

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة 8 ماي 1945 قالمة
Université 8 Mai 1945 Guelma
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers



Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master
Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Sciences Alimentaires
Spécialité/Option : Production et Transformation Laitières
Département : Écologie et Génie de l'Environnement (EGE)

Analyse multivariée de la variation morpho- biométrique des populations bovines de la Brune d'Atlas dans le Nord Est Algérien

Présenté par :

HADDAD Kamal

KIBOUB Dounya

Devant le jury composé de :

Pr. Dr. BENYOUNES Abdelaziz (Professeur)

Dr. BOUDALIA Sofiane (MCA)

Pr. Dr. CHEMMAM Mabrouk (Professeur)

Président

Encadreur

Examineur

Université 8 Mai 1945, Guelma

Université 8 Mai 1945, Guelma

Université 8 Mai 1945, Guelma

Juillet 2019

Remerciements

Il est primordial de remercier « **ALLAH** » de tout ce qu'il nous apporte dans la vie et de nous avoir donné la force et le courage pour réaliser ce travail.

Nous tenons tout d'abord à exprimer nos sincères remerciements à notre encadreur, **Dr. BOUDALIA Sofiane**, pour son encadrement, ses précieux conseils, Sa compétence, sa patience, son enthousiasme et l'attention particulière avec laquelle il a suivi et dirigé ce travail.

Nos vifs remerciements vont également à **Dr. BOUSBIA Aissam** pour son aide et ses conseils bien avisés, pour ses remarques constructives qui ont contribué à l'amélioration de ce mémoire, nous le remercions vivement.

Nos profonds respects et notre reconnaissance vont au **Pr. BENYOUNES Abdelaziz**, pour avoir accepté de présider ce jury.

Nous tenons à remercier **Pr. CHEMMAM Mabrouk** d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Un grand merci pour tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

Dédicaces

Je dédie ce travail :

*A mes parents, qui m'ont toujours soutenu, guidé et encouragé
Pour les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien
être.*

A mes chers frères

A mes chers amis

A toute ma famille

*A tous mes amies d'étude de la spécialité Production et
transformation laitières*

A tous ceux que j'aime et ceux qui m'aiment

*Je remercie tous ce qui par leurs encouragements, leurs aides, leurs
conseils, ont contribué à la réalisation de ce travail*

*Enfin mon plus profond respect va tout droit à mes aimables
professeurs dans tous les cycles de ma scolarité qui m'ont éclairé la
voie du savoir*

Dounya

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

A Mes Très Chers Parents : J'espère toujours être à la hauteur de ce que vous attendez de moi, et ne jamais vous décevoir. Puisse DIEU le tout puissant vous donner santé, bonheur et longue vie.

A Ma Chère épouse: Tu m'as toujours soutenu, compris et réconforté.

Merci pour ta tendresse, ton attention, ta patience et tes encouragements ; Merci pour tout.

Puisse Dieu nous préserve du mal, nous comble de santé, de bonheur et nous procure une longue vie.

A Mon Cher Frère : J'implore DIEU qu'il t'apporte bonheur et santé.

A Mes Chères Sœurs : Permettez-moi de vous témoigner tout le respect que vous méritez ainsi que ma profonde affection.

A toute la famille HADDAD et toute la famille BOUNEFLA.

A tous mes Amis et collègues.

Kamal

Résumé

La présente étude traite l'analyse de treize caractères quantitatifs et seize caractères qualitatifs de 130 bovins adultes des deux sexes comprenant un effectif de 35, 30, 35 et 30 respectivement pour les quatre rameaux, gris (Guelmois), blanc (Cheurfa), noir (Sétifien) et fauve qui composent la race bovine locale de l'Algérie dite Brune d'Atlas. Les caractères quantitatifs ont été analysés à l'aide d'une approche multivariée. L'analyse de variance obtenue par GLM a indiqué que les effets de la race étaient hautement significatifs pour la majorité des caractères étudiés et pour l'ensemble des valeurs biométriques concernant l'effet de sexe mais n'est pas significatif pour l'effet d'âge. Le coefficient alpha de Cronbach était satisfait et supérieur à 0,70 pour les quatre rameaux. La plupart des corrélations entre les variables mesurées étaient significatifs ($p < 0,05/0,01$) et varient de 36,6% à 92,6%, de 33,5% à 92,3, de 96,9% à 36,4% et de 36,7% à 94% respectivement pour le rameau Guelmois, Sétifien, Cheurfa et Fauve. Concernant les caractères qualitatifs, neuf variables sont présentés par une dominance complète d'un type morphologique donné, le reste des variables varient entre la prédominance ou non d'un caractère donné. En conclusion, il existe des différences morphologiques entre les quatre rameaux, dont le rameau Sétifien, qui présente sur l'ensemble des mensurations, des valeurs moyennes supérieures à celles des trois autres écotypes.

Mots clés : Race locale, brune d'Atlas, analyse factorielle, bovin, mensuration.

Abstract

The present study aim to analyze thirteen quantitative characters and sixteen qualitative characteristics of 130 adult cattle of both sexes, including a total of 35, 30, 35 and 30 respectively for the four twigs: gray (*Guelmois*), white (*Cheurfa*), black (*Sétifien*) and tawny that make up the local cattle breed of Algeria called brown of Atlas. Quantitative traits were analyzed using a multivariate approach. The analysis of variance obtained by GLM indicated that the effects of the race were highly significant for the majority of the characters studied and for all the biometric values concerning the effect of sex but is not significant for the effect of "age". Cronbach's alpha was satisfied and greater than 0.70 for all four branches. Most of the correlations between the measured variables were significant ($p < 0.05 / 0.01$) and ranged from 36.6% to 92.6%, from 33.5% to 92.3, from 96.9% to 36.4% and 36.7% to 94% respectively for the Guelmois, Sétifien, Cheurfa and Fauve branches. Concerning the qualitative characteristics, nine variables are presented by a complete dominance of a given morphological type; the remains are varied between the predominance or not of a given character. Here we show that there are morphological differences between the four twigs, with the "*Sétifien*" showing on all the measurements, average values higher than those of the other three ecotypes.

Keywords: brown of Atlas, local breed, measurements, cattle, factor analysis.

الملخص

تتناول هذه الدراسة تحليل ثلاثة عشر من الخصائص الكمية و ستة عشر من الخصائص النوعية ل 130 رأس من الأبقار البالغة من كلا الجنسين بحيث أن عدد العينات على التوالي هو 35, 30, 35, 30 للأغصان الأربعة , الرمادي , الأبيض , الأسود و الأسمر المصفر و التي تشكل سلالة الأبقار المحلية في الجزائر. تم تحليل الصفات الكمية باستخدام نهج متعدد المتغيرات. أوضح تحليل التباين الذي حصل عليه أن تأثيرات السلالة كان له تأثير كبير بالنسبة لغالبية الخصائص التي تمت دراستها و نفس الشيء بالنسبة لجميع القيم البيومترية المتعلقة بتأثير الجنس و لكن تأثير العمر ليس مهما.

نتائج التحاليل كانت مقبولة و أكبر من 0.70 لجميع الفروع الأربعة. كانت معظم الارتباطات بين المتغيرات الكمية كبيرة و تراوحت بين 36.6 % إلى 92.6 % ، من 33.5 % إلى 92.3 ، من 96.9 % إلى 36.4 % و 36.7 % إلى 94 % على التوالي لفروع الرمادي و الأسود و الأبيض و الأسمر المصفر. فيما يتعلق بالخصائص النوعية , يتم تقديم تسعة متغيرات من خلال هيمنة كاملة من النوع المورفولوجي, و تتنوع البقية بين غلبة أو لا لمتغير معين. لقد استنتجنا أن هناك اختلافات مورفولوجية بين الأغصان الأربعة , حيث يظهر الأسود على جميع القياسات , و يبلغ متوسط القيم أعلى من الأنواع البيئية الثلاثة الأخرى.

الكلمات المفتاحية

السلالة المحلية, القيم البيومترية, المتغيرات, القياسات, التحليل العاملي

Indice des figures

Figure	Titre	Page
1	Illustration de quelques variables quantitatives mesurées (A : TP, B : LC, C : HG, D : TM, E : LB, F : LO, G : LCO) (FAO, 2013)	9
2	Dendrogrammes basés sur la distance euclidienne montrant les relations des 13 variables morpho-métriques étudiés (A : rameau Guelmois, B : rameau Sétifien, C : rameau Cheurfa et D, rameau Fauve)	24

Liste des tableaux

Tableau	Titre	page
1	Données géographiques et topographiques des élevages autochtones prospectés pour l'étude de la variabilité morphologique	7
2	Variables morpho-métriques retenues	8
3	Variables morphologiques retenues	10
4	Moyennes arithmétiques et moyennes des moindres carrées pour les différents descripteurs morpho métriques (cm) des 4 écotypes de la Brune d'Atlas	15/16
5	Résultats du modèle linéaire général multi-varié (GLM) pour les caractères morphologiques mesurés sur les différents écotypes de la Brune d'Atlas	17/18
6	Répartition des différents individus échantillonnés dans les 4 écotypes entre différents états de caractères pour les 16 variables qualitatives retenues pour l'analyse de la variabilité entre écotypes	19/20
7	Coefficients de corrélation de Pearson entre les mesures corporelles de le rameau Guelmois (au-dessus de la diagonale) et Sétifien (au-dessous de la diagonale)	21
8	Coefficients de corrélation de Pearson entre les mesures corporelles de le rameau Cheurfa (au-dessus de la diagonale) et le rameau fauve (au-dessous de la diagonale)	22
9	Variance totale expliquée par différentes composantes pour les 4 rameaux étudiés	27
10	Corrélations entre les variables et les facteurs (poids factoriel) après rotation Varimax (rameau Guelmois, Cheurfa Sétifien et Fauve)	29/30

