

# Comparaison de deux populations de Zébu Malgache par les distances génétiques biométriques

J.J. Lauvergne<sup>1</sup>

P. Souvenir Zafindrajaona<sup>1</sup>

LAUVERGNE (J.J.), SOUVENIR ZAFINDRAJAONA (P.). Comparaison de deux populations de Zébu Malgache par les distances génétiques biométriques. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, 45 (2) : 167-174

Les moyennes des mensurations de hauteur au garrot, longueur scapulo-ischiale, périmètre thoracique, longueur de la corne et de l'oreille, hauteur de la bosse, longueur de son petit axe et de son grand axe faites sur deux populations de Zébu Malgache (du Nord/Nord-ouest et du Sud/Sud-ouest) éloignées de plus de 800 km, ont été comparées individuellement, de même que certains indices : indice de gibbosité *b* (hauteur de la bosse/hauteur au garrot), indice auriculaire *g* (longueur de l'oreille/hauteur au garrot), indices corporels  $r_1$  et  $r_2$ . L'analyse caractère par caractère ne révèle pas de différences entre le Nord et le Sud pour la taille (mesurée par la hauteur au garrot) et le développement de la bosse (mesuré par l'indice de gibbosité). En revanche, la corne est significativement plus longue dans le Sud, l'oreille étant au contraire plus courte. Les distances génétiques biométriques mesurées à l'aide du  $D^2$  de Mahalanobis sont significativement différentes. D'après les différences dans le développement des cornes et des oreilles, la population du Sud serait plus archaïque que celle du Nord, c'est-à-dire qu'elle serait arrivée sur l'île avant elle. *Mots clés* : Zébu Malgache - Biométrie - Mensuration corporelle - Madagascar.

## INTRODUCTION

Madagascar est une île de l'hémisphère austral, au sud-est de l'Afrique, en face du Mozambique dont elle est séparée par le canal du même nom (400 km). Elle s'étire du Nord au Sud sur une longueur de 1 600 km entre le 12<sup>e</sup> et le 26<sup>e</sup> degré de latitude Sud et sur une largeur de 500 km entre le 41<sup>e</sup> et le 48<sup>e</sup> degré de longitude Est. Le milieu et le climat sont typiquement tropicaux (5).

Les témoignages écrits dont on dispose sur le peuplement bovin de Madagascar remontent au 16<sup>e</sup> siècle et ne font état que de boeufs à bosse sur la Côte ouest (11).

Des contacts avec l'Europe qui se sont intensifiés au milieu du siècle dernier avec Jean LABORDE ont résulté les premières importations de bovins exotiques européens (7).

Lors de la colonisation par les Français, commencée en 1896, un service d'élevage fut mis en place qui, constatant les échecs des introductions de bétail exotique, émit

des réserves sur l'importation de bétail étranger, sans pour autant interrompre le flux (7). Un examen du peuplement actuel (10) - où seuls survivaient en 1989 deux souches mixtes localisées uniquement dans certaines régions des Hauts Plateaux : le Rana (environ 40 000 têtes), une race métisse de Zébu Malgache avec la Normande et la Française Frisonne utilisée pour la production laitière autour d'Antananarivo et dans la région du lac Alaotra, et le Renitelo (quelques centaines de têtes au Centre de recherches zootechniques de Kianjasoa), un croisement de trois races, le Zébu Malgache, l'Afrikander et la Limousine - et l'échec total de la race Brahman d'Amérique, justifient l'ostracisme des services officiels et des éleveurs malgaches vis-à-vis du sang étranger.

Ainsi, le peuplement actuel est à 99 p. 100 autochtone, comptant environ 7 millions de têtes de boeufs à bosse (*Bos indicus*) : le Zébu Malgache (1).

Ce dernier a fait l'objet d'un début d'étude du polymorphisme des lactoprotéines (6) mais aucune analyse d'ensemble du profil génétique n'a encore été effectuée jusqu'ici.

Dans le présent article qui résume une partie de la thèse de l'un des auteurs (10), on va s'efforcer de tester l'homogénéité biométrique du peuplement bovin malgache en comparant deux populations éloignées géographiquement, par la méthode des distances génétiques biométriques.

