

Etude du polymorphisme biochimique de l'hémoglobine chez des populations de bovins marocains

par J. P. PETIT (1), L. MAHIN (2) et J. BRIOUGA (2)

- (1) Institut d'Elevage et de Médecine vétérinaire des Pays tropicaux, Laboratoire de Biochimie, 10, rue Pierre-Curie, 94700 Maisons-Alfort (France).
 (2) Département de Pathologie Médicale et Chirurgicale des Ruminants, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, B. P. 704, Agdal-Rabat (Maroc).

RÉSUMÉ

Le contexte qui préside aux études du polymorphisme de l'hémoglobine chez les bovins permet de préciser les finalités principales qui peuvent être atteintes.

Les 273 bovins adultes de race locale marocaine concernés par le travail ont 3 origines différentes. On peut les définir comme fortement apparentés à la Blonde de l'Oulmes Zaer (groupe 1), fortement apparentés à la Brune de l'Atlas classique (groupe 2) et tout venant indéterminé marocain (groupe 3).

La détermination des phénotypes de l'hémoglobine chez ces 3 groupes de bovins par électrophorèse sur acétate de cellulose ou en gel de polyacrylamide, confirme que la Blonde de l'Oulmes Zaer diffère significativement de la Brune de l'Atlas typique.

On retrouve cette même différence avec les bovins étudiés en Algérie par CABANNES et SERAIN en 1955.

Il est ainsi permis de concevoir des apparentements éventuels du groupe Brune de l'Atlas au cours des temps et de penser à ses possibilités d'adaptation en zones à glossines, par exemple, par métissage avec les N'Dama.

I. INTRODUCTION

L'étude de l'hémoglobine comme marqueur génétique des populations d'animaux domestiques représente un modèle particulièrement fécond et simple car cette molécule est stable et bien connue.

Elle permet en effet de suivre 3 voies principales de recherches :

1. celle des relations entre la nature des variants et les propriétés biologiques des animaux ;

2. celle de la génétique biochimique et de la structure des populations ;

3. celle de l'origine et de l'évolution des espèces.

Ces 3 points ont déjà été abordés au cours d'études antérieures qui englobent de nombreuses races bovines africaines, mais il manquait

encore une recherche sur les animaux plus ou moins apparentés au type Brune de l'Atlas.

L'hémoglobine n'est qu'un des éléments du polymorphisme génétique des populations de bovins.

En ce qui la concerne, on peut constater dans une population de bovins, considérée comme mendélienne, la coexistence de plusieurs allèles du même gène et les distinguer sans ambiguïté grâce aux analyses électrophorétiques qui définissent les phénotypes correspondants.

L'existence des 2 variants les plus répandus de l'hémoglobine A et B a été démontrée dès 1955 par CABANNES et SERAIN (10).

Depuis, les travaux se sont multipliés et on a décrit 2 autres variants, les types C et D, ce dernier étant beaucoup plus rare puisqu'il n'a été rencontré que chez la race Muturu au Niger par EFREMOV et BRAEND en 1965 (15).

On considère actuellement que les variétés d'hémoglobine bovine diffèrent seulement au niveau de la structure primaire de la molécule par les 2 chaînes polypeptidiques β de la globine.

Parmi les 145 acides aminés qui composent chaque chaîne, ceux des positions 15, 18 et 119 sont différents pour les hémoglobines A (glycine, lysine et lysine) et B (sérine, histidine et asparagine).

On pense que c'est aussi au niveau des 2 locus de la chaîne β que les types C et D sont contrôlés.

Chacun des 2 locus peut donc être occupé par un des allèles de la série des gènes qui contrôlent la synthèse de la chaîne β de la globine.

Certains phénotypes, qui n'apparaissent dans aucune étude, sont considérés comme léthaux, cette hypothèse masquant en fait notre méconnaissance des phénomènes les plus fondamentaux.

Si l'étude des hémoglobines bovines continue avec autant d'intensité, il est probable que, comme chez l'homme, on parviendra à reconnaître d'autres variants.

L'importance de l'étude des populations de bovins au Maroc est en relation directe avec la situation historique et géographique du cheptel de ce pays.

La Brune de l'Atlas est en effet un témoin des passages qui ont marqué les migrations très anciennes de l'homme en Afrique.

Les relations avec les bovins d'Afrique du Nord-Est et d'Afrique de l'Ouest seraient très importantes à préciser pour éclairer les hypothèses actuelles sur le peuplement des bovins depuis le néolithique, en particulier lors des 2 premières grandes migrations admises vers 5000 av. J.-C., pour le bétail hamitique à longue corne (17) et vers 2700 av. J.-C. pour le bétail à courte corne. Ces vagues, après avoir traversé l'Afrique du Nord, semblent avoir bifurqué au niveau de l'actuel Maroc en un rameau allant au Sud tandis que l'autre gagnait le Nord. Il est intéressant de comparer les fréquences géniques de l'hémoglobine B chez les diverses races bovines qui y subsistent actuellement (30, 36).