Sommaire

Résumé	8
Abstract	9
المخلص	10
Introduction générale	1
1. Rappels bibliographiques	5
1.1. Bovin local en Algérie : origine et relations phylogénétiques	1
1.1.1. Origine de l'espèce bovine	1
1.1.2. Domestication du bœuf et du zébu	1
1.1.3. Origine de la race bovine locale	2
1.2. Bovin local en Algérie : étude morphologique	2
1.3. Bovin local en Algérie : études génomiques du bovin local en Algérie	3
2. Matériels et méthodes	5
2.1 Matériel animal	6
2.2 Collecte des données et zone d'étude	6
2.3 Méthode de mesures	7
2.4 Analyses statistiques	11
3. Résultats et discussion	13
3.1. Morphométrie et morphologie comparées entre les différents écotypes de la Brune d'Atlas	14
3.2. Relation entre les différents traits morpho-biométriques	21
3.3. Analyses multi-variées : Analyse factorielle en composantes principales	25
Conclusion générale	31
Références bibliographiques	33

Introduction générale

L'isolement géographique au fil du temps, ainsi que la réduction de la taille des populations et les conséquences de la sélection naturelle et artificielle chez les animaux domestiques, ont contribué à l'apparition d'une grande variété de types génétiques au sein d'espèces, parfois appelées races. Ces mêmes facteurs ont également contribué à la variation au sein des races elles-mêmes (**Hall et Bradley. 1995 ; Bruford et al. 2003**) La croissance démographique et le développement socio-économique ont engendré des besoins croissants, cette croissance est accompagnée par un changement dans les habitudes alimentaires des consommateurs. Les systèmes agricoles modernes et intensifs ont été critiqués comme étant souvent préjudiciables et non viables du point de vue écologique et social (**Pretty. 1995 ; Jiao et Min. 2017**) Ces problèmes ont amené les experts à revoir la politique de l'intensification par le retour aux systèmes agricoles traditionnels pratiqués par les agriculteurs locaux depuis des siècles, grâce à des pratiques ingénieuses aboutissant souvent à la fois à la sécurité alimentaire des communautés, et à la conservation des services éco-systémiques (**Altieri. 2002 ; Petrescu et Petrescu-Mag. 2015 ;Jiao et Min. 2017**) La classification des animaux de la ferme a été faite selon quatre catégories : espèces sauvages, populations traditionnelles, race standardisées et lignées sélectionnées (**Lauvergne. 1982**) Les animaux domestiques jouent un rôle important dans la couverture des besoins humains. Cette couverture est assurée par quelques 4 500 races provenant de 40 espèces animales. Ces races, constituent ce qui reste du fond de la diversité génétique pour répondre aux demandes futures (**FAO. 1999**) La FAO a participé à la collecte des données provenant de quelque 180 pays touchant presque la totalité des races mammifères et d'oiseaux domestiqués où le nombre est estimé à 6 500 : bovins, chèvres, moutons, buffles, yaks, porcs, chevaux, lapins, poulets, dindes, canards, oies, pigeons, et mêmes autruches(**FAO. 2000**) Cependant, cet inventaire révèle une problématique majeure qui touche les races d'animaux domestiques, où seulement un tiers de celles-ci ont été bien encadrées par des données bien précises. Par contre, un total de 1350 races est en risque de disparition, 119 ont été déclarées officiellement éteintes et 620 sont considérées comme éteintes. La diversité génétique et la conservation des races d'animaux locales sont des atouts précieux pour chaque pays, où l'agriculture reste un secteur économique incontestable. En outre, la diversité, en général, représente un patrimoine culturel important (**Barbieri et al. 2014**) La préservation des races d'animaux domestiques

représente, entre autres, un outil essentiel pour préserver les traditions rurales. Ainsi, la diminution de la diversité des races animales semble avoir été affectée par le développement du système productif et des processus de mondialisation associés (**Tisdell. 2003**) La diversité génétique des animaux endémiques est souvent marquée par une tolérance élevée aux conditions climatiques extrêmement dures, une résistance aux maladies, aux parasites externes et une bonne adaptation aux conditions de l'élevage. Au cours de ces dernières années, l'élevage bovin a connu une intensification importante surtout par la voie génétique, où cette augmentation de la productivité par vache a été accompagnée par une absorption des races autochtones. Un grand nombre de races de bovins de haut potentiel productif ont été sélectionnés, à partir des races locales primitives en raison de leur adaptation aux conditions environnementales locales (**Zjalic et al 2005**)

En revanche, l'Algérie est le plus grand pays dans le continent africain, avec une superficie de plus de 2 millions de Km². Ce pays contient des ressources génétiques animales locales qui sont caractérisées par une forte diversité. Cette diversité est affectée par un brassage incontrôlé avec d'autres races ou populations étrangères (**Feliachi. 2003**) La population bovine totale en Algérie est estimée à environ 1 895 126 de têtes (**FAOSAT. 2017**) L'Algérie a adopté depuis les années soixante des politiques d'encouragement à l'élevage bovin laitier. Cette politique est basée sur l'injection massive des capitaux dans le secteur, afin d'encourager l'importation des ressources génétiques, notamment les génisses pleines de haut potentiel génétique à savoir : la Pie noire, la Pie rouge et la Tarentaise dans les années 1970 et l'Holstein et la Montbéliard à partir des années 2000 (**Bedrani. 2008**) Les populations ou les rameaux des bovins autochtones de l'Algérie s'apparentent toutes à la brune de l'Atlas (**Geoffrey. 1919**) Les croisements souvent anarchiques, et l'insémination artificielle à base des semences importées ont fortement réduit le sang des races locales qui ne subsistent qu'en mélange. Cette mutation profonde de la structure du cheptel local provoque ainsi une diminution remarquable des effectifs, où la part du cheptel de race locale est passée de 82% de l'effectif total contre 18 % de la race améliorée en 1986 (**Khecha. 1988**) à environ 47 % de l'effectif total contre 43 % de la race améliorée en 2005 (**Kherzat. 2005**)

Une race est un groupe d'animaux présentant des caractéristiques qualitatives et quantitatives normalisées (**Audiot. 1985; Sierra Alfranca. 2001**) En Algérie et à notre connaissance, aucune procédure de standardisation n'a été validée pour définir la race bovine locale à cause de l'absence d'enregistrement généalogique. Outre, très peu d'études

ont été publiées sur les bovins autochtones en Algérie, bien que les premiers travaux ont été réalisés depuis la période coloniale sur l'amélioration de cette race via le croisement avec d'autres races comme la Tarentaise et la Schwitz (**Sadeler. 1931**) Les études biométriques servent à caractériser la conformation corporelle de différentes races de bétail, à comparer la croissance de différents individus, et à décrire un individu ou une population d'une manière plus efficace que les méthodes conventionnelles de pesée et de classement (**Salako. 2006 ; Mutua et al. 2011 et Pundir et al. 2011**) La caractérisation d'une race de bétail constitue la première approche en vue d'une utilisation durable de ressources génétiques animales (**Tolenkhomba et al. 2012**)

Les mesures morpho biométriques sont utilisées pour évaluer les caractéristiques de différentes races d'animaux, et pourraient fournir des informations utiles sur l'adéquation d'animaux à la sélection (**Nesamvuni et al.2000 ; Rastijaet al. 2004 ; Araujo et al. 2006 ;Mwacharo et al.2006 ;Martins et al.2009 et Yakubu et al. 2010**). Les résultats des programmes d'amélioration génétique pourraient également être évalués sur une base morphologique (**Riva et al. 2004**) Bien que les analyses récentes ont porté sur les techniques moléculaires, la plupart des espèces et sous-espèces de mammifères étaient à l'origine décrites sur la base de caractéristiques morphologiques (**Feldhamer et al. 2004**)

Les études antérieures sur la caractérisation phénotypique de la brune d'atlas et notamment l'aspect du phanère, la couleur des robes et la barymétrie sont d'une part, sporadiques et non exhaustives, et d'autre part sont limitées à l'analyse de variance, alors que pour une meilleure classification du bétail, il vaut mieux utiliser des outils statistiques multi-variés (**Yakubu et Akinyemi. 2010**) L'analyse statistique uni-variée, traite chaque variable séparément, ainsi, elle n'explique pas en quoi les populations étudiées diffèrent, lorsque toutes les variables morphologiques mesurées sont considérées de manière simultanée (**Dossa et al. 2007**) Lorsque toutes les variables morphologiques mesurées sont simultanément considérées, les analyses multifactorielles discriminantes se sont avérées appropriées pour mesurer la variation au sein d'une population (**Yakubu et al. 2010**)

En effet, de nombreuses questions pourraient être soulignées sur l'existence d'un standard bien précis qui caractérise les différents écotypes de cette race. Ya-t-il des variables descriptives permettent de distinguer les différents écotypes de la brune de l'Atlas en Algérie ? Afin de définir laquelle de ces variables représentait le mieux la conformation corporelle chez les écotypes locaux. C'est dans ce contexte que s'insère la présente étude qui vise à mettre en évidence :

✚ caractériser quatre écotypes de la Brune d'Atlas indigènes de l'Algérie sur la base de variations morphologiques à l'aide d'analyses discriminantes à variables multiples, qui pourraient contribuer à la gestion, à la conservation et à l'amélioration génétique de la race locale.

