

## Amélioration génétique bovine par voie de croisement et de sélection en Afrique Tropicale : Expériences du Cameroun

Nsangou A.S.<sup>2\*</sup>, Mbah D.A.<sup>5</sup>, Tawah C.L.<sup>6</sup>, Manchang T.K.<sup>24</sup>, Bah G.S.<sup>1</sup>, Manjeli Y.<sup>3</sup>, Njehoya C.A.<sup>1</sup>, Mfopit Y.<sup>2</sup>, Nguetoum C.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institut de Recherche Agricole pour le Développement, Centre de Recherche de Wakwa, B.P. 65 Ngaoundéré, Cameroun

<sup>2</sup>Institut de Recherche Agricole pour le Développement, Station de Recherche Polyvalente de Bangangté, B.P. 222, Bangangté, Cameroun

<sup>3</sup>Université de Dschang, Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Département de Zootechnie, BP. 188 Dschang, Cameroun

<sup>4</sup>Université de Buéa, Faculté d'Agriculture et de Médecine Vétérinaire, Département de Médecine Vétérinaire

<sup>5</sup>Académie des Sciences du Cameroun, B.P. 1457, Yaoundé, Cameroun

<sup>6</sup>Consultant African Development Bank, Abidjan, Cote d'Ivoire

\* **Auteur correspondant** : NSANGOU Abdou Salamou, e-mail : [abdousalam1987@gmail.com](mailto:abdousalam1987@gmail.com)

### RESUME

Ce travail passe en revue les résultats des travaux de recherches sur l'amélioration génétique des zébus locaux (Goudali, White et Red Fulani) par voie de sélection et de croisement avec les races exotiques (Holstein, Montbéliarde, Brahman américain, Jersiais, Tarentaise, Limousine et Charolaise). Ces travaux ont été conduits depuis 1952 dans les Centres de Recherches Zootechniques de Wakwa et Bambui par l'Institut de Recherches Zootechniques (IRZ, aujourd'hui connue sous le nom de l'Institut de Recherche Agricole pour le Développement) du Cameroun, en système d'élevage semi-intensif dans les zones des hautes savanes guinéennes et des hauts plateaux de l'Ouest Cameroun. Les données proviennent des rapports d'activité et de consultations, des publications scientifiques et des entrevues. L'objectif est de ressortir les résultats saillants utiles pour les décideurs politiques, les chercheurs et les éleveurs. Les principaux résultats montrent que le potentiel laitier des croisés est généralement supérieur (>4 litres) à celui des races locales (>3,5 litres). Les génotypes ayant moins de 75% de sang exotique sont les plus performants en lait et viande. Les causes de mortalité par ordre d'importance sont nutritionnelles (36,8%), accidentelles (29,6%), pathologiques (21,1%), parasitaires (7,7%) et reproductives (4,8%). Par rapport aux autres produits de croisement, les croisés Holsteins ont été plus lourds à la naissance (34,75 kg) avec une vitesse de croissance plus élevée (0,46 kg), une production laitière plus élevée (5,47 ± 0,17 litres), plus précoces (40,87 mois) et moins susceptibles au stress environnemental. Pour la filière bovin-à-viande, les performances de viande de la race synthétique Wakwa sont légèrement supérieures à celles des zébus Goudali sélectionnés dans le cheptel local. Cependant, le taux de susceptibilité à la dermatophilose est estimé à 71,0%, 34,4% et 5,0% chez le pur, ½ et ¼ sang Brahman, respectivement. La sélection massale du zébu Goudali (variété Ngaoundéré) et la race synthétique Wakwa a permis d'obtenir des progrès génétiques significatifs, soient, respectivement, 8,60 kg et 20,40 kg. Cependant, les corrélations génétiques négatives entre les effets directs et maternels montrent que le progrès génétique serait davantage plus important si la sélection était concentrée sur les performances directes et maternelles. Les expériences d'insémination artificielle menées à la SODEPA et à « *Tadu Dairy Cooperative Society* » montrent que l'industrie laitière est une entreprise rentable avec un rapport bénéfice-coût de 4,21.

**Mots clés** : Zébus locaux, sélection, croisement, races exotiques, performance, Cameroun

Received: 07/07/2021

Accepted: 27/08/2021.

DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/jcas.v17i1.2>

© The Authors. This work is published under the Creative Commons Attribution 4.0 International Licence.

## ABSTRACT

This work reviews the results of research on the genetic improvement of local zebu (Gudali, White and Red Fulani) through selection and crossbreeding with exotic cattle breeds (Holstein, Montbeliard, American Brahman, Jersey, Tarentaise, Limousine and Charolais). This work was started since 1952 by Institute of Animal Research (IRZ, now known as the Institute of Agricultural Research for Development) at the Wakwa and Bambui Research Centers, under semi-intensive management conditions in the high Guinea savannah areas of the Adamawa Plateau and the highlands of West Cameroon. Data were obtained from activity and consultation reports, scientific publications and interviews. The objective is to highlight salient findings that are useful for policy makers, researchers and livestock producers. The main results show that the milk potential of crosses is generally higher (>4 liters) than that of local breeds (>3.5 liters). Genotypes with less than 75% exotic blood had the best milk and meat production performance. The reported causes of mortality in order of importance are nutritional (36.8%), accidental (29.6%), pathological (21.1%), parasitic (7.7%) and reproductive (4.8%). Compared to the others crosses, Holstein crosses were found to be relatively heavier at birth (34.75 kg) with a higher growth rate (0.46 kg), higher daily milk production ( $5.47 \pm 0.17$  liters), earlier maturing (40.87 months), but more adapted to the breeding conditions and less susceptible to environmental stress. For the beef industry, the meat performance of the synthetic Wakwa breed is slightly better than that of the Gudali zebu selected from the local herd. However, the susceptibility rate to dermatophilosis was estimated at 71.0%, 34.4% and 5.0% in pure,  $\frac{1}{2}$  and  $\frac{1}{4}$  blood Brahman, respectively. Individual selection of the Gudali zebu (Ngaoundéré subtype) and the synthetic Wakwa breed has resulted in significant genetic progress, 8.60 kg and 20.40 kg, respectively. However, the negative genetic correlations between direct and maternal effects showed that genetic progress would be more important if selection was concentrated on direct and maternal performance. Artificial insemination experiments conducted at SODEPA and Tadu Dairy Cooperative Society showed that the dairy industry is a profitable enterprise with a benefit-cost ratio of 4.21.

**Keywords:** local zebu, selection, crossbreeding, exotic breeds, performance, Cameroon

## 1. Introduction

Depuis son accession à l'indépendance en 1960, le Cameroun a structuré la recherche scientifique aussi bien universitaire qu'institutionnelle pour une meilleure maîtrise endogène du développement national. Au-delà des secteurs de l'enseignement supérieur et de la recherche institutionnelle publique ; le secteur privé des affaires, le secteur privé à but non lucratif, les institutions étrangères et un large secteur non institutionnel concourent à l'offre de la recherche scientifique et de l'innovation pour trouver des solutions aux défis de développement qui interpellent le Cameroun (MINRESI, 2018). Entre autres, le développement des filières bovin-viande et bovin-lait est l'un des axes stratégiques prioritaires du sous-secteur du Ministère de l'Élevage, des Pêches et des Industries Animales (MINEPIA, 2011). Hamadou (2009) estime entre 400 000 et 600 000 éleveurs qui tirent l'essentiel de leurs revenus de l'élevage bovin. La consommation laitière se situe à 9,5 kg/habitant/an tandis que celle de la viande est de 13,3 kg/habitant/an (MINEPIA, 2011). Ces chiffres sont très loin des normes recommandées par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) à savoir 45 kg/habitant/an pour la viande et 20,2 kg/habitant/an pour le lait. Le déficit est comblé en partie par des importations qui entraînent des pertes énormes en devises (INS, 2017).

L'importation des races exotiques plus productives dans l'optique du croisement améliorateur date de 1930 (IRZ, 1985 ; Bayemi, 2005). A partir de 1952, la race Brahman américaine est importée pour l'amélioration de la filière bovin-viande tandis que les races taurines exotiques (Holstein, Montbéliarde, Jersiaise) le seront à partir de 1971 pour l'amélioration de la production laitière (IRZ,

1984a ; IRZ, 1984b ; IRZ, 1985 ; Tebong, 1985 ; Mbah, 2008). La sélection massale du zébu Goudali et race Wakwa débute à l'Institut de Recherches Zootechniques de Wakwa en 1968 pour finir 20 ans plus tard (Ebangi et *al.*, 2001). Aujourd'hui, *Tadu Dairy Cooperative Society* (TDSC) produit les croisés Brahman x Goudali à la demande des éleveurs et de la Société de Développement des Productions Animales (SODEPA) (Shang L., Manager TDSC, communication personnelle, 2021).

La présente revue se propose de récapituler les résultats de recherches expérimentales sur les croisements et la sélection des zébus du Cameroun depuis 1952. L'objectif final est de consolider les informations dispersées dans plusieurs publications scientifiques et rapports divers en faisant ressortir les résultats saillants utiles pour les décideurs politiques, les chercheurs et les éleveurs.

## 2. Méthodologie

### 2.1 Sources documentaires

Les données présentées dans cette revue proviennent des rapports d'activité et des consultations, des publications scientifiques et des entretiens.

### 2.2 Description des Centres de Recherches de Wakwa et Bambui

#### 2.2.1 Centre de Recherches de Wakwa

D'après l'IRAD (2008), Wakwa est situé dans la zone des hautes savanes guinéennes (zone II) du Cameroun (IRAD 2008). Cette zone agro écologique est comprise entre 5°42" et 8°36" de latitude Nord, et 11°24" et 14°36" de longitude Est (voir annexe). Elle s'étend sur une superficie totale de 138 000 km<sup>2</sup>. Elle recouvre la région de l'Adamaoua, les départements du Mbam (région du Centre) et du Lom-et-Djerem (région de l'Est). Elle est constituée dans sa grande partie par un

vaste plateau d'altitudes comprises entre 900 et 1500 m. L'humidité relative moyenne annuelle est de 65%. L'humidité relative maximum oscille entre 68,5% et 98,5%, tandis que l'humidité relative minimum varie entre 20,8% et 63,4%. La pluviométrie moyenne est de 1500 mm avec environ 150 jours de pluie. La température moyenne oscille entre 20 à 26° C. La moyenne des maxima varie entre 36,5 et 40°C. La température ici est dans les limites critiques pour le métabolisme de production des vaches laitières (Breteau, 2010). La présence des mouches tsé-tsé, des tiques et de la dermatophilose a été signalée dans cette zone (Mohamadou, 1985). La mobilité (la transhumance) des pasteurs en saison sèche est la règle.