II. POPULATIONS DE BOVINS MAROCAINS UTILISÉS POUR L'ÉTUDE

1. La population bovine au Maroc

La population bovine du Maroc était estimée en 1979, à 4 146 000 têtes, dont 90 p. 100 étaient

considérées comme étant d'origine locale (40). Cet ensemble hétérogène comprend des animaux croisés à divers degrés avec différentes races européennes introduites depuis le début du siècle. Il y a également une proportion importante de bétail quasiment pur où VAYSSE en 1952 (46) définit la conformation et le type de 2 rameaux importants : la Brune de l'Atlas et la Blonde d'Oulmès Zaer. La Blonde d'Oulmès Zaer a été sélectionnée dans son berceau d'origine depuis plus de 20 ans et un livre généalogique a même été tenu de 1960 à 1965. Actuellement, un troupeau de 300 têtes, choisi au départ d'après le phénotype dans les souks de la région des Zaer, est élevé et sélectionné à la Station d'Etat de El Koudia (groupe I étudié ici). Ce type est à robe et à muqueuses claires.

Par contre, un autre troupeau représente le type à robe et à muqueuses plus foncées de la race Brune de l'Atlas. Il a été acquis par achats d'animaux conformes au phénotype recherché, dans les souks de la région du Gharb. Il compte actuellement 150 têtes et est maintenu à la ferme d'application de l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II (I. A. V. Hassan II) Moghrane (groupe II étudié ici). En fait, la Blonde d'Oulmès Zaer n'est qu'une des variantes de ce qu'on peut nommer la race Brune de l'Atlas pour de nombreux auteurs (21, 19).

Depuis l'époque romaine, ce type de bovins est bien reconnu en Afrique du Nord (FRENCH). Il est décrit par JOSHI en 1957, dans son atlas des bovins en Afrique, comme descendant du *Bos primigenicus mauritanicus* (DECHAMBRE, 1922) découvert par THOMAS dans le quaternaire d'Afrique du Nord.

Ces 2 types sont difficilement identifiables surtout parmi le bétail des plaines, qui a subi de nombreux croisements. De fréquents mouvements d'animaux entre les zones d'élevage contribuent également au mélange des populations. Dans un premier temps, il est donc souhaitable de s'en tenir à l'appellation « race locale marocaine » sans distinction (13) pour le bétail situé hors des 2 fermes d'état.

2. Descriptions et performances des bovins au Maroc

Ces bovins sont de type longiligne, à tête longue, à profil droit, à cornes horizontales ou relevées vers l'avant (Oulmès Zaer), à extrémités foncées. La robe varie du froment au fauve foncé et est parfois renforcée de noir vers la tête et les

membres. La muqueuse buccale est rose chez l'Oulmès Zaer et colorée chez la Brune de l'Atlas (langue et palais). La taille varie de 1,15 m à 1,35 m et le poids adulte de 260 kg pour la femelle à 450 kg pour le mâle (46).

A la naissance, le veau pèse environ 20 kg. Sur le terrain, la croissance de la naissance à l'âge de 2 ans, est de l'ordre de 200 à 400 g par jour. Des essais d'engraissement en station à partir de taurillons de 7 à 12 mois donnent des G. Q. M. de 700 à 750 g/jour (13).

Dans les conditions du terrain, le taurillon peut être abattu à 2 ans. Il pèse alors de 200 à 250 kg. Le rendement des carcasses est de 50 à 57 p. 100 et leur poids moyen de 118 kg (16).

La vache adulte donne en moyenne 300 à 500 l de lait en 150 à 180 jours de lactation. Le premier vêlage a lieu à l'âge de 2,5 à 4 ans et l'efficacité des reproductrices sur le terrain serait de 0,6 à 0,8 nombre de veaux nés par vache et par an, bien que des résultats moins favorables soient aussi fréquemment cités (13).

Ces caractéristiques s'améliorent avec une alimentation correcte : l'âge au premier vêlage se situe alors à moins de 2 ans 1/2 et l'intervalle entre vêlage à 12 mois, tandis que le nombre de veaux nés atteint 0,92 par vache et par an (6, 22).

Les bovins marocains sont élevés principalement dans les exploitations familiales des plaines, des plateaux et des vallées dans les zones montagnardes.

On les trouve dans 2 zones qui contiennent 80 p. 100 du cheptel bovin (16) : les régions à climat semi-aride et subhumide (300 à 700 mm de précipitations en 6 à 7 mois) et dans le domaine montagnard (700 à 2 000 mm de précipitations en 8 mois).