✚ étude des différentes caractéristiques morpho biométriques et la relation entre les différentes mesures corporelle

✚ développement de composantes non observables (latentes) afin de définir laquelle de ces mesures représente le mieux la conformation corporelle chez les différents écotypes étudiés à l'aide de l'analyse en composante principale (ACP). Ces composantes pourront être exploitées dans les programmes de sélection pour acquérir des informations fiables. Cette étude comprend deux parties :

- ✓ La première partie est consacrée à une recherche bibliographique très succincte sur **(1)** Le bovin local en Algérie : origine et relations phylogénétiques ; **(2)** Les études morphologiques du bovin local en Algérie **(3)** Les études génomiques du bovin local en Algérie
- ✓ La deuxième partie de ce travail rapporte la méthodologie mise en œuvre, les résultats obtenus et leur discussion et enfin une conclusion.

1. Rappels bibliographiques

1.1. Bovin local en Algérie : origine et relations phylogénétiques

1.1.1. Origine de l'espèce bovine

L'aurochs ou auroch (*Bos primigenius*) est l'origine de tous les bovins domestiques taurine et zébu (**Edwards et al. 2007**). D'après **Felius (1995)** *B.p.primigenius* est l'origine des bovins domestiques taurines et *B.p.namadicus* est l'origine du zébu. La forme africaine, *B.p.opisthonomus /mauretanicus /africanus* est rattachée au *B.p.primigenius* (**Guintard. 2009**)

Selon des archives fossiles, il y a trois sous-espèces d'Auroch (**Mwai et al. 2015**) *B.p.africanus* était habité l'Afrique du nord (**Linseele. 2004**), *B.p. primigenius* a été largement distribué en Eurasie occidentale, alors que l'ancêtre sauvage du zébu *B.p.nomadicus* habité l'Asie du sud (**Stok et Gifford-Gonzalez. 2013**).

1.1.2. Domestication du bœuf et du zébu

L'histoire de la domestication est depuis longtemps un centre d'intérêt commun de l'archéologie et de la paléo-génétique, et des nombreux travaux effectués ou en cours visent à mieux cerner l'histoire des races bovines actuelles (**Scheu et al. 2008**) Dans la conception classique de la domestication des bovins, l'Aurochs aurait été domestiqué en Mésopotamie et au niveau du croissant fertile, en Asie mineure (**Hainard. 1997**) Des foyers européens de domestication locale ont été attestés de façon ponctuelle dans les Carpates (**Troy et al. 2001**)

Cependant, les dernières études archéo-zoologiques, ainsi que l'avènement de la paléobiologie et de l'analyse d'ADN fossile ont permis de mieux cerner la réalité de la domestication des bovins (**Vigne et al. 2007**) A partir des ossements retrouvés sur des sites archéologiques, des nombreux travaux ont été réalisés ces dernières années sur l'ADN contenu dans ces ossements (**Pruvost et al. 2007**) ces travaux confirment l'absence de domestication locale de l'Aurochs en Europe occidentale, telle qu'avancée (**Edwards et al. 2007**) Un second foyer Indien ressort des analyses génétiques pour le zébu (**Beja-Pereira. et al, 2006**) Un éventuel croisement entre l'Aurochs et les races domestiques est l'origine des nombreux études et des recherches actuellement (**Götherström et al. 2005**) Après la domestication, la sélection des bovins s'est faite sur diverses aptitudes pendant des milliers d'années qui ont suivi cette étape majeure de l'histoire du bœuf. L'objectif de la production animale (lait et/ou viande) conduit à la création des milliers de races bovines (**Guintard. 2009**)

1.1.3. Origine de la race bovine locale

La race bovine locale en Algérie est représentée essentiellement par la race Brune d'Atlas qui présente la majorité des bovins autochtones de l'Afrique du Nord, découvert par Thomas (ITEBO. 1997) Selon le même auteur, Bos Taurus Primigineus Mauritanicus est l'ancêtre principale de la Brune d'Atlas (Guerissi. 2009) L'origine du bovin de l'Afrique du nord est encore controversée avec deux hypothèses qui sont encore débattues (Ben Jamaa et al. 2018) Elle est d'origine Ibérique (Bonneyoy 1900, Geoffroy 1919) Certaines études ont rapporté que les bovins de l'Afrique du nord pourraient être l'origine de la domestication africaine indigène d'Aurochs sauvages Bos Primigenius (Bradley et al. 1996 ; Wendorf and Schild, 1998) et subit plus tard, une influence génétique des taurins d'Europe et/ou du Proche-Orient (Hanotte et al. 2002) D'après les études génétiques menées à la région de Maghreb (Tunisie, Algérie, Maroc), les races bovines locales de ces pays possèdent une origine mélangée entre les ancêtres Européens (sud) et les ancêtres Africains (Ben Jamaa et al. 2018)

1.2. Bovin local en Algérie : étude morphologique

D'après Nedjraoui (2001) la race bovine locale (Brune de l'Atlas) est subdivisée en quatre rameaux essentiels qui sont identifiées par la couleur de la robe, la Guelmoise (robe grise foncé), la Cheurfa, (robe blanchâtre), la Chélifienne, (robe fauve), la Sétifienne, (robe noirâtre). Les autres populations secondaires qui sont en voie de disparition avec des effectifs très réduits comme la Djerba, la Kabylie et Chaoui. Les deux derniers dérivent respectivement de la Guelmoise et de la Cheurfa suite aux mutations successives de l'élevage bovin. (FAO. 2003)

La race bovine locale est un animal de petite taille, rustique et bien adapté aux conditions environnementales. Elle est bien adaptée aux variations des régimes alimentaires, aux maladies infectieuses et parasitaires et la résistance à la sous-alimentation (Aissaoui et al. 2003) Selon une référence très ancienne de (Joshi et al. 1957) qui ont décrit la morphologie de la race locale qui se caractérise par une tête large et courte, avec un profil droit et légèrement concave, un front assez concave, les côtes sont arrondies et la poitrine profonde avec une encolure courte et le fanon peu développé. Les membres sont fins et les sabots résistants et solidement constitués, les poils sont courts et bien fournis, le dos est rectiligne ou légèrement déprimé au centre, la croupe est d'une longueur moyenne,

elle est généralement légère. Parmi les populations bovines de l'Algérie, quatre écotypes ont été considérés comme des rameaux prédominant, à savoir le rameau Guelmois, Cheurfa, Sétifien et Chélifien. La population Guelmoise vive en zones forestières, elle est identifiée dans les régions de Guelma et de Jijel. Les adultes sont principalement de couleur gris clair à foncé, les extrémités de la tête, du cou et de la queue sont généralement plus sombres. La muqueuse nasale est noire et entourée par un anneau clair (**Rahal et al. 2017**) La population Cheurfa se localise en bordure des forêts. Elle se rencontre beaucoup plus dans les régions de Jijel et de Guelma et sur les zones lacustres de la région d'Annaba, elle possède une robe grise claire presque blanchâtre (**FAO. 2003**) La tête à un profil droit ou légèrement concave. Le mufle et les paupières sont noirs. Les membres sont courts à cuisses minces qui se terminent par des sabots noirs. La femelle a des mamelles régulières qui ont des trayons presque cylindriques, les poils sont courts. (**ITELV. 2014**) La Sétifienne est localisée dans les monts du Bâbord, elle a une robe noire et uniforme. Elle présente une bonne conformation. La queue est aussi noire et longue. Ce rameau est caractérisé par la ligne marron du dos. Dans les hautes plaines céréalières où les femelles sont conduites en semi-extensif, le poids et la production laitière sont proches à celle des races importées (**FAO. 2003**) La Chélifienne s'adapte à des conditions plus rustiques. Elle se localise essentiellement dans les monts du Dahra. Elle est caractérisée par une robe fauve avec une longue queue noire qui touche le sol, une tête courte, des cornes généralement en forme de crochets, des orbites saillantes entourées de lunettes 'marron foncée. (**FAO. 2003**)

1.3. Bovin local en Algérie : études génomiques du bovin local en Algérie

Les microsatellites sont un type de marqueur génétique qui reflète la densité très élevée et dispersée de manière aléatoire sur des chromosomes. Ils sont de plus en plus utilisés pour les études de génétique, en particulier pour les races en voie de disparition, en raison de leur degré élevé de polymorphisme (**Teneva. et al 2005 ; Georgescu et al. 2009**) En ce qui concerne les bovins autochtones en Algérie, différentes études sur des nombres différents de microsatellites par rapport à ceux recommandés pour les études de diversité génétique chez les bovins (**FAO. 2011**) ont déjà été effectués notamment par (**Rahel et al. 2017, Ben Jemaa et al. 2018 et Mehdid et al. 2018**) La diversité génétique de la population Guelmoise a été évaluée sur 24 individus génotypés pour Illumina BovineSNP50BeadChipv2 par **Ben Jemaa et al (2018)** Ces derniers ont montré que la

population Guelmoise est une population mélangée, qui a une forte similitude génétique avec le bovin Tunisien et Marocain en raison à la fois d'une origine ancestrale commune et d'un flux de gènes continu via la reproduction anarchique. Indice de diversité de Shannon-Weaver qui est le rapport entre la diversité calculée de chaque caractère H et la diversité maximale (H_{max}). Ce dernier a été calculé par **Mehdid et al (2018)** pour la population Tlemcenienne et Guelmoise. Dans la race Tlemcenienne, les caractères ont une grande diversité ($H = 0,31$) que ceux de la race Guelmoise ($H = 0,28$). Cette forte diversité est probablement dû au fait que les races Tlemceniennes subissent des croisements incontrôlés et que les échanges des reproducteurs sont importants par rapport à la population Guelmoise **Mehdid et al (2018)** L'hétérozygotie et la consanguinité ont été également étudiées dans la population Guelmoise par **Rahel et al (2017)** qui ont trouvé un coefficient d'hétérozygotie (H_0) égal à 0,30, similaire à celle des trois populations tunisiennes, la Blonde du Cap Bon, la Brune de l'Atlas Grise et la Brune de l' Atlas Fauve qui ont été génotypées par la même puce SNP (**Ben Jemaa et al. 2015**) Outre, la consanguinité qui a été calculée par l'indice de fixation(FIS), il était de l'ordre de (0,04), ce qui indique que l'accouplement entre les individus apparentés est rare. Ces données contribuent à la faisabilité d'un programme de conservation et de sélection pour la population Guelmoise.

