



HAL
open science

Caractérisation phénotypique et génétique : le cas du zébu mahorais

Mélissa Ouvrard, Jessica Magnier, Solène Raoul, Mkadara Anlidine, Hidachi Attoumani, Abdallah Oussoufi, Mchindra Kamardine, Jérôme Janelle, Michel Naves, Laurence Flori, et al.

► **To cite this version:**

Mélissa Ouvrard, Jessica Magnier, Solène Raoul, Mkadara Anlidine, Hidachi Attoumani, et al.. Caractérisation phénotypique et génétique : le cas du zébu mahorais. Séminaire de clôture de la phase 1 des projets du RITA Mayotte (2015-2017), RITA Mayotte; CIRAD, May 2018, Brandrélé, Mayotte. pp.9-16. <hal-05174829>

HAL Id: hal-05174829

<https://hal.science/hal-05174829v1>

Submitted on 21 Jul 2025

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Copyright - All rights reserved

ACTES DE SEMINAIRE DE CLOTURE DE LA PHASE 1 DES PROJETS DU RITA MAYOTTE (2015-2017)

14 au 16 mai 2018, Mayotte, France

(Coord. HUAT Joël)

INNOVEG



Courgette sous filet



Paillage naturel du sol

BIOFORM



Zébu au piquet

DEFI-ANIMAL

Juin 2019

Caractérisation phénotypique et génétique : le cas du zébu Mahorais

Mélissa OUVRARD¹, Jessica MAGNIER², Solène RAOUL¹, Mkadara ANLIDINE³, Hidachi ATTOUMANT³, Abdallah OUSSOUFI³, Mchindra KAMARDINE³, Jérôme JANELLE², Michel NAVES⁴, Laurence FLORIS⁵, Matthieu GAUTIER⁶, Emmanuel TILLARD²

- ^{1.} *CoopADEM – GDS de Mayotte, Coconi, Mayotte, France.*
- ^{2.} *Cirad – UMR SELMET, Systèmes d'élevage méditerranéens tropicaux, Campus international de Baillarguet, 34398 Montpellier, France.*
- ^{3.} *CAPAM – Chambre d'Agriculture, de la Pêche et de l'Aquaculture de Mayotte, Mamoudzou, Mayotte, France.*
- ^{4.} *INRA – URZ Unité de recherche Zootechnique, Duclos, 97170 Petit-Bourg, Guadeloupe, France*
- ^{5.} *INRA – UR SELMET, Montpellier, France.*
- ^{6.} *INRA – UMR CBGP, Centre de Biologie pour la Gestion des Populations, 34988 Montferrier-sur-Lez, France.*

Résumé. – Dans le cadre d'une collaboration entre le CIRAD, la CoopADEM (Coopérative des éleveurs de Mayotte) et la CAPAM (Chambre de l'Agriculture, de la Pêche, et de l'Aquaculture) à Mayotte, une nouvelle race bovine a été caractérisée et ajoutée à la liste officielle des races françaises par la Commission Nationale d'Amélioration Génétique du Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation : le zébu mahorais (code 90).

Le zébu est présent à Mayotte depuis le XII^{ème} – XIV^{ème} siècle. Les analyses génétiques ont montré une forte proximité génétique avec les populations zébu indiennes du berceau d'origine (Gir, Nelore), dans la vallée de l'Indus, ainsi qu'une population homogène, peu métissée et peu consanguine. Cette race constitue un réservoir de gènes d'adaptation face à des conditions défavorables d'élevage (climat, pression sanitaire, sous-alimentation), qui risquent de prendre une importance croissante dans le contexte des changements globaux à venir, notamment des changements climatiques. Par ailleurs, cette race locale et ses diverses aptitudes s'intègrent parfaitement dans les systèmes de production traditionnels locaux (petite agriculture familiale).

Tous ces éléments soulignent au final l'originalité de la race zébu mahorais et la nécessité de mettre en place des programmes pour sa conservation et sa valorisation pour un développement durable de la production locale.

Mots-clés. – Mayotte, zébu, caractérisation phénotypique et génotypique, adaptation aux changements environnementaux, petite agriculture familiale

INTRODUCTION

Une des grandes particularités de l'élevage mahorais est sa capacité à proposer des produits locaux (lait frais ou caillé, viande sur pied) très rémunérateurs. Ces prix élevés des productions s'expliquent par la valeur cérémonielle et culturelle qui est associée à ces produits, et qui leur assure un débouché sûr, d'autant que la demande dépasse largement l'offre. Dans un tel contexte, la question prioritaire en termes de recherche et développement est clairement identifiée par les

professionnels de l'élevage : *comment améliorer durablement les performances zootechniques des cheptels (production numérique, croissance, production laitière) et les revenus des éleveurs, face à des contraintes environnementales fortes comme la pression sanitaire, le stress climatique ou la variabilité saisonnière du disponible et de la qualité des fourrages ?*

La race zébu locale a un rôle à jouer particulièrement important dans les plans de développement de l'élevage bovin sur l'île, en

particulier dans les systèmes de production locaux de type familial. Cette race constitue un réservoir de gènes d'adaptation face à des conditions d'élevage défavorables, qui risquent de prendre une importance croissante dans le contexte des changements globaux à venir, notamment des changements climatiques.

