,91	6,97	2,30

L'effectif de chaque groupe (n) ; les moyennes (Moy.) des concentrations (exprimées en mg/100 mL la vitamine B1, B2, B3, B6, C et en µg/100 mL la vitamine B9 et B12) de chaque micronutriment dosé sont indiquées avec leurs écart-types (Std) et leurs coefficients de variations (CV).

Tableau 4 : Comparaisons des vitamines liposolubles présents dans le lait pour les quatre fermes à celles du marché

Localités	n	β -carotène	Vit D3	Vit E	Vit K
Ferme A	7	6,04	0,09	84,61	2,90
Ferme B	7	5,81	0,08	86,56	3,24
Ferme C	7	5,96	0,08	87,91	3,53
Ferme D	9	7,10	0,07	88,42	3,40
Marché	18	5,79	0,06	90,43	3,97
Moy.		6,14 \pm 0,49	0,08 \pm 0,01	87,59 \pm 1,94	3,41 \pm 0,35
Cv		7,96	10,61	2,21	10,21

L'effectif de chaque groupe (n) ; les moyennes (Moy.) des concentrations (exprimées en $\mu\text{g}/100\text{ mL}$ la bêta carotène, la vitamine D3, E et K) de chaque micronutriment dosé sont indiquées avec leurs écart-types (Std) et leurs coefficients de variations (CV).

III-2-4. Effets de la race sur la concentration des minéraux dosés

Le **Tableau 5** compare pour chaque minéral dosé, les valeurs moyennes obtenues selon la race. Les valeurs moyennes du phosphore, calcium, magnésium, sodium et potassium étaient similaires d'une race à l'autre car les coefficients de variations (CV) respectifs (cv = 4,84 ; cv = 3,80 ; cv = 4,77 ; cv = 6,92 et cv = 1,39) sont tous inférieurs à 10 %.

III-2-5. Effets de la race sur la concentration des vitamines hydrosolubles dosées

Pour les vitamines hydrosolubles (**Tableau 6**), les valeurs moyennes des vitamines B2, B3, B6, B9, B12 et C étaient similaires d'une race à l'autre. Elles n'étaient pas non plus significativement différentes quand on les comparait aux échantillons du marché (race inconnue). En revanche les valeurs moyennes des concentrations de la vitamine B1 présentaient une très grande variabilité avec un coefficient de variation (CV = 11,91 %) supérieur à 10 %.

III-2-6. Effets de la race sur la concentration des vitamines liposolubles dosées

Le **Tableau 7** présente les valeurs moyennes des concentrations des vitamines liposolubles dosées en particuliers la β -carotène, les vitamines D3, E et K du lait. Les concentrations obtenues étaient similaires d'une race à l'autre et en comparaison avec le lait prélevé sur le marché (race inconnue) car les coefficients de variation de ces nutriments sont tous autour de 10 %.

III-2-7. Comparaison des concentrations moyennes des micronutriments dosés à Korhogo aux valeurs de la FAO

Le **Tableau 8** compare les concentrations moyennes des minéraux, des vitamines liposolubles et hydrosolubles aux valeurs de la FAO. Au niveau des minéraux, les concentrations du phosphore, calcium et du potassium dosés étaient similaires aux valeurs de la FAO car les coefficients de variation respectifs (CV = 6,74 ; CV = 4,84 et CV = 3,07) sont inférieurs à 10 %. Par ailleurs le lait des fermes de Korhogo était plus faible en magnésium (8,19 mg/100 mL) comparé aux valeurs moyennes publiées par la FAO (12 mg/100 mL) tandis qu'il était plus élevé en sodium (66,21 mg/100 mL) comparé aux valeurs moyennes obtenues par la FAO (50 mg/100 mL). Les coefficients de variation respectifs sont 18,89 et 13,95. Pour ce qui est des vitamines hydrosolubles, les valeurs moyennes des concentrations des vitamines B1, B3 et C étaient similaires aux valeurs moyennes de la FAO. Les coefficients de variation respectifs (CV = 7,71 ; CV = 9,46 et CV = 9,37) sont inférieurs à 10 %. Par contre les valeurs moyennes des vitamines B2 et B6 dosées dans le lait des vaches laitières de Korhogo étaient faibles lorsqu'on les comparait aux valeurs moyennes publiées par la FAO avec des coefficients de variations respectifs (CV = 15,01 et CV = 16,39) supérieur à 10 %. La valeur moyenne des vitamines B9 et B12 dosées dans le lait des fermes de Korhogo était élevée lorsqu'on la comparait à la valeur moyenne publiée par la FAO avec un coefficient de variation supérieur à 10 % (CV = 35,81 et CV = 69,68). Pour les vitamines liposolubles, les valeurs moyennes des concentrations des vitamines D3, E et K du lait échantillonné à Korhogo étaient similaires aux valeurs obtenues par la FAO à l'exception de la bêta-carotène qui était plus faible dans le lait des vaches de Korhogo (CV = 54,75).