## MATÉRIEL ET MÉTHODE

### Matériel

#### Échantillonnage

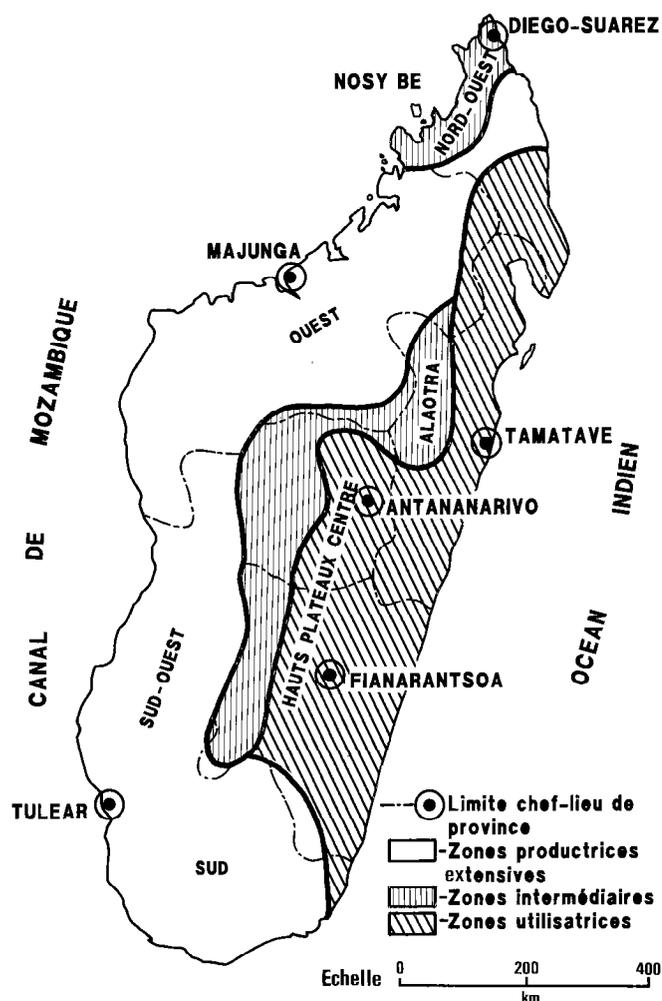
Deux zones d'échantillonnages éloignées de 800 km ont été choisies en fonction de leur forte densité bovine et de leur spécialisation en zones naisseuses (2) : le Nord/Nord-ouest (zone 1 : population 1) et le Sud/Sud-ouest (zone 2 : population 2) (carte 1). Au total, 922 animaux adultes de deux ans et plus ont été examinés sur le terrain (tabl. 1) en juin-juillet 1989 :

- 7 troupeaux en zone 1 (179 mâles et 265 femelles) ;

- 6 troupeaux en zone 2 (193 mâles et 285 femelles).

1. Laboratoire de génétique factorielle, Département de génétique animale de l'INRA, Bât. 211, CRJ, 78352 Jouy-en-Josas Cedex, France.

Reçu le 21.9.1992, accepté le 24.11.1992.



Carte 1 : Délimitation des zones d'échantillonnage et carte de Madagascar.

### Examens effectués

Le profilage biométrique a été réalisé à partir des mensurations du corps, de l'oreille, des cornes et de la bosse comme suit :

- hauteur au garrot (HG) ;
- longueur scapulo-ischiale (LSI) ;
- périmètre thoracique (PT) ;
- longueur extérieure de la corne (LEC) ;
- longueur du grand axe de la bosse (LGA) ;
- longueur du petit axe de la bosse (LPA) ;
- hauteur de la bosse (HB) ;
- longueur extérieure de l'oreille (LO).

TABLEAU I Plan d'échantillonnage.

N° troupeau	Localité	Date d'examen	M	F	Total
<b>Zone 1 (Nord/Nord-ouest)</b>					
1	CRZ Miadana	22/06/89	23	39	62
2	Marovoay	23/06/89	21	30	51
3	Maevatanana	27-28/06/89	27	35	62
4	Soalala	29/06/89	25	27	52
5	Antsohihy	31/06/89	31	43	74
6	Befandriana	01/07/89	28	39	67
7	Mampikony	02/07/89	24	52	76
Total			179	265	444
<b>Zone 2 (Sud/Sud-ouest)</b>					
1	Morondava	04/07/89	21	37	58
2	Mahabo	06/07/89	28	47	75
3	Belo/Tsiribihina	08-09/07/89	30	48	78
4	Manja	11/07/89	25	29	54
5	Ejeda	13-14/07/89	53	69	122
6	Betroka	16/07/89	36	55	91
Total			193	285	478

### Méthodes d'analyse

#### Les paramètres pris en compte

Outre les mensurations biométriques qui viennent d'être énumérées, on a pris en compte des mesures relatives ou indices, qui sont des rapports entre mensurations permettant d'éliminer l'influence du format.

Pour le calcul des indices on s'est rapporté à la hauteur au garrot (HG) qui est la meilleure mesure du développement car elle est peu sensible à la saison de collecte et aux effets individuels de l'alimentation, de la reproduction et de la santé (8). On a ainsi défini :

- un indice auriculaire :  $g = LO/HG$  ;
- un indice de gibbosité :  $b = HB/HG$  ;
- deux indices corporels :  $r_1 = LSI/HG$  et  $r_2 = PT/HG$ .

#### Analyse préliminaire

Une analyse préliminaire a été nécessaire pour mettre en évidence les influences du milieu et en tenir compte le cas échéant. Ainsi a-t-on analysé les effets de l'âge, du sexe et de la castration des mâles adultes. A cet effet les classes d'âge nulles et les animaux non identifiés et non mesurés ont été écartés.