Toutefois, les connaissances sur les capacités d'adaptation et de production de cette race restent limitées. Or, ces connaissances constituent un préalable indispensable pour définir les modalités de sa conservation et de sa valorisation pour l'amélioration durable de la productivité des élevages, en race pure ou en croisement, et concevoir un projet génétique clair et cohérent sur le long terme.

Pour acquérir de telles connaissances, une action de recherche a été mise en œuvre entre 2015 et 2017 dans le cadre du projet DEFI-ANIMAL au sein du réseau RITA (Réseau d'Innovation et de Transfert Agricole), dans le cadre d'un partenariat entre la CoopADEM (Coopérative Agricole des Eleveurs Mahorais), la CAPAM (Chambre d'Agriculture, de la Pêche et de l'Aquaculture de Mayotte) et le Cirad (Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement). Trois analyses complémentaires ont été menées sur la population locale de zébu, une analyse démographique, une analyse morpho-biométrique et une analyse génétique. Ces différents éléments sont indispensables pour obtenir la reconnaissance officielle de la race auprès de la Commission Nationale d'Amélioration Génétique et, in fine, permettre aux éleveurs de bénéficier des mesures de soutien de l'Union Européenne (Mesures Agro-environnementales et Climatiques) dans la mise en œuvre de pratiques visant à préserver des races lorsqu'elles sont menacées de disparition.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Analyse démographique

Afin de déterminer les effectifs de la population de zébus présents à Mayotte, et sa situation démographique par rapport aux autres populations bovines, une analyse démographique a été réalisée à partir de l'extraction de données de la Base de Données Nationale d'Identification (BDNI). Cette base est gérée par la CAPAM. Les calculs d'effectif et de taux démographiques ont été réalisés à l'aide du package LASERDEMOG (Lesnoff et al. 2014),

développé sous le logiciel R. Ce package permet de compter le nombre d'individus présents à une date donnée, ou à un âge donné, pour chaque sexe, chaque race (Montbéliarde, Croisé, ou zébu mahorais- race codée 48 par défaut) et chaque éleveur. Il permet de calculer de façon robuste et répétable les taux de mortalité, d'exploitation et de mise bas.

Pour déterminer le pourcentage de femelles zébus donnant naissance à des veaux de race zébu ou alloué à la maintenance des effectifs de la race zébu, un taux de reproduction en race pure zébu a été calculé :

$$\text{Taux de reproduction en race pure zébu} = \frac{\text{Effectif des veaux zébus (0 - 1an)}}{\text{Effectif des femelles zébus (age > 3ans)}}$$

Les femelles d'âge supérieur à 3 ans sont considérées comme femelles reproductrices. Pour les races bovines, le seuil critique est atteint à 50%, c'est-à-dire quand moins de 50% des femelles reproductrices donnent naissance à des veaux de race zébu.

Analyse morpho-biométrique

Pour constituer une base génétique de 150 individus peu apparentés, 400 individus ont été échantillonnés à partir de la BDNI dans toutes les zones de l'île, dans 178 élevages (figure 1).

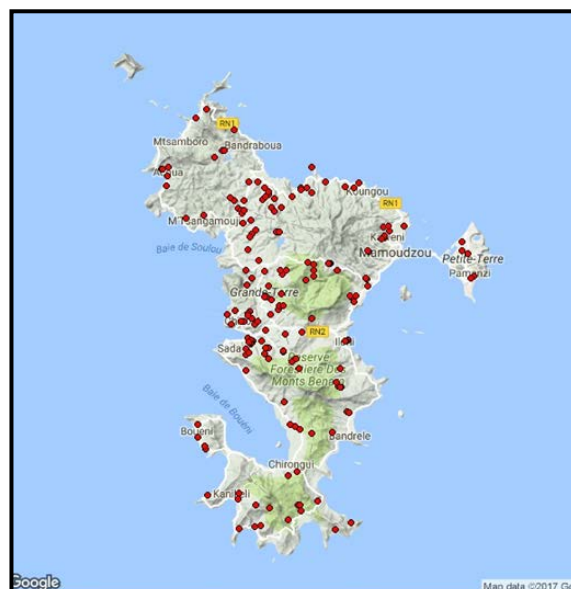


Figure 1. Géolocalisation des élevages visités

Les critères de choix retenus ont permis d'équilibrer la distribution des individus selon la localisation géographique de l'élevage (sélection d'individus dans chaque commune), le sexe (ratio mâle-femelle), l'âge (seuls les animaux de plus de 2 ans ont été pris en compte) et le maintien de l'animal dans le troupeau. Au total, 277 femelles et

