

## Analyse comparative des caractères morphologiques des taurins N'dama et des bovins croisés laitiers dans la région centre de la Côte d'Ivoire

**GBODJO Zakpa Laurent<sup>1</sup>, KANH Kpahé Herbert Michael<sup>2</sup>, KPANDJI Isidore Kouadio<sup>3</sup>, SORO Brahim<sup>3\*</sup>, KONAN Banny Kouamé Jean Pierre<sup>1</sup>, KOUAKOU Olivier Gérard<sup>1</sup> et SOKOURI Didier Paulin<sup>3</sup>**

1. Projet de Gestion Intégrée des Ranches et Stations (PROGIRS), BP 2072 Yamoussoukro Côte d'Ivoire  
2. Université Gbon Péléforo Coulibaly, UFR Sciences Biologiques, BP 1328 Korhogo, Côte d'Ivoire

3. Laboratoire de Biotechnologie, Agriculture et Valorisation des Ressources Biologiques, UPR de Génétique, UFR Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny, 22 BP 582 Abidjan, Côte d'Ivoire

**Auteur correspondant, e-mail :** [\\*esdrasoro12@gmail.com](mailto:esdrasoro12@gmail.com)

Submitted on 16<sup>th</sup> April 2022. Published online at [www.m.elewa.org/journals/](http://www.m.elewa.org/journals/) on 31<sup>st</sup> May 2022  
<https://doi.org/10.35759/JABs.173.8>

### RÉSUMÉ

*Objectifs :* L'objectif de cette étude vise à mieux connaître les caractères phénotypiques des nombreux hybrides issus de croisements avec les races locales en vue de disposer de suffisamment de données et contribuer à l'amélioration génétique de ces animaux.

*Méthodologie et résultats :* 144 bovins, dont 39 N'dama et 105 bovins hybrides ont fait l'objet d'une étude conduite dans une station laitière située au centre de la Côte d'Ivoire. Des observations ont été effectuées directement sur les animaux et ont permis d'enregistrer 18 paramètres qualitatifs. La typologie révélée par l'Analyse des Correspondances Multiples (ACM) a permis de dégager 3 groupes. Le premier groupe est celui qui se caractérise par une robe noire ou pie noire, des cornes en croissant et des muqueuses noires et il regroupe les types génétiques F1 ( $\frac{1}{2}$  Holstein,  $\frac{1}{2}$  N'dama) et F2 ( $\frac{1}{4}$  Holstein,  $\frac{3}{4}$  N'dama). Le second groupe est caractérisé par la robe fauve unie, les cornes en lyre et les muqueuses claires il ne comprend que les N'dama et le troisième groupe se caractérise par la robe fauve pie avec une tâche blanche sur le front avec des cornes en croissant et des muqueuses claires, comprend les F1 ( $\frac{1}{2}$  Montbéliarde,  $\frac{1}{2}$  N'dama) et les F2 ( $\frac{1}{4}$  Montbéliarde,  $\frac{3}{4}$  N'dama).

*Conclusion et application des résultats :* La variabilité des caractères morphologiques des taurins Ndama et des bovins croisés laitiers a été révélée. Ainsi, l'identification des différents types génétiques à partir des particularités des couleurs de la robe décrites dans cette étude permettront, à terme, la vulgarisation des bovins croisés laitiers performants au profit des populations.

**Mots clés :** Caractères phénotypiques, Croisement, Races locales, bovins hybrides, Variabilité

## Comparative analysis of morphological characteristics of N'dama bulls and crossbred dairy cattle in the central region of Côte d'Ivoire

### ABSTRACT

*Objective:* The aim of this study is to gain a better understanding of the phenotypic characteristics of the numerous hybrids resulting from crosses with local breeds in order to have sufficient data to contribute to the genetic improvement of these animals.

*Methodology and results:* 144 cattle, including 39 N'dama and 105 hybrid cattle, were studied at a dairy station in central Côte d'Ivoire. Observations were made directly on the animals and 18 qualitative parameters were recorded. The typology revealed by Multiple Correspondence Analysis (MCA) made it possible to identify 3 groups. The first group is characterised by a black or black piebald coat, crescent horns and black mucous membranes and includes the genetic types F1 ( $\frac{1}{2}$  Holstein,  $\frac{1}{2}$  N'dama) and F2 ( $\frac{1}{4}$  Holstein,  $\frac{3}{4}$  N'dama). The second group is characterised by the solid fawn coat, lyre horns and light mucous membranes and includes only N'dama and the third group is characterised by the piebald fawn coat with a white spot on the forehead with crescent horns and light mucous membranes, includes F1 ( $\frac{1}{2}$  Montbeliarde,  $\frac{1}{2}$  N'dama) and F2 ( $\frac{1}{4}$  Montbeliarde,  $\frac{3}{4}$  N'dama).

*Conclusion and application of results:* The variability of morphological characteristics of Ndama bulls and crossbred dairy cattle was revealed. Thus, the identification of different genetic types based on the coat colour characteristics described in this study will eventually allow the popularization of high-performance crossbred dairy cattle for the benefit of the population.

**Keywords:** Phenotypic traits, Crossbreeding, Local breeds, Hybrids cattle, Variability

### INTRODUCTION

L'élevage est un secteur dynamique pour l'équilibre alimentaire dans le monde. En effet, la consommation de viande a connu une progression de 2,3% ces dix dernières années, passant de 286,2 millions de tonnes en 2010 à 323 millions en 2017. Cela correspond à une consommation moyenne de viande de 30,5 kg/hab et de 42,9 kg /hab respectivement en 2010 et 2017 (FAO, 2017). Si pour la viande, la production porcine fournit le plus de viande consommée dans le monde, pour les autres produits carnés, l'élevage bovin laitier occupe de très loin la première place avec 728 millions de tonnes de lait (FAO, 2017). En Afrique tropicale humide, l'une des raisons pour lesquelles les races bovines des pays tempérés, survivent difficilement et n'arrivent souvent pas à exprimer le meilleur de leurs performances, est la chaleur, qui leur est défavorable (Berbigier, 1988) et dont il faut les protéger. Ainsi les croisements sont-ils pratiqués pour contourner ce problème et

satisfaire les demandes en protéines animales. Le but est ainsi d'obtenir plus rapidement des hybrides possédant de bonnes performances zootechniques héritées des bovins européens et la viabilité des animaux locaux (FAO, 2015). Pour atteindre ces objectifs, il importe au préalable de réaliser des études concernant les animaux métisses pour concevoir des schémas de croisement efficaces permettant d'avoir des animaux hybrides adaptés aux exigences agro-climatiques. Cela a été le cas dans certains pays de la zone subhumide d'Afrique où ces croisements ont connu un succès (Tawah *et al.*, 1989 ; Corniaux *et al.*, 2012 ; Ba, 2013). La Côte d'Ivoire regorge de nombreux hybrides, parmi lesquels, les croisés entre les races Prim'Holstein (Holstein Française), la Montbéliarde et la race locale N'dama élevés au niveau des stations d'élevage de l'État et dans des fermes privées, pour lesquels très peu d'études ont été réalisées sur les caractères phénotypiques. En conséquence, ces types

génétiques bovins croisés sont difficilement identifiables sur la base de leur format et leur conformation. Ce qui rend difficile le choix par les éleveurs de bovins croisés laitiers pour la constitution de leur cheptel et freine du coup le

développement de l'élevage. Cette étude d'analyse comparative des caractères morphologiques des N'dama et ses hybrides, veut contribuer à résoudre ce problème.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