Les données concernant les animaux retenus pour ces analyses sont présentées dans les tableaux II, III et IV. Après un test préalable, toutes les variables ont été considérées comme des variables continues à distribution

## ZOOTECNIE, GÉNÉTIQUE et REPRODUCTION

TABLEAU II Paramètres de mensuration corporelle des mâles (en cm).

	Mâles entiers			Mâles castrés		
	HG	LSI	PT	HG	LSI	PT
	<b>Population 1</b>					
N	113	113	113	63	63	63
I.V.	100-130	109-150	120-180	104-130	116-150	130-182
$\bar{x} \pm \sigma$	111,06 $\pm$ 6,22	127,60 $\pm$ 10,43	143,24 $\pm$ 13,10	119,73 $\pm$ 6,25	136,10 $\pm$ 9,03	163,30 $\pm$ 12,00
C.V.	5,60	8,18	9,15	5,22	6,64	7,35
	<b>Population 2</b>					
N	67	67	67	102	102	102
I.V.	102-120	113-136	125-175	103-130	112-150	128-180
$\bar{x} \pm \sigma$	110,20 $\pm$ 5,20	122,58 $\pm$ 6,33	143,18 $\pm$ 11,84	119,02 $\pm$ 6,96	135,00 $\pm$ 10,85	162,92 $\pm$ 12,56
C.V.	4,70	5,17	8,27	5,85	8,04	7,70

TABLEAU III Paramètres de mensuration de la bosse des mâles (en cm).

	Mâles entiers			Mâles castrés		
	LGA	LPA	HB	LGA	LPA	HB
	<b>Population 1</b>					
N	113	113	113	63	63	63
I.V.	24-42	16-30	13-25	28-46	19-39	14-28
$\bar{x} \pm \sigma$	30,78 $\pm$ 3,78	20,95 $\pm$ 2,75	17,82 $\pm$ 3,13	37,04 $\pm$ 4,72	24,65 $\pm$ 4,82	20,20 $\pm$ 3,20
C.V.	12,27	13,12	17,58	12,75	19,58	15,90
	<b>Population 2</b>					
N	67	67	67	102	102	102
I.V.	27-40	18-30	13-25	27-46	18-39	13-27
$\bar{x} \pm \sigma$	31,86 $\pm$ 3,38	21,15 $\pm$ 2,40	16,24 $\pm$ 3,10	38,10 $\pm$ 4,90	26,15 $\pm$ 5,10	20,37 $\pm$ 3,42
C.V.	10,62	11,38	19,06	13,88	19,48	16,80

TABLEAU IV Paramètres de poids vif des mâles (en kg).

	Mâles entiers	Mâles castrés
	<b>Population 1</b>	
N	113	63
I.V.	155-450	190-430
$\bar{x} \pm \sigma$	240,70 $\pm$ 58,90	344,58 $\pm$ 65,10
C.V.	24,46	18,90
	<b>Population 2</b>	
N	67	102
I.V.	170-340	190-430
$\bar{x} \pm \sigma$	236,76 $\pm$ 47,32	338,07 $\pm$ 69,44
C.V.	19,98	20,54

Le poids est mesuré en kg.

normale, sans aucune transformation. Elles ont été traitées par une analyse de variance à deux facteurs contrôlés, selon le modèle suivant :

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + S_j + E_{ijk}$$

où  $Y_{ijk}$  est la valeur mesurée sur un animal ;  $\mu$ , la moyenne générale ;  $A_i$ , l'effet âge ( $i = 1$  à 8) ;  $S_j$ , l'effet catégorie de mâles ou sexe ( $j = 1$  à 2) et  $E_{ijk}$ , l'effet résiduel.

Les résultats présentés dans les tableaux V, VI et VII indiquent que la castration n'a pas d'effet sur les mesures du corps (HG, LSI, PT) et de la bosse (LGA, LPA, HB) des mâles adultes, mais influence significativement le poids vif, ce qui confirme les résultats de GILIBERT (4). En revanche, l'effet âge, significatif sur la croissance corporelle (tabl. VIII), semble s'estomper vers cinq ans (âge probable de fin de la croissance) aussi bien chez les mâles que chez les femelles, comme le montrent les figures 1 et 2.

**TABLEAU V** Analyse de variance de l'effet castration sur les mensurations corporelles chez les mâles (en cm).

Catégories de mâles	HG	LSI	PT
<b>Population 1</b>			
Mâles entiers	112,90 ± 0,62	128,20 ± 1,42	148,40 ± 1,07
Mâles castrés	114,08 ± 0,92	131,08 ± 0,97	151,42 ± 1,56
	Valeur de F		
	1,13 NS	2,81 NS	2,50 NS
<b>Population 2</b>			
Mâles entiers	113,40 ± 0,70	125,60 ± 0,98	152,55 ± 1,50
Mâles castrés	113,88 ± 0,35	126,44 ± 0,46	155,50 ± 1,03
	Valeur de F		
	0,55 NS	0,94 NS	3,75 NS

NS : non significatif pour  $P < 0,05$  (les mâles entiers ne diffèrent pas des mâles castrés).