La première zone comprend les plaines atlantiques (Abda, Doukkala, Chaouia, Gharb, bordures du Rif, pays Zmmour, Saïs) et les plaines méditerranéennes du N.-E. Le domaine montagnard comprend les 3 massifs du Rif, du Moyen Atlas et du Haut Atlas.

Les 20 p. 100 restant sont pratiquement cantonnés dans la zone aride (200 à 350 mm de pluies en 3 à 5 mois) surtout dans les parties qui ont été irriguées (Tadla, Haouz, Sous, Massa). Les domaines subdésertiques de l'Est et du Sud, au-delà des Atlas, où il tombe moins de 200 mm de pluies par an, sont pratiquement dépourvus de bovins (12).

Il n'y a que 37 p. 100 des éleveurs qui possèdent seulement des bovins comme ruminants domestiques. Chez ceux-ci, la charge par éleveur

est de 2,7 U. G. B. D'autres possèdent en même temps des ovins (29 p. 100), des caprins (6 p. 100) ou les 2 espèces (14 p. 100). Chez 82 p. 100 des éleveurs, il y a moins de 10 bovins, dont 46,7 p. 100 en ont moins de 5 (16).

Les calendriers alimentaires diffèrent selon les régions et doivent s'adapter pour faire face à la disette pendant la saison sèche qui va de juin à octobre. Cette situation est également la cause de nombreux échanges, de transactions ou de migrations d'animaux, souvent régis par les coutumes entre tribus (5). Il existe de nombreux circuits d'embouche convergeant vers les grandes villes du Maroc.

3. Pathologie

Les protozooses sanguines (*Babesia* sp., *Theileria annulata*) provoquent un syndrome appelé dans plusieurs régions « Bousfir » (jaunisse).

Chez les animaux de race locale, ces maladies sont chroniques et causent peu de mortalité.

La distomatose et les verminoses gastro-intestinales sont assez répandues ainsi que l'échinococcose (8).

Les bovins locaux sont réputés assez résistants à la tuberculose, répandue dans les troupeaux laitiers et croisés. Le charbon bactérien et le charbon symptomatique existent sporadiquement mais font l'objet de campagnes de prophylaxie (28).

Des études biochimiques du sang ont été effectuées au niveau des exploitations extensives et intensives (20). En extensif, la période de disette estivale se marque par une chute des protéines totales, du glucose et de l'urée.

Les fractions protéiques ont été déterminées (MAHIN et BRIUGA, en préparation) et les normes hématologiques définies (29) pour les animaux d'élevage intensif.

Enfin, une étude porte sur les polymorphismes de 5 enzymes utilisées comme marqueurs génétiques (9).

III. MATÉRIEL ET MÉTHODE

Animaux utilisés

Tous les bovins sont de race locale. Pour éliminer les interférences dues à l'hémoglobine fœtale, les animaux de moins de 3 mois ont été systématiquement évités. Les bovins retenus, proviennent de 3 origines différentes où ils ont été choisis au hasard :

1. Groupe I

Quatre-vingt-dix animaux sélectionnés depuis au moins 10 ans, de type Oulmès Zaer à la Station d'El Koudia ;

2. Groupe II

Quatre-vingt-douze animaux achetés dans les souks du Gharb puis sélectionnés depuis 9 ans à la ferme d'application de l'I. A. V. Hassan II (Moghrane) de type Brune de l'Atlas ;

3. Groupe III

Quatre-vingt-onze animaux tout venant provenant de plusieurs régions du Maroc (Rabat-Salé, Rommani, Sidi Slimane, Témara, Tiflet), de type indéterminé excluant le plus possible tout croisement visible d'après leur phénotype avec une race européenne.

Prélèvements

Pour chaque animal, on prélève 10 ml de sang sur 150 μ l d'E. D. T. A. bisodique à 12 p. 100. Les échantillons de travail sont constitués de solutions d'Hb brute obtenues après 3 lavages en sérum physiologique (pH 7) puis lyse et centrifugation (20 mn à 2 500 g) (35).

Migrations électrophorétiques

Deux méthodes d'analyse ont été utilisées indépendamment. L'électrophorèse sur acétate de cellulose (Cellogel) à pH 9,2, 90 mn sous 200 V, qui permet de différencier facilement les hémoglobines A et B. L'électrophorèse en gel de polyacrylamide qui permet de rechercher les types d'hémoglobines plus rares (C et D), est réalisée en tampon tris-E. D. T. A., pH 9,10, fi 0,123 (méthode de Szylił modifiée) en cuve (Apelab) de 12 tubes.

La lecture est directe ou se fait après coloration sur un densitomètre intégrateur (Apelab) (39).

IV. RÉSULTATS

L'électrophorèse en gel de polyacrylamide n'a pas révélé d'autre hémoglobine que celle des types A et B.