2. Matériels et méthodes

2.1 Matériel animal

Le cheptel bovin local est constitué d'une population bovine très hétérogène où le phénotype de la race peut varier d'un élevage à un autre. La race locale est définie par son standard avec des spécificités accordées aux écotypes. D'après **Baccouche et al (2015)** l'écotype est le groupe d'animaux appartenant au standard de la race bovine mais qui se distingue par, au moins, un caractère morphologique différent (couleur de la tête, de la robe et/ou format de l'animal) qui se transmet d'une génération à une autre. Dans cette étude, quatre écotypes de la Brune d'Atlas sont étudiés à savoir : **(1)** le rameau de la race Guelmoise, dont la robe est grise foncée, appelée communément « Zarga » ou « Hmami » relative à couleur des plumes du pigeon. **(2)** le rameau de la race Cheurfa, caractérisé par un pelage gris clair presque blanchâtre, appelée communément « Beida » c'est-à-dire la blonde. **(3)** le rameau de la race Sétifienne se caractérise par une robe noirâtre uniforme, appelée communément « El kahla » c'est-à-dire la noire. **(4)** le rameau fauve dont la couleur de la robe peut être fauve claire ou fauve foncée. Ce rameau porte plusieurs appellations comme le rameau de la race Chélifienne, le rameau de la race Tlemcenienne ou la race La Krouminiène. L'écotype fauve porte aussi plusieurs appellations locales à savoir : « Safraa » c'est-à-dire fauve, « Hamraa » c'est-à-dire rouge ou « Chehba » c'est-à-dire beige et « khomriya ». Les appellations des différents écotypes de la Brune d'Atlas correspondent généralement aux noms des locaux berceaux de chaque écotype.

2.2 Collecte des données et zone d'étude

Des efforts ont été faits pour limiter l'échantillon aux écotypes répondant au standard de la race bovine locale avec au moins une spécificité morphologique qui les distingue. Un total de 130 animaux adultes des deux sexes a été mesuré, comprenant un effectif de 35, 30, 35 et 30 respectivement pour les rameaux gris, blanc, noir et fauve, seuls les bovins adultes de deux ans et plus ont été pris en compte afin d'éviter les effets de la croissance rapide des jeunes animaux.

Les échantillons d'animaux ont été pris au hasard dans 30 exploitations d'élevage bovin local. 73 % des exploitations exploitent au moins deux écotypes différents et 27% n'ont qu'un seul écotype. Ces exploitations sont caractérisées d'une part, par des troupeaux de petite taille qui ne dépasse pas 10 animaux dans 30% des exploitations, et d'autre part, par la pratique d'élevage en extensive avec le faible recours à la complémentation.

L'échantillon était constitué de 70% de femelles et de 30% mâles. Le nombre relativement élevé de femelles dans cet échantillon pourrait être attribué au fait qu'elles sont retenues dans le troupeau pour la reproduction, alors que les mâles sont souvent vendus. Le **tableau 1** montre les localités des élevages où les mesures ont été effectuées. Les exploitations ont été informées au moins 2 jour avant l'enquête. Ce qui leur a permis de prendre leurs dispositions pour garder les animaux dans l'exploitation ou de faire chercher leurs animaux qui se trouvent en permanence dans les pâturages.

Tableau 1. Données géographiques et topographiques des élevages autochtones prospectés pour l'étude de la variabilité morphologique

Nom des localités	Elevage	Latitude N	Longitude E	Altitude (m)	Topographie	Etage bioclimatique
Bordj Sabath	3	36.241147	7.025497	533	Plaine et Montagne	Subhumide
Ain Larbi	13	36.155786	7.234650	892	Piémont et Montagne	Subhumide
khizara	4	36.221504	7.320128	420	Piémont et Montagne	Subhumide
Bekouche Lakhdar	1	36.420033	7.180009	101	Plaine	Humide
Guelma	7	36.270146	7.260081	328	Plaine	Humide
Houari Boumediene	2	36.245507	7.171342	422	Piémont	Subhumide

2.3 Méthode de mesures

Chaque animal a été caractérisé en suivant les recommandations de la FAO sur la caractérisation phénotypique des ressources génétiques animales (FAO, 2013). Treize variables quantitatives ont été retenues pour la caractérisation morpho biométrique, et 16 variables qualitatives ont été utilisées comme variables supplémentaires (**tableau 2, 3 et figure 1**). L'âge a été déterminé selon le nombre des incisives permanentes 2, 4, 6 et 8 et pour les sujets les plus âgés en se basant sur la déclaration des éleveurs. Toutes les mesures

ont été enregistrées par le même opérateur pour éviter les effets entre opérateurs. Tous les traits ont été enregistrés à partir du côté gauche de chaque animal placé sur un sol plat et tenu par deux assistants. Les différentes mensurations ont été effectuées à l'aide d'un ruban mètre et une canne-toise.

Tableau 2. Les variables morphométriques retenues

Variable	Abréviation	Mesure*
Tour de poitrine	TP	La circonférence du corps immédiatement derrière l'omoplate dans un plan vertical, perpendiculaire à l'axe longitudinal du corps.
Longueur du corps	LC	La distance horizontale depuis la pointe de l'épaule jusqu'à l'ischion
Hauteur au garrot	HG	La distance verticale depuis la partie inférieure du pied avant jusqu'au point le plus haut de l'épaule sur le garrot.
Tour de museau	TM	La mesure doit être effectuée un peu au-dessus des naseaux et autour du point où le fanon rencontre le menton.
Tour de jarret	TJ	La mesure doit être oblique, en passant par la pointe et le pli du jarret.
Largeur du bassin	LB	Distance horizontale entre les points extrêmes latéraux de l'ilion (tuber coxae ou pointes de la hanche) du bassin.
Longueur du bassin	LOB	Distance entre la pointe de la hanche et la pointe des fesses.
Longueur de l'oreille	LO	Distance entre le point de fixation de l'oreille et le bout de l'oreille.
Longueur de la corne	LCO	Longueur de la corne sur son côté extérieur, depuis sa racine sur la nuque jusqu'à la pointe.
Longueur de la crâne	LCR	La distance entre la nuque à l'incision du mufle
Largeur du mufle	LAM	La largeur du mufle au niveau des naseaux
Tour du canon	TC	Réalisé au niveau du canon gauche de l'animal du membre antérieur
Indice dactylo-thoracique	IDT	Tour du canon/ Tour de poitrine

* mesure selon les points anatomiques de références définies par la (FAO, 2013)

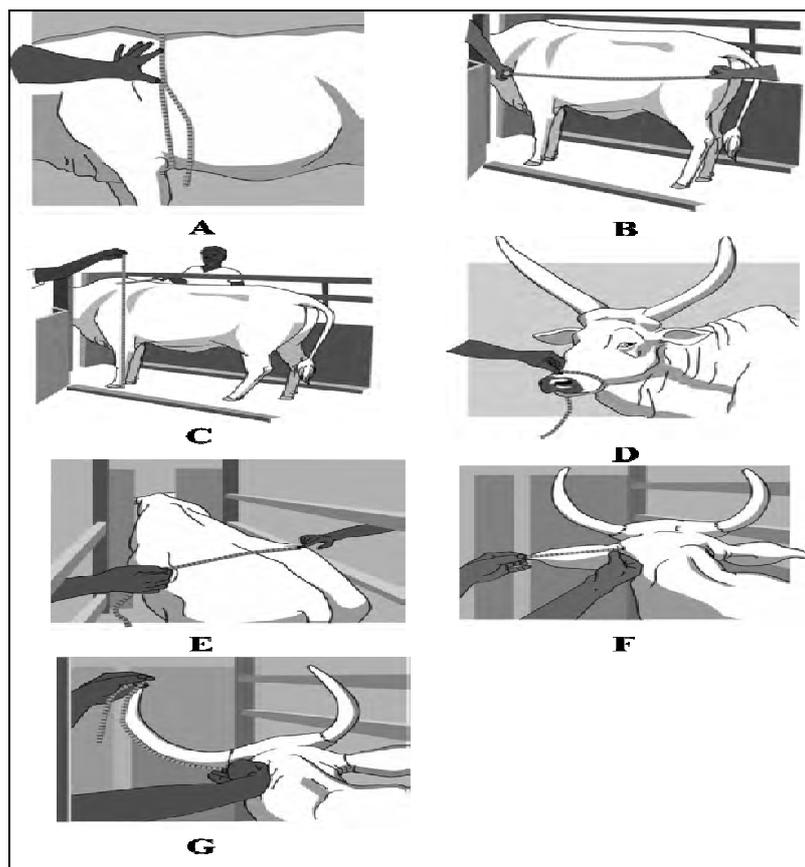


Figure 1. Illustration de quelques variables quantitatives mesurées (A : TP, B : LC, C : HG, D : TM, E : LB, F : LO, G : LCO) (FAO, 2013).