123 mâles de plus de 24 mois répartis dans 17 communes ont été caractérisés. Certaines contraintes du terrain ont également orienté l'échantillonnage comme l'accessibilité des élevages, ou le comportement des animaux.

Le choix des variables qualitatives et quantitatives observées ou mesurées sur chaque individu (Tableau 1) est basé sur les directives de la FAO concernant la caractérisation phénotypique des ressources génétiques animales (FAO. 2013).

Tableau 1. Principales variables qualitatives et quantitatives observées sur les 400 zébus

Morphologie	Variables	Modalités
Robe	Couleur	Noir/Rouge clair/ Rouge foncé/ Gris/Fauve
	Motif	Pie/Unie/ Tâche blanche isolée
	Proportion pie	Entre ¼ et ½, entre ½ et ¾, Plus de ¾
Peau, Mufle	Couleur	Non pigmenté, Mélangée, Pigmentée
Bosse	Taille	Petite, Moyenne, Grande
	Forme	Thoraco-thoracique, Cervico-thoracique
	Position	Droite, Tombante vers l'arrière, Tombante sur le côté
Cornes	Symétrie	Symétrique, Asymétrique
	Couleur	Noires, Brunnes, Blanches, Plusieurs couleurs
	Forme	Courbes, Droites
	Type de cornage	Coupe, V, Fourche, Croissant, Coupe rabattue, Lyre, Ligne
Mesures barymétriques (Figure 3)		
Hauteur au garrot	Mesurée en arrière des épaules et de la bosse (noir)	
Périmètre thoracique	Mesurée en arrière des épaules et de la bosse (vert)	
Longueur scapulo-ischiiale	Pointe de l'épaule à la pointe de la fesse (rouge)	
Longueur de la croupe	Pointe de la hanche à la pointe de la fesse (bleu)	
Largeur de poitrine	Sous le cou, entre les 2 pointes d'épaule (marron)	
Largeur de tête	Entre les bases des 2 cornes (jaune)	

La hauteur au garrot, la longueur scapulo-ischiiale et le périmètre thoracique permettent d'apprécier le développement de l'animal. La largeur aux épaules, la largeur de poitrine et la profondeur de poitrine permettent de décrire la forme de l'animal et son volume. La largeur aux hanches, la largeur aux ischions et la longueur de bassin permettent de décrire le développement de l'arrière main et peuvent être mis en relation avec la capacité maternelle pour la mise-bas. Les données ont été enregistrées sur le terrain via l'application WEPI, regroupées dans une base de données et analysées à l'aide du logiciel R.

Analyse génétique

Au cours des visites de terrain, chaque zébu décrit phénotypiquement a fait l'objet d'une prise de sang

(15mL de sang sur tube EDTA). L'ADN a été extrait à partir de ce sang (LVAD 976) et conservé à -20°C en attendant son envoi au laboratoire pour génotypage. 150 échantillons d'ADN ont été sélectionnés parmi les 400, en fonction de la zone géographique, de l'appartenance et des caractéristiques morphologiques, mais également en fonction de la qualité de l'extraction (vérifiée pour tous les échantillons). Le génotypage a été effectué par le laboratoire LABOGENA (Jouy-en-Josas, France). Le génotypage est une analyse biologique réalisée à l'aide d'une puce SNP (Single Nucleotide Polymorphism) qui consiste à observer des zones spécifiques de l'ADN, les nucléotides, appelés aussi marqueurs, et à en recenser les variations. Dans notre cas, 54 000 marqueurs ont été relevés pour chaque individu avec une puce SNP 54K (Illumina).

Les données génétiques obtenues sont ensuite intégrées dans la base de données WIDDE (widde.toulouse.inra.fr, Sempéré et al. 2015) où sont regroupées 133 populations de bovins génotypées dans le monde. Les données des zébus mahorais (MAY) ont été comparées à 44 populations de bovins sélectionnés en fonction de leur degré d'appartenance aux trois principaux rameaux phylogénétiques connus chez les bovins (Tableau 2) : les taurins européens (EUT), les taurins africains (AFT), les zébus (ZEB).

Plusieurs populations de bovins métissés sont également incorporées au jeu de données).