Jusqu'à ce que le contraire soit démontré, on peut admettre qu'on est en présence d'une population où les 2 types d'hémoglobine sont contrôlés par 2 gènes autosomaux codominants désignés par Hb_A et Hb_B.

Les effectifs des divers phénotypes rencontrés dans chaque groupe et pour l'ensemble des 3 groupes, sont réunis dans le tableau I.

TABLEAU N°1-Résultats obtenus en termes d'effectifs observés après électrophorèse et en termes d'effectifs théoriques calculés dans l'hypothèse d'indépendance entre les 3 groupes de bovins (1=Blonde d'Oulmès Zaer ; 2=Brune de l'Atlas typique ; 3=tout venant)

Groupes	Phénotype Hb	A		A B		B		T o t a u x	
		Effectifs observés	Effectifs calculés	Effectifs observés	Effectifs calculés	Effectifs observés	Effectifs calculés	Effectifs observés	Effectifs calculés
Groupe 1	Effectifs observés	57		31		2		90	
	Effectifs calculés		64,29		23,41		2,31		90
Groupe 2	Effectifs observés	74		15		3		92	
	Effectifs calculés		65,71		23,92		2,36		92
Groupe 3	Effectifs observés	64		25		2		91	
	Effectifs calculés		65,00		23,67		2,33		91
Totaux	Effectifs observés	195		71		7		273	
	Effectifs calculés		195		71,01		7		273,01

Les effectifs théoriques calculés sont parfois tellement faibles (2,31) qu'on doit appliquer la correction de Yates pour pouvoir calculer un χ^2 global. Avec 4 degrés de liberté, le χ^2 calculé vaut 2,88, il est donc très inférieur au seuil de signification (9,49). Du point de vue phénotypique, les échantillons des trois groupes ne diffèrent pas suffisamment pour justifier l'hypothèse de populations distinctes. Cependant, la comparaison des Blondes Oulmès Zaer (groupe 1) et des Brunnes de l'Atlas (groupe 2) donne un χ^2 de 7,682, significatif à mieux que 5 p.100 (avec 2 ddl $\chi^2 = 5,991$).

N. B. Lire dans les tableaux I, III, IV, VI : χ et non X.

Avant toute étude statistique plus poussée, il convenait de vérifier si les 3 groupes peuvent être considérés comme faisant partie d'une même population ou pas, auquel cas, les répartitions des phénotypes de l'hémoglobine seraient considérées comme étant les mêmes car non significativement différentes. En fait, le χ^2 global a une valeur faible (2,88) qui est inférieure au seuil de signification à 5 p. 100 (avec ddl = 4 et $\alpha = 5$ p. 100, $\chi^2 = 9,488$). L'ensemble des 273 animaux est donc considéré comme homogène phénotypiquement pour ce qui concerne les hémoglobines. Les résultats obtenus sont réunis dans le tableau II. On remarquera la haute fréquence de l'allèle Hb_A (88,58 p. 100) pour les animaux qui semblent les plus proches du type Brune de l'Atlas.

L'ensemble des 3 groupes et chacun d'entre eux peuvent être considérés comme en équilibre

panmictique (tabl. III), ce qui autorise à poursuivre les comparaisons (tabl. IV).

V. DISCUSSION ET CONCLUSIONS

Des différences entre les populations de bovins concernés par ce travail ne sont révélées qu'entre les 2 types du groupe de la Brune de l'Atlas. Ces 2 types eux-mêmes ne diffèrent pas de l'échantillon représentant le cheptel tout venant du Maroc. Pour aller plus loin et tirer des conclusions plus précises quant aux populations que représentent les 3 échantillons, d'autres enquêtes sont nécessaires sur un plus grand nombre d'animaux. Une restriction importante subsistera cependant à cause du peu de représentants des types Blonde d'Oulmès Zaer et Brune de l'Atlas proprement dits.

TABL. N°II-Ensemble des résultats obtenus en fonction des individus diploïdes (F. génotypiques), de l'ensemble des allèles présents dans leur génotype (F. alléliques) et selon la loi de Hardy-Weinberg (F. génotypiques calculées)