**Site de l'étude :** L'étude a été menée sur le site expérimental de la Station Laitière de Yamoussoukro situé dans la sous-préfecture de Kossou, à 33 km de Yamoussoukro, sur l'axe Yamoussoukro-Bouaflé (figure 1). Le site est accessible en toutes saisons. La station est bornée et non clôturée, sa superficie indiquée sur les cartes est d'environ 500 ha. Le matériel végétal dominant est le *Panicum maximum K-187 B*, expérimenté dans les années 1970 en culture irriguée par l'IRAT, avec également du *Pueraria sp*, *Pennisetum sp* et du *Leucaena glauca (L) Leucocephala*, de l'*Andropogon sp*. Le sol est en général gravillonnaire, sablo-

argileux et marécageux à divers endroits et le fleuve Bandama blanc parcourt la zone étudiée. Le régime pluviométrique est bimodal (deux saisons des pluies et deux saisons sèches). Une grande saison des pluies qui s'étend d'avril à juin, puis une petite saison sèche de juillet à août, suivie d'une petite saison des pluies de septembre à octobre et une grande saison sèche de novembre à février et même mars. La pluviométrie moyenne est de 1035,6 mm de pluie. La température oscille autour de 25°C et l'humidité atmosphérique oscille entre 61,2% et 80%.

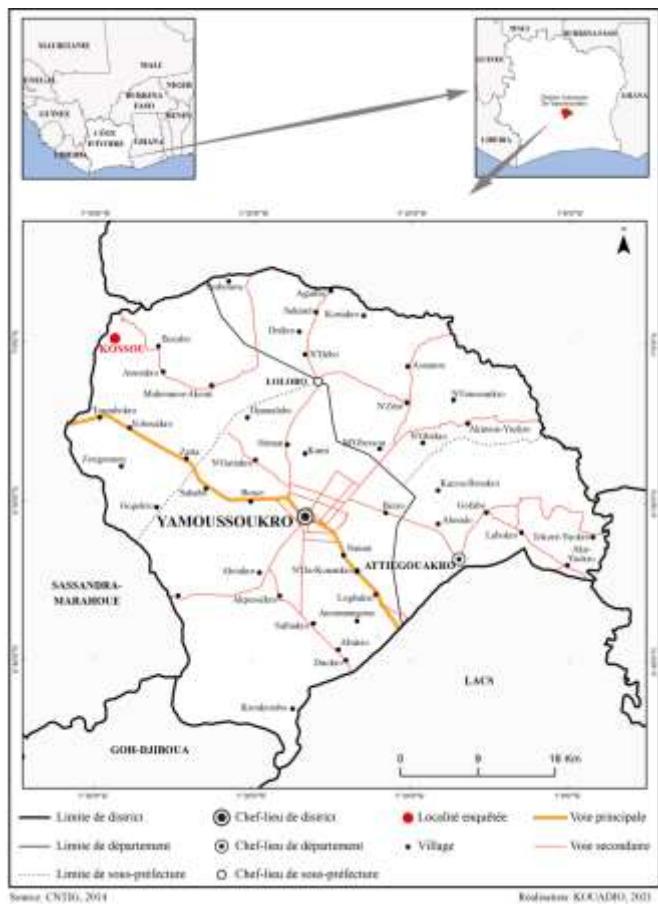


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude (Kossou, Yamoussoukro)

**Conduite du troupeau :** Le matériel biologique composé de 144 animaux, dont 39 taurins N'dama et 105 bovins hybrides (20 F1 ( $\frac{1}{2}$  Holstein x  $\frac{1}{2}$  N'dama), 21 F1 ( $\frac{1}{2}$  Montbéliard x  $\frac{1}{2}$  N'dama), 28 F2 ( $\frac{1}{4}$  Holstein x  $\frac{3}{4}$  N'dama) et 36 F2 ( $\frac{1}{4}$  Montbéliard x  $\frac{3}{4}$  N'dama)) et de 44,5 ha de *Panicum maximum* C1. En 2009, des lots successifs de vaches N'dama ont été inséminées avec la semence de taureaux Montbéliarde et Holstein. Les produits de ces croisements constituent la population d'individus de type génétique F1 ( $\frac{1}{2}$  Montbéliarde,  $\frac{1}{2}$  N'dama) et F1 ( $\frac{1}{2}$  Holstein,  $\frac{1}{2}$  N'dama). A partir de 2012, les taureaux des deux populations hybrides, sont mis à la reproduction en back cross avec plusieurs lots de vaches N'dama et ont engendrés les types génétique F2 ( $\frac{1}{4}$  Montbéliarde,  $\frac{3}{4}$  N'dama) et F2 ( $\frac{1}{4}$  Holstein,  $\frac{3}{4}$  N'dama). Les animaux sont conduits sur des

blocs de pâturage avec un temps de pâture de 8 à 10 heures par jour (8 h à 16 h ou 8h à 18 h). La rotation des pâtures est pratiquée et elle est d'au plus d'une semaine par bloc fourrager. A l'entrée de la saison sèche, le fourrage est conservé sous forme de foin et distribué pendant les mois de janvier et février. Tous les animaux reçoivent une complémentation alimentaire. Il s'agit d'aliments distribués aux mois de janvier et février pour passer la saison sèche. Les compléments utilisés sont la mélasse, les drêches de brasserie séchées et les graines de coton et la ration distribuée n'excède pas 0,5 kg /animal/jour. Les animaux reçoivent en outre au parc de nuit une complémentation minérale (bloc de pierre à lécher) à volonté chaque semaine. Les animaux sont conduits aux abreuvoirs entre 12 h et 14 heures et le soir à la rentrée au parc de nuit 16 h à 18 h.