Tableau 5 : Comparaison des minéraux présents dans de lait des différents types de races de vache à ceux des races inconnues

Races	n	phosphore	calcium	magnésium	sodium	potassium
Zébu	8	84,50	110,88	7,69	63,68	129,86
Baoulé	6	84,50	110,83	8,02	63,80	132,78
Inconnues	18	94,83	121,00	8,76	74,68	135,07
Ndama	16	86,94	111,44	8,18	64,68	132,91
Moy.		87,69±4,24	113,54±4,32	8,16±0,39	66,71±4,62	132,65±1,85
Cv		4,84	3,80	4,77	6,92	1,39

L'effectif de chaque groupe (n) ; les moyennes (Moy.) des concentrations (mg/100 mL pour le phosphore, calcium, magnésium, sodium et potassium) de chaque micronutriment dosé sont indiquées avec leurs écart-types (Std) et leurs coefficients de variations (CV).

Tableau 6 : Comparaison des vitamines hydrosolubles présentes de lait des différents types de races de vache à celles des races inconnues

Races	n	Vit B1	Vit B2	Vit B3	Vit B6	Vit C	Vit B9	Vit B12
Zébu	8	0,03	0,12	0,07	0,03	1,01	2,59	0,25
Baoulé	6	0,03	0,12	0,08	0,03	0,85	2,47	0,24
Inconnues	18	0,04	0,13	0,08	0,04	0,95	2,41	0,25
N'dama	16	0,04	0,13	0,08	0,04	1,01	2,51	0,25
Moy.±Std		0,04±0,00	0,13±0,01	0,08±0,00	0,03±0,00	0,95±0,07	2,49±0,07	0,25±0,01
Cv		11,91	3,98	2,85	6,90	6,64	2,66	2,04

L'effectif de chaque groupe (n) ; les moyennes (Moy.) des concentrations (exprimées en mg/100 mL la vitamine B1, B2, B3, B6, C et en µg/100 mL la vitamine B9 et B12) de chaque micronutriment dosé sont indiquées avec leurs écart-types (Std) et leurs coefficients de variations (CV).

Tableau 7 : Comparaison des vitamines liposolubles présentes dans le lait des différents types de races de vache à celles des races inconnues

Races	n	β-carotène	Vit D3	Vit E	Vit K
Zébu	8	6,24	0,08	87,29	3,26
Baoulé	6	6,00	0,08	86,92	3,25
Inconnues	18	5,79	0,06	90,45	3,97
N'dama	16	6,42	0,08	86,85	3,29
Moy.		6,11 ± 0,24	0,07 ± 0,01	87,87 ± 1,4	3,44 ± 0,30
Cv		3,24	10,05	1,69	8,79

L'effectif de chaque groupe (n) ; les moyennes (Moy.) des concentrations (exprimées en µg/100 mL la bêta carotène, la vitamine D3, E et K) de chaque micronutriment dosé sont indiquées avec leurs écart-types (Std) et leurs coefficients de variations (CV).