### 2.2.2 Centre de Recherches de Bambui

D'après l'IRAD (2008), Bambui est situé dans la zone des Hauts Plateaux de l'Ouest (zone III) (IRAD, 2008). Cette zone agro écologique est comprise entre 4°54" et 6°36" de latitude Nord et 9°18" et 11°24" de longitude Est et couvre les régions de l'Ouest et du Nord-Ouest du Cameroun. La superficie totale est de 3,1 millions d'hectares (voir annexe). Le climat est marqué par deux saisons : une saison sèche qui va de mi-novembre à mi-mars, et une saison des pluies qui va de mi-mars à mi-novembre. L'humidité relative est de 73,3%. La température oscille entre 9,8 et 25°C (la moyenne annuelle étant de 19°C) avec des pluies abondantes (1500 à 2000 mm). Les activités agricoles sont intenses. Les conflits agro-pastoraux sont très récurrents. La présence de la brucellose a été signalée avec une prévalence de 5,2% (Bayemi et al., 2015).

### 2.3 Systèmes d'élevage menés dans les Centres de Recherches de Wakwa et Bambui

NEPAD (2004) dénombre trois systèmes d'élevage au Cameroun : le système pastoral pur (30%) ; le système agro-pastoral (65%) et le ranching (5%). L'élevage mené dans les Centres

de Recherches de Wakwa et Bambui est de type semi-intensif. Les animaux sont maintenus toute l'année en plein air sur le pâturage naturel avec complémentation minérale et alimentaire spécialement en saison sèche. La reproduction est basée sur la monte naturelle dans les cas des races locales, mais essentiellement sur les inséminations artificielles pour les races exotiques. Les veaux naissent et demeurent dans le troupeau jusqu'au sevrage à 8 mois en profitant de la totalité de lait de leur mère (Lhoste, 1968). En dehors du moment de la traite, le troupeau laitier était maintenu sur pâturage amélioré avec apport de concentré pour les vaches gestantes ou en lactation. Les veaux étaient séparés de leur mère environ 24 heures après vêlage et alimentés artificiellement (Tawah et al., 1999a ; Ebangi et al., 2001).

### 2.4 Amélioration de la production laitière et viande

#### 2.4.1 Objectifs d'amélioration génétique pour la production laitière et viande

Ils sont d'ordres scientifique et économique (Tebong, 1985). Sur le plan scientifique, les objectifs étaient (i) d'identifier et multiplier le génotype adapté ; (ii) de croiser les zébus locaux avec les races exotiques pour la production laitière et viande ; (iii) de développer et fixer les génotypes exotiques et locaux, convenables pour la production laitière et viande au Cameroun ; et (iv) de faire la sélection massale, multiplier et disséminer dans les élevages environnants les génotypes ayant un potentiel viande élevé. Sur le plan économique, les objectifs étaient (i) d'évaluer l'impact économique de la recherche sur la production laitière, de la viande et des bœufs pour charrue ; (ii) de former et assister les fermiers de bétail pour qu'ils adoptent les meilleures méthodes de production et de gestion animale ; (iii) de

disséminer le bon matériel génétique aux fermiers ; (iv) d'améliorer le niveau de vie des camerounais en accroissant la production et la disponibilité de la viande et du lait à un prix raisonnable ; et (v) de promouvoir les opportunités d'emploi et accroître le revenu des fermes dans les industries de production laitière et de viande.

**2.4.2 Voies d'amélioration génétique utilisées par les Centres de Recherche Wakwa et Bambui**

L'amélioration génétique adoptée reposait sur deux voies : la sélection et le croisement.

**2.4.2.1 Sélection**

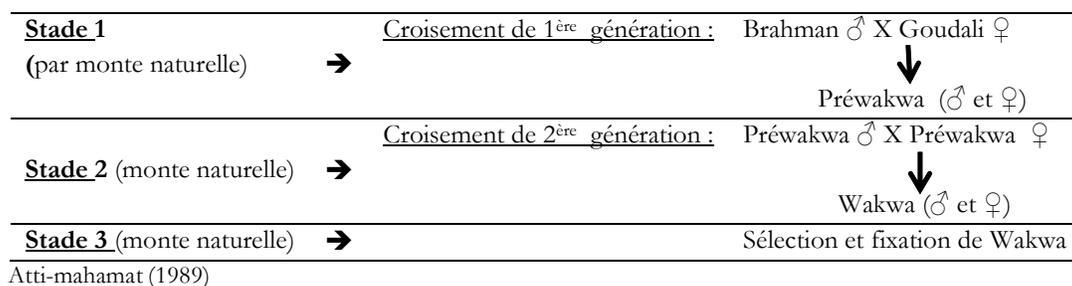
L'amélioration génétique du zébu Goudali variété Ngaoundéré par voie de sélection débute en 1968 à l'Institut de Recherches Zootechniques de Wakwa (Ebangi et al., 2001). Ainsi plusieurs types génétiques ont été produits avec pour objectif d'évaluer (i) l'adaptabilité ; (ii) les performances de croissance ; (iii) les paramètres génétiques ; (iv) les performances de reproduction ; et (v) l'impact économique de la sélection sur la production laitière, de la viande et des bœufs pour charrue (Tebong, 1985). Le troupeau de fondation était acheté dans des élevages locaux (Lhoste, 1969). Ce dernier était constitué de 720 génisses et des taureaux Goudali sélectionnés entre 1965 et

1969 sur la base de leur robe, l'âge, la conformation, le tempérament, l'adaptation et la fertilité auxquels s'ajoute la résistance à la dermatophilose chez la race synthétique Wakwa (IRZ, 1987 ; Ebangi et al., 2001). La sélection était massale sur la progéniture. Elle se faisait à la naissance ( $15 \text{ kg} \leq \text{poids} \leq 35 \text{ kg}$ ) ; au sevrage ( $\text{poids} \geq 100 \text{ kg}$ ) ; à 12 et 18 mois ( $\text{poids} \geq 120 \text{ kg}$ ) (Ebangi et al., 2001).

**2.4.2.2 Croisement**

L'amélioration génétique par voie de croisement expérimental pour la production viande à Wakwa débute vers 1940 avec les importations des semences des races exotiques de la France (Mandon, 1948). L'objectif était d'évaluer (i) l'adaptabilité ; (ii) les performances de croissance ; (iii) les performances de reproduction ; (iv) les performances laitières ; et (v) l'impact économique du croisement sur la production laitière (Tebong, 1985). Entre 1952 et 1958, dix taureaux Brahman américaines pures âgés de 20 mois ont été importés depuis Hungerford aux Etats Unis (Mandon, 1957). Ces animaux seront croisés avec les femelles Goudali locales sélectionnées pour la production de la race synthétique Wakwa, obtenue à partir du schéma de croisement du Tableau 1.

**Tableau 1.** Schéma d'obtention de la race synthétique Wakwa au Centre de Recherche de Wakwa



Par fixation (Tableau 1), les animaux ont été sélectionnés jusqu'à leur stabilisation.

La recherche laitière quant-à-elle commence effectivement à Wakwa en 1974 avec le sondage du potentiel laitier du zébu Goudali, pour s'étendre par la suite au Centre de Recherche de Bambui. Vers 1978, le Goudali est écarté pour manque de potentiel laitier. Les Holsteins ont été

introduits par *Heifer Project International* (HPI) des Etats Unis d'Amérique en 1976 et en 1982. Les schémas de croisement entre zébus locaux (M'Bororos et Goudali) et taurins exotiques (Jersiaise, Montbéliarde et Holstein) dans les Centres de Recherche de Wakwa et Bambui sont présentés dans les Tableaux 2 et 3 respectivement.

**Tableau 2.** Schéma de croisement entre le zébu Goudali et les races taurines exotiques Holstein (H) et Montbéliarde (M) au Centre de Recherche de Wakwa

| Race du père | Race de la mère             |                             |                             |                             |                             |
|--------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|              | Gudali (G)                  | $\frac{1}{2}H \frac{1}{2}G$ | $\frac{3}{4}H \frac{1}{4}G$ | $\frac{1}{2}M \frac{1}{2}G$ | $\frac{3}{4}M \frac{1}{4}G$ |
| Holstein     | $\frac{1}{2}H \frac{1}{2}G$ | $\frac{3}{4}H \frac{1}{4}G$ | $\frac{7}{8}H \frac{1}{8}G$ | -                           | -                           |
| Montbéliarde | $\frac{1}{2}M \frac{1}{2}G$ | -                           | -                           | $\frac{3}{4}M \frac{1}{4}G$ | $\frac{7}{8}M \frac{1}{8}G$ |

Nsangou (2015)

**Tableau 3.** Schéma de croisement entre les zébus Goudali (G), White Fulani (WF) et Red Fulani (RF) avec les races taurines exotiques Jersiaise (J) et Holstein (H) au Centre de Bambui

| Race du père | Race de la mère              |                              |                             |                              |                              |
|--------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|
|              | White Fulani (WF)            | Red Fulani (RF)              | Goudali (G)                 | $\frac{1}{2}J \frac{1}{2}WF$ | $\frac{3}{4}J \frac{1}{4}WF$ |
| Jersiaise    | $\frac{1}{2}J \frac{1}{2}WF$ | -                            | -                           | $\frac{3}{4}J \frac{1}{4}WF$ | $\frac{7}{8}J \frac{1}{8}WF$ |
| Holstein     | -                            | $\frac{1}{2}H \frac{1}{2}RF$ | $\frac{1}{2}H \frac{1}{2}G$ | -                            | -                            |

Djoko *et al.* (2003)

### 3. Résultats

#### 3.1 Filière viande

##### 3.1.1 Santé

La dermatophilose (streptothricose) constitue un problème sanitaire majeur pour le zébu Brahman et ses produits de croisement avec le zébu Goudali. Le taux de susceptibilité a été estimé à 71,0%, 34,4% et 5,0% chez le pur,  $\frac{1}{2}$  et  $\frac{1}{4}$  sang Brahman, respectivement. Cette maladie a été à l'origine de la disparition prématurée des taureaux Brahman. Seuls les génotypes ayant  $\frac{1}{4}$  de sang Brahman ont présenté une résistance proche du zébu locale vis à vis de la streptothricose (Attimahamat, 1989). Lhoste (1973) indique que les principales causes de mortalité dans les troupeaux à Wakwa par ordre d'importance sont nutritionnelles (36,8%), accidentelles (29,6%), pathologiques (21,1%), parasitaires (7,7%) et reproductives (4,8%). Il ajoute que les veaux sont

plus exposés aux pertes liées à la durée et à la sévérité de la saison sèche. En faveur de cette hypothèse, Ebangi *et al.* (2004) ont rapporté un effet significatif de l'année de vêlage, mois de vêlage et l'âge du veau sur le taux de mortalité des croisés Holstein x Goudali et Montbéliarde x Goudali.