Phénotypes		Fréquences phénotypiques en p. 100	Génotypes	Fréquences génotypiques en p. 100	Fréquences génotypiques en p. 100 calculées selon H.W.	Allèles	Fréquences alléliques en p. 100	Intervalle de confiance à 5 p. 100 des fréquences alléliques en p. 100
Groupes								
I + II + III n = 273	A	71,43	Hb _A /Hb _A	71,43	71,28	Hb _A	84,43	84,43 ± 4,3
	A B	26,01	Hb _A /Hb _B	26,01	26,29			
	B	2,56	Hb _B /Hb _B	2,56	2,42	Hb _B	15,57	15,57 ± 4,3
	Totaux	100,00		100,00	99,99			
I n = 90	A	63,33	Hb _A /Hb _A	63,33	64,90	Hb _A	80,56	80,56 ± 8,18
	A B	34,44	Hb _A /Hb _B	34,44	31,32			
	B	2,22	Hb _B /Hb _B	2,22	3,78	Hb _B	19,44	19,44 ± 8,18
	Totaux	99,99		99,99	100,00			
II n = 92	A	80,43	Hb _A /Hb _A	80,43	78,46	Hb _A	88,58	88,58 ± 6,50
	A B	16,30	Hb _A /Hb _B	16,30	20,21			
	B	3,26	Hb _B /Hb _B	3,26	1,31	Hb _B	11,41	11,41 ± 6,50
	Totaux	99,99		99,99	99,98			
III n = 91	A	70,33	Hb _A /Hb _A	70,33	70,68	Hb _A	84,07	84,07 ± 7,52
	A B	27,47	Hb _A /Hb _B	27,47	26,78			
	B	2,20	Hb _B /Hb _B	2,20	2,54	Hb _B	15,93	15,93 ± 7,52
	Totaux	100,00		100,00	100,00			

TABL. N° III-Contrôle de l'hypothèse panmictique des populations bovines étudiées pour le caractère hémoglobine. Cette hypothèse peut être retenue puisque avec deux degrés de liberté et pour $\alpha = 5p.100$, χ^2 théorique = 5,991 valeur supérieure à tous les χ^2 calculés

Groupes	Génotypes	Effectifs des génotypes	Effectifs des génotypes calculés selon H.W.	Valeur du χ^2
I + II + III	Hb _A /Hb _A	195	194,6	0,034
	Hb _B /Hb _B	71	71,8	
	Hb _A /Hb _B	7	6,6	
Totaux		273	273,0	
I	Hb _A /Hb _A	57	58,4	Avec correction de Yates 0,457
	Hb _A /Hb _B	31	28,1	
	Hb _B /Hb _B	2	3,4	
Totaux		90	89,9	
II	Hb _A /Hb _A	74	72,2	Avec correction de Yates 1,948
	Hb _A /Hb _B	15	18,6	
	Hb _B /Hb _B	3	1,2	
Totaux		92	92	
III	Hb _A /Hb _A	64	64,3	Avec correction de Yates 0,0181
	Hb _A /Hb _B	25	24,4	
	Hb _B /Hb _B	2	2,3	
Totaux		91	91	

TABL. N° IV-Comparaison des gènes chez les trois groupes de bovins de race locale marocaine pour les allèles codant les variants A et B de l'hémoglobine.

Allèles	Type Oulmès Zaer Groupe 1		Type Brune de l'Atlas Groupe 2		Types indéterminés Groupe 3		Totaux
	Effectifs observés	Effectifs calculés	Effectifs observés	Effectifs calculés	Effectifs observés	Effectifs calculés	
Hb _A	145	151,98	163	155,36	153	153,67	461
Hb _B	35	28	21	28,64	29	28,33	85
Totaux	180	179,98	184	184	182	182	546

χ^2 global = 5,244 ; N.S. ($< 5,991$) ; χ^2 groupe 1/groupe 2 = 5,226 ; S. avec un risque $\alpha = 3 p.100$

Les groupes 1 et 2 sont les seuls à révéler une différence significative entre les allèles codant les variants A et B de l'hémoglobine.

La comparaison des résultats trouvés ici sur les 3 groupes d'animaux avec ceux obtenus par CABANNES et SERAIN en 1955 en Algérie (tabl. V et VI) semble indiquer que les bovins marocains les plus proches de ceux retenus par CABANNES et SERAIN sont les bovins de type Brune de l'Atlas.

Au contraire, le seul type qui semble s'en écarter, comme il s'écarte de la Brune de l'Atlas est le type Blonde d'Oulmès Zaer (χ^2 significatif à mieux que 5 p. 100).

Dans l'ensemble, la comparaison globale ne révèle aucune différence significative.

Il semblerait donc qu'on rencontre, comme

TABL. N°V-L'étude des résultats obtenus par Cabannes et Serain en 1955 en Algérie montre que la population étudiée est en équilibre panmictique

Phénotypes	Effectif des phénotypes	Fréquences phénotypiques en p. 100	Génotypes	Fréquences génotypiques en p. 100	Fréquences génotypiques en p. 100 selon H.W.	Allèles	Fréquences alléliques en p. 100	Intervalle de confiance à 5 p. 100 des fréquences alléliques en p. 100
A	64	80	Hb _A /Hb _A	80	79,87	Hb _A	89,37	89,37 ± 6,75
A B	15	18,75	Hb _A /Hb _B	18,75	19,00			
B	1	1,25	Hb _B /Hb _B	1,25	1,13	Hb _B	10,63	10,63 ± 6,75
Totaux	80	100,00		100,00	100,00		100,00	

TABL. N°VI-Comparaison des résultats de Cabannes et Serain avec ceux de ce travail.