**TABLEAU VI** Analyse de variance de l'effet castration sur les mensurations de la bosse chez les mâles (en cm).

Catégories de mâles	LGA	LPA	HB
<b>Population 1</b>			
Mâles entiers	33,00 ± 0,48	22,44 ± 0,47	18,27 ± 0,38
Mâles castrés	33,95 ± 0,70	22,72 ± 0,70	19,27 ± 0,56
	Valeur de F		
	1,22 NS	0,12 NS	2,14 NS
<b>Population 2</b>			
Mâles entiers	33,62 ± 0,52	22,85 ± 0,63	17,58 ± 0,54
Mâles castrés	34,42 ± 0,34	23,68 ± 0,37	18,70 ± 0,32
	Valeur de F		
	1,60 NS	1,30 NS	3,25 NS

NS : non significatif pour  $P < 0,05$  (les mâles entiers ne diffèrent pas des mâles castrés).

**TABLEAU VII** Analyse de variance de l'effet castration sur le poids vif chez les mâles (en kg).

	Population 1 (N = 176) PV	Population 2 (N = 169) PV
Mâles entiers	266,28 ± 4,88	269,40 ± 5,53
Mâles castrés	285,56 ± 7,12	296,84 ± 3,23
	Valeur de F	
	4,99**	18,30 HS

\*\* :  $P < 0,01$ .

HS (hautement significatif) :  $P < 0,0001$  (l'effet castration est très significatif pour le poids vif à l'avantage de mâles castrés).

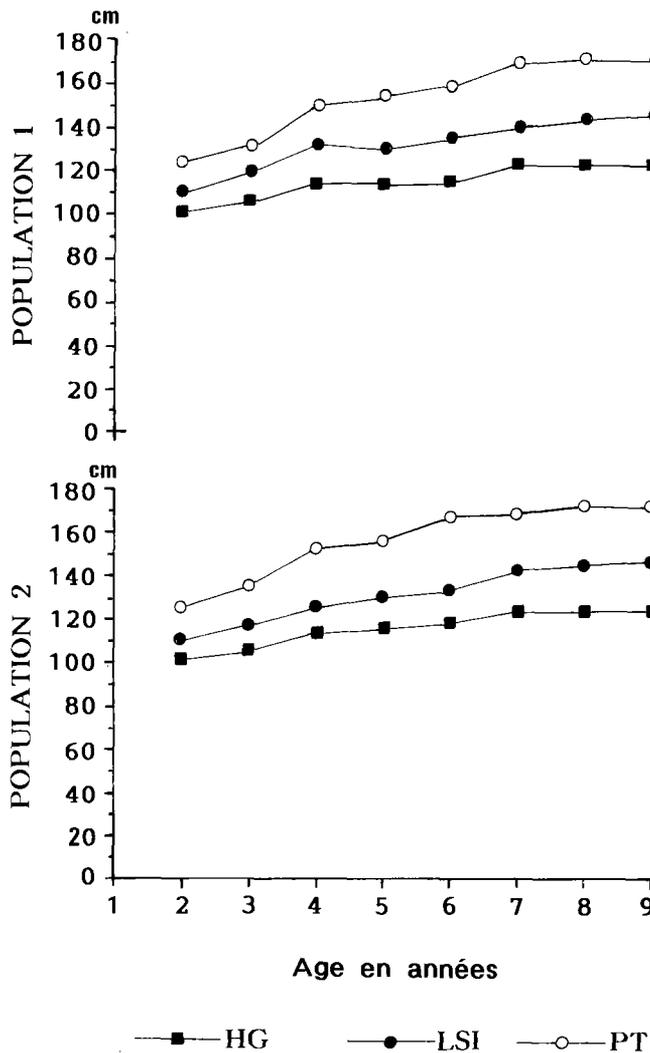


Figure 1 : Courbe de croissance corporelle chez les mâles.

**TABLEAU VIII** Analyse de variance de l'effet sexe et âge sur le développement corporel (populations 1 et 2).

	Caractères	Source de variation	
		Sexe	Année
Population 1	HG	290,20 HS	105,76 HS
	LSI	145,68 HS	72,57 HS
	PT	258,83 HS	159,20 HS
Population 2	HG	285,30 HS	110,25 HS
	LSI	143,80 HS	78,60 HS
	PT	268,38 HS	75,05 HS

HS (hautement significatif) :  $P < 0,0001$ .