Une analyse en composante principale (ACP) réalisée à l'aide du logiciel Smartpca permet de résumer la variabilité des 54 000 marqueurs en seulement 2 variables (~ 2 marqueurs artificiels), ce qui facilite l'analyse des proximités génétiques des populations les unes par rapport aux autres. Une classification hiérarchique non-supervisée réalisée à l'aide du logiciel Admixture permet de déterminer la proportion des trois principaux rameaux phylogénétiques EUT, AFT et ZEB dans la population de zébus mahorais (MAY). L'estimation de la proportion d'ADN homozygote (une seule version d'allèle) à l'aide du Logiciel Zooroh (Druet et al. 2017) permet d'évaluer le taux de consanguinité récente.

Tableau 2. Noms et codes correspondants des 45 populations utilisées dans le jeu de données

Race	Code	Race	G	Race	G	Race	G
Zébu (ZEB)				Taurin Africain (AFT)			
Nelore	NEL	Gir	GIR	Somba	SOM	N'Dama	NDA
				Baoule	BAO	Lagune	LAG
Taurin européen (EUT)				Hybride			
Abondance	ABO	Angus	ANG	Santa Gertrudis	SGT	Oulmès Zaer	OUL
Aubrac	AUB	Blonde d'aquitaine	BLO	Borgou	BOR	Kuri	KUR
Bretonne pie noir	BPN	Brune des alpes	BRU	Zébu arabe	ZAR	Zébu bororo	ZBO
Braunvieh	BRV	Charolaise	CHA	Zébu Fulani	ZFU	Ankolé	ANK
Gasconne	GAS	Gelbvieh	GBV	Boran	BAN	East Afric. Zébu	EAZ
Hereford	HFD	Holstein	HOL	Sheko	SHK		
Jersiaise	JER	Limousine	LIM				
Maine-Anjou	MAN	Montbéliarde	MON				
Normande	NOR	Parthenaise	PAR	Zébu malgache	ZMA	Zébu mahorais	MAY
Piémontaise	PMT	Pie rouge des prés	PRP	Zébu Moka	MOK		
Salers	SAL	Tarine	TAR				
Vosgienne	VOS	Maraichine	MAR				

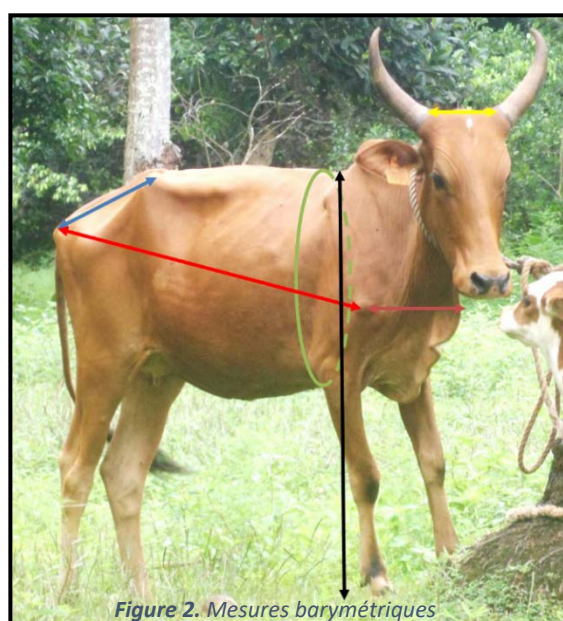


Figure 2. Mesures barymétriques

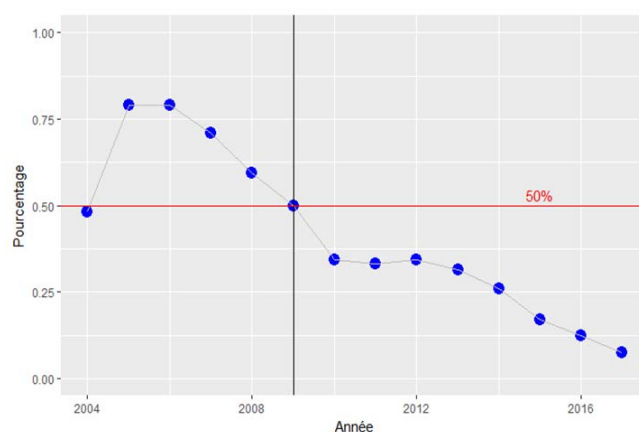


Figure 3. Evolution des taux de reproduction en race pure zébu depuis 2004 (Source : BDNI)

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Analyse démographique

On observe une stagnation de la population de zébu depuis 2012 et une augmentation de la population de croisés. Le taux de reproduction en race pure de zébu est en constante diminution depuis 2005 (Figure 3) ; il est passé sous la barre des 50% en 2009 et a atteint en 2017 son niveau le plus bas (< 10%).