Tableau 3. Les variables morphologiques retenues

Variable	Abréviation	Modalités et codes associés
Couleur de la robe	CR	Grise (1), noire (2), blanche (3), fauve(4), marron(5), beige(6)
Forme des cornes	FCO	Courbé (1), droit(2), croissant (3)
Orientation des cornes	OCO	extrémité pointée latéralement (1), vers le haut (2) vers le bas (3) en avant (4)
Couleur des sabots	CS	Noire(1), brune(2),
Longueur de la queue	LQ	Longue (sous les jarrets) (1), moyenne (au niveau du jarret) (2), courte (au-dessus du jarret) (3)
Présence des cornes	PC	Présente (1), absente(2)
Couleur des cornes	CCO	Brune (1), noire (2), blanche(3)
Forme des oreilles	FOR	Arrondie (1), à bord droit (2)
Orientation des oreilles	OO	Latérale (1), tombante(2), dressée vers le haut(3)
Longueur du poil	LP	Moyenne (1à2cm) (1), (2) longue (>2 cm)
Forme de la tête	FT	Rectiligne(1) légèrement concave (2)
Taille du fanon	FAN	Absent (1), petite (2), moyenne (3), grande(4)
Profil de la ligne du dos	DOS	Droit(1), légèrement déprimé au centre(2)
Couleur du mufle	MUF	Noire (1), blanche (2)
Motif de la robe	MR	Uni (1), panachure (2)
Couleur des paupières	CP	Noire (1), blanche (2)

2.4 Analyses statistiques

Les variables quantitatives ont été exprimées en moyenne (μ). Les variables qualitatives ont été exprimées sous forme de pourcentage (%). La variabilité a été estimée par l'écart-type (σ) et le coefficient de variation exprimé en % ($CV = (\sigma/\mu) \times 100$) : rapport entre σ et μ), ce dernier permettant de se libérer de l'unité de la mesure.

Pour tester les effets fixes de la race, du sexe et de l'âge sur les variables morphométriques étudiées, la procédure GLM qui utilise la méthode des moindres carrés a été appliquée, en adaptant le modèle linéaire suivant :

$$Y_{ijk} = \text{écotype}_i + \text{sexe}(j) + \text{âge}(k) + \epsilon_{ijk},$$

Où Y_{ijk} est la valeur des différents descripteurs morphométriques (TP ; LC ; HG ; TM ; TJ ; LB ; LAB, LO ; LCO ; LCR, LAM, TC et IDT). écotype_i montre l'effet fixe des différents écotypes avec ($i=1$ à 4 ; i_1 = rameau guelmois, i_2 = rameau Cheurfâ, i_3 = rameau Sétifien, et i_4 = rameau Fauve, $n_4=30$). $\text{sexe}(j)$ est l'effet fixe du sexe mâle et femelle ($j=1$ pour le mâle, $n_1 = 30$ et 2 pour la femelle $n_2 = 100$). L'effet fixe de l'âge (k) des individus ($K=1$ à 5 ; ≤ 3 (14 individus), 4 à 6 (71 individus), > 6 à 8 (28 individus), > 8 à 10 (7 individus) et > 10 ans (10 individus)). Les effets de la conduite d'élevage et de la localité ont été confondus avec l'écotype, car les écotypes ont été presque élevés dans des exploitations de la même localité ; ayant presque les mêmes pratiques d'élevages et de pâturage, ils n'ont pas été inclus dans le modèle. Les interactions entre les effets ont été considérées comme négligeables et n'ont pas été testées. Les comparaisons des moyennes des moindres carrés pour les différents écotypes, ainsi pour les différentes classes d'âge ont été effectuées à l'aide du test de Bonferroni après avoir examiné l'effet de signification sur les variables observées. Les coefficients de corrélation de Pearson entre différentes mesures corporelles ont été estimés. Le coefficient alpha de Cronbach (α) a été calculé afin d'évaluer l'homogénéité et la cohérence interne d'un ensemble de variable pour un groupe donné. Dans la pratique, une homogénéité est satisfaisante lorsque la valeur du coefficient est au moins égale à 0,80 (Tavakol et Dennick, 2011).

Selon Everitt et al (2001) l'analyse en composantes principales, est une méthode de réduction d'un ensemble des variables de données multivariées, X_1, X_2, \dots, X_p , en des nouvelles variables, y_1, y_2, \dots, y_p (axe ou facteur factoriel), qui ne sont pas corrélées entre

elles et expliquent des proportions décroissantes de la variance totale des variables initiales définies comme suit:

$$y_1 = a_{11} x_1 + a_{12} x_2 + \dots + a_{1p} x_p$$

$$y_2 = a_{21} x_1 + a_{22} x_2 + \dots + a_{2p} x_p$$

$$y_p = a_{p1} x_1 + a_{p2} x_2 + \dots + a_{pp} x_p$$

Les coefficients étant choisis de sorte que y_1, y_2, \dots, y_p tiennent compte de proportions décroissantes de la variance totale des variables d'origine, x_1, x_2, \dots, x_p .

Afin de tester la validité de l'analyse factorielle de l'ensemble de données, le critère d'adéquation d'échantillonnage de Kaiser-Meyer-Olkin a été calculé, si le modèle à facteurs communs était approprié, un KMO inférieur à 0,5 n'a pas été accepté. Le test de sphéricité de Bartlett a été calculé pour établir la validité de l'ensemble de données à un niveau de signification de 1% (Everitt et al. 2001) La règle de Kaiser a été utilisée pour déterminer le nombre de facteurs, c'est-à-dire ne retenir que les facteurs dont la valeur propre est supérieure à 1 (Johnson et Wichern. 1982) La Méthode de rotation orthogonale (VARIMAX) a été utilisée afin de minimiser le nombre de variables ayant de fortes corrélations surtout avec la première composante principale pour redistribuer les pondérations des variables sur l'ensemble des composantes retenues. La variance commune entre chaque variable et l'ensemble des composantes retenues a été calculée. La variance d'une variable peut être décomposée en deux parties. La première partie s'appelle la variance commune (facteur de communalité), où la variance est partagée par autres variables incluses dans le modèle. La communalité pour chaque variable mesure la variance de cette variable expliquée conjointement par l'ensemble des composantes factorielles retenues (Johnson et Wichern. 1982) La deuxième partie est appelée variance spécifique (variance unique). L'inspection de ces variances est importante car elle peut indiquer facilement les variables qui ont une variance unique, non partagée par l'ensemble des autres variables.

3. Résultats et discussion

3.1. Morphométrie et morphologie comparées entre les différents écotypes de la Brune d'Atlas.

Les moyennes arithmétiques et les moyennes des moindres carrées pour les mesures corporelles de chaque écotype sont présentées dans le **tableau 4**. Les mesures corporelles observées dans la présente étude montrent des moyennes faibles et presque similaires des variables TP, LC, HG, LB et LOB pour les rameaux Guelmois et Fauve. Ces résultats suggèrent que le rameau Guelmois et Fauve sont des bovins de petite taille comparés aux rameaux Cheurfa et Sétifien qui ont montré des moyennes les plus élevées. Ce résultat montre un meilleur développement squelettique et musculaire pour ces deux derniers rameaux, et indique qu'ils sont meilleurs pour la production de viande. Le rameau Sétifien présente sur l'ensemble des mensurations, des valeurs moyennes supérieures à celles des trois autres écotypes. En effet, chez ce rameau, la moyenne du tour de poitrine qui est de l'ordre de 175,88 cm soit la plus importante en comparaison avec les autres rameaux. Ceci permet d'apprécier une bonne conformation, et un développement harmonieux des organes internes du rameau Sétifien par rapport aux autres. La supériorité des mensurations constatées chez les bovins Sétifien et Cheurfa est en relation avec les reliefs, où ils se trouvent généralement dans la plaine, tandis que les rameaux, Guelmois et Fauve se trouvent généralement dans les zones montagneuses, avec des terrains accidentés et à proximité des maquis denses et des forêts interdisant l'accès pour des animaux de grand format. Ce constat a été confirmé par l'indice dactylo-thoracique, qui évolue dans le sens inverse de la finesse, en effet plus la valeur de cet indice diminue plus la finesse augmente. Les coefficients de variation pour les différentes mesures ont montré une variabilité généralement faible, soit 70 % des variables étudiées ont enregistré un coefficient de variation qui ne dépasse pas les 10 %, ce qui indique que les bovins de chaque rameau ont une taille presque similaire. Ces coefficients varient de 3,98% (LOB) à 23,15% (LCO) pour le rameau Guelmois, de 3,05% (TP) à 15,10% (LCO) pour le rameau Cheurfa, de 3,38% (LOB) à 19,82% (LCO) pour le rameau Sétifien, et de 3,25% (LOB) à 19,46% (LCO) pour le rameau fauve. C'est la longueur des cornes qui représente le paramètre biométrique le plus hétérogène que ce soit le rameau étudié. Ainsi, ces résultats de similarité vont dans le même sens que ceux observés par **Boujenane (2015)** qui a rapporté que l'homogénéité au sein de race locale Marocaine, pourrait être due à une sélection naturelle qui favorise une forme et une taille bien adaptées à l'environnement local.

Tableau 4. Moyennes arithmétiques et moyennes des moindres carrées pour les différents descripteurs morpho métriques (cm) des 4 écotypes de la Brune d'Atlas.