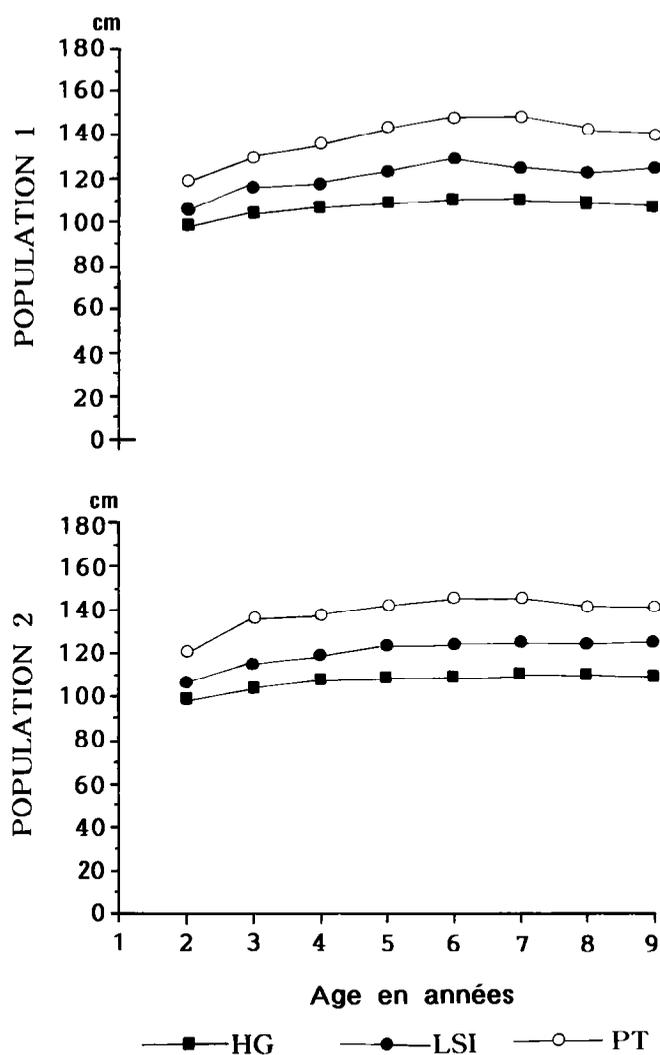


Figure 2 : Courbe de croissance corporelle chez les femelles.

Comme la différence entre sexes persiste pour toutes les mensurations envisagées dans l'étude (tabl VIII), il a fallu traiter séparément les mâles et les femelles. Ainsi, pour les analyses linéaires on a regroupé, d'une part les mâles castrés et les mâles entiers, et de l'autre tous les animaux âgés de cinq ans et plus, et séparé les mâles des femelles dans l'analyse finale (tabl. IX).

### Analyse proprement dite

Les mensurations biométriques et les indices ont été tout d'abord analysés individuellement au moyen des tests habituels de comparaison des moyennes, puis globalement par la méthode du  $D^2$  de Mahalanobis.

Le  $D^2$  a été calculé à partir d'une combinaison linéaire des variables initiales qui discriminaient les groupes (12,

TABLEAU IX Paramètres biométriques retenus pour l'analyse finale.

Population 1				
Caractères		I.V.	$\bar{x} \pm \sigma$	C.V.
<i>Mâles (N = 58)</i>				
Format (cm)	HG	111-130	121,20 ± 5,20	0,04
	LSI	125-150	139,36 ± 6,66	0,05
	PT	140-182	166,65 ± 9,33	0,05
Bosse (cm)	LGA	29-46	39,12 ± 3,50	0,09
	LPA	20-39	25,60 ± 4,78	0,18
	HB	14-28	21,14 ± 2,67	0,12
Oreille (cm)	LO	15-21	18,44 ± 1,45	0,08
Corne (cm)	LEC	26-55	36,30 ± 6,30	0,17
<i>Femelles (N = 109)</i>				
Format (cm)	HG	105-125	111,18 ± 3,06	0,02
	LSI	119-145	128,02 ± 6,34	0,05
	PT	136-175	148,12 ± 6,50	0,04
Bosse (cm)	LGA	28-39	32,35 ± 2,74	0,08
	LPA	19-30	21,18 ± 1,78	0,08
	HB	13-23	17,87 ± 2,24	0,12
Oreille (cm)	LO	14-21	18,20 ± 1,26	0,07
Corne (cm)	LEC	30-52	36,85 ± 6,38	0,17
Population 2				
Caractères		I.V.	$\bar{x} \pm \sigma$	C.V.
<i>Mâles (N = 89)</i>				
Format (cm)	HG	112-130	120,84 ± 5,34	0,04
	LSI	119-150	138,14 ± 8,50	0,06
	PT	150-180	165,35 ± 9,70	0,06
Bosse (cm)	LGA	30-46	39,50 ± 3,70	0,09
	LPA	20-39	26,24 ± 4,58	0,18
	HB	14-27	21,00 ± 3,10	0,15
Oreille (cm)	LO	14-21	16,62 ± 1,25	0,07
Corne (cm)	LEC	27-55	38,78 ± 7,830	0,20
<i>Femelles (N = 150)</i>				
Format (cm)	HG	106-120	109,80 ± 1,80	0,02
	LSI	116-143	125,46 ± 2,98	0,02
	PT	125-175	144,40 ± 5,94	0,04
Bosse (cm)	LGA	28-39	32,35 ± 2,74	0,08
	LPA	19-30	21,18 ± 1,78	0,08
	HB	13-23	17,87 ± 2,24	0,12
Oreille (cm)	LO	14-20	16,56 ± 1,23	0,07
Corne (cm)	LEC	25-55	38,90 ± 6,18	0,16

13) : hauteur au garrot (HG), indice auriculaire (g), indice de gibbosité (b), et les deux indices corporels  $r_1$  et  $r_2$ .