Au vu de ces résultats, la race zébu est clairement menacée de disparition. Ces résultats sont cependant à nuancer. En l'absence de standard défini pour la race zébu et connu des éleveurs, souvent seule la présence de bosse conduit les éleveurs à déclarer leurs animaux en type racial 48 (associé par défaut aux zébus dans cette étude). Or, il est fréquent qu'un animal métissé issu d'un croisement zébu x taurin présente également une bosse. Cet animal est officiellement enregistré en type racial 48 dans la BDNI alors qu'il devrait être enregistré en type racial 39 « Croisé ». Inversement, certains zébus sont parfois déclarés en type 39 « croisé » par méconnaissance du type racial des parents. Il est également fort probable qu'une part significative des éleveurs oublie de notifier les entrées et les sorties d'animaux de leurs

troupeaux, et cela depuis plusieurs années. Ces deux aspects (méconnaissance du type racial et défaut de notification des entrées - sorties d'animaux) invitent à la plus grande prudence et ne permettent pas de formuler des conclusions avec certitude.

Analyse morpho biométrique

Résultats des données quantitatives

Le zébu mahorais est un animal de petite taille (Tableau 3). De manière générale, les critères sont peu variables. L'ensemble des mesures apparaît moins variable chez les femelles que chez les mâles avec des coefficients de variation (CV) des mesures effectuées sur les mâles systématiquement supérieurs à ceux des femelles. Pour les deux sexes, il semble que ce soit les mesures de largeur (épaules, poitrine, hanches) qui soient les plus variables.

Tableau 3. Valeurs moyennes minimales et maximales de quelques mesures baryométriques (en cm). Le code couleur correspond à celui en figure 2.

Dimension	Moyenne	Min	Maxi
Hauteur au garrot	106	90	126
Longueur Scapulo-ischiale	118	92	143
Périmètre thoracique	139	109	165
Longueur du bassin	39	19	48
Largeur à la base de la corne	15	9	22
Largeur de poitrine	34	18	56

Résultats des données qualitatives

La robe peut présenter trois motifs différents : elle peut être unie, unie avec des panachures blanches isolées, ou bicolore de type pie.



Figure 4. Couleurs de robe

Les robes unies sont de loin les plus répandues ($61 \pm 4\%$ des cas), et les robes pie plutôt minoritaires ($18 \pm 4\%$ des cas). On rencontre aussi des robes

unies avec des panachures blanches isolées ($22 \pm 4\%$ des cas), trop peu nombreuses ou éparées pour pouvoir qualifier la robe de pie (Figure 4). En ce qui concerne la couleur, les teintes varient du noir au rouge, en passant par le gris et le fauve/sable. Les variantes se distinguent en foncé ou clair. Les robes unies noires et rouges sont de loin les plus communes : $52 \pm 6\%$ pour le noir et $35 \pm 4\%$ au total pour le rouge (clair et foncé). Une large majorité de cas ne présentait aucune particularité dans la robe ($74 \pm 2\%$) ou aucune marque en tête ($64 \pm 3\%$).

Dans la majorité des cas ($97 \pm 2\%$), les deux cornes sont bien symétriques (Figure 5). La forme des cornes la plus répandue est la forme courbe ($91 \pm 3\%$ des cas), les autres formes se font rares ($<10\%$). L'orientation des pointes des cornes est principalement dirigée vers le haut ($88 \pm 4\%$), les autres types d'orientation des cornes (vers le bas, l'avant ou l'arrière) sont peu fréquents voire rares. Certaines cornes regroupent deux types d'orientation, par exemple vers l'arrière et vers le bas, vers l'arrière et vers le haut, ou vers l'avant et vers le haut ou le bas.

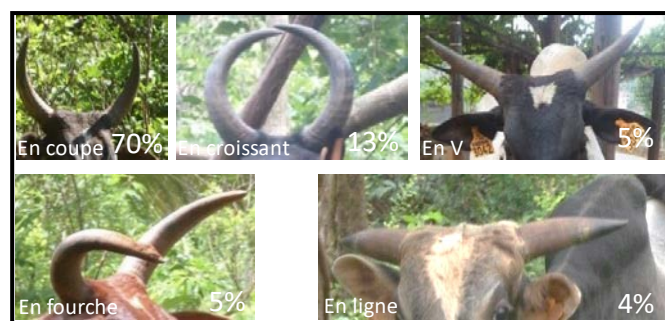


Figure 5. Formes de cornage

La bosse est très fréquemment située en position thoraco-thoracique ($98,5 \pm 1\%$ des individus observés), au-dessus des pattes ou très légèrement avancée sur l'encolure devant les pattes avant. La position cervico-thoracique n'a été observée que très rarement, chez $1,50\%$ des animaux étudiés ($n=6$). La forme la plus répandue (Figure 6) est la forme droite ($92 \pm 3\%$ des cas), les bosses tombant sur le côté ou vers l'arrière ne représentant qu'un faible pourcentage de l'échantillon ($8 \pm 3\%$ au total). Il est possible, chez les mâles, d'observer des dépôts graisseux importants sur la base musculaire, donnant à la bosse une forme peu commune « à étages ».