Il s'agit d'une comparaison des gènes chez les trois groupes de bovins du Maroc et chez les bovins d'Algérie (C. et S.) pour les allèles codant les variants A et B de l'hémoglobine

Allèles	Type Oulmès Zaer Groupe 1		Type Brune de l'Atlas Groupe 2		Types indéterminés Groupe 3		Groupe des animaux de C. et S.		Totaux
	Effectifs observés	Effectifs calculés	Effectifs observés	Effectifs calculés	Effectifs observés	Effectifs calculés	Effectifs observés	Effectifs calculés	
Hb _A	145	154	163	157,42	153	155,71	143	136,88	604
Hb _B	35	26	21	26,58	29	26,29	17	23,12	102
Totaux	180	180	184	184,00	182	182,00	160	160,00	706

χ^2 global = 7,2307 ; N.S. (avec 3 ddl $\chi^2 = 7,815$ à 5 p.100) ;

χ^2 groupe 1/C. et S. = 5,535 ; S. (avec 1 ddl $\chi^2 = 3,841$ à 5 p. 100)

χ^2 groupe 2/C. et S. = 3,2628 ; N.S. (avec 1 ddl $\chi^2 = 3,841$ à 5 p.100).

l'indiquent plusieurs auteurs, une certaine similitude entre tous les bétails d'Afrique du Nord de type Brune de l'Atlas et que la Blonde d'Oulmès Zaer soit, au moins du point de vue de l'hémoglobine, assez différente.

La différence consiste en une augmentation de la fréquence de l'allèle codant pour le variant B de l'hémoglobine, de la même manière que lorsqu'on remonte en Europe chez les taurins étudiés jusqu'à ce jour sur le continent. Par contre, les taurins d'Afrique de l'Ouest et du Centre ont jusqu'à présent été trouvés avec une fréquence nulle ou très faible pour le variant B de l'hémoglobine chez les races N'Dama, Baoulé, Lagunes, Muturu, toutes trypanotolérantes à des degrés divers (38).

Si l'on suit OSTERHOFF (30), l'hémoglobine A pourrait être typique du bétail hamitique. Il serait possible d'admettre que la Brune de l'Atlas est issue d'un croisement entre des N'Dama et

des taurins de l'Ouest Afrique provenant de la 2^e grande migration de peuplement des bovins sur ce continent, selon PAYNE en 1970 (34).

Le passage du bétail hamitique au Maroc semble aussi attesté par des peintures rupestres du Sud marocain.

Des déterminations des variants de l'hémoglobine sur des échantillons plus larges permettront sans doute de préciser ce qui ne constitue actuellement qu'une amorce de contribution à l'histoire du peuplement par les bovidés des continents européen et africain. Enfin, d'autres polymorphismes biochimiques pourront augmenter nos connaissances dans les 3 grandes directions précisées dans l'introduction.

Il serait certainement intéressant de tester l'accoutumance possible des taurins de la race Brune de l'Atlas aux trypanosomes pathogènes, par exemple, par des croisements avec le N'Dama.

SUMMARY

Haemoglobin biochemical polymorphism study
among moroccan cattle populations

The environment for the study of cattle haemoglobin polymorphism gives the finalities that can be reach.

Among the 273 adult cattle, there are 3 different groups. The first one is very near from the Blond Oulmes Zear, the second is very near from typical Atlas Brown and for the third one it is an heterogeneous group from local moroccan breed.

Haemoglobin phenotypes determination of these three groups of moroccan cattle were performed by cellulose acetate or polyacrylamid gel electrophoresis.

The results said again that there is a statistically significant difference between Blond Oulmes Zear and Atlas Brown from this point of view.

The same difference can be found with cattle concerning by CABANNES and SERAIN studies in Algeria (1955).

So, it is possible to have an idea about the Atlas Brown apparentements in connection with the migration roads of cattle in Africa. It is also possible to wait adaptation possibilities in glossina areas, for example by cross-breeding with N'Dama.

RESUMEN

Estudio del polimorfismo de la hemoglobina en bovinos marroquíes

Se estudió el polimorfismo de la hemoglobina en los bovinos marroquíes.

Los 273 bovinos adultos de raza local utilizados representan 3 grupos diferentes :

- animales fuertemente aparentados a la Rubia del Oulmes Zaer ;
- animales fuertemente aparentados a la Morena del Atlas clásico ;
- animales marroquíes indeterminados, no aparentados precisamente.

La determinación de los fenotipos de la hemoglobina en dichos tres grupos de bovinos mediante electroforesis sobre acetato de celulosa o en gel de poli-acrilamide confirma que la Rubia del Oulmes Zaer es significativamente diferente de la Morena del Atlas clásico.