Soient deux populations multivariées  $P_1$  avec  $n_1$  individus et  $P_2$  avec  $n_2$  individus de distribution normale, respectivement  $N_p(\mu_1, \sigma_1^2)$  et  $N_p(\mu_2, \sigma_2^2)$ , dans lesquelles  $p$  est le nombre de variables prisés en compte,  $\mu_1$  et  $\mu_2$  et  $\sigma_1^2$  et  $\sigma_2^2$  étant les

vecteurs des paramètres vrais, moyennes et variances, pour l'ensemble des caractères dans les populations 1 et 2 respectivement. Pour le calcul, on pose alors :

$$c_1 = (n_1 + n_2 - 2)$$

$$c_2 = n_1 n_2 / (n_1 + n_2)$$

Si  $x_1$  et  $x_2$  sont les vecteurs observés des moyennes dans chacune des deux populations et  $W$  la matrice des variances-covariances intrapopulation, l'estimation de la distance biométrique  $D^2$  de Mahalanobis s'écrit alors :

$$D^2_p = c_1 \cdot d' \cdot W^{-1} \cdot d$$

où  $d = (x_1 - x_2)$  est le vecteur des écarts observés entre les moyennes des deux populations.

Pour la mesure statistique de la signification de la distance  $D^2$  de Mahalanobis, il faut faire le test d'hypothèse nulle (égalité des moyennes des deux populations)  $H_0 : (\mu_1 = \mu_2)$  au moyen du critère de discrimination  $T^2$  de Hotelling :

$$T^2_p = c_2 \cdot D^2_p$$

L'hypothèse  $H_0$  est vérifiée quand :

$$F = [(c_1 - p + 1) / p] \cdot [T^2_p / c_1]$$
 suit une loi de  $F(p, c_1 - p + 1)$ .

Si  $\mu_1 \neq \mu_2$ , cette quantité est distribuée comme une loi de Fisher décentrée  $F'$ .

## RÉSULTATS

### Comparaison caractère par caractère

Les résultats sont donnés dans le tableau X.

### Le $D^2$ de Mahalanobis

Les résultats sont donnés dans les tableaux XI et XII.

## DISCUSSION

La comparaison caractère par caractère intra-sexe du tableau X montre que les mâles et les femelles des populations 1 et 2 diffèrent significativement pour l'indice auriculaire qui est plus faible au Sud qu'au Nord (respectivement 0,138 et 0,152 chez les mâles et 0,150 et 0,164 chez les femelles) et la longueur des cornes qui sont de type intermédiaire selon la classification de PAYNE (9) et sont plus longues au Sud.

**TABEAU X** Comparaison des moyennes des caractères mesurables et indices estimés entre populations chez les Zébu Malgache.

Mâles				
Caractères		Population 1 (N = 58)	Population 2 (N = 89)	T
Format (cm)	HG	121,20 ± 0,68	120,84 ± 0,87	NS
	LSI	139,36 ± 0,87	138,14 ± 0,90	NS
	PT	166,65 ± 1,22	165,35 ± 1,03	NS
Bosse (cm)	LGA	39,12 ± 0,93	39,50 ± 0,40	NS
	LPA	25,60 ± 0,62	26,24 ± 0,40	NS
	HB	21,14 ± 0,35	21,00 ± 0,33	NS
Oreille (cm)	LO	18,44 ± 0,20	16,62 ± 0,14	***
Corne (cm)	LEC	36,30 ± 0,83	38,78 ± 0,83	*
Indice auriculaire	g	0,152 ± 0,002	0,138 ± 0,001	***
Indice de gibbosité	b	0,174 ± 0,002	0,174 ± 0,002	NS
Indices corporels	r <sub>1</sub>	1,150 ± 0,004	1,142 ± 0,003	NS
	r <sub>2</sub>	1,375 ± 0,005	1,368 ± 0,005	NS

Femelles				
Caractères		Population 1 (N = 109)	Population 2 (N = 150)	T
Format (cm)	HG	111,18 ± 0,30	109,80 ± 0,15	***
	LSI	128,02 ± 0,60	125,46 ± 0,24	***
	PT	148,12 ± 0,62	144,40 ± 0,48	***
Bosse (cm)	LGA	33,35 ± 0,26	33,70 ± 0,20	NS
	LPA	21,18 ± 0,17	21,52 ± 0,13	NS
	HB	17,87 ± 0,21	16,50 ± 0,14	NS
Oreille (cm)	LO	18,20 ± 0,12	16,56 ± 0,10	***
Corne (cm)	LEC	36,85 ± 0,60	38,90 ± 0,66	*
Indice auriculaire	g	0,164 ± 0,001	0,150 ± 0,001	***
Indice de gibbosité	b	0,150 ± 0,002	0,150 ± 0,001	NS
Indices corporels	r <sub>1</sub>	1,150 ± 0,004	1,145 ± 0,003	NS
	r <sub>2</sub>	1,320 ± 0,004	1,315 ± 0,004	NS

NS :  $P > 0,10$  ; \* :  $P < 0,05$  ; \*\* :  $P < 0,01$  ; \*\*\* :  $P < 0,001$ .