Tableau 8 : Comparaison des concentrations en minéraux et vitamines présents dans le lait de Korhogo à celles de la FAO

Minéraux						
Concentrations	Korhogo	FAO	Std	Différence	T-student	P-value
Phosphore	87,38 (mg/100mL)	100,00 (mg/100mL)	4,76	-12,62	18,4	< 0,0001
Calcium	13,43(mg/100mL)	125,00(mg/100mL)	5,38	-11,57	14,9	< 0,0001
Magnésium	8,19(mg/100mL)	12,00(mg/100mL)	0,46	-3,81	57,7	< 0,0001
Sodium	66,21(mg/100mL)	50(mg/100mL)	4,49	16,21	25,0	< 0,0001
Potassium	132,95(mg/100mL)	125,00(mg/100mL)	3,00	7,93	18,3	< 0,0001
Vitamines hydrosolubles						
Concentrations	Korhogo	FAO	Std	Différence	T-student	P-value
Vitamine B1	0,04(mg/100mL)	0,04(mg/100mL)	0,01	-0,01	7,2	< 0,00001
Vitamine B2	0,13(mg/100mL)	0,17(mg/100mL)	0,01	-0,04	26,0	< 0,0001
Vitamine B3	0,08(mg/100mL)	0,09(mg/100mL)	0,00	-0,02	43,0	< 0,0001
Vitamine B6	0,03(mg/100mL)	0,05(mg/100mL)	0,00	-0,01	39,8	< 0,0001
Vitamine C	0,97(mg/100mL)	0,80(mg/100mL)	0,11	0,17	10,0	< 0,0001
Vitamine B9	5,30(µg/100mL)	3,90(µg/100mL)	0,17	-2,80	111,0	< 0,0001
Vitamine B12	0,25(µg/100mL)	0,05(µg/100mL)	0,01	0,21	247,4	< 0,0001
Vitamines liposolubles						
Concentrations	Korhogo	FAO	Std	Différence	T-student	P-value
β-carotène	6,14(µg/100mL)	21,00(µg/100mL)	0,49	-14,86	210,7	< 0,0001
Vitamine D3	0,08(µg/100mL)	0,08(µg/100mL)	0,01	0,00	3,5	< 0,01
Vitamine E	87,59(µg/100mL)	110,00(µg/100mL)	1,94	-22,41	80,1	< 0,0001
Vitamine K	3,41(µg/100mL)	3,00(µg/100mL)	0,35	0,41	8,1	< 0,0001

L'effectif du groupe (n = 48) ; les moyennes des concentrations des minéraux (exprimées en mg/100mL), des vitamines hydrosoluble (exprimées en mg/100 mL pour la vitamine B1, B2, B3, B6 et C ; et en µg/100 mL la vitamine B9 et B12) et des vitamines liposolubles (exprimées en µg/100 mL la bêta carotène ; la vitamine D3 ; E et K) sont indiquées avec leurs erreurs standard sur les moyennes (ESM) ; Val.réf : Valeurs de références (FAO, 1998) et leurs

coefficients de variations (CV). La différence entre les moyennes du lait de Korhogo et de la Fao sont indiqués. La valeur absolue du T-student ($|T|$) et les valeurs de P (P-value) sont également indiquées ; significatif (S) si $p < 0,05$ et non significatif (NS) si $p > 0,05$.

IV - DISCUSSION

En Afrique, le lait revêt un caractère sacré. En effet, le lait a une valeur économique, une valeur sociale et une valeur culturelle. MATTIELLO et coll. décrivent cette triple symbolique du lait [11]. Le lait un facteur important dans les processus d'organisation sociale, les habitudes alimentaires, le commerce, le développement, de l'appropriation des techniques et l'héritage culturel [11]. En Afrique de l'Ouest, notamment dans le Mali voisin de la région de Korhogo, il y a des évidences que la population préfère le lait frais au lait importé [12]. L'étude biochimique des produits laitiers africains s'avère donc importante pour s'assurer de la qualité de ces produits [13]. Le dosage de quelques micronutriments contenus dans le lait des vaches laitières du département de Korhogo met en exergue l'impact éventuel de certains facteurs sur la qualité du lait. Il s'agissait, d'évaluer l'impact de la provenance du lait et celui des différentes races de vaches productrices de lait dans ledit département. Les résultats ont montré que la localisation de la ferme n'avait pas d'impact sur la composition du lait en ces micronutriments. Bien que certains consommateurs s'approvisionnent directement sur la ferme, la majorité des gens achète leur lait au marché.