**Collecte des données :** Chaque animal a été isolé dans le couloir de contention et son aspect et sa morphologie ont été décrits. Les premières observations concernent les couleurs. La robe générale et les couleurs de certaines parties du corps de l'animal sont décrits. Il s'agit de celle de la tête, du chignon, du flanc droit, du flanc gauche, du dos (dessus), du ventre (dessous), des membres antérieurs et postérieurs. Ensuite, la couleur des extrémités de l'animal (mufle, sabots, entre jambes, trayons et mamelles) est notée. Enfin, les formes, du profil du front, de la ligne du dos et de la croupe sont observées. Les cornes ont quant à elles été observées de face en vue de décrire leur forme.

## RÉSULTATS

### Description des bovins de différents types génétiques

**Les animaux de type génétique N'dama :** Les animaux de race N'dama ont généralement des cornes en lyre (89,7%), avec très peu de cornes en croissant (10,3%). Les profils du front et du dos sont toujours droits (100%), mais celui de la croupe est généralement droit (97,4%) avec de rares cas de croupe inversée vers l'arrière (2,6%). Les animaux N'dama ont majoritairement un chignon de petite taille (56,4%) et minoritairement de taille moyenne (28,2%), grande (10,3%) ou absent (5,1%). La robe est caractérisée par une tête, un tronc (dos, flancs et ventre), des membres toujours de couleur fauve uni (100%) et un bout de queue fauve foncé voir noir (100%). Les muqueuses sont presque totalement claires (97%) et minoritairement sombres (3%) avec des sabots majoritairement sombres (74,4%) et minoritairement claire (17,9%) ou claire – sombre (7,7%) (Tableaux 1, 2, 3 et 4).

### Les animaux de type génétique F1 (½ Holstein, ½ N'dama)

Ils ont des cornes majoritairement en coupe (75%) et minoritairement asymétrique (25%). Les profils du front et du dos sont toujours droits (100%), mais celui de la croupe

**Analyse des données :** Les données collectées ont été enregistrées sur le tableur Excel avant d'être analysées avec le logiciel R 4.0.2. Les résultats d'analyses descriptives ont été présentés sous forme de fréquences avec les effectifs pour les caractères. Afin de déterminer les typologies, les descripteurs phénotypiques qualitatifs ont été soumis à l'Analyse des Correspondances Multiples (ACM) réalisée sur 18 variables qualitatives suivant les formes et les couleurs des différentes régions du corps des animaux. Ces analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel R 4.0.2.

majoritairement droite (75%) avec quelques cas de croupes inversé vers l'arrière (25%). Le chignon est toujours de taille moyenne (100%). La robe est caractérisée par une tête de couleur noire unie (100%), des flancs majoritairement noirs (75%) et minoritairement pie noir (25%), le dos est toujours noir (100%). Une moitié des individus ont le ventre noir (50%) et l'autre, le ventre pie noir (50%). Les membres antérieurs sont toujours noirs (100%) tandis que les membres postérieurs sont majoritairement noirs (75%) et minoritairement pie noire (25%) avec un bout de queue majoritairement noir uniforme (75%) et minoritairement pie noir (25%) (Tableaux 1, 2, 3 et 4).

### Les animaux de type génétique F1 (½ Montbéliarde, ½ N'dama)

Ces animaux ont des cornes majoritairement en coupe (66%) et minoritairement asymétrique (33%), avec le profil du front, du dos et de la croupe qui est toujours droit (100%), avec le chignon plus souvent grand (47,6%), souvent moyen (33,3% et rarement petit (19,1%). La robe est caractérisée par la tête toujours fauve pie (100%), avec un chignon majoritairement fauve (67%) et minoritairement fauve pie (33%). Les flancs sont majoritairement de couleur fauve unie

(66,7%), minoritairement de couleur fauve pie (33,3%). Le dos est toujours fauve (100%) avec un ventre majoritairement fauve pie (67%) et minoritairement fauve uni (33%). Les membres sont majoritairement fauve uniforme (67%) et minoritairement fauve pie (33%) avec un bout de queue majoritairement fauve uniforme (66,7%) et minoritairement fauve pie (33,3%). Les muqueuses sont totalement claires (100%) et les sabots sont sombres (100%) (Tableaux 1, 2, 3 et 4).

#### **Les animaux de type génétique F2 (1/4 Holstein, 3/4 N'dama)**

Ils ont des cornes majoritairement en coupe (89,3%) et sont minoritairement sans cornes (10,7%). Les profils du front et du dos sont toujours droits (100%), tandis que celui de la croupe est moyennement droit (57,1%) et souvent inversée vers l'arrière (42,9%) avec un chignon généralement moyen et très rarement absent (3,6%). La robe est caractérisée par une couleur majoritairement noire (86%), et minoritairement pie noire (14%) au niveau de la tête, avec un chignon généralement noir (96%), et rarement pie noir (4%). Les flancs sont majoritairement noirs (85,7%) et minoritairement pie noir (7,1%), avec l'existence de flanc noir dilué (7,1%). Le dos est majoritairement noir (82,1%), minoritairement noir dilué (10,8%) puis pie noir (7,1%). Une moitié des animaux a le ventre noir (50%) et l'autre le ventre pie noir (42,9%) et noir dilué (7,1%). Les membres antérieurs sont majoritairement noirs (75%) tandis que les membres postérieurs sont majoritairement noirs (75%) et minoritairement pie noire (25%). Le bout de queue majoritairement noir uniforme (75%) et

minoritairement pie noir (25%) Les muqueuses et les sabots sont tous sombres (100%) (Tableaux 1, 2, 3 et 4).

#### **Les animaux de type génétique F2 (1/4 Montbéliarde, 3/4 N'dama)**

Ils ont des cornes majoritairement en coupe (72,2%), avec une faible proportion d'animaux sans cornes (16,7%) et plus rarement en croissant (11,1%). Les profils du front et du dos sont toujours droits (100%), mais celui de la croupe est généralement droite (88,9%) et marginalement inversé vers l'arrière (11,1%). Le chignon est majoritairement petit (80,6%), rarement moyen ou grand (8,3%) et très rarement absent (2,8%). La robe est caractérisée par une tête de couleur généralement fauve pie (97%) et rarement fauve unie (3%). Les chignons sont majoritairement fauves (69%) et minoritairement fauve pie (31%). Les flancs sont majoritairement de couleur fauve unie (75%), minoritairement de couleur fauve pie (25%) et le dos est toujours fauve (100%), la majorité des individus ont le ventre majoritairement fauve pie (72%) et minoritairement fauve uni (28%). Les membres sont majoritairement de couleur fauve pie (72%), minoritairement fauves (22%), de façon marginale fauve pie avec le fauve dilué (6%) avec un bout de queue majoritairement de couleur fauve unie (83,3%), minoritairement fauve pie (8,3%), de façon marginale fauve dilué (8,3%) et les muqueuses totalement claires (100%), avec des sabots majoritairement sombres (58,4%), minoritairement claires (38,9%), et marginalement claire et sombre (2,7%) (Tableaux 1, 2, 3 et 4)...