##### 3.1.2 Performances de croissance des Goudali et de la race synthétique Wakwa

Les performances de croissance des Goudali et de la race synthétique Wakwa sont récapitulées dans les Tableaux 4, 5 et 6.

**Tableau 4.** Croissance comparée des veaux (Goudali et race synthétique Wakwa) à différents âges types au Centre de Recherche de Wakwa

| Race    | Performances de croissance     | n     | $\mu$  | ES    | CV (%) |
|---------|--------------------------------|-------|--------|-------|--------|
| Goudali | Poids à la naissance (kg)      | 2 886 | 24,09  | 2,73  | 11,34  |
|         | Gain moyen quotidien (kg/jour) | 2 732 | 0,52   | 0,12  | 23,14  |
|         | Poids au sevrage (kg)          | 2 899 | 149,79 | 28,49 | 9,15   |
|         | Poids à 12 mois (kg)           | 2 098 | 159,12 | 28,04 | 17,64  |
|         | Poids à 18 mois (kg)           | 1 957 | 197,77 | 36,50 | 18,45  |
| Wakwa   | Poids à la naissance (kg)      | 1 793 | 24,90  | 3,14  | 12,62  |
|         | Gain moyen quotidien (kg/jour) | 1 656 | 0,57   | 0,12  | 21,11  |
|         | Poids au sevrage (kg)          | 1 838 | 161,65 | 29,54 | 18,27  |
|         | Poids à 12 mois (kg)           | 1 372 | 170,70 | 27,71 | 16,23  |
|         | Poids à 18 mois (kg)           | 1 328 | 213,65 | 37,38 | 17,50  |

n: Effectif ;  $\mu$ : Moyenne ; ES: Ecart type ; CV: Coefficient de variation, kg : kilogramme, % : Pourcentage Ebangi et al. (2002)

A différents âges types (Tableau 4), les Wakwa sont légèrement plus performants que les Goudali bien qu'étant statistiquement comparables. On note également des fluctuations significatives (CV $\hat{A}$ 10) des performances de croissance, traduisant une hétérogénéité de la population

**Tableau 5.** Croissance des veaux (BR x GB, BR x GN, GN et WF) à différents âges types au en fonction des principaux facteurs de variation au Centre de Recherche de Bambui

| Facteurs de variation   | Poids (kg) |                    |          |                    |           |                      |           |                      |
|-------------------------|------------|--------------------|----------|--------------------|-----------|----------------------|-----------|----------------------|
|                         | Naissance  |                    | 90 jours |                    | 180 jours |                      | 205 jours |                      |
|                         | n          | $\mu \pm et$       | n        | $\mu \pm et$       | n         | $\mu \pm et$         | n         | $\mu \pm et$         |
| $\mu$                   | 374        | 24,29 $\pm$ 3,02   | 368      | 71,22 $\pm$ 08,01  | 350       | 118,83 $\pm$ 12,43   | 339       | 145,07 $\pm$ 15,42   |
| <b>Race veau</b>        |            | ***                |          | ***                |           | ***                  |           | ***                  |
| BR x GB                 | 6          | 26,17 $\pm$ 1,66a  | 6        | 76,33 $\pm$ 02,32a | 6         | 141,17 $\pm$ 04,54a  | 6         | 178,00 $\pm$ 06,06a  |
| ¼BR x ¾GB               | 5          | 23,20 $\pm$ 0,58ab | 5        | 63,40 $\pm$ 07,99b | 5         | 107,80 $\pm$ 09,65bc | 5         | 136,80 $\pm$ 08,29c  |
| BR x GN                 | 51         | 24,79 $\pm$ 0,44a  | 51       | 79,02 $\pm$ 01,76a | 51        | 136,12 $\pm$ 03,69a  | 51        | 161,69 $\pm$ 04,75b  |
| BS x GN                 | 49         | 22,67 $\pm$ 0,59b  | 46       | 75,15 $\pm$ 02,13a | 44        | 117,59 $\pm$ 03,47b  | 35        | 142,60 $\pm$ 05,36c  |
| H x GN                  | 35         | 25,60 $\pm$ 0,66a  | 35       | 80,20 $\pm$ 01,71a | 31        | 134,29 $\pm$ 03,30a  | 26        | 170,31 $\pm$ 04,42ab |
| GN                      | 188        | 24,61 $\pm$ 0,26a  | 187      | 67,83 $\pm$ 00,98b | 179       | 114,75 $\pm$ 01,67b  | 180       | 141,93 $\pm$ 02,08c  |
| WF                      | 40         | 22,85 $\pm$ 0,51b  | 38       | 64,68 $\pm$ 02,13b | 34        | 99,59 $\pm$ 03,56c   | 36        | 117,08 $\pm$ 04,86d  |
| <b>Sexe</b>             |            | ***                |          | *                  |           | ***                  |           | ***                  |
| Mâle                    | 178        | 25,01 $\pm$ 0,27a  | 175      | 71,92 $\pm$ 01,11a | 164       | 121,81 $\pm$ 02,09a  | 163       | 149,09 $\pm$ 02,73a  |
| Femelle                 | 196        | 23,64 $\pm$ 0,26b  | 193      | 70,60 $\pm$ 00,98b | 186       | 116,20 $\pm$ 01,66b  | 176       | 141,35 $\pm$ 02,14b  |
| <b>Année</b>            | 374        | ***                | 368      | ***                | 350       | ***                  | 339       | ***                  |
| <b>Mois</b>             | 374        | ***                | 368      | ***                | 350       | ***                  | 339       | ***                  |
| <b>Saison naissance</b> |            | *                  |          | ***                |           | *                    |           | ***                  |
| Sèche                   | 99         | 23,72 $\pm$ 0,36b  | 98       | 66,93 $\pm$ 1,35b  | 96        | 116,21 $\pm$ 02,46b  | 94        | 150,95 $\pm$ 03,12a  |
| Pluvieuse               | 275        | 24,50 $\pm$ 0,22a  | 270      | 72,78 $\pm$ 0,86a  | 254       | 119,82 $\pm$ 01,57a  | 245       | 142,82 $\pm$ 02,06b  |

\* (p<0,05), \*\*\* (p<0,001), a,b,c,d : Les chiffres affectés de la même lettre dans la même colonne sont statistiquement comparables. GN: Goudali de Ngaoundéré, WF: White Fulani, BR: Brahman, GB: Goudali Banyo, BS: Brangus, H: Holstein,  $\mu \pm et$ : Moyenne  $\pm$  écart type, n: Effectif, kg : kilogramme Poutougnigni (2010)

Le Tableau 5 montre qu'à différents âges types, les métis Brahman sont plus performants que les zébus locaux. En outre, à type génétique égale, le poids est plus avantageux chez les mâles et chez les veaux nés en saison des pluies. Le dimorphisme sexuel pour le poids chez les ruminants en faveur des mâles ayant été rapporté par plusieurs auteurs (Lhoste, 1968 ; Ebangi et al., 2002 ; Poutougnigni, 2010). En outre, l'abondance des pluies en saison pluvieuse, qui se traduit par une importante production fourragère justifierait les poids significativement plus élevés observés chez les animaux nés en saison pluvieuse que chez ceux nés en saison sèche.

**Tableau 6.** Croissance comparée des veaux (Brahman x Goudali) à différents âges types en fonction du sexe au Centre de Recherche de Wakwa

| Race                       | Sexe |              | Naissance (kg)   | 3 mois (kg)      | 6 mois (kg)        | 8 mois (kg)       | GMQ (g/jour)        |
|----------------------------|------|--------------|------------------|------------------|--------------------|-------------------|---------------------|
| Métis ½ Brahman            | M    | n            | 239              | 239              | 229                | 230               | 228                 |
|                            |      | $\mu \pm es$ | 26,13 $\pm$ 0,15 | 84,67 $\pm$ 1,11 | 133,91 $\pm$ 1,85  | 154,34 $\pm$ 2,17 | 528,49 $\pm$ 8,71   |
|                            | F    | n            | 220              | 218              | 215                | 213               | 207                 |
|                            |      | $\mu \pm es$ | 25,76 $\pm$ 0,17 | 81,52 $\pm$ 0,99 | 128,48 $\pm$ 1,154 | 147,04 $\pm$ 2,07 | 506,44 $\pm$ 7,91   |
| Goudali variété Ngaoundéré | M    | n            | 110              | 103              | 96                 | 91                | 91                  |
|                            |      | $\mu \pm es$ | 24,49 $\pm$ 0,27 | 81,87 $\pm$ 1,31 | 126,55 $\pm$ 2,34  | 142,91 $\pm$ 2,87 | 485,63 $\pm$ 114,72 |
|                            | F    | n            | 103              | 99               | 97                 | 96                | 97                  |
|                            |      | $\mu \pm es$ | 23,46 $\pm$ 0,34 | 77,77 $\pm$ 1,55 | 119,40 $\pm$ 2,30  | 133,94 $\pm$ 2,68 | 453,33 $\pm$ 10,99  |

**n:** Effectif,  $\mu$ : Moyenne  $\pm$  erreur standard (kg), **GMQ:** Gain moyen quotidien (g/j), M : Mâle, F : Femelle, g :gramme, kg : kilogramme  
Lhoste (1968)

Le Tableau 6 montre qu'à différents âges types, les métis Brahman sont plus performants que les Goudali (variété Ngaoundéré). A type génétique égale, le poids est plus avantageux chez les mâles. Le dimorphisme sexuel pour le poids chez les ruminants étant en faveur des mâles.

### 3.1.3 Paramètres génétiques de croissance du zébu Goudali et de la race synthétique Wakwa

Les paramètres génétiques obtenus entre 1968 et 1988 au Centre de Recherches de Wakwa par Ebangi et *al.* (2001) suivant un dispositif hiérarchique de la sélection massale des Goudali et des Wakwa sont présentés dans le Tableau 7.