Or, le lait du marché (chez les revendeuses) est le produit d'un mélange de lait provenant de diverses races et probablement de différentes fermes. Dès lors, une comparaison du lait des fermes à celui du marché s'avérait opportune. Naturellement, à l'image de la comparaison entre fermes et entre races, il n'y avait pas de différence entre ce lait et celui pris directement dans les fermes. Cela s'explique aisément par l'élevage en transhumance pratiqué dans le département [14] et donc l'usage du même pâturage. Le système de pâturage consiste à faire paître les animaux dans les pâturages naturels [15, 16]. Le troupeau ne reste sur le terroir villageois que pendant la période de vaine pâture ; il est éloigné, durant la fin de la saison sèche, sur des îlots pour les villages proches de cours d'eaux, par exemple, mais aussi durant la saison des cultures (transhumance proche ou lointaine) [16, 17]. La zone d'étude, en occurrence le département de Korhogo, est marquée par une alternance de deux (2) saisons : la saison sèche et la saison des pluies. La saison sèche, très marquée par l'harmattan entre décembre et janvier et des pointes de chaleur en mars et avril, s'étend de novembre à avril. La saison des pluies s'étend de mai à octobre avec des pluviométries maximales en juillet et août. Les températures moyennes varient entre 24°C et 33°C. Les mois les plus chauds sont février, mars et avril

avec 36°C [9]. Ce régime pluviométrique entraîne des fortes variations annuelles des ressources alimentaires du cheptel [18]. Notre étude a eu lieu en plein mois de mars au moment des fortes chaleurs. De telles conditions, caractéristiques des zones tropicales constituent une contrainte importante de la production laitière [19]. Un séjour prolongé à des températures supérieures à 25°C causerait une réduction de l'ingestion de matière sèche par la vache avec pour corolaire, une chute de la production [19]. Contrairement à notre étude, l'influence de la race sur la qualité du lait a été démontrée par plusieurs auteurs au nombre desquels [20]. Ce dernier a rapporté que la race Holstein produit une quantité importante de lait avec une faible teneur en matières utiles [20]. Par ailleurs, l'étude du génome révèle que la quantité et la composition biochimique du lait sont liées aux gènes [21]. Aussi, est-il bon de préciser que la présente étude ne portait pas sur la performance des animaux. Toutefois, nous avons observé au passage une faible production. Des valeurs des minéraux et vitamines du lait analysé étaient différentes des normes de la FAO [22]. Le lait cru collecté dans la région d'étude est pauvre en certains éléments nutritifs (magnésium, vitamine B2, vitamine B6, vitamine B9 et bêta-carotène). Ceci est conforme à la littérature scientifique. En effet, un chercheur ayant remarqué la même tendance dans sa zone d'étude [23] concluait que le lait cru collecté dans une région donnée peut être pauvre en éléments nutritifs du fait de la ration alimentaire des vaches laitières étudiées.