**TABEAU XI** Résultats du test de Hotelling pour la signification de la distance de Mahalanobis estimée.

Sexe	$D^2_t$	$D^2_p$	$T^2_p$	$F(0,05 ; p ; c_1 - p + 1)$
Mâle	1,16	1,60	55,30	(0,05 ; 5 ; 141) = 10,75 HS
Femelle	1,20	1,58	100,05	(0,05 ; 5 ; 253) = 19,70 HS

HS (hautement significative) :  $P < 0,0001$ .

En outre, la hauteur au garrot des femelles diffère significativement entre le Nord (111,20 cm) et le Sud (109,80 cm) mais il pourrait s'agir d'un effet du milieu, la sécheresse méridionale très marquée handicapant plus les femelles que les mâles.

En revanche, pour les autres mensurations et indices : hauteur au garrot chez les mâles (environ 121 cm), indice de gibbosité dans les deux sexes (0,174 chez les mâles

**TABLEAU XII** Coefficients des variables centrées et réduites dans l'équation linéaire de l'axe factoriel discriminant.

Mâles		Femelles	
Variabes	Coefficients	Variabes	Coefficients
HG	0,30	HG	0,55
b	-0,20	b	0,02
g	1,00	g	0,83
r <sub>1</sub>	0,07	r <sub>1</sub>	0,15
r <sub>2</sub>	-0,04	r <sub>2</sub>	0,15
p. 100 de bien classés	78		80

et 0,150 chez les femelles) et indices corporels  $r_1$  et  $r_2$  dans les deux sexes, on ne note pas de différence significative entre le Nord et le Sud.

Notons au passage que la comparaison avec d'autres types de boeufs à bosse n'est pas possible car il n'existe pas encore dans la littérature d'autres mesures que celles définies ici pour l'indice de gibbosité  $b$  (HB/HG).

Le tableau XI montre que la distance génétique biométrique mesurée par le  $D^2$  de Mahalanobis est hautement significative (à  $P < 0,0001$ ) entre les deux populations ( $D^2 = 1,60$  entre mâles et  $D^2 = 1,58$  entre femelles).

En prenant les coefficients de l'axe factoriel discriminant des variables centrées et réduites comme outil de classement on a, en outre, pu vérifier que cette dernière approche est assez précise puisque environ 80 p. 100 des animaux se trouvent bien classés (tabl. XII). Ainsi, les comparaisons individuelles entre mensurations et indices indiqueraient que les deux populations sont pratiquement identiques pour la taille (mesurée par HG) et la gibbosité (mesurée par  $b$ ). Ceci confirme l'impression d'homogénéité du Zébu Malgache que l'on a à première vue en parcourant l'île.

L'analyse globale fait toutefois apparaître une différence significative due au développement des oreilles mesuré par l'indice auriculaire  $g$  (moins important au Sud) et des cornes, mesuré par leur longueur (plus longue au Sud).

Cela laisse à penser que, même si cette tendance est légère, puisque l'on sait que le  $D^2$  de Mahalanobis sur-estime toujours la divergence réelle avec l'augmentation du nombre de variables (13), il existerait un gradient de différenciation biométrique allant du Nord au Sud spécialement marqué au niveau de l'oreille et de la corne.

Ces deux caractères de développement des oreilles et des cornes présentent un certain intérêt pour évaluer l'ancienneté du peuplement bovin africain, comme l'a expliqué EPSTEIN (3) pour qui les premières vagues de boeufs à bosse en provenance du Moyen-Orient étaient à longue corne et à oreille courte.

Dans le cas de Madagascar cela pourrait signifier que le peuplement de l'île à base de zébus proviendrait de vagues successives venues du Nord, confirmant ainsi l'hypothèse de PAYNE (9).

## CONCLUSION

La présente étude montre tout d'abord que le peuplement zébu de Madagascar est homogène au plan biométrique pour le format et la gibbosité mais qu'il existe un certain gradient d'archaïsme qui se manifeste au niveau de l'oreille et du cornage, en allant vers le Sud.

L'étude semble montrer en outre que des précisions sur le scénario de peuplement de l'île pourraient être apportées par une connaissance biométrique des bovins dans les autres zones de peuplement zébu autochtone (Inde et Afrique), en utilisant les mêmes critères - simples : les mensurations (pour la taille et le cornage : hauteur au garrot (HG) et longueur de corne (LC)) - et combinés : les indices (pour l'oreille : indice auriculaire  $g$  (LO/HG) et pour la bosse : indice de gibbosité  $b$  (HB/HG)).

Une telle approche implique la prise de quatre mensurations uniquement : hauteur au garrot, longueur de corne, longueur d'oreille et hauteur de la bosse, en tenant compte, bien évidemment, de l'âge et du sexe.