**Tableau 7.** Héritabilités et corrélations génétiques directes et maternelles des performances de croissance chez le Goudali et le Wakwa

| Race    | Paramètres de croissance | $h^2_A$ | $h^2_M$ | $h^2_T$ | $C^2$    | $C_{AM}$ | $r_{AM}$ |
|---------|--------------------------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|
| Goudali | Pn                       | 0,37    | 0,05    | 0,21    | 0,28E-06 | -0,12    | -0,88    |
|         | GMQ                      | 0,24    | 0,17    | 0,07    | 0,08     | -0,16    | -0,80    |
|         | PS                       | 0,27    | 0,19    | 0,11    | 0,05     | -0,17    | -0,77    |
|         | Pa                       | 0,51    | 0,20    | 0,22    | 0,09     | -0,26    | -0,81    |
|         | P <sub>18</sub>          | 0,18    | 0,02    | 0,18    | 0,22E-03 | -0,12    | 0,00     |
| Wakwa   | Pn                       | 0,55    | 0,23    | 0,18    | 0,41E-06 | -0,32    | -0,90    |
|         | GMQ                      | 0,26    | 0,07    | 0,12    | 0,21E-02 | -0,12    | -0,83    |
|         | PS                       | 0,28    | 0,09    | 0,15    | 0,15     | -0,12    | -0,76    |
|         | Pa                       | 0,18    | 0,00    | 0,17    | 0,12     | -0,002   | -0,98    |
|         | P <sub>18</sub>          | 0,14    | 0,06    | 0,17    | 0,16E-03 | 0,00001  | 0,00     |

**Pn:** Poids à la naissance, **GMQ:** Gain moyen quotidien, **PS:** Poids au sevrage, **Pa:** Poids annuel, **P<sub>18</sub>:** Poids à 18 mois,  **$h^2_A$ :** Héritabilité directe,  **$h^2_M$ :** Héritabilité maternelle,  **$h^2_T$ :** Héritabilité totale,  **$C^2$ :** Variance permanente environnementale maternelle,  **$C_{AM}$ :** Covariance maternelle directe,  **$r_{AM}$ :** Corrélation génétique entre les effets génétiques et maternels  
Ebangi et *al.* (2001)

Le Tableau 7 montre globalement une héritabilité moyenne pour les paramètres de croissance, témoignant ainsi la possibilité d'une amélioration génétique par sélection (Ebangi et *al.*, 2001). Le progrès génétique obtenu durant la période de l'expérience est de 8,60 kg et 20,40 kg, respectivement, chez le zébu Goudali (variété Ngaoundéré) et la race synthétique Wakwa (Tawah et *al.*, 1994). Cependant, les corrélations génétiques négatives entre les effets directs et maternels montrent que le progrès génétique serait davantage plus important si la sélection était concentrée sur les performances directes et maternelles (Tawah et *al.*, 1994 ; Ebangi et *al.*, 2001).

### 3.1.4 Performances de reproduction

#### 3.1.4.1 Insémination artificielle

L'insémination artificielle a débuté au Centre de l'Élevage à Wakwa vers 1940 avec les importations des semences exotiques de la France (Mandon, 1948). Les taux moyens de réussite de l'insémination artificielle réalisée entre 1969 et 1972 en station sont présentés dans le Tableau 8.

**Tableau 8.** Taux de réussite (%) de l'insémination artificielle en fonction de l'année, du numéro d'insémination et de la race au Centre de Recherches de Wakwa

| Année         | Numéro d'insémination |                |                |                |                | Total     |
|---------------|-----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------|
|               | 1 <sup>e</sup>        | 2 <sup>e</sup> | 3 <sup>e</sup> | 4 <sup>e</sup> | 5 <sup>e</sup> |           |
| 1969 (%)      | 26,5                  | 24,4           | 28,6           | 0,0            | -              | 25,7      |
| 1970 (%)      | 21,6                  | 29,8           | 26,8           | 13,6           | 33,3           | 24,7      |
| 1971 (%)      | 37,0                  | 23,9           | 22,7           | 25,0           | -              | 31,4      |
| 1972 (%)      | 33,0                  | 27,8           | 12,5           | 0,0            | -              | 29,6      |
|               | Race                  |                |                |                |                | Total     |
| % (dose/veau) | Brahman               | Charolaise     | Montbéliarde   | Tarentaise     | Limousine      |           |
|               | 22,5(4,4)             | 23,5(4,3)      | 45(2,2)        | 39,1(2,6)      | 44,3(2,3)      | 28,1(3,5) |

Lhoste (1975) (%) : Pourcentage de réussite de l'insémination artificielle

Lhoste (1975) estime que les faibles taux de réussite de l'insémination artificielle du Tableau 8 sont liés aux avaries subies par les semences. Il précise que la première avarie intervenue en 1969 était due à une déficience du récipient cryogénique, et la deuxième due à la détérioration du récipient destiné au transport d'azote. Dans les deux cas, l'auteur estime que ces avaries ont été causées par des mauvaises manutentions en cours de transit. Les taux de réussite d'insémination artificielle se sont cependant significativement améliorés aujourd'hui avec l'avancée technologique. Mbah (2008) rapporte 85,0% et 89,3%, respectivement, à *Tadu Dairy Cooperative Society* et SODEPA chez les zébus locaux.

#### 3.1.4.2 Age au premier vêlage, inter-vêlages, durée de gestation, taux de vêlage et de sevrage

L'âge au premier vêlage, intervalle entre vêlages, durée de gestation, taux de sevrage et de vêlage du zébu Goudali et de la race synthétique Wakwa sont présentées dans le Tableau 9.

**Tableau 9.** Performances de reproduction des zébus locaux (GB, GN, WF et RF) et de Wakwa aux Centres de Recherches de Wakwa et Bambui

| Race                  | APV (mois) | TV (%)   | IV (jour)   | DG (jour)  | TS (%)    |
|-----------------------|------------|----------|-------------|------------|-----------|
| <b>Station Wakwa</b>  |            |          |             |            |           |
| GN                    | 53,0±8,5   | 56,6±1,7 | 536,0±14,7  | 299,3±23,1 | 49,0±2,2  |
| Wakwa                 | -          | 57,6±2,2 | -           | 293,0*     | 48,0±3,0* |
| <b>Station Bambui</b> |            |          |             |            |           |
| GB                    | 48,0       | 75,3±0,6 | 511,6±123,5 | 293,0      | -         |
| WF                    | -          | 67,3±7,5 | 444,0       | -          | -         |
| RF                    | -          | 50,0     | -           | -          | -         |

APV: Age au premier vêlage, IV: Intervalle entre vêlages, TS: Taux de sevrage, TV: Taux de vêlage, DG: Durée de gestation, GB: Goudali Banyo, GN: Goudali Ngaoundéré, WF: White Fulani, RF: Red Fulani, % : Pourcentage Messine (1994) ; \*Tebong (1985)

Le Tableau 9 montre que dans des conditions d'élevage semi-intensives, les performances de reproduction peuvent significativement être améliorées à travers une bonne régie (suivi sanitaire, alimentation, reproduction) du troupeau.

### 3.1.5 Performances laitières

La production laitière et la durée de lactation du zébu Goudali aux Centres de Recherches de Wakwa et Bambui sont présentées dans le Tableau 10.

**Tableau 10.** Productions laitières (journalière et totale) et la durée de lactation chez le zébu Goudali aux centres de Recherches de Wakwa et Bambui

| Station | Race | Durée de lactation (jour) | Production totale (kg/lactation) | Production journalière (kg/jour) |
|---------|------|---------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Wakwa   | GN   | 140,0±12,6                | 373,7±49,4                       | 2,57±0,19                        |
|         |      | 168,0                     | 483,0                            |                                  |
| Bambui  | GB   | -                         | -                                | -                                |
|         | WF   | 175,5±3,6                 | 536,5±114,3                      | 3,23±0,13                        |
|         | RF   | 114,0±16,5                | 341,0±47,3                       | 2,99                             |

**GB:** Goudali de Banyo, **GN:** Goudali de Ngaoundéré, **WF:** White Fulani, **RF:** Red Fulani, **kg :** kilogramme Messine (1994)

Le Tableau 10 montre que les zébus locaux sont généralement moins productifs (<3,5 litres), cependant très adaptés à l'environnement d'élevage. Le White Fulani a semblé plus performant en production du lait journalière (3,23 litres).

## 3.2 Filière lait

### 3.2.1 Santé

Les animaux ayant 50 ou 100% de sang local ont été plus résistants aux diverses tiques locaux (Mbah, 1982). L'ingestion alimentaire a diminué lorsque la température ambiante dépassait le seuil de 20°C. Les mortalités du bétail laitier entre 0 et 36 mois au Centre de Recherches de Wakwa sont récapitulées dans le Tableau 11.

**Tableau 11.** Mortalité du bétail laitier entre 0 et 36 mois au Centre de Recherches de Wakwa

| Race                 | Holstein | Holstein x Goudali | Montbéliarde x Goudali | Goudali |
|----------------------|----------|--------------------|------------------------|---------|
| <b>Mortalité (%)</b> | 35,9     | 11,8               | 12,9                   | 4,3     |

Tebong (1985) % : Pourcentage

Le Tableau 11 montre que les mortalités sont 3 fois plus importantes chez les croisés que chez le zébu Goudali. Les Holsteins ainsi que ses produits de croisement avec le zébu Goudali sont relativement plus sensibles au stress thermique. Ce stress dure au moins 7 heures / jour pendant toute la saison sèche (Mbah, 1984) avec des effets négatifs sur le taux de conception et la production laitière (Roman-Ponce et al, 1976). Les causes majeures de mortalité chez ces animaux sont les accidents, le « heart water », la streptothricose, la tuberculose et la trypanosomiase. Les mortalités des veaux issus du croisement laitier au Centre de Recherches de Wakwa sont présentées dans le Tableau 12.

**Tableau 12.** Principaux facteurs influençant le taux de mortalité chez les veaux issus du croisement laitier au Centre de Recherches de Wakwa

| Sources de variation          | Veaux produits | Veaux morts | Taux de mortalité (%) |
|-------------------------------|----------------|-------------|-----------------------|
| Moyenne générale              | 233            | 108         | 46,35                 |
| <b>Type génétique du veau</b> |                | <b>***</b>  |                       |
| ½H ½G                         | 16             | 8           | 50                    |
| ¾H ¼G                         | 63             | 25          | 40,3                  |
| ⅞H ⅛G                         | 8              | 1           | 12,5                  |
| HG (F2)                       | 8              | 3           | 37,5                  |
| ½M ½G                         | 16             | 12          | 75                    |
| ¾M ¼G                         | 113            | 54          | 47,8                  |
| ⅞M ⅛G                         | 10             | 4           | 40                    |
| <b>Sexe du veau</b>           |                | <b>ns</b>   |                       |
| Femelle                       | 117            | 55          | 47                    |
| Mâle                          | 116            | 53          | 45,7                  |
| <b>Groupe d'âge (mois)</b>    |                | <b>***</b>  |                       |
| 0-3                           | 233            | 59          | 25,3                  |
| 3-6                           | 174            | 34          | 19,5                  |
| 6-9                           | 140            | 8           | 5,7                   |
| 9-12                          | 132            | 7           | 5,3                   |
| <b>Saison de vêlage</b>       |                | <b>ns</b>   |                       |
| Saison pluvieuse              | 130            | 55          | 42,3                  |
| Saison sèche                  | 103            | 53          | 51,4                  |

\*\*\*  $p < 0,001$ , ns ( $p > 0,05$ ); **G**: Goudali, **H**: Holstein ; **M**: Montbéliarde, % : Pourcentage Ebangi et *al.* (2004)

Le Tableau 12 montre que les mortalités des veaux ont régressé avec l'augmentation du sang exotique. Les taux de mortalité les plus élevés ont été enregistrés chez les croisés Montbéliardes et les plus jeunes. Ce taux a été cependant comparable entre les sexes et les saisons de vêlage.