Variable	Moyenne arithmétique (CV)				Moyenne des moindres carrées ± SE				S
	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	
TP	168,57	172,70	175,88	168,23	171,08	176,34	179,16	173,13	***
	(5,27)	(3,05)	(6,08)	(4,24)	±	±	±	±	
	1,22	1,01	1,55	1,31					
LC	122,85	123,56	128,40	121,70	125,42	126,54	129,55	124,79	NS
	(9,05)	(5,22)	(6,94)	(6,41)	±	±	±	±	
	1,55	1,11	1,43	1,62					
HG	124,34	124,93	128,40	124,20	125,18	126,27	129,80	125,56	***
	(5,64)	(3,69)	(4,15)	(3,52)	±	±	±	±	
	1,18	0,94	0,95	0,95					
TM	46,14	45,20	48,65	46,03	47,03	47,23	50,31	46,97	**
	(6,95)	(5,35)	(8,16)	(7,40)	±	±	±	±	
	0,61	0,47	0,72	0,56					
TJ	37,60	36,46	39,71	37,06	38,73	38,29	40,86	38,13	***
	(8,13)	(8,31)	(9,51)	(3,65)	±	±	±	±	
	0,63	0,06	0,64	0,63					
LB	42,00	43,80	45,37	42,73	43,62	46,33	46,77	44,53	***
	(11,04)	(9,65)	(10,80)	(11,37)	±	±	±	±	
	0,84	1,03	0,85	0,97					
LOB	41,14	41,26	42,54	40,86	41,61	42,09	42,94	41,54	***
	(3,98)	(3,17)	(3,38)	(3,25)	±	±	±	±	
	0,23	0,23	0,19	0,20					
LO	17,60	17,70	18,05	18,20	17,23	17,32	18,06	17,98	NS
	(11,98)	(8,75)	(7,81)	(8,57)	±	±	±	±	
	0,37	0,35	0,35	0,34					
LCO	20,51	19,33	21,08	20,70	19,56	18,68	20,23	20,40	NS
	(23,15)	(15,10)	(19,82)	(19,46)	±	±	±	±	
	0,78	0,76	0,64	0,74					
LCR	44,00	41,56	44,82	43,40	45,89	43,92	45,92	45,25	**
	(7,25)	(7,79)	(11,55)	(10,13)	±	±	±	±	
	0,59	0,64	0,72	0,69					

Résultats et discussion

LAM	11,85	11,93	12,68	11,56	12,36	12,74	13,37	12,45	***
	(12,23)	(10,20)	(9,06)	(10,03)	±	±	±	±	
					0,16	0,20	0,16	0,19	
TC	16,31	15,96	16,94	15,73	17,30	17,60	17,94	17,32	NS
	(13,54)	(1,86)	(15,05)	(11,88)	±	±	±	±	
					0,16	0,20	0,22	0,18	
IDT	0,90	0,95	0,96	0,92	0,99	1,00	1,01	0,99	NS
	(8,72)	(8,28)	(10,46)	(8,30)	±	±	±	±	
					0,01	0,01	0,01	0,01	

R1 : rameau Guelmois, R2 : rameau Cheurfa, R3 : rameau Sétifien, R4 : rameau Fauve, CV : coefficient de variation (%), SE : erreur standard, * ($p < 0.001$), ** ($p \leq 0.01$), NS : non significatif.**

L'analyse de variance obtenue par GLM a indiqué que les effets de la race étaient hautement significatifs pour la majorité des caractères étudiés, excepté pour LCO, LO, TC, IDT et LC. Ce dernier caractère a une différence entre rameau qui tend à la signification ($p = 0,057$) (**Tableau 4 et 5**) L'effet du rameau était significatif ($p < 0,05$) pour les caractères d'importance économique comme TP, HG, TJ, LB, LOB qui sont très recherchés dans un programme d'amélioration génétique. Par contre, les caractères qui n'ont pas une grande importance dans la sélection, comme LCO et LO, TC et IDT étaient presque les mêmes dans les quatre rameaux, d'où l'absence d'une différence significative entre les rameaux ($p > 0,05$). Les différences entre les rameaux sont en faveur des bovins Sétifiens. Les différences entre le rameau Sétifien et le rameau Fauve sont égales à 7,65 cm, 6,7 cm, 4,2 cm, 2,62 cm, 2,65 cm, 2,64 cm, 1,68 cm, 1,42 cm, 1,12 cm et 1,21 cm respectivement pour TP, LC, HG, TM, TJ, LB, LOB, LCR, LAM et TC. Cette situation est une bonne indication d'une différence génétique considérable entre les rameaux. Par rapport aux autres facteurs étudiés, il existe des signes de dimorphisme sexuel entre les deux sexes. Pour l'ensemble des valeurs biométriques, les différences observées entre les valeurs moyennes des mâles et des femelles sont toujours hautement significatives (**Tableau 5**) Le dimorphisme sexuel dans les quatre écotypes de la Brune de l'Atlas est très net et apparaît clairement à partir des différentes mesures effectuées. L'effet des catégories d'âge n'est pas significatif que sur quelques variables étudiées comme HG, TM et TC, ceci peut être expliqué par le fait, que les mesures sont prises à des catégories d'âges d'animaux adultes où la croissance des animaux est achevée.

Tableau 5. Résultats du modèle linéaire général multi-varié (GLM) pour les caractères morphologiques mesurés sur les différents écotypes de la Brune d'Atlas.

Sources	Variables	Ddl	CM	F	P
écotypes	TP	3	16,248	9,288	0,000
	LC	3	4,489	2,578	0,057
	HG	3	12,833	8,370	0,000
	TM	3	9,251	6,282	0,01
	TJ	3	10,488	6,396	0,000
	LB	3	11,183	7,884	0,000
	LOB	3	20,273	13,256	0,000
	LO	3	3,735	2,398	0,071
	LCO	3	2,643	1,551	0,205
	LCR	3	11,051	5,605	0,01
	LAM	3	14,487	9,883	0,000
	TC	3	3,075	2,092	0,105
	IDT	3	0,647	0,287	0,834
Sexe	TP	1	45,859	26,216	0,000
	LC	1	31,483	18,081	0,000
	HG	1	6,029	3,932	0,050
	TM	1	6,334	4,301	0,04
	TJ	1	13,935	8,498	0,004
	LB	1	11,435	8,062	0,005
	LOB	1	76,131	49,782	0,000
	LO	1	15,250	9,982	0,02
	LCO	1	51,266	30,085	0,000
	LCR	1	43,455	21,206	0,000
	LAM	1	110,689	75,507	0,000
	TC	1	396,03	269,360	0,000
	IDT	1	1037,774	460,651	0,000
Age	TP	4	0,417	0,239	0,916
	LC	4	2,648	1,521	0,2
	HG	4	4,456	2,906	0,025
	TM	4	28,100	19,081	0,00
	TJ	4	2,129	1,298	0,275
	LB	4	1,252	0,882	0,477
	LOB	4	1,201	0,785	0,537
	LO	4	0,842	0,541	0,706
	LCO	4	1,902	1,116	0,352
	LCR	4	1,051	0,513	0,726
	LAM	4	1,561	1,065	0,377
	TC	4	3,939	2,679	0,035
	IDT	4	2,009	0,892	0,471
Erreur	TP	121	1,749		
	LC	121	1,741		
	HG	121	1,533		
	TM	121	1,473		
	TJ	121	1,640		
	LB	121	1,418		
	LOB	121	1,529		

LO	121	1,558
LCO	121	1,704
LCR	121	2,049
LAM	121	1,466
TC	121	1,470
IDT	121	2,253

CM : Carré moyen, une différence entre les résultats a été considérée comme significative pour une valeur de $p < 0,05$

La fréquence d'apparition des différentes modalités morphologiques à l'intérieur de chaque caractère qualitatif parmi les quatre écotypes et sur l'ensemble des individus échantillonnés est présentée dans le **tableau 6**. Les variables CS, LQ, PC, FOR, LP, FAN, MUF et CP sont les plus stables sur l'ensemble des 130 individus étudiés. En effet, pour chacun de ces 8 caractères, une dominance complète d'un type morphologique donné a été constatée. Ainsi, 100 % des animaux ont des sabots noirs, 100% des individus possèdent une queue longue, tous les animaux sont cornés et possèdent des oreilles arrondies avec une orientation latérale, 100 % des animaux ont une taille moyenne du fanon, 100 % des animaux ont une couleur noir du mufle et de la paupière. Cette dominance complète de ces 8 caractères, est observée au niveau de chaque rameau sans aucune exception. Pour les trois caractères FT, DOS et MR, une tendance à la prédominance d'un type morphologique est observée. Ainsi 70% (91/130) des individus ont une tête de forme concave, 88% (114/130) possèdent un profil de la ligne du dos de forme rectiligne, 67% (87/130) possèdent une robe non panachée (unie). La tendance à la prédominance d'un type morphologique donné, pour l'ensemble de ces 3 caractères, est constatée au niveau de chaque rameau à l'exception notable du motif de la robe pour lequel une dominance complète de la robe panachée a été observée parmi les individus du rameau Guelmois. Le caractère le plus variable est l'orientation des cornes (OCO). Pour ce caractère, aucune prédominance particulière d'un type morphologique parmi les animaux analysés n'a été constatée. Pour la variable couleur de la robe (CR), la couleur grise, blanche et noire sont des couleurs représentatives des rameaux respectives : Guelmois, Cheurfa et Sétifien. Cependant, le rameau Fauve possède 3 modalités du couleur à savoir : fauve, fauve foncé et fauve claire.