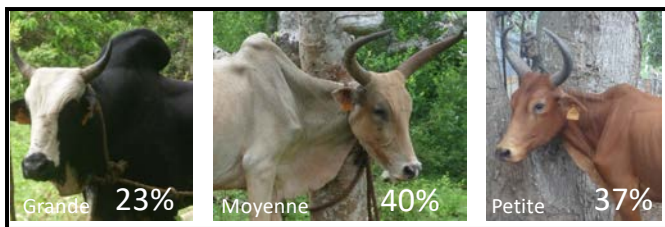


Figure 6. Forme de la bosse

Les données d'état corporel et de taille de bosse ont été croisées : en plus de l'effet « sexe », l'état d'engraissement a un impact sur la taille de bosse. Plus un animal est en état, plus la taille de la bosse est conséquente. Cela confirme le rôle de la bosse comme réserve d'énergie afin de pallier au manque nutritionnel durant la saison sèche.

Conclusion de l'analyse morpho biométrique

Les données ont été récoltées sur un échantillon de 400 individus sur une période de 6 mois durant une année climatique exceptionnelle (retard dans l'arrivée de la saison des pluies et raccourcissement de sa durée). Elles ne sont donc pas le reflet de l'expression de la génétique d'animaux élevés dans des conditions optimales et standardisées.

D'un point de vue général, le zébu présent à Mayotte, est un animal de petit gabarit avec un phénotype varié pour la robe (unie, pie, rouge, noir, bringée). La taille de la bosse est liée au sexe et à l'état corporel de l'animal. Une bosse peu prononcée voire très peu marquée chez une femelle n'est pas significativement un signe de croisement avec une race taurine européenne. Elle est visible chez les veaux dès leur naissance. La variabilité de la pigmentation, le gabarit relativement petit et l'absence de dimorphisme sexuel laisse à supposer une absence de sélection des meilleurs individus, voire des individus standards. Les éleveurs conservent les femelles jusqu'à leur mort naturelle et les meilleurs mâles sont « coupés » (abattus) dès l'âge de 2 ans, ne permettant pas une carrière effective de reproducteur.

De ces données récoltées, un standard a pu être défini. Les critères sont définis à la figure 7.

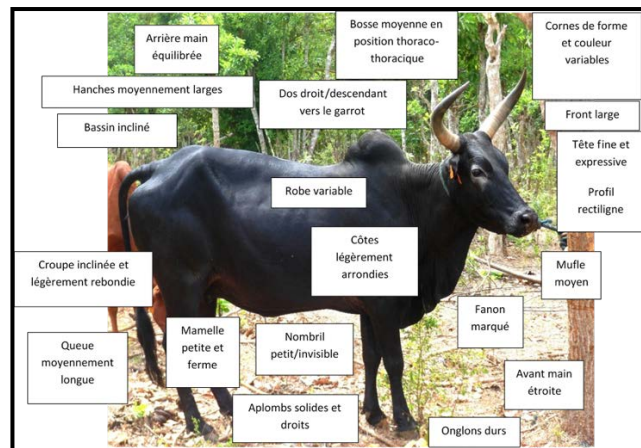


Figure 7. Standard de la race "zébu mahorais" (Source : Dossier CNAG, Ouvrard et al. 2018)

Analyse génétique

La caractérisation génétique a permis de mettre en évidence le caractère métissé du zébu Mahorais, entre des populations de zébus indiennes et de taurins africains. Il fait cependant partie des zébus les plus « purs » du continent africain en comparaison avec les profils génétiques des races indiennes (ZEB, vert) dont ils sont originaires (Tableau 4). Les résultats de la classification indiquent cependant que chez $16,6 \pm 3\%$ des zébus mahorais (MAY), un pourcentage d'ascendance taurine européenne supérieur à 5% est détecté, signe d'un métissage avec des races taurines européennes. Néanmoins, $70 \pm 4\%$ des individus MAY ont un pourcentage d'ascendance taurine européenne inférieur à 1%, ce qui démontre l'existence d'une grande majorité d'animaux locaux peu ou pas métissés avec des races exotiques. Ces premières analyses exploratoires révèlent une population homogène, bien moins métissée avec les taurins européens que le zébu Moka de la Réunion. Ces premières estimations donnent, pour le zébu Mahorais, une proportion d'ascendance zébu de 96% et d'ascendance taurine africaine de 2%. La proportion d'ascendance zébu indienne des zébus Mahorais est même supérieure à celles des races de l'Afrique de l'Est (comme les races East africain zébu EAZ et Boran BON).