### 3.2.2 Performances de croissance des croisés Holstein x Goudali et Montbéliarde x Goudali

Les Performances de croissance des croisés Holstein x Goudali et Montbéliarde x Goudali sont récapitulées dans les Tableaux 13 et 14.

**Tableau 13.** Poids à la naissance des croisés Goudali au Centre de Recherches de Wakwa

| Sources de variation      | Poids à la naissance (kg) |                           |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
|                           | Effectif                  | Moyenne ± erreur standard |
| Moyenne générale          | 328                       | 34,06 ± 0,36              |
| <b>Type génétique</b>     |                           | <b>ns</b>                 |
| ½H ½G                     | 38                        | 34,93 ± 1,06              |
| ¾H ¼G                     | 85                        | 34,73 ± 0,73              |
| ⅞H ⅛G                     | 14                        | 34,61 ± 2,28              |
| ½M ½G                     | 10                        | 31,30 ± 2,58              |
| ¾M ¼G                     | 145                       | 33,93 ± 0,48              |
| ⅞M ⅛G                     | 36                        | 32,60 ± 1,25              |
| <b>Sexe du veau</b>       |                           | <b>***</b>                |
| Femelle                   | 171                       | 32,72 ± 0,49b             |
| Mâle                      | 157                       | 35,51 ± 0,51a             |
| <b>Année de naissance</b> |                           | <b>***</b>                |
| <b>Saison de vêlage</b>   |                           | <b>*</b>                  |
| Saison pluvieuse          | 197                       | 35,00 ± 0,48a             |
| Saison sèche              | 131                       | 32,64 ± 0,51b             |

ns ( $p > 0,05$ ), \* ( $p < 0,05$ ), \*\*\* ( $p < 0,001$ ), **a,b**: Les chiffres affectés de la même lettre dans la même colonne sont statistiquement comparables, **G**: Goudali, **H**: Holstein, **M**: Montbéliarde, **kg** : kilogramme Nsangou (2015)

Le Tableau 13 montre que les croisés Holstein x Goudali sont plus lourds à la naissance par rapport aux croisés Montbéliarde x Goudali. Par ailleurs, les veaux nés en saison des pluies ont été plus lourds que ceux nés en saison sèche. En outre, les mâles sont plus lourds que les femelles, le dimorphisme sexuel étant en faveur des mâles. Le poids est resté assez stable chez les croisés Holstein x Goudali. Quant-aux croisés Montbéliarde x Goudali, le poids s'est amélioré lorsque le niveau du sang est passé de  $\frac{1}{2}$  à  $\frac{3}{4}$ , avant de baisser chez ceux ayant  $\frac{7}{8}$  de sang Montbéliarde.

**Tableau 14.** Performances de croissance des croisés Goudali au Centre de Recherches de Wakwa

|                               | Naissance | PN (kg)   | Sevrage (kg) | GMQ (kg/j) | PS (kg)   | PAS (kg)  |
|-------------------------------|-----------|-----------|--------------|------------|-----------|-----------|
| Moyenne générale              | 90        | 35,0      | 52           | 0,42       | 72,5      | 72,0      |
| <b>Race du veau</b>           |           | <b>ns</b> |              | <b>**</b>  | <b>*</b>  | <b>*</b>  |
| M <sub>3</sub> G <sub>1</sub> | 51        | 34,4      | 29           | 0,39       | 69,4      | 68,5      |
| H <sub>3</sub> G <sub>1</sub> | 39        | 35,8      | 23           | 0,46       | 76,4      | 76,4      |
| <b>Sexe du veau</b>           |           | <b>ns</b> |              | <b>ns</b>  | <b>ns</b> | <b>ns</b> |
| Mâle                          | 48        | 36,1      | 26           | 0,42       | 74,3      | 73,1      |
| Femelle                       | 42        | 33,7      | 26           | 0,42       | 70,7      | 70,9      |
| <b>Année</b>                  | 90        | <b>ns</b> | 52           | <b>**</b>  | <b>**</b> | <b>**</b> |
| <b>Age vache</b>              | 90        | <b>ns</b> | 52           | <b>**</b>  | <b>*</b>  | <b>*</b>  |

ns ( $p < 0,05$ ), \* ( $p < 0,05$ ), \*\* ( $p < 0,01$ ), PN : Poids à la naissance, PAS: Poids ajusté au sevrage (kg), PS: Poids au sevrage, GMQ: Gain moyen quotidien (kg/jour), G: Goudali, H: Holstein ; M: Montbéliarde, j : jour, kg : kilogramme Tawah *et al.* (1999b)

Le Tableau 14 montre que le poids à la naissance est statistiquement comparable entre les différents types génétiques. Cependant, le poids au sevrage s'est avéré significativement plus élevé chez les croisés Holstein x Goudali, conséquence d'un gain moyen quotidien significativement plus élevé.

### 3.2.3 Paramètres de reproduction des croisés exotiques avec les zébus locaux

Les performances de reproduction des croisés taurines exotiques x zébus locaux sont présentées les Tableaux 15 et 16.

**Tableau 15.** Performances de reproduction des Holstein et Jersiaise ainsi que des croisés J x WF, H x RF et H x G au Centre de Recherches de Bambui

| Paramètres | $\mu$      | Jersiaise  | J <sub>1</sub> WF <sub>1</sub> | J <sub>3</sub> WF <sub>1</sub> | J <sub>7</sub> WF <sub>1</sub> | Holstein   | H <sub>1</sub> RF <sub>1</sub> | H <sub>1</sub> G <sub>1</sub> |
|------------|------------|------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------|--------------------------------|-------------------------------|
| IV (j)     | 286±400,7  | 210±700,2  | 317±660,4                      | 296±800,9                      | 344±122,7                      | 250±300,1  | 301±940,4                      | 287±690,7                     |
| DT (j)     | 148±400,5  | 125±660,8  | 193±630,2                      | 176±760,9                      | 217±116,7                      | 124±660,7  | 138±890,9                      | 106±660,3                     |
| APV (j)    | 1315±121,5 | 1025±840,1 | 1582±119,4                     | 1538±121,2                     | 1452±203,9                     | 1288±900,9 | 877±462,8                      | 1440±182,6                    |

J<sub>1</sub>WF<sub>1</sub>: J Jersiaise x White Fulani F1, J<sub>3</sub>WF<sub>1</sub>: 3/4 Jersiaise, J<sub>7</sub>WF<sub>1</sub>: 7/8 Jersiaise, H<sub>1</sub>RF<sub>1</sub>: Holstein x Red Fulani, H<sub>1</sub>G<sub>1</sub>: Holstein x Goudali,  $\bar{x}$ : moyenne, IV: Inter-vêlage, j: jour, DT: Durée de tarissement, APV: Age au premier vêlage Djoko *et al.* (2003)

Le Tableau 15 montre que les performances de reproduction sont plus avantageuses avec la Holstein comme race parentale. Les types génétiques avec le zébu Goudali comme race de la mère se sont avérés relativement plus tardifs, mais mettent cependant moins de temps entre vêlages consécutifs.

Les performances de reproduction des croisés Holstein x Goudali et Montbéliarde x Goudali au Centre de Recherches de Wakwa sont présentées dans le Tableau 16.

**Tableau 16.** Performances de reproduction des croisés H x G et M x G au Centre de Recherche de Wakwa

| Sources de variation | Age au premier vêlage (mois) |                   | Intervalle entre vêlages (jour) |                    |
|----------------------|------------------------------|-------------------|---------------------------------|--------------------|
|                      | n                            | $\mu \pm es$      | n                               | $\mu \pm es$       |
| Moyenne générale     | 116                          | 41,03 $\pm$ 0,85  | 175                             | 381,79 $\pm$ 05,13 |
| Type génétique       |                              | ns                |                                 | ns                 |
| ½H ½G                | 30                           | 38,63 $\pm$ 1,56  | 46                              | 384,93 $\pm$ 09,30 |
| ¾H ¼G                | 19                           | 38,00 $\pm$ 2,55  | 18                              | 395,87 $\pm$ 09,53 |
| ⅞H ⅛G                | 12                           | 46,00 $\pm$ 1,00  | -                               | -                  |
| ½M ½G                | 14                           | 42,00 $\pm$ 1,63  | 46                              | 379,97 $\pm$ 07,54 |
| ¾M ¼G                | 27                           | 42,59 $\pm$ 1,49  | 48                              | 373,04 $\pm$ 11,00 |
| ⅞M ⅛G                | 14                           | 49,50 $\pm$ 1,93  | 17                              | 417,00 $\pm$ 31,26 |
| Année de vêlage      |                              | ns                |                                 | *                  |
| Saison de vêlage     |                              | ns                |                                 | ns                 |
| Saison pluvieuse     | 68                           | 39,74 $\pm$ 1,033 | 77                              | 379,07 $\pm$ 06,90 |
| Saison sèche         | 48                           | 43,12 $\pm$ 1,439 | 78                              | 384,47 $\pm$ 07,63 |
| Rang de lactation    |                              |                   |                                 | ns                 |
| 1                    | -                            | -                 | 49                              | 378,87 $\pm$ 11,72 |
| 2                    | -                            | -                 | 38                              | 361,47 $\pm$ 08,62 |
| 3                    | -                            | -                 | 28                              | 399,78 $\pm$ 10,08 |
| 4                    | -                            | -                 | 21                              | 391,14 $\pm$ 09,67 |
| 5                    | -                            | -                 | 9                               | 367,88 $\pm$ 09,66 |
| 6                    | -                            | -                 | 5                               | 381,80 $\pm$ 25,03 |
| 7                    | -                            | -                 | 2                               | 431,00 $\pm$ 59,00 |
| 8                    | -                            | -                 | 3                               | 462,33 $\pm$ 34,97 |

ns ( $p > 0,05$ ); \* ( $p < 0,05$ ),  $\mu \pm es$ : Moyenne  $\pm$  erreur standard, n : Effectif, G: Goudali, H: Holstein ; M: Montbéliarde Nsangou (2015)

Le Tableau 16 montre que les performances de reproduction sont statistiquement comparables entre les différents types génétiques. Les génisses nées en saison pluvieuse sont plus précoces que celles nées en saison sèche. Les vaches qui ont vêlé en saison pluvieuse ont tendance à mettre moins de temps entre vêlages consécutifs. L'abondance de fourrage en saison pluvieuse expliquerait ces résultats. Généralement, l'âge moyen au premier vêlage a augmenté avec le niveau du sang exotique (½, ¾ et ⅞). L'intervalle moyen entre vêlages consécutifs est resté statistiquement comparable entre les différents types génétiques. Cependant, ce dernier s'allonge avec le rang de lactation, probablement à cause du vieillissement de la vache. Quant-aux génisses de père Montbéliarde et Jersiaise, l'intervalle moyen entre vêlages est resté assez stable pour celles ayant ½ et ¾ de sang parental, mais s'est prolongé lorsque le niveau du sang exotique a atteint le seuil de ⅞. Les performances de reproduction chez les génisses ayant ½ de sang Holstein et Montbéliarde sont comparables. Cependant, lorsque le pourcentage de sang améliorateur atteint le seuil de ¾, les génisses de père Holstein ont semblé mettre plus de temps entre vêlages consécutifs.