**Tableau 1 :** Caractéristiques de la robe des différents types génétiques

Type génétique	Ndama (n=39)	F1 H (n=20)	F1 M (n=21)	F2 H (n=28)	F2 M (n=36)
<b>Couleur de la tête</b>					
Fauve	100% (n=39)	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)	2,8% (n=1)
Fauve Pie	0% (n=0)	0% (n=0)	100% (n=21)	0% (n=0)	97,2% (n=35)
Noire	0% (n=0)	100% (n=20)	0% (n=0)	85,7% (n=24)	0% (n=0)
Noir Pie	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)	14,3% (n=4)	0% (n=0)
<b>Couleur flanc droit</b>					
Fauve	100% (n=39)	0% (n=0)	66,7% (n=14)	0% (n=0)	75% (n=27)
Fauve Pie	0% (n=0)	0% (n=0)	33,3% (n=7)	0% (n=0)	25% (n=9)
Noir	0% (n=0)	75% (n=15)	0% (n=0)	85,8% (n=24)	0% (n=0)
Noir-dilué	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)	7,1% (n=2)	0% (n=0)
Noir Pie	0% (n=0)	25% (n=5)	0% (n=0)	7,1% (n=2)	0% (n=0)
<b>Couleur flanc gauche</b>					
Fauve	100% (n=39)	0% (n=0)	66,7% (n=14)	0% (n=0)	75% (n=27)
Fauve Pie	0% (n=0)	0% (n=0)	33,3% (n=7)	0% (n=0)	25% (n=9)
Noir	0% (n=0)	75% (n=15)	0% (n=0)	82,2% (n=23)	0% (n=0)
Noir-dilué	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)	7,2% (n=2)	0% (n=0)
Noir Pie	0% (n=0)	25% (n=5)	0% (n=0)	10,6% (n=3)	0% (n=0)
<b>Couleur du dos</b>					
Fauve	100% (n=39)	0% (n=0)	100% (n=21)	0% (n=0)	83,3% (n=30)
Fauve Pie	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)	16,7% (n=6)
Noir	0% (n=0)	100% (n=20)	0% (n=0)	82,1% (n=23)	0% (n=0)
Noir-dilué	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)	10,8% (n=03)	0% (n=0)
Noir Pie	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)	7,1% (n=02)	0% (n=0)
<b>Couleur du ventre</b>					
Fauve	100% (n=39)	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)	27,8% (n=10)
Fauve pie	0% (n=0)	0% (n=0)	33,4% (n=7)	0% (n=0)	72,2% (n=26)
Noir	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)	50% (n=14)	0% (n=0)
Noir dilué	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)	7,1% (n=02)	0% (n=0)
Noir Pie	0% (n=0)	50% (n=10)	0% (n=0)	42,9% (n=12)	0% (n=0)
Pie	0% (n=0)	50% (n=10)	66,6% (n=14)	0% (n=0)	0% (n=0)
<b>Couleur membre postérieur</b>					
Fauve	100% (n=39)	0% (n=0)	85,7% (n=18)	0% (n=0)	72,2% (n=26)
Fauve pie	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)	5,6% (n=8)
Fauve dilué	0% (n=0)	0% (n=0)	14,3% (n=3)	0% (n=0)	22,2% (n=2)
Noir	0% (n=0)	75% (n=15)	0% (n=0)	75% (n=21)	0% (n=0)
Noir dilué	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)	14,3% (n=4)	0% (n=0)
Noir Pie	0% (n=0)	25% (n=5)	0% (n=0)	10,7% (n=3)	0% (n=0)
Pie	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)
<b>Couleur membre antérieur</b>					
Fauve	100% (n=39)	0% (n=0)	85,7% (n=18)	0% (n=0)	72,2% (n=26)
Fauve pie	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)	5,6% (n=8)

Fauve dilué	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)	22,2% (n=2)
Noir	0% (n=0)	85% (n=17)	14,3% (n=3)	82,1% (n=23)	0% (n=0)
Noir dilué	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)	14,3% (n=4)	0% (n=0)
Noir Pie	0% (n=0)	15% (n=03)	0% (n=0)	3,6% (n=1)	0% (n=0)
Pie	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)

Les chiffres en dehors de la parenthèse représentent les fréquences. Les valeurs à l'intérieur des parenthèses représentent les effectifs en nombre d'individus caractérisés.

**Tableau 2 : Caractéristiques particulières de la robe des différents types génétiques**

Type génétique	N'dama	F1 H	F1 M	F2 H	F2 M
	(n=39)	(n=20)	(n=21)	(n=28)	(n=36)
<b>Couleur du chignon</b>					
Fauve	100% (n=39)	0% (n=0)	80,9% (n=17)	0% (n=0)	77,8% (n=28)
Fauve Pie	0% (n=0)	0% (n=0)	19,1% (n=4)	0% (n=0)	22,2% (n=8)
Noir	0% (n=0)	100% (n=20)	0% (n=0)	96,4% (n=27)	0% (n=0)
Noir Pie	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)	3,6% (n=1)	0% (n=0)
<b>Panachures tête</b>					
Absence de pie	100% (n=39)	100% (n=20)	0% (n=0)	85,7% (n=24)	2,8% (n=1)
Présence de pie	0% (n=0)	0% (n=0)	100% (n=21)	14,3% (n=4)	97,2% (n=35)
<b>Couleur de la queue</b>					
Fauve	100% (n=39)	0% (n=0)	81% (n=17)	0% (n=0)	83,4% (n=30)
Fauve pie	0% (n=0)	0% (n=0)	19% (n=4)	0% (n=0)	8,3% (n=3)
Noir	0% (n=0)	75% (n=15)	0% (n=0)	75% (n=21)	0% (n=0)
Noir dilué	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)	3,6% (n=1)	0% (n=0)
Noir Pie	0% (n=0)	25% (n=5)	0% (n=0)	21,4% (n=6)	0% (n=0)
Pie	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)	8,3% (n=3)

Les chiffres en dehors de la parenthèse représentent les fréquences. Les valeurs à l'intérieur des parenthèses représentent les effectifs en nombre d'individus caractérisés

**Tableau 3 : Caractéristiques de la couleur des sabots, du mufle, de la peau des entre-jambes des bovins des différents types génétiques**