Tableau 6. Répartition des différents individus échantillonnés dans les 4 écotypes entre différents états de caractères pour les 16 variables qualitatives retenues pour l'analyse de la variabilité entre écotypes.

Caractères analysés	Modalités	Nombre d'observation par rameau					
		R1	R2	R3	R4	Total	%
CR	Grise	35	0	0	0	35	27
	Blanche	0	30	0	0	30	23
	Noire	0	0	35	0	35	27
	Fauve	0	0	0	8	8	6
	Fauve foncée	0	0	0	12	12	9
	Fauve claire	0	0	0	10	10	8
	Total		35	30	35	30	130
FCO	Courbé	9	12	13	10	44	34
	Droit	4	9	4	0	17	13
	Croissant	22	9	18	20	69	53
	Total	35	30	35	30	130	100
OCO	Latéralement	4	9	4	0	17	13
	Vers le haut	9	12	13	10	44	34
	Vers le bas	11	2	0	5	18	14
	En avant	11	7	18	15	51	39
	Total	35	30	35	30	130	100
CS	Noire	35	30	35	30	130	100
	Blanche	0	0	0	0	0	0
	Total	35	30	35	30	130	100
LQ	Longue	35	30	35	30	130	100
	Moyenne	0	0	0	0	0	0
	Courte	0	0	0	0	0	0
	Total	35	30	35	30	130	100
PC	Présentes	35	30	35	35	130	100
	Absentes	0	0	0	0	0	0
	Total	35	30	35	30	130	100
CCO	Gris	26	21	33	26	106	82
	Beige	9	9	2	4	24	18
	Total	35	30	35	30	130	100
FOR	Arrondi	35	30	35	30	130	100
	A bord droit	0	0	0	0	0	0
	Total	35	30	35	30	130	100
OO	Latérale	35	30	35	30	130	100
	Tombante	0	0	0	0	0	0
	Vers le haut	0	0	0	0	0	0
	Total	35	30	35	30	130	100
LP	Moyenne	35	30	35	30	130	100
	longue	0	0	0	0	0	0
	Total	35	30	35	30	130	100
FT	Rectiligne	18	6	15	0	39	30
	Concave	17	24	20	30	91	70
	Total	35	30	35	30	130	100
FAN	Absent	0	0	0	0	0	0
	Petite	0	0	0	0	0	0

Résultats et discussion

	Moyenne	35	30	35	30	130	100
	Grande	0	0	0	0	0	0
	Total	35	30	35	30	130	100
DOS	Droit	27	26	34	27	114	88
	Déprimé	8	4	1	3	16	12
	Total	35	30	35	30	130	100
MUF	Noire	35	30	35	30	130	100
	Blanche	0	0	0	0	0	0
	Total	35	30	35	30	130	100
MR	Uni	0	30	35	22	87	67
	Panachure	35	0	0	8	43	33
	Total	35	30	35	30	130	100
CP	Noire	35	30	35	30	130	100
	Blanche	0	0	0	0	0	0
	Total	35	30	35	30	130	100

3.2. Relation entre les différents traits morpho-biométriques

Tableau 7. Coefficients de corrélation de Pearson entre les mesures corporelles de le rameau Guelmois (au-dessus de la diagonale) et Sétifien (au-dessous de la diagonale).

Variables	TP	LC	HG	TM	TJ	LB	LOB	LO	LCO	LCR	LAM	TC	IDT
TP		0,689	0,790	0,292	0,505	0,418	0,685	-0,466	-0,068	0,678	0,567	0,704	0,384
LC	0,567		0,797	0,316	0,566	0,531	0,658	-0,179	-0,040	0,555	0,571	0,556	0,360
HG	0,711	0,597		0,396	0,543	0,480	0,567	-0,024	0,027	0,457	0,395	0,470	0,191
TM	0,543	0,168	0,623		0,615	0,411	-0,209	0,102	0,499	-0,043	-0,096	-0,019	-0,172
TJ	0,798	0,401	0,697	0,575		0,470	0,233	-0,258	-0,032	0,360	0,204	0,309	0,139
LB	0,639	0,507	0,719	0,355	0,647		0,373	0,124	-0,174	0,524	0,469	0,299	0,159
LOB	0,486	0,727	0,346	-0,090	0,412	0,453		-0,483	-0,366	0,636	0,633	0,591	0,397
LO	0,092	-0,258	0,204	0,328	0,361	-0,033	-0,189		0,197	-0,459	-0,198	-0,492	-0,393
LCO	-0,116	-0,458	-0,158	0,139	-0,143	-0,381	-0,383	0,213		-0,427	-0,566	-0,445	-0,532
LCR	0,727	0,647	0,653	0,335	0,612	0,800	0,599	-0,159	-0,262		0,567	0,642	0,467
LAM	0,787	0,502	0,464	0,391	0,576	0,524	0,616	-0,061	-0,201	0,638		0,796	0,731
TC	0,767	0,619	0,552	0,157	0,655	0,647	0,631	-0,048	-0,519	0,695	0,780		0,926
IDT	0,464	0,504	0,334	-0,104	0,431	0,499	0,575	-0,104	-0,635	0,511	0,607	0,923	

En gras, corrélations significatives au seuil alpha = 0.05

Tableau 8. Coefficients de corrélation de Pearson entre les mesures corporelles de le rameau Cheurfa (au-dessus de la diagonale) et le rameau fauve (au-dessous de la diagonale).

Variabes	TP	LC	HG	TM	TJ	LB	LO	LOB	LCO	LCR	LAM	TC	IDT
TP		0,752	0,841	0,145	0,443	0,480	0,356	-0,221	-0,196	0,701	0,586	0,626	0,414
LC	0,507		0,848	0,399	0,467	0,427	0,364	-0,483	-0,068	0,839	0,517	0,882	0,790
HG	0,650	0,347		0,136	0,518	0,601	0,202	-0,171	-0,188	0,747	0,448	0,711	0,561
TM	0,635	0,875	0,388		0,464	0,306	0,080	-0,504	0,050	0,195	0,005	0,352	0,364
TJ	0,587	0,671	0,577	0,676		0,115	0,305	-0,480	0,047	0,315	0,267	0,386	0,303
LB	0,850	0,355	0,613	0,509	0,573		-0,331	0,231	-0,335	0,392	-0,022	0,256	0,147
LO	0,301	-0,090	0,170	-0,150	0,158	0,319		-0,584	-0,055	0,360	0,696	0,441	0,400
LOB	0,036	-0,049	0,245	0,199	-0,033	-0,038	-0,384		0,002	-0,265	-0,407	-0,478	-0,490
LCO	-0,300	-0,152	-0,191	-0,329	-0,080	-0,224	-0,258	-0,367		-0,045	-0,420	0,039	0,107
LCR	0,659	0,488	0,543	0,523	0,754	0,742	0,532	-0,282	-0,226		0,545	0,818	0,730
LAM	0,543	0,626	0,200	0,705	0,582	0,472	0,361	-0,102	-0,513	0,713		0,600	0,512
TC	0,669	0,565	0,556	0,540	0,757	0,650	0,510	-0,181	-0,134	0,848	0,703		0,969
IDT	0,377	0,474	0,390	0,385	0,664	0,419	0,492	-0,239	-0,031	0,747	0,627	0,940	

En gras, corrélations significatives au seuil alpha = 0.05

Un total de 78 corrélations par rameau entre les différents traits morpho biométriques a été calculé, parmi ces corrélations, 52 étaient significatives dont 42 corrélations sont positives pour le rameau Guelmois. Le même nombre de combinaison significative a été enregistré pour le rameau Fauve, mais avec seulement 3 corrélations qui sont négatives. Le nombre de combinaison significative pour le rameau Sétifien a été de l'ordre de 57 avec 52 corrélations positives. Le nombre le plus faible de combinaison significative a été enregistré dans le rameau Cheurfa soit 44 corrélations significatives. De ce fait, la plupart des corrélations entre les variables mesurées étaient significatives ($p < 0,05/0,01$) et varient de 36,6% à 92,6%, de 33,5% à 92,3, de 96,9% à 36,4% et de 36,7% à 94% respectivement pour le rameau Guelmois, Sétifien, Cheurfa et Fauve (**Tableau 7 et 8**). Pour le Rameau Guelmois, la longueur des oreilles a été non corrélée avec la LC, HG, TM, TJ, et LB, indiquant l'indépendance de ces variables avec la longueur des oreilles. Cette indépendance a été plus marquée dans le rameau Sétifien, où la longueur des oreilles a été indépendante avec les autres variables à l'exception du LC et LCR. De faibles corrélations non significatives ($p > 0,05$) ont été enregistrées entre la longueur des cornes et les autres variables mesurées à l'exception du tour de mufler qui a été corrélé négativement, avec la longueur des cornes pour les deux rameaux Cheurfa et Fauve. Les corrélations trouvées dans la présente étude sont plus fortes que celles obtenues par (**Boujenane ,2015**) ; (**Pundir et al, 2011**) ;(**Slimene et al, 2012**) et (**Tolenkhomba et al, 2012**) sur quelques paramètres morpho biométriques des bovins autochtones sous d'autres conditions environnementales. La présence des corrélations positives entre les variables évaluées justifie l'utilisation de l'analyse multivariée. L'analyse de groupe (**Figure 2**) montre les relations entre les 13 variables morphométriques effectuées en deux groupes distincts. Un groupe a été formé par des variables qui définissent le gabarit de l'animal (TP, HG et LC) qui sont significativement corrélées, tandis un second groupe qui a regroupé les variables restantes.