### 3.2.4 Performances laitières des croisés Goudali et M'bororo

Les productions laitières des vaches Holstein x Goudali et Montbéliarde x Goudali sont présentées dans le Tableau 17.

**Tableau 17.** Production laitière et durée de lactation chez les croisés Holstein x Goudali et Montbéliarde x Goudali au Centre de Recherche de Wakwa

| Sources de variation       | n   | Production totale      | Durée de lactation   | Production journalière |
|----------------------------|-----|------------------------|----------------------|------------------------|
|                            |     | (litre/ lactation)     | (jour)               | (litre/Jour)           |
|                            |     | $\mu \pm es$           | $\mu \pm es$         | $\mu \pm es$           |
| <b>Moyenne</b>             | 346 | 1325,96 $\pm$ 35,03    | 255,96 $\pm$ 4,11    | 5,18 $\pm$ 0,10        |
| <b>Type génétique</b>      |     | ***                    | **                   | ***                    |
| 1/2H 1/2G                  | 101 | 1459,67 $\pm$ 66,85a   | 266,55 $\pm$ 7,36ab  | 5,47 $\pm$ 0,17ab      |
| 3/4H 1/4G                  | 21  | 940,48 $\pm$ 86,29bc   | 234,62 $\pm$ 18,42b  | 4,01 $\pm$ 0,34bc      |
| 7/8H 1/8G                  | 17  | 593,65 $\pm$ 156,78c   | 164,57 $\pm$ 27,05c  | 3,61 $\pm$ 1,08c       |
| 1/2M 1/2G                  | 83  | 1498,55 $\pm$ 64,29a   | 248,69 $\pm$ 8,02ab  | 6,02 $\pm$ 0,23a       |
| 3/4M 1/4G                  | 111 | 1211,26 $\pm$ 60,63ab  | 258,07 $\pm$ 6,90ab  | 4,69 $\pm$ 0,17bc      |
| 7/8M 1/8G                  | 13  | 1181,56 $\pm$ 137,47ab | 285,85 $\pm$ 21,04a  | 4,13 $\pm$ 0,29bc      |
| <b>Rang de lactation</b>   |     | *                      | **                   | *                      |
| 1                          | 87  | 1236,10 $\pm$ 71,43ab  | 252,20 $\pm$ 8,38ab  | 4,90 $\pm$ 0,23b       |
| 2                          | 73  | 1161,20 $\pm$ 72,67b   | 222,08 $\pm$ 9,57b   | 5,23 $\pm$ 0,21ab      |
| 3                          | 51  | 1513,58 $\pm$ 85,33ab  | 275,49 $\pm$ 8,83b   | 5,49 $\pm$ 0,23a       |
| 4                          | 50  | 1389,98 $\pm$ 103,46ab | 254,88 $\pm$ 10,22ab | 5,45 $\pm$ 0,33a       |
| 5                          | 29  | 1446,92 $\pm$ 136,85ab | 286,92 $\pm$ 12,04a  | 5,04 $\pm$ 0,33ab      |
| 6                          | 19  | 1522,16 $\pm$ 128,73a  | 294,21 $\pm$ 14,70a  | 5,17 $\pm$ 0,60ab      |
| 7                          | 18  | 1371,45 $\pm$ 125,36ab | 268,92 $\pm$ 16,33a  | 5,09 $\pm$ 0,32ab      |
| 8                          | 19  | 1318,21 $\pm$ 96,31ab  | 267,63 $\pm$ 16,01a  | 4,93 $\pm$ 0,26ab      |
| <b>Année de lactation</b>  |     | **                     | **                   | ***                    |
| <b>Saison de lactation</b> |     | ns                     | ns                   | ns                     |
| S P                        | 188 | 1314,47 $\pm$ 48,28    | 254,96 $\pm$ 6,02    | 5,15 $\pm$ 0,13        |
| S S                        | 158 | 1340,55 $\pm$ 50,80    | 257,24 $\pm$ 5,37    | 5,21 $\pm$ 0,18        |

ns ( $p > 0,05$ ), \* ( $p < 0,05$ ), \*\* ( $p < 0,01$ ), \*\*\* ( $p < 0,001$ ), **a,b,c** : Les chiffres affectés de la même lettre dans la même colonne sont statistiquement comparables. **n**: Effectif, **G**: Goudali, **H**: Holstein ; **M**: Montbéliarde, **SP**: Saison pluvieuse, **SS**: Saison Sèche,  $\mu \pm es$ : Moyenne  $\pm$  erreur standard Nsangou (2015)

Il ressort du Tableau 17 que la production laitière a régressé avec le dosage exotique. A 1/2 de sang exotique, les croisés M x G sont légèrement plus performants en lait bien qu'étant statistiquement comparable avec les croisés H x G. La production laitière a augmenté avec le rang de lactation avant de régresser à partir de la septième lactation, probablement à cause du vieillissement de la vache. En outre, la production laitière est restée statistiquement comparable entre les saisons de vêlage, vraisemblablement à cause de la complémentation alimentaire faite en saison sèche.

Les productions laitières du cheptel laitier au Centre de Recherches de Bambui sont consignées dans le Tableau 18.

**Tableau 18.** Performances laitières du cheptel laitier au Centre de Recherche de Bambui

| Paramètre   | $\mu$            | J                | J <sub>1</sub> WF <sub>1</sub> | J <sub>3</sub> WF <sub>1</sub> | J <sub>7</sub> WF <sub>1</sub> | Holstein         | H <sub>1</sub> RF <sub>1</sub> | H <sub>1</sub> G <sub>1</sub> |
|-------------|------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| PT(kg/lact) | 1703 $\pm$ 120,1 | 1744 $\pm$ 180,8 | 1320 $\pm$ 170,9               | 1488 $\pm$ 208,3               | 1744 $\pm$ 315,8               | 2321 $\pm$ 180,6 | 1474 $\pm$ 243,2               | 1827 $\pm$ 179,5              |
| PA (kg/an)  | 1557 $\pm$ 170,7 | 1652 $\pm$ 209,6 | 1194 $\pm$ 174,6               | 1197 $\pm$ 240,2               | 1581 $\pm$ 434,7               | 2027 $\pm$ 202,0 | 1612 $\pm$ 261,5               | 1634 $\pm$ 193,4              |
| DL (jour)   | 237 $\pm$ 100,4  | 236 $\pm$ 200,6  | 210 $\pm$ 190,5                | 224 $\pm$ 230,8                | 247 $\pm$ 360,0                | 280 $\pm$ 200,6  | 204 $\pm$ 270,8                | 260 $\pm$ 200,5               |

**J**: Jersiaise, **J<sub>1</sub>WF<sub>1</sub>**: Jersiaise x White Fulani F1, **J<sub>3</sub>WF<sub>1</sub>**: 3/4 Jersiaise, **J<sub>7</sub>WF<sub>1</sub>**: 7/8 Jersiaise, **H**: Holstein, **H<sub>1</sub>RF<sub>1</sub>**: Holstein x Red Fulani, **H<sub>1</sub>G<sub>1</sub>**: Holstein x Goudali,  $\mu$ : moyenne, **PT**: Production totale (kg/lactation), **PA**: Production annuelle (kg/an), **DL**: Durée de lactation (jour), **kg**: kilogramme, **Lact**: Lactation Djoko *et al.* (2003)

On remarque du Tableau 18 que la production laitière augmente avec le pourcentage du sang améliorateur. Les croisés H x G sont plus productifs que les croisés J x G.

### 3.2.5 Effet hétérosis sur les performances laitières

La distance génétique entre *Bos taurus* et *Bos indicus* étant très grande, il a été prédit un effet hétérosis plus élevé pour les performances laitières. L'estimation de l'effet hétérosis sur les performances laitières est présentée dans le Tableau 19.

**Tableau 19.** Hétérosis pour la production laitière (Holstein x Goudali) entre 1975/76 et 1977/78 au Centre de Recherches de Wakwa

| Race                    | n  | Durée lactation (jour) | Production totale (kg/lactaion) |
|-------------------------|----|------------------------|---------------------------------|
| Holstein                | 11 | 308,3 ± 44,8           | 3729,7 ± 605,2                  |
| Goudali (1)             | 16 | 167,6 ± 88,4           | 483,0 ± 429,5                   |
| (2)                     | 18 | 69,2 ± 82,0            | 181,4 ± 261,6                   |
| Holstein x Goudali (F1) | 5  | 269,8 ± 39,9           | 1412,7 ± 870,1                  |
| <b>Hétérosis (%)</b>    |    | <b>13,4 (42,9)*</b>    | <b>- 32,9 (-24,6)*</b>          |

kg : kilogramme, % : Pourcentage, (1) et (2) renvoient aux données collectées par Pierson et Munji respectivement

\*les valeurs obtenues en utilisant les données (Goudali) de Munji

Rapport annuel 1981/82

Le Tableau 19 montre un effet hétérosis positif pour la persistance de la lactation, mais négatif pour la production laitière. Cette exception a été signalée par Minvielle (2010) qui impute cela à des causes génétiques et à la régie. Il estime que le déterminisme génétique d'un véritable caractère quantitatif est complexe, et qu'il faille donc considérer le modèle qui lie l'hétérosis à l'existence d'une dominance génétique globale. Il n'est pas aussi exclu que les faibles effectifs (<30) aient influencé les résultats.