Type génétique	N'dama	F1 H	F1 M	F2 H	F2 M
	(n=39)	(n=20)	(n=21)	(n=28)	(n=36)
<b>Couleur du mufle</b>					
Clair	97,4% (n=38)	0% (n=0)	100% (n=21)	0% (n=0)	100% (n=36)
Sombre	2,6% (n=1)	100% (n=20)	0% (n=0)	100% (n=28)	0% (n=0)
<b>Couleur des sabots</b>					
Clair	17,9% (n=7)	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)	38,9% (n=14)
Clair et sombre	7,7% (n=3)	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)	2,7% (n=1)
Sombre	74,4% (n=29)	100% (n=20)	100% (n=21)	100% (n=28)	58,4% (n=21)
<b>Couleur des entre-jambes</b>					
Clair	97,4% (n=38)	0% (n=0)	100% (n=21)	0% (n=0)	100% (n=36)
Sombre	2,6% (n=1)	100% (n=20)	0% (n=0)	100% (n=28)	0% (n=0)

Les chiffres en dehors de la parenthèse représentent les fréquences. Les valeurs à l'intérieur des parenthèses représentent les effectifs en nombre d'individus caractérisés

**Tableau4** : Caractéristiques des cornes, du chignon, des profils (du front, du dos et de la croupe) des différents types génétiques

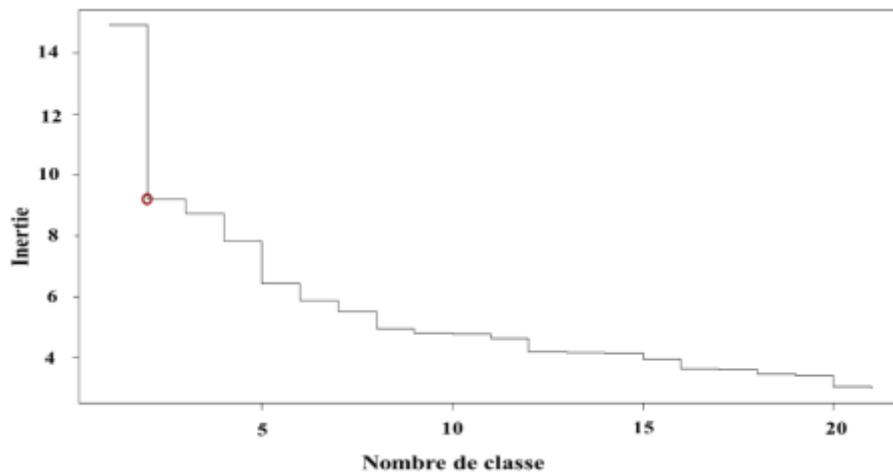
Type génétique	N'dama	F1H	F1M	F2 H	F2 M
<b>Formes</b>	(n=39)	(n=20)	(n=21)	(n=28)	(n=36)
<b>Aspect cornes</b>					
C. Asymétriques	0% (n=0)	25% (n=5)	33,3% (n=7)	0% (n=0)	0% (n=0)
C. en croissant	10,3% (n=04)	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)	11,1% (n=4)
C. en lyre	89,7% (n=35)	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)
C. en coupe	0% (n=0)	75% (n=15)	66,7% (n=14)	89,3% (n=25)	72,2% (n=26)
Sans cornes	0% (n=0)	0% (n=0)	0% (n=0)	10,7% (n=3)	16,7% (n=6)
<b>Profil du front</b>					
Droit	100% (n=39)	100% (n=20)	100% (n=21)	100% (n=28)	100% (n=36)
<b>Aspect chignon</b>					
Grand	10,3% (n=4)	0% (n=0)	47,6% (n=10)	0% (n=0)	8,3% (n=3)
Moyen	28,2% (n=11)	100% (n=20)	33,3% (n=7)	96,4% (n=27)	8,3% (n=3)
Petit	56,4% (n=22)	0% (n=0)	19,1% (n=4)	0% (n=0)	80,6% (n=29)
Absent	5,1% (n=2)	0% (n=0)	0% (n=0)	3,6% (n=1)	2,8% (n=1)
<b>Profil du dos</b>					
Droit	100% (n=39)	100% (n=20)	100% (n=21)	100% (n=28)	100% (n=36)
<b>Profil de la croupe</b>					
Droit	97,4% (n=38)	75% (n=15)	100% (n=21)	57,1% (n=16)	88,9% (n=32)
Inversé vers l'arrière	2,6% (n=1)	25% (n=5)	0% (n=0)	42,9% (n=12)	11,1% (n=4)

Les chiffres en dehors de la parenthèse représentent les fréquences. Les valeurs à l'intérieur des parenthèses représentent les effectifs en nombre d'individus caractérisés

#### Typologie des caractères morphologiques en association avec les types génétiques

**Détermination du nombre optimum à partir des données qualitatives :** La discrimination des différentes classes en fonction du niveau a été effectuée à l'aide d'algorithme de

partitionnement utilisant la méthode des critères de perte relative d'inertie plus élevés. Le nombre de groupes optimum déterminé par cette méthode s'élève à deux classes. Les bovins échantillonnés sont classés en deux grands groupes.



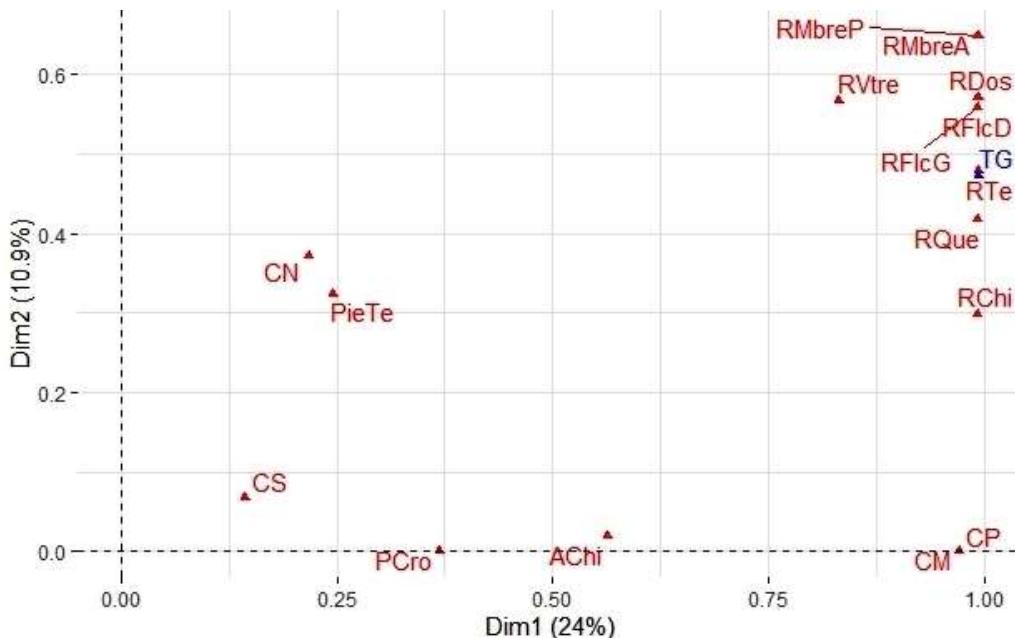
**Figure 4** : Détermination du Nombre optimum de groupe par la méthode de perte relative d'inertie