Se encuentra la misma diferencia en los bovinos estudiados en Algeria por CABANNES y SERAIN en 1955.

Así se puede concebir parentescos eventuales del grupo Moreno del Atlas en relación con las migraciones de bovinos en Africa.

Se puede también preveer posibilidades de adaptación en zonas donde se encuentran glosinas, por ejemplo, por cruzamiento con la raza N'Dama.

BIBLIOGRAPHIE

1. ALLONBY (E. W.), URQUHART (C. M.). A possible relation between haemonchosis and haemoglobin polymorphism in Merino sheep in Kenya. *Res. Vet. Sci.*, 1976, 20 (2) : 212-214.
2. BACHMANN (A. W.), CAMPBELL (R. S. S. F.), TOHNSTON (L. A. Y.), YELLOWLEES (D.). Bovine haemoglobin types and their possible relationship the resistance to babesiosis : an experimental study. *Tropmed. Parasit.* 1977, 28 (3) : 361-366.
3. BANGHAM (A. D.). Distribution of electrophoretically different haemoglobins among cattle breeds in Great Britain. *Nature*, 1957, 179 : 467.
4. BANGHAM (A. D.) et BLUMBERG (B. S.). Distribution of electrophoretically different haemoglobins among some cattle breed of Europe and Africa. *Nature*, 1958 (4622) : 1551-1552.
5. BOURBOUZE (A.). L'engraissement des bovins dans les zones bour des Doukkala. *Hommes Terres Eaux*, 1974, 3 (10) : 61-69.
6. BOURFIA (M.) et CHERGAOUI (B.). Quelques caractéristiques de croissance et de production des bovins de race locale. Séminaire A. N. P. A., 9-10 février 1980. 13 p.
7. BRAEND (M.). Haemoglobin variants in cattle. *Anim. Blood Grps. biochem. genet.*, 1971 (2) : 15-21.
8. BRIOUGA (J.). Echinococose-hydatidose au Maroc : épidémiologie et prophylaxie. Thèse. Doc. vét. Alfort. 1974, n° 43.
9. BRIOUGA (J.), MAHIN (L.), VERHULST (A.) et ANSAY (M.). Premier sondage sur le polymorphisme de cinq enzymes marqueurs génétiques chez les bovins marocains de type Brune de l'Atlas. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, sous presse.
10. CABANNES (R.) et SERAIN (Ch.). Hétérogénéité de l'hémoglobine des bovidés. Identification électrophorétique de deux hémoglobines bovines. *C. R. Soc. Biol.*, 1955, 149 (1-2) : 7-10.
11. CARR (W. R.). The haemoglobins of indigenous breeds of cattle in central Africa. *Rhod. J. agric. Res.*, 1964, 2 : 93-94.
12. CHARLET. Aperçu sur les campagnes marocaines. Rabat, département de Géographie et Sciences humaines, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, 1977.
13. CHERGAOUI (B.). Contribution à l'étude des caractéristiques de production laitière de croissance et de reproduction des bovins de race locale. Mémoire du 3^e cycle Agronomie, I. A. V. Hassan II, Rabat 1977.