### 3.3 Rentabilité économique du croisement

Goldman et al. (1985) ont montré à travers une analyse de coût et revenu dans une étude de cas que les fermes laitières réalisaient un retour sur investissement d'environ 26% (2.817.352 FCFA), les retours sur investissement étant au-dessus des dépenses (2.433.995 FCFA). Ceci suggère que l'industrie laitière semi-intensive, qui est une modification du système pastoral traditionnel, est une entreprise rentable. Par ailleurs, Pingpoh et al. (2019) ont indiqué un rapport bénéfice-coût de 4,21. Les éléments pertinents d'appréciation de la rentabilité économique des inséminations artificielles sont consignés dans le Tableau 20.

**Tableau 20.** Insémination artificielle à SODEPA (1996-2001) et TDCS (1991-1998)

|        | % réussite | % vêlage | % sevrage | Paille / gestation | Coût / gestation | Coût / veau sevré |
|--------|------------|----------|-----------|--------------------|------------------|-------------------|
| TDCS   | 85,05      | 77,21    | 89,84     | 2,03               | /                | /                 |
| SODEPA | 89,30      | 94,90    | 91,50     | 1,70               | 130000           | 150000            |

Mbah (2008) TDCS = *Tadu Dairy Cooperative Society*, %: Pourcentage

Le Tableau 20 montre des taux de réussite d'insémination artificielle très élevés et comparables entre la SODEPA et *Tadu Dairy Cooperative Society*.

### 3.4 Contraintes majeures aux filières viande et lait

Bayemi *et al.* (2005) relèvent quatre contraintes majeures : (i) le matériel génétique ; (ii) l'alimentation ; (iii) la santé animale et (iv) la transformation, le marketing et la commercialisation. Mbah (2008) ajoute l'absence d'une politique nationale soutenue pour le secteur laitier, la formation des éleveurs, l'accès aux fonds et le marketing.

### 3.5 Opportunités à l'intensification de la production viande et laitière

Mbah (2008) relève l'adhésion des éleveurs aux projets d'amélioration génétique, l'implication inconditionnelle des deux sexes, la prédisposition des éleveurs à évoluer dans une dynamique associative (GICs et Coopératives), la disponibilité de pâturage, un climat favorable à l'élevage. L'ACDIC (2006) ajoute l'existence d'un marché, d'une recherche dynamique et des projets pertinents.

## 4 Discussions

### 4.1 Filière viande

Les résultats obtenus au Cameroun ont été globalement plus satisfaisants que ceux réalisés à Madagascar où les conditions d'élevage sont similaires. Par contre, la conclusion selon laquelle les croisés Brahman ont été plus performants que le zébu local est en harmonie avec celle de Serres *et al.* (1960) à Madagascar (Tableau 21). Les mortalités enregistrées sont 1,7% et 2,5%, respectivement, chez les 1/2 sang Brahman et le zébu Malgache (Serres *et al.*, 1960). Ces mortalités sont très faibles comparées à celles enregistrées au Cameroun jugées extrêmement élevées à cause de la dermatophilose. Le dimorphisme sexuel pour le poids aux âges types en faveur des mâles est en accord avec les résultats de Serres *et al.* (1960) à Madagascar, Hans (1975) au Togo; Topal *et al.* (2010) en Turquie et Planchenault *et al.* (1986) au Mali.

**Tableau 21.** Croissance pondérale (kg) des croisés Brahman à Madagascar

| Race          | Sexe    | Naissance | 3 mois   | 6 mois    | 12 mois   | 18 mois   | 2 ans     | 3 ans   |
|---------------|---------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|
| Zébu Malgache |         | 19,9(21)  | 75,6(20) | 116,6(20) | 136,5(19) | 151,6(14) | 161,4(13) | 226(11) |
| 3/8Brahman    |         | 20(26)    | 70(24)   | 104(20)   | 140(20)   | 168(20)   | 184(20)   | 233(20) |
| 1/2Brahman    |         | 22,4(88)  | 73(75)   | 122(72)   | 169(48)   | 237(40)   | 282(35)   | 342(39) |
| 5/8Brahman    | Mâle    | 25(14)    | 90(14)   | 138(12)   | 186(12)   | 229(12)   | 244(12)   | 297(12) |
| 3/4 Brahman   |         | 24(68)    | 92(65)   | 148(58)   | 193(52)   | 235(42)   | 261(35)   | 343(15) |
| 7/8Brahman    |         | 24(7)     | 100(6)   | 157(4)    | 193(18)   | 218(18)   | 234(7)    | -       |
| Brahman pur   |         | 25(49)    | 91(50)   | 150(49)   | 209(44)   | 246(35)   | 303(30)   | 410(18) |
| Zébu Malgache |         | 19,4(27)  | 66,6(27) | 102,8(27) | 128,4(25) | 158,6(20) | 172,9(29) | 226(13) |
| 3/8Brahman    |         | 20(19)    | 67(18)   | 103(15)   | 132(15)   | 172(14)   | 176(14)   | 246(13) |
| 1/2Brahman    |         | 22,7(110) | 66,5(82) | 109,9(61) | 158,6(82) | 201,3(67) | 232(66)   | 321(36) |
| 5/8Brahman    | Femelle | 22(12)    | 84(22)   | 131(10)   | 178(9)    | 225(9)    | 242(9)    | 310(8)  |
| 3/4 Brahman   |         | 22(61)    | 90(61)   | 138(58)   | 181(51)   | 222(42)   | 241(37)   | 310(27) |
| 7/8Brahman    |         | 24(5)     | 91(5)    | 144(3)    | 186(12)   | 214(5)    | 252(5)    | -       |
| Brahman pur   |         | 22(35)    | 89(39)   | 138(35)   | 192(32)   | 227(33)   | 267(32)   | 335(26) |

Serres *et al.* (1960)

( ) : Effectif

## 4.2 Filière lait

Les croisés ont été plus performants que les zébus locaux, notamment ceux ayant moins de 75% du sang améliorateur. Ces résultats sont en harmonie avec ceux rapportés en station par Galukande *et al.* (2012) sur 23 études de croisement en Afrique entre race locale (*Bos indicus*) et race exotiques (*Bos taurus*). Au Mali, les performances des croisés F1 (Montbéliarde x N'Dama) en station ont été inférieures à celles enregistrées au Cameroun. Cela peut être attribué au fait que les deux races sont des *Bos taurus* et donc génétiquement plus proches l'une de l'autre. Ces résultats confirment l'hypothèse selon laquelle l'hétérosis est d'autant plus élevé que la distance génétique entre les populations croisées est plus grande (Pirchner, 2009).

## 5. Conclusion et recommandations

### 5.1 Conclusion

Les principaux résultats ont montré que les génotypes ayant moins de 75% du sang exotique sont les plus performants. Au Centre de Recherche de Wakwa tout comme celui de Bambui, les produits de croisement avec la Holstein se sont avérés relativement plus adaptés aux conditions d'élevage et moins susceptibles à l'environnement par rapport aux Holsteins purs. Les principales causes signalées de mortalités sont la disette alimentaire et les pathologies, les veaux étant les plus touchés. La sélection a impulsé un progrès génétique significatif qui a été diffusé dans des élevages environnants. L'estimation de l'effet hétérosis sur les performances laitières montre que ce dernier est fortement positif pour la persistance de la lactation, mais fortement négatif pour la production laitière. L'absence d'une politique nationale soutenue et le manque de données statistiques sur les productions laitière et viande sont les principales contraintes évoquées par la majorité des acteurs. Les expériences d'insémination artificielle à SODEPA (1996-2001), à *Tadu Dairy Cooperative Society* (TDCS, 1991-1998) et autres petites fermes laitières ont montré que l'industrie laitière est une entreprise rentable.

### 5.2 Recommandations

#### 5.2.1 Aux éleveurs

Les veaux nés en saison pluvieuse ont été plus lourds que ceux nés en saison sèche. Il serait donc préférable de planifier les montes telles que les vêlages aient lieu en saison pluvieuse.

Les croisés ayant  $\frac{1}{2}$  et  $\frac{3}{4}$  de sang exotique ont été plus performants que tout autre type génétique. Cependant, les croisés ayant  $\frac{1}{2}$  de sang exotique sont recommandés en attendant de vérifier les conditions d'élevage des croisés dont le dosage exotique est plus élevé.

La production laitière chez les vaches ayant reçu une complémentation alimentaire en saison sèche a été statistiquement comparable à celle des vaches ayant vêlé en saison pluvieuse sans complémentation. Une complémentation alimentaire des vaches en saison sèche s'avère donc urgente pour le maintien du niveau de production laitière ainsi que le sauvetage des veaux.

Pour la filière viande, les performances de croissance ont été statistiquement comparables entre le zébu Goudali (plus résistant à la dermatophilose) sélectionné localement et la race synthétique Wakwa très susceptible à la dermatophilose et plus couteux. L'amélioration génétique par voie de sélection dans le cheptel local est recommandée en attendant d'explorer d'autres opportunités de croisements expérimentaux avec les races exotiques plus productives.

### 5.2.2 Aux chercheurs

La disette alimentaire constitue l'une des causes majeures de mortalité, il est donc souhaité d'intensifier la formation des éleveurs sur les cultures fourragères (*Brachiaria sp*, *Trypsacum sp*, *Stylosanthes guyanensis*, etc.) ainsi que la fabrication des blocs multi nutritionnels.

La température ambiante très élevée (>20°C) dans les différents Centres de Recherche (Wakwa et Bambui) a impacté négativement la production laitière des races exotiques (Holsteins et Montbéliard) et de leurs produits de croisement avec les zébus locaux (Goudali, Red et White Fulani). Il est donc souhaitable de privilégier les études de caractérisation moléculaire basée sur le « *Genome-Wide Association Study* » à l'effet d'envisager la sélection des génotypes tolérants au stress thermique, sans toutefois perdre de vue les possibilités de gestion de température.

### 5.2.3 Aux pouvoirs publics

Il est important que le Cameroun fasse une réforme politique nationale soutenue pour les secteurs bovin-à-viande et bovin-lait. Ladite réforme se manifesterait dans le domaine législatif, sur le plan financier (recherche sur l'élevage, subventions, encouragements, crédits, etc.), au niveau des prix et par une action directe (livres généalogiques, livres zootechniques, centres d'insémination, groupements techniques divers, les concours de reproducteurs, etc.) notamment à travers le Ministère de l'Élevage, des Pêches et des Industries Animales (MINEPIA).