**Tableau 5 :** répartition des individus de chaque type génétique en fonction des groupes obtenus

Type génétique	Ndama	F1H	F1M	F2 H	F2 M	Pourcentage
Groupe 1	0	20	0	28	0	33,33% (n=48)
Groupe 2	39	0	21	0	36	66,67% (n=96)
Effectifs totaux	39	20	21	28	36	100% (n=144)

**Structuration de la diversité morphologique :** La diversité morphologique a été déterminée grâce au test de l'Analyse en Correspondances Multiples (ACM). Les deux premiers axes de l'Analyse en

Correspondances Multiples (ACM) appliquée aux données morphologiques (aspects, formes et couleurs) expliquent 34,9% de la variation totale. Les axes 2 et 3 permettent d'expliquer 21,2% de la variation totale (Figure 5 et 6).

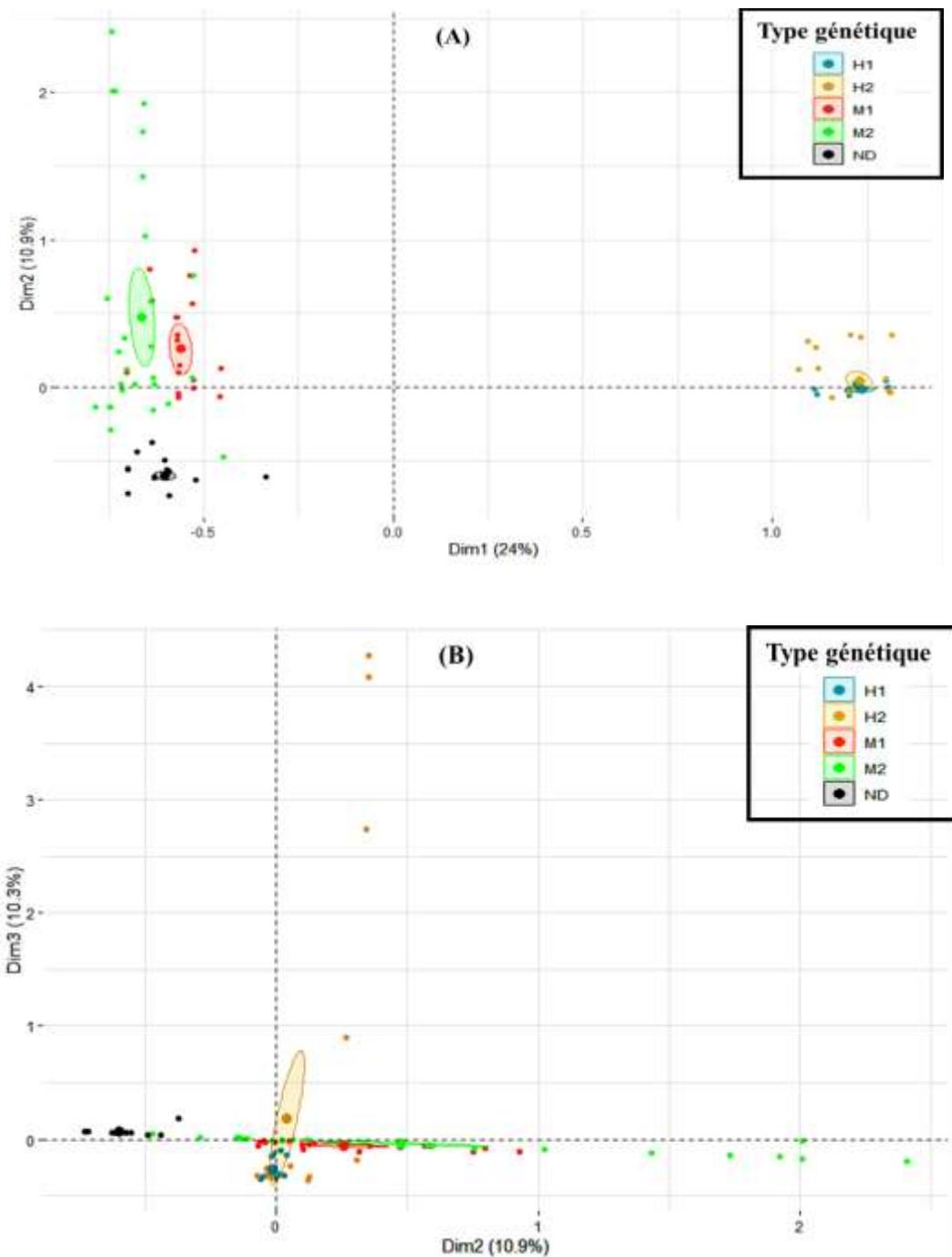


**Figure 5 :** représentation des variables et leurs modalités dans le plan e l'ACM formé de l'axe 1 et 2

L'analyse structurale de la variabilité morphologique observée a permis de ranger les 144 bovins dans deux groupes significativement distincts (Figure 6) :

Le premier, est formé par les animaux des types génétiques F1 ( $\frac{1}{2}$  Holstein,  $\frac{1}{2}$  N'dama) et F2 ( $\frac{1}{4}$  Holstein,  $\frac{3}{4}$  N'dama). Ces animaux sont caractérisés par couleur noire ou pie noir de la robe avec des muqueuses totalement sombres. Ils sont totalement distincts des autres types génétiques.

Le second est celui des animaux possédant une coloration fauve dans la robe. Deux sous-groupes se distinguent dans ce groupe : Le premier est celui des F1 ( $\frac{1}{2}$  Montbéliarde,  $\frac{1}{2}$  N'dama) et des F2 ( $\frac{1}{4}$  Montbéliarde,  $\frac{3}{4}$  N'dama). Ces animaux ont une robe fauve pie avec comme particularité une tâche blanche sur le front. Le second ne comprend que les animaux de race Ndama qui se caractérisent par la robe fauve unie et des cornes en lyre.