De la même manière que la population de zébus de Madagascar, les zébus ont pu arriver sur l'île de Mayotte par deux voies possibles : soit, en longeant la côte orientale de l'Afrique et/ou directement par la mer à partir des Indes (Zafindrajaona. 1992 ; Mwai Okeyo et al. 2015). La proportion élevée d'ascendance zébu (96%) milite en faveur de ces deux voies d'entrées possible des zébus dans l'archipel des Comores.

Tableau 4. Proportion d'ascendance entre les 3 rameaux principaux (zébu ZEB, taurin européen EUT, taurin africain AFT) issus de la classification hiérarchique non-supervisée (Logiciel Admixture). Seuls 4 taurins européens sur les 24 étudiés sont présentés dans ce tableau)

Race	Type	% Zébu	% Taurin Européen	% Taurin Africain
ANG	EUT	0.2	90.2	9.7
AUB		0.0	89.8	10.2
HFD		0.2	97.3	2.4
SAL		0.0	90.2	9.8
BAO	AFT	1.1	0.0	98.9
LAG		0.0	0.0	100.0
NDA		0.0	0.0	100.0
SOM		4.1	0.0	95.9
GIR	ZEB	99.6	0.4	0.0
NEL		99.3	0.7	0.0
SGT	HYB : ZEB-EUT	34.3	65.4	0.2
OUL	HYB : EUT-AFT	1.8	53.9	44.3
BOR	HYB : ZEB-AFT	43.8	0.3	55.9
KUR		49.1	0.2	50.6
ANK		61.2	3.4	35.4
SHK		65.5	0.5	34.0
ZFU		70.8	0.0	29.2
ZBO		71.9	0.1	28.0
ZAR		72.6	0.1	27.2
MOK		73.8	20.0	6.2
EAZ		77.0	3.3	19.7
BAN		80.9	6.1	13.0
MAY		96.1	2.3	1.6
ZMA		97.5	0.5	2.0

Les proportions d'ascendance sont également équivalentes : 96,1% d'ascendance zébu et 2,0% d'ascendance taurine africaine pour le zébu de Madagascar, contre respectivement 97,5% et 2,0% pour le zébu Mahorais. La faible distance génétique entre ces deux populations, est équivalente à celle séparant la Salers de l'Aubrac (Tableau 4).

Le niveau de consanguinité générale de la population de zébu mahorais est faible, autour de 4%, pour une population à petit effectif (en comparaison le niveau de consanguinité de la Salers est de 1,8%, et pour la bretonne pie noire de 2,6% (Idele, 2015). Le niveau de consanguinité semble augmenter il y a 2 générations. Un épisode de charbon symptomatique ayant entraîné près de 50% de mortalité entre 1995 et 1998 pourrait expliquer cette augmentation (Tillard, 2006). Une forte consanguinité est observée entre les générations 32 et 128, avec un pic à la génération 64. En considérant un intervalle de génération équivalent à 7 ans (Wiener et al., 2009), ce pic pourrait coïncider avec une vague d'introduction des bovins sur l'île de Mayotte associée à une vague migratoire humaine dont la date a été estimée il y a 450 ans (Brucato et al., 2017).

Conclusion de l'analyse génétique

Les premières analyses génétiques ont montré que la race zébu de Mayotte constituait, avec la race zébu de Madagascar, l'une des populations de zébus la plus proche génétiquement des populations des races indiennes du berceau d'origine (Gir, Nelore), dans la vallée de l'Indus, dont ils sont originaires. L'analyse génotypique a aussi révélé une population homogène, peu métissée et avec un taux de consanguinité demeurant dans des niveaux acceptables (comparativement à d'autres populations à faibles effectifs). Ces éléments soulignent l'originalité de la race zébu mahoraise et la nécessité d'élaborer un schéma de conservation et de valorisation de la race pour l'amélioration durable des performances de production.

CONCLUSION

Les premières observations morpho-biométriques et génétiques effectuées dans le du projet DEFI-ANIMAL (RITA phase 1, 2015-2017) ont conduit à la proposition d'un standard pour la race zébu et l'engagement de la procédure pour la reconnaissance officielle de cette race auprès de la Commission Nationale d'Amélioration Génétique (Ouvrard et al., 2017). La race zébu mahorais est aujourd'hui officiellement reconnue comme race française (race locale), sous le code 90 (Arrêté du 25 septembre 2018¹). L'enregistrement de la race zébu dans la liste des ressources génétiques présentant un intérêt pour la conservation du patrimoine génétique – au niveau local et national – ouvrira à terme l'accès aux « mesures agro environnementales et climatiques » (financées par le FEADER dans le cadre de la réforme de la PAC de l'Union Européenne) pour la protection des races menacées.