LAUVERGNE (J.J.), SOUVENIR ZAFINDRAJAONA (P.). Comparison of two populations of Madagascar Zebu by biometrical genetic distances. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, **45** (2) : 167-174

Mean measurements of shoulder height, scapulo-ischial length, thoracic perimeter, horn and ear lengths, hump height, hump short and large axes, made in two Madagascar Zebu populations (North/North-West and South/South-West), each one distant of 800 km, have been compared individually, as well as several indexes : gibbosity index b (hump height/shoulder height), auricular index g (ear length/shoulder height), body indexes  $r_1$  and  $r_2$ . Trait by trait analysis does not show any difference between the Northern and Southern populations, as for the size (measured by the shoulder height) and the hump development (measured by the gibbosity index). By contrast, the horn is significantly longer, whereas the ear is shorter in the South. Genetic biometrical distances measured by the Mahalanobis  $D^2$  are significantly different. According to the differences in the horn and ear developments, the Southern population may be more archaic than the Northern one. The former being possibly present earlier in the Island. *Key words* : Madagascar Zebu - Biometry - Body measurement - Madagascar.

LAUVERGNE (J.J.), SOUVENIR ZAFINDRAJAONA (P.). Comparación de dos poblaciones de Cebú Malgache mediante las distancias genéticas biométricas. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, **45** (2) : 167-174

Se compararon las medidas promedio de la altura a la cruz, la distancia escápulo-isquial, el perímetro torácico, la longitud del cuerno y de la oreja, la altura a la giba, el largo del pequeño y del gran eje de dos poblaciones de Cebú Malgache (de la zona nornoroeste y sursuroeste), separadas por más de 800 kilómetros. También se compararon los siguientes índices : índice de "gibosidad b" (altura a la giba/altura a la cruz), índice auricular g (largo de la oreja/altura a la cruz), índices corporales  $r_1$  y  $r_2$ . El análisis por caracteres no muestra diferencia alguna entre el norte y el sur para el tamaño (medido por la altura a la cruz) y el desarrollo de la giba (medido por el índice de gibosidad). Sin embargo, en el sur, el cuerno es significativamente más largo y la oreja es más corta. Las distancias genéticas biométricas, medidas mediante el  $D^2$  de Mahalanobis, son significativamente diferentes. Según estas diferencias en cuanto al desarrollo de los cuernos y de las orejas, la población del sur es probablemente más arcaica que la del norte, lo que indicaría que su presencia en la isla es más antigua. *Palabras claves* : Cebú Malgache - Biométrie - Medida corporal - Madagascar.

## BIBLIOGRAPHIE

1. ANDRIAMBOLOLONA (H.). Évolution de l'élevage à Madagascar. In : Colloque "Amélioration de l'élevage en zone tropicale, cas de Madagascar", 3-15 sept. 1985, Majunga. Antananarivo, Académie Malgache, 1986. P. 1-7.
2. CORI (G.). Types d'élevage à Madagascar. Thèse Doc. 3e cycle. Université de Bordeaux, 1973. 324 p.
3. EPSTEIN (H.). The origin of domestic animal of Africa. New-York, London, Munich Africana Publishing corporation, 2 vol., 1971. Pp. 185-556.
4. GILIBERT (J.), DUBOIS (P.). Influence de l'âge de la castration sur le développement et le rendement du zébu à Madagascar. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1973, **26** (2) : 245-248.
5. Grand dictionnaire encyclopédique Larousse. Madagascar. Paris, Larousse, 1984. Vol. 9. Pp. 6514-6517.
6. GROSCLAUDE (F.), MAHÉ (M.F.), MERCIER (J.C.). Comparaison du polymorphisme génétique des lactoprotéines du zébu et des bovins. *Annls Génét. Sél. Anim.*, 1974, **6** : 305-329.
7. LACROUST (M.), TYC (J.), BERTRAND (S.), SARNIGUET (J.). Étude des problèmes posés par l'élevage et la commercialisation du bétail et de la viande à Madagascar. Paris, Ministère de la Coopération, 1962. 83 p.
8. LYNN (L.B.). The evolution and functional significance of bovid horn. PhD Thesis. University of Michigan, 1988. 148 p. (N° 8907088)
9. PAYNE (W.J.A.). Cattle production in the Tropics. London, Longman, 1970, Vol. 1, Breeds and Breeding : 175-177.
10. SOUVENIR ZAFINDRAJAONA (P.). Profils génétiques du Zébu Malgache. Thèse Doc. Université Paris XI, 1991. 190 p.
11. TISSIÉ et RAKOTO. L'élevage à Madagascar, cheptel bovin. *Bull. Econ. Tananarive*, 1922, **1** : 19-58.
12. TOMASSONE (R.). Comment interpréter les résultats d'une analyse factorielle discriminante. Paris, Institut technique des céréales et des fourrages, 1988. Pp. 13-25.
13. TOMASSONE (R.), DANZART (M.), DAUDIN (J.J.), MASSON (J.P.). Discrimination et classement. Paris, Masson, 1988. Pp. 27-43.