14. DECHAMBRE (P). In : JOSHI et FRENCH (E. L.), 1922.
15. EFREMOV (G.) et BRAEND (M.). A new haemoglobin in cattle. *Acta Vet. Scand.*, 1965, 6 : 109-111.
16. L'élevage au Maroc. Rabat, Ministère de l'Agriculture, Direction de l'Élevage, 1977.
17. EPSTEIN (H.). The origin of the domestic animals of Africa. Africana publishing corporation, 1971. 2 vol. (I. S. B. N. 0 8419-0066-3. Library of congress n° 76. 136491).
18. E. S. A. B. R. Polymorphismes biochimiques des animaux. X^e Congrès européen sur les groupes sanguins et le polymorphisme biochimique des animaux. Paris, 1966, chapitre VIII, Haemoglobins in various species : 381-435.
19. FRENCH (M. H.). Les bovins d'Afrique. F. A. O., Rome, 1967 (II), Race Brune de l'Atlas, 35-42.
20. HADDANE (B.). Etude de quelques paramètres biochimiques sériques des bovins marocains dits « Beldi ». Thèse Doc. vét., Inst. Agro. et vét., Hassan II, 1977. 14 p.
21. JOSHI (N. R.), McLAUGHLIN (E. A.) et PHILLIPS (R. W.). Les bovins d'Afrique. Types et races. Rome, F. A. O., 1957. 315 p. (Études agricoles F. A. O. n° 37).
22. LE STUM (H.). Premiers résultats d'un essai d'intensification de l'élevage d'une race bovine locale marocaine, la Brune de l'Atlas. *Hommes Terres Eaux*, 1974, 2 (11) : 62-84.
23. L'HERITIER (Ph.). Génétique. Paris, Masson, 1975. 314 p. (I. S. B. N. 2.225.42218-4).
24. LUCOTTE (G.). Le polymorphisme biochimique et les facteurs de son maintien. Paris, Masson 1977, index alphabétique, 62 p. (I. S. B. N. 2.225.46343.3).
25. MAHIN (L.) et BRIOUGA (J.). Etudes électrophorétiques des protéines sériques chez les bovins élevés au Maroc. 1. Animaux adultes cliniquement sains. *Maroc vét.* (sous presse).
26. Man and cattle. Proceeding of a symposium on domestication at the Royal Anthropological Institute, 21-26 mai 1960-1963. 125 p.
27. MILOVAN (E.), GRANCIU (I.). Study on biochemical polymorphism in holstein and prinzgau breeds. *Rev. Roum. Biol. Zool.*, 1973, 18 (3) : 235-239.
28. MOUTAWAKIL (A.). Les maladies infectieuses animales au Maroc. Incidence et plan de lutte. Thèse. Doc. vét. Alfort, 1977. n° 84.
29. NOUAOUI (C.). Contribution à l'établissement des normes hématologiques du bétail de race locale et frisonne Pie-Noire. Thèse. doct. vét. I. A. V. Hassan II, Rabat. 1978.
30. OSTERHOFF (D. R.). Relevance to human biology of animal haemoglobin studies. *Wld Rev. anim. Prod.* 1973, 9 (1) : 52-58.
31. OSTERHOFF (D. R.). Haemoglobin types in Africa cattle. *J. S. Afr. vet. Ass.*, 1975, 46 (2) : 185-189.
32. OSTERHOFF (D. R.), YOUNG (E.), WARD-COX (I. S.). A study of genetic blood variants in african buffalo. *J. S. Afr. vet. med. Ass.*, 1970, 41 (1) : 33-37.
33. PARODI (A. L.). Les hémoglobines animales. *Rec. Méd. vét.* 1969, 145 : 917-936.
34. PAYNE (W.). Cattle production in the tropics. London, Longman, 1970.
35. PETIT (J. P.). Détermination de la nature des hémoglobines chez 982 bovins africains malgaches (taurins et zébus) par électrophorèse sur acétate de cellulose. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1968, 21 (3) : 405-413.
36. PETIT (J. P.). Rapport annuel de l'I. E. M. V. T. *Biochimie*, 1974 : 119-125.
37. PETIT (J. P.). Haemoglobin polymorphism studies of west African trypanotolerant taurine breeds (*Bos taurus typicus*). Congrès I. S. A. B. R., Dublin, 12-17 juillet 1976.
38. PETIT (J. P.). Bases biologiques de la trypanotolérance. 1^{re} consultation d'experts sur la recherche concernant la trypanotolérance et l'élevage des animaux trypanotolérants. Rome, F. A. O. 16-19 mars 1976. 11 p.
39. PETIT (J. P.) et QUEVAL (R.). Le Kouri : race bovine du lac Tchad. II. Etudes biochimiques : les hémoglobines et les constituants du sérum. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1973, 26 (1) : 97-104.
40. La population bovine locale. Rabat, Ministère de l'Agriculture, Direction de l'Élevage, 1979.
41. QUEVAL (R.), PETIT (J. P.), HASCOET (M. C.). Analyses des hémoglobines du zébu arabe (*Bos indicus*). *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1971, 24 (1) : 47-51.
42. SALISBURY (W. G.) and SHREFFLER (D. C.). Haemoglobin variants in dairy cattle. *Dairy Sci.*, 1957, 40 : 1198-1199.
43. SCHROEDER (W. Q.), SHELTON (J. R.), SHELTON (J. B.), ROBERSON (B.), RADIN (D. R.). A comparison of amino acid sequences in the β chains of adult bovine haemoglobins A and B. *Arch. Biochem. Biophys.*, 1967, 120 : 124-135.
44. SCHWELLNUS (M.) et GURIN (G.). Differences between the HbC variants in Brahman and indigenous Southern African cattle breeds. *Animal Blood Grps Biochem. Genet.*, 1977, 8 (3) : 161-169.
45. SUKUMARAN (P. K.). Studies of the haemoglobins A and B of Indian cattle. Note préliminaire n° 21081. *Biochim. Biophys. Acta*, 1965, 100 : 616-618.
46. VAYSSE (J.). L'élevage au Maroc (Rabat), la Terre Marocaine, 1952.
47. ZEMRANI (A. B.) et OUKASSOU (L.). Éléments pour la contribution au développement de la production de viande bovine au Maroc. Journées de recherches bovines El Koudia, 15 juillet 1977.