**Figure 6** : représentation des bovins en fonction de leur type génétique dans le plan e l'ACM formé de l'axe 1 et 2 (A) et de l'axe 2 et 3 (B)



Figure 7 : Taurin N'dama



Figure 8 : Métis F1 ( $\frac{1}{2}$  Montbéliarde,  $\frac{1}{2}$  N'dama)



Figure 9 : Métis F1 ( $\frac{1}{2}$  Holstein,  $\frac{1}{2}$  N'dama)



Figure 10 : Métis, F2 ( $\frac{1}{4}$  Montbéliarde,  $\frac{3}{4}$  N'dama) Figure 11 : Métis, F2 ( $\frac{1}{4}$  Holstein,  $\frac{3}{4}$  N'dama)



## DISCUSSION

Le type morphologique des taurins N'dama observé dans cette étude est conforme à celui présenté en Côte d'Ivoire par Pagot (1985) et au Sénégal (Baldé, 2017) ; Kanh *et al.*, 2019) sur les N'dama du Sénégal. Ces auteurs ont rapporté que les N'dama ont des cornes le plus

souvent en lyre, le profil droit et le chignon de petite taille. La robe des bovins N'dama est en général de couleur fauve. D'après plusieurs études réalisées en Côte d'Ivoire (Coulomb, 1976) au Sénégal (Gueye, 1981 ; Diack, 2009) et au Congo (Akouango *et al.*, 2014), la robe

fauve est la couleur du troupeau originel de la N'dama. La variabilité des couleurs des muqueuses observées chez ces animaux dans la présente étude a été rapportée par Coulomb, (1976). Si elles sont claires chez la N'dama classique, les animaux à muqueuses noires sont également rencontrés (Akouango *et al.*, 2014). Pour les variables de couleur, l'ACM a permis de faire ressortir les caractéristiques principales de certains types génétiques. Ainsi, nos résultats montrent que la robe noire ou pie noire caractérisent exclusivement les types génétiques F1 ( $\frac{1}{2}$  Holstein,  $\frac{1}{2}$  N'dama) et F2 ( $\frac{1}{4}$  Holstein,  $\frac{3}{4}$  N'dama) tandis que la robe fauve unie révèlent les N'dama, et celle qui est fauve pie avec une tâche blanche sur le front est propre aux F1 ( $\frac{1}{2}$  Montbéliarde,  $\frac{1}{2}$  N'dama) et F2 ( $\frac{1}{4}$  Montbéliarde,  $\frac{3}{4}$  N'dama). Au niveau des robes, nous constatons quelquefois l'apparition de couleurs noir ou fauve moins éclatante chez les F2 ( $\frac{1}{4}$  Holstein,  $\frac{3}{4}$  N'dama) et F2 ( $\frac{1}{4}$  Montbéliarde,  $\frac{3}{4}$  N'dama) en comparaison aux couleurs noires ou fauves présentes chez les F1 ( $\frac{1}{2}$  Holstein,  $\frac{1}{2}$  N'dama) et F1 ( $\frac{1}{2}$  Montbéliarde,  $\frac{1}{2}$  N'dama). Ces observations sont confirmées par les règles d'expression des colorations des robes des hybrides énoncées par Bonnes *et al.*, (1986), qui stipulent que lors d'un croisement chez les bovins, « le caractère robe de couleur noire domine la robe rouge et la tête blanche domine la tête colorée ». La Prim'Holstein a une robe noire ou pie noire avec souvent un bout de queue blanc, chez la Montbéliarde, la robe est pie rouge avec une tête blanche et la queue est pie rouge, tandis que la N'dama est généralement fauve unie chez la N'dama. Les bovins croisés F1 ( $\frac{1}{2}$  Holstein,  $\frac{1}{2}$  N'dama) sont des animaux avec des cornes généralement en coupe, le profil droit, le chignon de taille moyenne, la tête de couleur noir unie et le reste du corps est noire ou noire pie avec les muqueuses et les sabots sombres. Par ailleurs, la couleur de la robe des croisés F1 ( $\frac{1}{2}$  Holstein,  $\frac{1}{2}$  N'dama) est légèrement différent de celui rapporté au Maroc par Boujenane,

(2011). En effet cet auteur a montré que le croisement entre les taureaux de type Pie-Noir (Prim'Holstein ou Frison de robe noire ou pie noire) homozygotes « E<sup>D</sup>E<sup>D</sup> » et les vaches de race locale (de robe rouge ou fauve « ee ») produit à la 1<sup>ère</sup> génération (F1) des veaux dont la robe est noire uniforme (entièrement noire « E<sup>D</sup>e »). La présence d'animaux pie noir au sein de la population F1 pourrait s'expliquer par le fait que leurs mères vaches N'dama ne devaient pas être des individus de race pure. Ces vaches devaient certainement abriter des gènes pie (gènes récessifs). Il faut rappeler que les vaches N'dama de notre étude proviennent d'une ferme située à Trianikro dans laquelle se trouvait un troupeau laitier de vaches N'damance (ayant le gène pie). Les individus de race Holstein abritant également ces gènes chez les individus hétérozygotes, nous comprenons pourquoi certains individus F1 expriment le caractère pie. Boujenane (2011) a également rapporté que le croisement entre un taureau de type Pie-Rouge (Montbéliarde ou Fleckvieh) et une vache de type Pie-Noir (Holstein ou Frisonne), ou réciproquement, donne naissance à un veau dont la robe est de couleur pie-noire, ce qui confirme notre affirmation. Les animaux de type génétique F1 ( $\frac{1}{2}$  Montbéliarde,  $\frac{1}{2}$  N'dama) ont des cornes généralement en coupe, le profil est droit, le chignon est de taille moyenne, la robe générale est fauve pie avec une tâche blanche sur le front, les muqueuses sont claires avec des sabots sombres. La couleur de la robe que nous avons obtenue est conforme à la règle d'hérédité de la couleur de la robe des bovins qui est que le caractère tâche blanche sur le front est dominant sur le caractère sans tâche (Bonnes., *et al.*, 1986 ; Boujenane, 2011). Ce qui justifie une tâche blanche sur le front de tous les hybrides. Les proportions d'animaux fauve pie sont proches de celles des individus pie noir ; ce résultat correspondrait à la proportion de vaches mères qui abritent le gène pie, conformément à ce qui a été évoqué par ces mêmes auteurs. La couleur des muqueuses