### Références bibliographiques

**ACDIC. 2006.** Filière laitière au Cameroun. étude commandée par SOS Faim pour le compte du consortium ALIMENTERRE. 69p

**Atti-mahamat A. 1989.** Etude des paramètres de production des races bovines Wakwa et Goudali élevées à la station zootechnique de Wakwa (Cameroun). Mémoire présenté et soutenu publiquement le 27 Juillet 1989 à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar pour obtenir le grade de Docteur Vétérinaire. 160p

**Bayemi P.H., Bryant .M.J., Perera B.M.A.O., Mbanya J.N., Cavestany D and Webb E.C. 2005.** Milk production in Cameroon: A Review *Livestock Research for Rural Development*.17(6)

**Bayemi P. H., Mah G. D., Ndamukong K., Nsongka V. M., Leinyuy I., Unger H., Ndoumbe N. M., Webb E. C., Achukwi M. D., Hakoue F., Luogbou N. D. 2015.** Bovine Brucellosis in Cattle Production Systems in the Western Highlands of Cameroon. *International Journal of Animal Biology*.1(2) 38-44

**Breteau G. 2010.** Etude des paramètres d'ambiance Pour le bien être des bovins lors du Transport de longue durée. Thèse de Doctorat en Médecine Vétérinaire, *l'Université Paul Sabatier de Toulouse* 104p

**Djoko T.D., Mbah D.A., Mbanya J.N., Kamga P., Awah N.R and Bopelet M. 2003.** Crossbreeding Cattle for Milk Production in the Tropics: Effects of Genetic and Environmental Factors on the Performance of Improved Genotypes on the Cameroon Western High Plateau. *Revue Elen. Méd. vét. Pays trop.* 56 (2) : 63-72

**DOUFFISSA A. 2014.** Etude des races des animaux domestiques. Support de cours. Ecole des Sciences et de Médecine Vétérinaire. 390p

**Ebangi A.L., Erasmus G.J., Mbah D.A., Nesor F.W.C., Tawah C.L and Messine O. 2001.** Genetic parameter estimates for growth traits in purebred Gudali and two-breed synthetic Wakwa beef cattle in a tropical environment. *Académie des Sciences du Cameroun.* 1(2): 86-93

**Ebangi A.L., Erasmus G.J., Mbah D.A., Tawah C.L and Messine O. 2002.** Factors Affecting Growth Performance in Purebred Gudali and Two-Breed Synthetic Wakwa Beef Cattle in a Tropical Environment. *Revue Elen. Méd. vét. Pays trop.* 55 (2): 149-157

**Ebangi A.L., Erasmus G.J., Mbah D.A., Tawah C.L. 2002.** Genetic Trends for Growth in a Selection Experiment Involving Purebred and Two-Breed Synthetic Beef Breed in a Tropical Environment. *Revue Élen. Méd. Vét. Pays trop.* 55 (4) : 305-312

**Ebangi A. L., Tawah C. L., Mbah D. A., Tanya V. N., Ndi C., Ekue F.N., Messine O., Ottou J.F.B., Enoh M. B. 2004.** Mortalities among different genotypes of crossbred dairy calves in a tropical environment. *Journal of the Cameroon Academy of Sciences.* 4(2):117-124

**Goldman, M., Vabi, V. and Mbah, D.A. 1985.** Semi-intensive commercial dairy farming in the Adamawa Province, Republic of Cameroon: A case study. *Rev. Sci. Et Tech. Ser. Sci. Zootech.* 1(4): 71-78

**Galukande E., Mulindwa H., Wurzinger M., Roschinsky R., Mwai A. O., Sölkner J. 2013.** Crossbreeding cattle for milk production in the tropics: achievements, challenges and opportunities. *Animal Genetic Resources.* 52 : 111-125

**Hamadou O. (2009).** Cameroun : opportunités laitières locales à ne pas manquer. Dossier de l'enjeu global du lait local. Défis Sud Bimestriel-Août, Septembre 2009, 90 : 19-20

**Hans R. 1975.** Beef production on artificial pastures in the Southern Guinea savanna and the derived savanna of West Africa. University of Stuttgart-Hobenbeim, 63 p  
[http://www.irad.cm/images/2021/05/04/img\\_parallax.png](http://www.irad.cm/images/2021/05/04/img_parallax.png) (consulté le 19/08/2021 à 14h09)

**INS. 2017.** Elevage et pêche. Annuaire statistique du Cameroun. 12p

**IRAD. 2008.** Deuxième rapport sur la situation des ressources phylogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture au Cameroun. 93p

**IRZ. 1984a.** Rapport annuel. CRRA de Wakwa, B.P. 65 Ngaoundéré.175p

**IRZ. 1984.** Annual Report. Ministry of Higher Education and Scientific Research. B.P. 1457 Yaoundé. 107p

**IRZ. 1987.** Rapport annuel Centre de Recherche Zootechnique de Wakwa, B.P. 65 Ngaoundéré. 176p

**Lhoste P. 1968.** Comportement saisonnier du bétail zébu en Adamaoua camerounais. Centre de Recherche Zootechnique de Wakwa, Ngaoundéré. 21 p

**Lhoste P. 1969.** Les races *bovines de l'Adamaoua (Cameroun)*. Centre de Recherches Zootechniques de Wakwa. 19 p

**Lhoste P. 1973.** Etude des mortalités et cas d'urgence à la station de recherches zootechnique de Wakwa(Cameroun). *Rev. Elev. Med. Vet. Pays trop.* 26(4) : 431-442

**Lhoste P. 1975.** Essais d'insémination artificielle au Cameroun a l'aide de semence congelée importe : Insémination de femelles en chaleurs naturelle. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays trop.* 28(4) : 523-522

**Lhoste P. 1980.** L'amélioration génétique des zébus de l'Adamaoua(Cameroun) pour la production de viande. Recherche sur l'élevage bovin en zone tropicale humide. Première colloque internationale. Bouake, 18-22 avril 1977

**Mandon A. 1948.** L'élevage des bovins et l'insémination artificielle en Adamaoua. *Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux.* 2(3) : 129-149

**Mandon A. 1957.** Le zébu Brahman au Cameroun : premiers résultats de son introduction en Adamawa. *Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux.* 10 : 129-145

**Mbah D.A. 1982.** Adaptation of dairy cattle to Wakwa (Adamawa) environment, I: Resistance to cattle ticks. *Science and Technology Review* 2(3): 101-106

**Mbah D. A. 1984.** Adaptation of dairy cattle to Wakwa (Adamawa) environment, II: Susceptibility to heat stress. *Science and Technology Review. Agronomic and Animal Science* 1(1): 125 – 132

**Mbah D. A., Mbanya J., and Messine O. 1987.** Performance of Holsteins, Jerseys and their crosses in Cameroon: Preliminary studies, *Agronomy and Animal Science.* 3(2): 115-126

**Mbah D. A. 2008.** Genetics, breeding and management programmes: A consultancy study report prepared for the smallholder dairy development project, MINEPIA: NorthWest and Adamawa components. 57 p

**Mbah D. A., Tawah, C.L., Fokeng M.G. 2020.** Genetic Modification of Animals: Potential benefits and concerns. *Journal of the Cameroon Academy of Sciences*.15(3). 163-174

**Messine O., L.J.M. Schwalbach., D.A. Mbah and A.L. Ebangi. 2007.** Non-genetic factors affecting gestation length and postpartum intervals in Gudali zebu cattle of the Adamawa highlands of Cameroon, *Tropicultura*, 25 (3): 129-133

**Messine O., Tanya V.N., Mbah D.A., Tawah C.L. 1994.** Ressources génétiques animales du Cameroun Passé, présent et avenir : le cas des ruminants, *AGRI*, 16 : 47-64

**MINRESI . 2018.** Rapport des Journées d'Excellence de la Recherche Scientifique au Cameroun (JERSIC). 6<sup>ème</sup> édition, 46p

**Mohamadou B. 1985.** Contribution à l'étude de la dermatophilose bovine sur le plateau de l'Adamaoua (Cameroun). Essais de traitement et choix d'une méthode de lutte. Thèse soutenue publiquement le 17 avril 1985 à l'Université de Dakar. 153p

**NEPAD. 2004.** Appui au développement de la filière viande bovine.48p

**Nsangou A.S. 2015.** Performances comparées des croisés Holstein et Montbéliarde avec le Goudali en zone de hautes savanes guinéenne du Cameroun. Mémoire d'ingénieur agronome soutenu à l'Université de Dschang. 103p

**Pingpoh D.P., Mbah D.A., Tawah L.C. 2019.** Profitability of Agricultural Research: The Case of genetic improvement of cattle for milk production in Cameroon. *Journal of the Cameroon Academy of Sciences* 15:(1): 3-8

**Pirchner F. 2009.** Relation of genetic distance between cattle breeds and heterosis of resulting crosses. *Animal Genetics* 15(3): 173-180.

**Planchenault D., Traore M.T., Roy F. and Tall S.H. 1986.** Amélioration génétique des bovins N'Dama. II. Croissance des veaux avant sevrage au ranch de Madina-Diassa, Mali. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop*, 51(1): 47-57

**Poutougnigni M.Y. 2010.** Facteurs influençant les performances de croissance des veaux issus des croisements terminaux de trois races locales avec quelques races importées dans les hautes terres de l'Ouest Cameroun, mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur Agronome, Université de Dschang. 67 p

**Roman-Ponce H., Thatcher W.W., Buffington D.E., Wilcox C.J and Van Horn H.H. 1976.** Physiological and production responses of dairy cattle to a shade structure in a subtropical environment. *J. Dairy Sci.* 60(3): 424 - 430

**Serres H., Capitaine P., Dubois P., Dumas R., Gilibert J. 1960.** Le croisement Brahman à Madagascar. *Revue d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux.* 21(4) : 519-561

**Tawah C.L., Rege J.E.O., Mbah D.A. and Oumate H. 1994.** Genetic evaluation of birth and weaning weight of Gudali and two-breed synthetic Wakwa beef cattle populations under selection in Cameroon: genetic and phenotypic trends. *Animal Science.* 58(1) : 25-34

**Tawah, C.L., Mbah D.A., Messine O. and Enoh M.B. 1999a.** Crossbreeding cattle for dairy production in the tropics: Effects of genetic and environmental factors on the performance of improved genotypes on the Cameroon highlands. *Animal Science (UK)* 69 : 59-68.

**Tawah C.L., Mbah D.A., Enoh M.B. and Messine O. 1999b.** Performance of taurine x Gudali zebu crosses subjected to artificial suckling in the tropical highlands of Cameroon. *Revue Elev Méd. vét Pays trop.* 52 (1) : 65-70

**Tebong E.D. 1985.** Activités de Recherche Zootechniques : sommaire des résultats. Centre de Recherches Zootechniques de Wakwa, Ngaoundéré. 45p

**Topal M., Aksakal V., Bayram B. and Yaganoglu A.M. 2010.** Analysis of the factors affecting birth weight and actual milk yield in Swedish Red Cattle using regression tree analysis. *Journal of Animal and Plant Sciences,* 20(2): 63-69