Le lait des races de vache que nous avons étudiées était certes faible en vitamine D3, mais la valeur mesurée était identique à la norme de la FAO [22]. Les faibles teneurs en certaines autres vitamines (B2, B6, B12 et la bêta-carotène) s'expliqueraient également par un régime alimentaire pauvre, une malnutrition des animaux et au système d'élevage. Le système extensif est pratiqué à 80 % dans les élevages autour de la ville de Korhogo. D'ailleurs, ce système demeure le plus utilisé dans les zones à pluviométrie faible et irrégulière. Cette forte prépondérance a été rapportée aussi par [24] au Burkina Faso et [25] au Niger. Les résultats des travaux [26] à Kaolack ont montré également que 76,7 % des éleveurs de cette région étaient des peuls comme c'est le cas de l'étude réalisée à Korhogo. À Korhogo ce système est confronté de nos jours à de nombreux problèmes tels que l'extension des surfaces agricoles au détriment des surfaces pastorales. Ainsi, les fermiers déplacent chaque jour le troupeau à la recherche de nourriture pour le bétail, vont de plus en plus loin des villages et rencontrent d'autres éleveurs. Pour conclure disons que les analyses sur la qualité du lait produits par les vaches de Korhogo sont satisfaisantes eu égard aux valeurs moyennes publiées par la FAO [22]. Toutefois, il conviendrait d'étendre cette étude sur divers champs. À savoir : une analyse microbiologique du lait à toutes les étapes de la filière ; le dosage des oligoéléments tels que le fer, le cuivre le zinc ; l'expérimentation de l'usage de concentrés pour la complémentation de l'alimentation des animaux.

V - CONCLUSION

Les résultats de cette étude suggèrent que le lait de vache des fermes laitières familiales de Korhogo est qualité nutritionnelle irréprochable. Le développement de la filière laitière en dans la région est à encourager pour combler les besoins nutritionnels de la petite enfance. Cependant, il convient de considérer l'aspect microbiologique qui n'a pas fait l'objet d'attention dans cette partie de l'étude. Aussi, une étude complète qui prendrait en compte tous les aspects de la sécurité alimentaire mérite-t-elle d'être menée.

RÉFÉRENCES

- [1] - IRAM, « Étude sur la compétitivité des filières agricoles dans l'espace », (2006) 73 p.
- [2] - IRAM, « Étude sur la formulation des programmes d'action détaillés des filières prioritaires au sein de la zone UEMOA : Rapport définitif », étude réalisée par Jean Koechlin et Paul Girard, Novembre 2010, (2010) 133 p.
- [3] - L. F. COURTET, « Qualité nutritionnelle du lait de vache et de ses acides gras ». Thèse pour le doctorat vétérinaire, école nationale vétérinaire d'Alfort, (2010) 122 p.
- [4] - F. GAUCHERON, « Minéraux et produits laitiers », Tec et Doc, Lavoisier, 783 (2004) 922 p.
- [5] - M. DUPLESSIS, S. MANN, D. V. NYDAM, C. L. GIRARD, D. PELLERIN et T. R. OVERTON, « Foliates and vitamin B12 in colostrum and milk from dairy cows fed different energy levels during the dry period ». *Journal of Dairy Science*, Issue 8, Vol. 98, (2015) 5454 - 5459
- [6] - C. L. GIRARD, C. BENCHAAAR, J. CHIQUETTE et A. DESROCHERS, « Net flux of nutrients across the rumen wall of lactating dairy cows as influenced by dietary supplements of folic acid ». *Journal of Dairy Science*, Issue 12, Vol. 92, (2009) 6116 - 6122
- [7] - V. H. WENDMISIDA, « Appréciation de la qualité physico-chimique du lait frais en rapport avec les pratiques d'élevage dans les élevages autour de la ville de Kaolack au Sénégal ». Thèse de doctorat. Thèse de doctorat. Sénégal. Université Cheikh Anta Diop de Dakar, (2013) 100 p.
- [8] - MRAH, « Plan stratégique de développement de l'élevage, de la pêche et de l'aquaculture en Côte d'Ivoire (PSDEPA 2014-2020) », (2014)
- [9] - A. N. N. BOKO-KOIADIA, G. CISSÉ, B. KONÉ et D. SÉRI, « Variabilité climatique et changements dans l'environnement à Korhogo en Côte d'Ivoire : mythes ou réalité ? » *European Scientific Journal*, Issue 5, Vol. 12, (2016)