observée pourrait s'expliquer par le fait que les muqueuses des parents N'dama et Montbéliarde sont aussi claires (Derville *et al.*, 2014). De même la couleur des sabots proviendraient des N'dama de notre étude qui ont des sabots majoritairement sombres. La robe noire est majoritairement observée parce que la robe noire des mâles F1 ( $\frac{1}{2}$  Holstein,  $\frac{1}{2}$  N'dama) domine la robe fauve des femelles N'dama. Le caractère pie étant récessif, tous les animaux devraient normalement être noir (Boujenane, (2011)). La présence de gène pie pourrait s'expliquer par le fait que les N'dama de notre étude seraient vraisemblablement porteur de ce gène hérité des animaux N'damance avec lesquels ils ont cohabité dans leur ferme d'origine. Ces animaux avaient tous l'apparence de N'dama pure. La couleur des muqueuses et des sabots proviennent des mâles F1 ( $\frac{1}{2}$  Holstein,  $\frac{1}{2}$  N'dama) car le noir domine sur le rouge. Nous avons observé l'existence de couleur noire diluée. Bonnes *et al.*, (1986) ont affirmé l'existence d'un gène mutant de dilution appelé « f » existant chez les bovins Fleckvieh à robe rouge diluée et qui contrôle l'atténuation des couleurs rouge et noire et présent dans les races Simmental et les Pie Rouge de l'Est. La présence de dilution pourrait s'expliquer par l'origine de certaines vaches N'dama de notre étude qui abritaient

le gène de dilution « f » certainement issus de la race Fleckvieh via les croisés N'damance. L'inexistence de dilution dans les F1 pourrait signifier que ce gène mutant est récessif. Son apparition en F2 montre qu'il y a des individus porteurs de cet allèle à l'état homozygote (le taureau F1 et la vache N'dama en possédaient une copie). Les animaux de type génétique F2 ( $\frac{1}{4}$  Holstein,  $\frac{3}{4}$  N'dama) ont des cornes généralement en coupe, le profil est droit, le chignon est de taille moyenne, la robe générale est noire ou noire pie, les muqueuses et les sabots sont sombres. La forme des cornes observée, pourrait s'expliquer par le fait que leur parent F1 ( $\frac{1}{2}$  Holstein,  $\frac{1}{2}$  N'dama) ont eux aussi majoritairement des cornes en coupe. Par ailleurs, la présence d'animaux sans cornes (10%) s'explique par le fait qu'à l'origine le peuplement des N'dama avait démarré par 96 génisses et 4 taureaux dont 2 taureaux sans cornes. Les bovins de type génétique F2 ( $\frac{1}{4}$  Montbéliarde,  $\frac{3}{4}$  N'dama) ont les cornes généralement en coupe, le profil est droit, le chignon est de taille moyenne, la tête est fauve pie avec une robe générale fauve pie, les muqueuses sont claires et les sabots sombres. La forme des cornes est la résultante entre la forme en lyre des N'dama et celle en coupe et minoritairement asymétrique des F1 ( $\frac{1}{2}$  Montbéliarde,  $\frac{1}{2}$  N'dama).

## CONCLUSION ET APPLICATION DES RESULTSTS

Une hétérogénéité phénotypique a été mise en évidence dans les populations bovines étudiées. Ainsi, les différents types génétiques se différencient par plusieurs couleurs de robes. La spécificité des robes des différents types génétiques pourrait avoir un rapport avec l'aptitude de production. Toutefois, une étude des paramètres morphométriques permettrait

de suivre ces différents groupes définis dans cette étude afin de relier à ces différents groupes les conformations et les performances zootechniques. Toutes ces informations permettront, à terme, la vulgarisation des bovins croisés laitiers performants et bien adaptés aux conditions climatiques tropicales au profit des populations.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Akouango P, Mopoundza P, Pea Ewomango R, 2014. Étude des mensurations des bovins de race Ndama (*Bos taurus*) dans les pâturages naturels semi

inondés de la ferme d'Abo au Congo Brazzaville. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 2014. (20), 3: 3137-3143

- Ba S, 2013. Evaluation de l'efficacité de la campagne d'insémination artificielle 2010-2011 réalisée par le pdesoc dans la région de tambacounda. Thèse de Doctorat en Médecine Vétérinaire, Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires de Dakar, Université Cheick Anta Diop de Dakar, Dakar, Sénégal, 151p
- Baldé A, 2017. Caractérisation phénotypique du taurin N'dama du Sénégal. Mémoire de Master, Université Cheikh Anta Diop, Sénégal, 58p.
- Berbigier, 1988. Bioclimatologie des ruminants domestiques en zone tropicale. INRA ed., 1 vol., 237 p.
- Bonnes G, Darre A, Fugit G, Gadoud R, Jussiau R, Nadreau N, Papet A, Valognes R, 1986. Amélioration génétique des animaux d'élevage. Collection INRAP Les Editions Foucher, Paris 284 p.
- Boujenane, 2011. Héritéde de la couleur de la robe chez les bovins. L'Espace Vétérinaire « EDITION SPECIALE SIAM 2011 » Pages 8-9.
- Corniaux C, Lesnoff M, Ickowicz A, Hiernaux P, Diawara MO, Sounon A, Aguilhon M, Dawalak A, Manoli C, Assani B, Jorat T, Chardonnet F, 2012. Dynamique des cheptels de ruminants dans les communes de Tessékré (Sénégal), Hombori (Mali), Dantiandou (Niger) et Djougou (Bénin). Agence Nationale de la Recherche (ANR), Elevage Climat et Société (ECLiS), p.43.
- Coulomb J., 1976. La race N'Dama : Quelques caractéristiques zootechniques. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux., 29 (4) : 367–380.
- Derville M, Patin S, Avon L, 2009. Races bovines de France : Origine, standard, sélection, Éditions France Agricole, 2009, 272 p.
- Derville M, Patin S, Avon L, 2014. Races bovines de France : origine, standard, sélection ; 2<sup>ème</sup> édition ; EDITIONS FRANCE AGRICOLE ; Collection : agri production ; 59-62.
- Diack F, 2009. Etude des systèmes d'élevage et caractérisation morphobiométrique du taurin NDama du sud du Sénégal. Mémoire de DEA. Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal, p. 58.
- FAO, 2015. La production laitière et les produits laitiers, Les bovins ; <http://www.fao.org/agriculture/dairy-gateway/production-laitiere/les-animaux-laitiers/lesbovins/fr/#.VYpz91KpLKS> Consulté le 02/06/2015.
- FAO, 2017. La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture, mettre les systèmes alimentaires au service d'une transformation rurale inclusive. 201 p.
- Gueye E, Nicolas A, Toure SM, 1981. Couleur de la robe chez les N'Dama de haute Casamance, Sénégal. Revue d'Elevage et de Médecine vétérinaire des Pays tropicaux, 34 (3) : 275-279.
- Kanh KHM, Sokouri DP, Diop M, Dieng A, 2019. La race N'dama dans le cheptel bovin du Sénégal - International Journal of Biological and Chemical Sciences 13(4) : 2315-2331.
- Pagot J, 1985. L'élevage en pays tropicaux, Maisonneuve et Larousse et A.C.C.T., 1985. 526p.
- Tawah CL & Mbah DA, 1989. Cattle breed evaluation and improvement in Cameroon: A review of the situation. Institute of Animal Research (IRZ), Walcw, Cameroon, 29p.