Depuis son arrivée sur Mayotte, la population de zébus a développé des capacités d'adaptation propres à l'environnement contraint de l'île (climat, pression sanitaire, disponibilité des ressources hydriques et alimentaires). Mais ses capacités d'adaptation et de production restent encore mal connues. La poursuite des analyses génétiques (annotation fonctionnelle, génotypage sur puce SNP bovine haute densité, analyse des séquences génomiques complètes de quelques

1

<https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do;jsessionid=77FB4757984C0>

A860E1E9D752687A57A.tplgfr35s_2?cidTexte=JORFTEXT000037457974&d
ateTexte=&oldAction=rechJO&categorieLien=id&idJO=JORFCONT00003745
7637

individus) permettra d'identifier finement les gènes impliqués dans l'adaptation et les principales fonctions et voies biologiques sous sélection susceptibles d'être valorisées dans un schéma d'amélioration des performances de production. De même, des investigations zootechniques et génétiques ultérieures permettront de quantifier le degré d'adaptation des animaux vis-à-vis des principales contraintes, climatiques, alimentaires et sanitaires, en comparant les populations locales aux animaux croisés ou importés, et au sein de la population croisée, en comparant des animaux présentant différentes proportions de sang exotique.

A plus long terme, les résultats du projet permettront la mise en place d'un schéma de conservation et de valorisation de la race zébu et le renforcement de l'organisation des éleveurs autour de la gestion de cette race (organisme de sélection, inventaire de la population, approbation d'un standard officiel, constitution et tenue d'un livre généalogique, transfert des outils de certification et de qualification).

BIBLIOGRAPHIE

Brucato N., Fernandes V., Mazières S., Kusuma P., Cox M., Ng'ang'a J., Omar M., Simeone Senelle M-C., Frassati C., Alshamali F., Fin B., Béland A., Deleuze J-F., Stoneking M., Adelaar A., Crowther A., Boivin N., Pereira L., Bailly P., Chiaroni J., Ricaut F-X. 2018. The Comoros show the earliest Austronesian gene flow into the Swahili corridor. *The American Journal of Human Genetics* 102(1), 58-68.

Druet T., Gautier M. 2017. A model-based approach to characterize individual inbreeding at both global and local genomic scales. *Molecular Ecology* 26(20), 5820-5841.

FAO. 2013. Caractérisation phénotypique des ressources génétiques animales. *Directives FAO sur la production et la santé animales*. Commission des ressources génétiques pour l'alimentation et l'agriculture, No. 11. Rome.

Idele, 2015. Indicateurs de variabilité génétique : Bretonne Pie Noir. [En ligne]. *Synthèse SIG*, Institut de l'élevage.

idele.fr/fileadmin/medias/SIG_29_2015.pdf

Lesnoff M., Lancelot R., Moulin C.H., Messad S., Juanes X., et Sahut C. 2014. Calculation of Demographic Parameters in Tropical Livestock Herds. *Springer Netherlands*. Quae.

Makina O., Muchadeyi F., van Marle-Köster E., MacNeil M., Maiwashe A. 2014. Genetic diversity and population structure among six cattle breeds in South Africa using a whole genome SNP panel. *Frontiers in Genetics* 5.

Mwai O., Hanotte O., Young-Jun K., Seoae C. 2015. African Indigenous Cattle: Unique Genetic Resources in a Rapidly Changing World. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 28(7), 911-921.

Ouvrard M., Magnier J., Raoul S., Dommergues L. 2017. Dossier de reconnaissance du zébu mahorais. *Coopadem*.

Sempéré G., Moazami-Goudarzi K., Eggen A., Laloë D., Gautier M., Flori L., 2015. WIDDE: A Web-Interfaced next Generation Database for Genetic Diversity Exploration, with a First Application in Cattle. *BMC Genomics* 16(1).

Tillard E. 2006. Situation et risques sanitaire de l'élevage à Mayotte. Préparation d'un séminaire régional d'échanges d'informations épidémiologiques. *Rapport de mission, 16 au 31 octobre 2006*. Cirad.

Wiener G., Rouvier R., Cockle A., 2009. L'amélioration génétique animale. *Quae*.

Zafindrajaona P.S. 1992. Profils génétiques du zébu Malgache. *IEMVT Maisons-Alfort*.