- [10] - L. GUEGUEN et P. ROMBAUTS, « Dosage du sodium, du potassium, du calcium et du magnésium par spectrophotométrie de flamme dans les aliments, le lait et les excréta ». Service de Biochimie et de Nutrition, Centre national de Recherches zootechniques, Jouy-en-Josas, (1961) 97 p.
- [11] - S. MATTIELLOA, M. CAROPRESEB, C. G. MATTEOC, R. FORTINAD, A. MARTINIE, M. MARTINIF, G. PARISIE, C. RUSSOF, M. ZECCHINIA and ASPA, Commission “Animal Productions in Development Cooperation Projects” « Typical dairy products in Africa from local animal resources ». *Italian Journal of Animal Science*, Issue 3, Vol. 17, (2018) 740 - 754
- [12] - D. AGYEI, J. OWUSU-KWARTENG, F. AKABANDA and S. AKOMEA-FREMPONG, « Indigenous African fermented dairy products : Processing technology, microbiology and health benefits ». *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, Issue 6, Vol. 60, (2020)
- [13] - R. VROEGINDEWEY, R. B. RICHARDSON, D. L. ORTEGA and V. THERIAULT, « Consumer and retailer preferences for local ingredients in processed foods: Evidence from a stacked choice experiment in an African urban dairy market ». *Food Policy*, Vol. 103, (2021) 102106
- [14] - Y. DIALLO, Les Peuls, les Sénoufo et l'État au nord de la Côte d'Ivoire. Problèmes fonciers et gestion du pastoralisme. Bulletin de l'APAD, 10 (1995)
- [15] - C. M. WOMBOU « Alimentation du bétail laitier au mali : Recherche des alternatives au tourteau de coton à Cinzana, région de Ségou ». Mémoire : Production Animales : Dakar (EISMV), (2009) 33 p.
- [16] - N. A. AKAFFOU, « Élevage bovin laitier dans la région du Poro (nord Côte d'Ivoire) : situation actuelle et perspectives de développement ». Thèse, Médecine vétérinaire. Université Cheikh Anta Diop de Dakar, (2013) 88 p.
- [17] - G. MORIN, D. COULIBALY, C. CORNIAUX, R. POCCARD-CHAPUI, S. I. SIDIBE et C. H. MOULIN, « Dynamiques des unités de production laitière dans le bassin d'approvisionnement de la ville de Ségou au Mali ». *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop*, 60 (1-4) (2007) 89 - 101
- [18] - CIRAD, « Élevage de la vache laitière en zone tropicale ». Ouvrage technique, (1999) 105 p.
- [19] - J. PAGOT, « L'élevage en pays tropicaux » Paris : IEMVT, (1985) 562 p.
- [20] - P. VAITCHAFA, « Étude de la production laitière sur les paramètres de reproduction chez la femelle zébu dans les petits élevages traditionnels en zone péri-urbaine ». Thèse : Méd. Vét. Dakar, (1996) 36 p.
- [21] - H. A. NANAIEI, M. D. QANATQESTANI and A. ESMAILIZADEH, « Whole-genome resequencing reveals selection signatures associated with milk production traits in African Kenana dairy zebu cattle ». *Genomics*, Issue 1, Vol. 112, (2020) 880 - 885
- [22] - FAO, Alimentation et nutrition n°28. <http://www.fao.org> (Consulté en septembre 2021)

- [23] - N. BENHEDANE, « Qualité Microbiologique du lait cru destiné à la fabrication d'un type de camembert dans une unité de l'est algérien ». Thèse de magister. Constantine : Université MENTOURI, (2012) 123 p.
- [24] - Y. F. LANKOANDE, « Développement des bovins Trypanotolérants au Burkina Faso : Défis, Potentialités et opportunités ». Mémoire IDR, UPB, BoboDioulasso, (2002) 31 p.
- [25] - H. MARICHATOU, H. KORE, H. K. MOTCHO et G. VIAS, « Synthèse sur les filières laitières au Niger ». Réseau et d'Echange sur les Politiques Laitières. Série « document de travail », ISRA, BAME, N°4 (2005) 8 p.
- [26] - K. C. ASSEU, « Évaluation du degré d'acceptation de l'insémination artificielle bovine à Kaolack au Sénégal ». Thèse : Med. Vét., Dakar, (2010) 100 p.