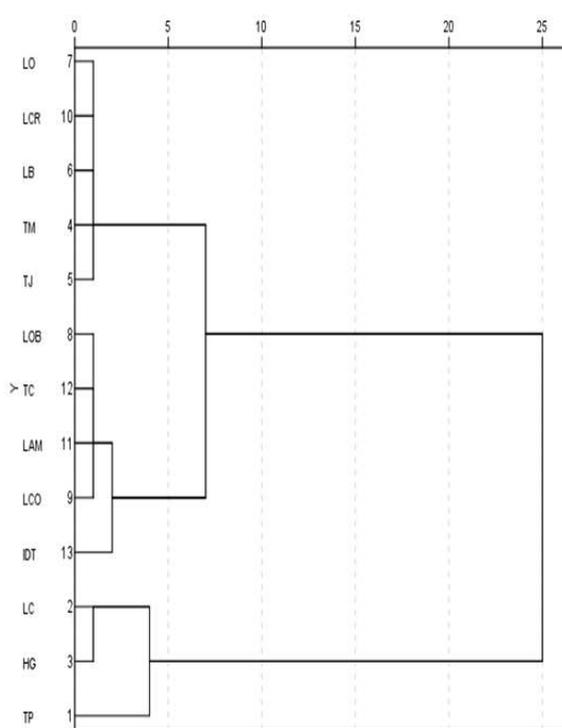


Figure A

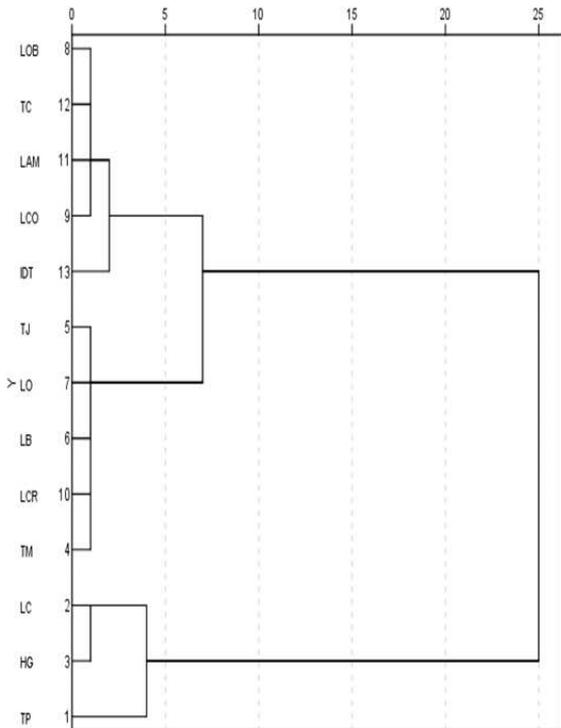


Figure B

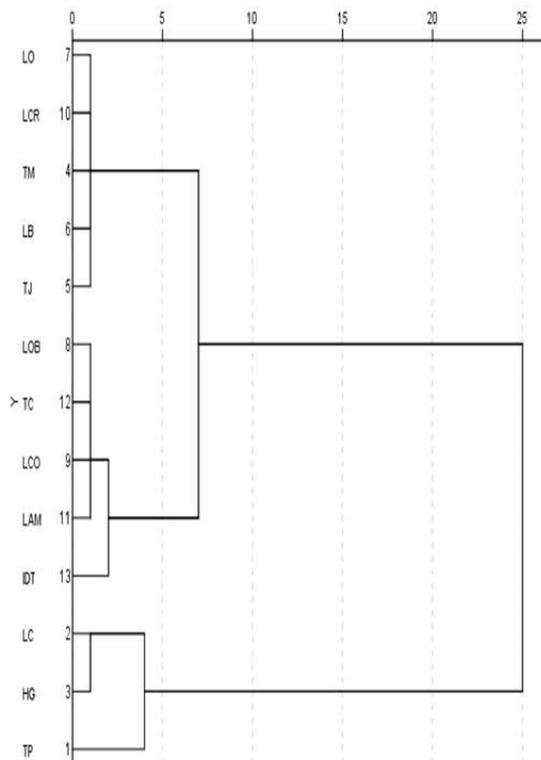


Figure C

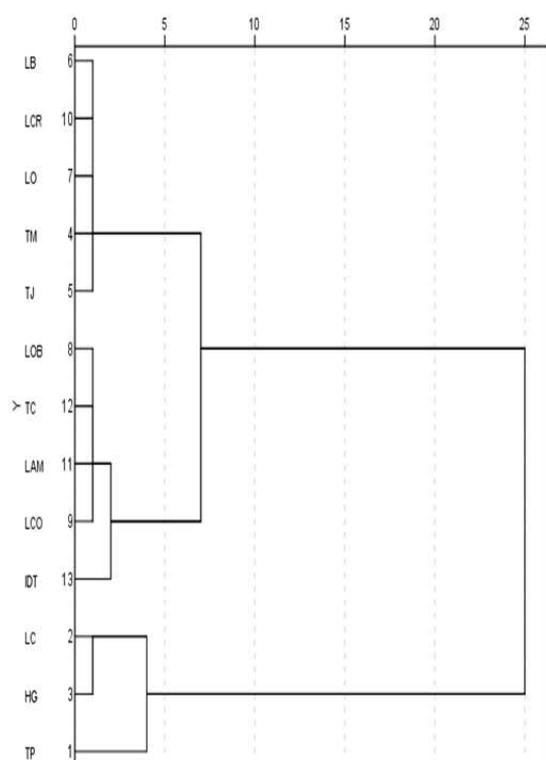


Figure D

Figure 2 : Dendrogrammes basés sur la distance euclidienne montrant les relations des 13 variables morphométriques étudiés (A : rameau Guelmois, B : rameau Sétifien, C : rameau Cheurfa et D, rameau Fauve)

3.3. Analyses multi-variées : Analyse factorielle en composantes principales

Le coefficient alpha de Cronbach a été calculé pour estimer la cohérence interne de plusieurs variables qui ont été prises ensembles. Les résultats mentionnés dans le **tableau 9** nous permettent de constater une cohérence interne de 0,816, 0,816, 0,875 et 0,864 respectivement pour le rameau Guelmois, Cheurfa, Sétifien et Fauve ce qui indique que la cohérence interne de l'échantillon du rameau Sétifien était meilleure que celles des autres rameaux, les valeurs les plus élevées d'alpha de Cronbach sont les plus souhaitables. De plus, comme les coefficients étaient supérieurs à 0,70 pour les quatre rameaux, cela signifie que la cohérence interne de l'ensemble des échantillons était satisfaisante.

Tout usage de l'analyse en composante principale, doit être justifié par la mesure de l'adéquation d'échantillonnage de Kaiser-Meyer-Olkin, qui donne une moyenne globale pour toutes les variables soit égale à 0,622, 0,621, 0,677 et 0,680 respectivement pour les bovins Guelmois, Cheurfa, Sétifien et Fauve. Les faibles valeurs de KMO indiquent que les corrélations entre toute variable et les autres variables sont uniques, ce qui n'est pas liée aux variables restantes en dehors de chaque corrélation simple. **Pundir et al. (2011)** ont signalé que les variables dont le KMO sont inférieurs à 0,50 devraient être éliminées avant l'analyse factorielle. La moyenne KMO mesurée dans les quatre rameaux était inférieure aux valeurs obtenues par **Pundir et al. (2011)** en Inde et **Boujenane. (2015)** au Maroc qui ont rapporté respectivement, une moyenne de 0.891 et 0,81.

L'application du test de sphéricité de Bartlett montre une corrélation globale très significative ($p < 0,0001$) confirmant que les variables sont très corrélées significativement pour permettre une réduction de la dimension de l'ensemble des treize variables morphométriques.

Pour chaque rameau, trois facteurs (1, 2 et 3) ont des valeurs propres supérieures à 1, indiquant que ces facteurs fournissent des axes factorielles de bonne qualité, qui résument une masse importante d'information fournies par les différentes variables morpho-métriques (règle de Kaiser). Par conséquent, seuls les trois premiers facteurs ont été retenus. Pour les bovins Guelmois, le facteur 1 représente 46,531% de la variance totale, tandis que le cumul des trois premiers facteurs (1, 2 et 3) représente 75,798% de la variance totale. Pour les bovins Cheurfa, les facteurs 1, 2 et 3 représentent respectivement 47,564%, 15,788% et 11,927%, totalisant 75,279% de la variance totale. De même pour le bovin Sétifien et Cheurfa, nous

avons retenu les 3 premiers axes factoriels. Ces axes expliquent un cumul d'information respectivement de 77,481 et 76,479 %. En comparaison avec d'autre étude, **Tolenkhomba et al. (2012)** ont extrait sept facteurs représentant 64,31% de la variance totale chez les vaches locales de Manipur en Inde, **Pundir et al.(2011)**ont trouvé trois facteurs expliquant 66,02% de la variation totale à partir de dix-huit traits biométriques des vaches Kankrej, ainsi **Yakubu et al. (2009)** ont extrait deux facteurs qui représentent 85,37% de la variation totale chez le bovin White Flauni.

Tableau 9. Variance totale expliquée par différentes composantes pour les 4 rameaux étudiés

Facteur	Rameau Guelmois			Rameau Cheurfa			Rameau Sétifien			Rameau Fauve		
	Valeur propre	Variabilité (%)	% cumulé	Valeur propre	Variabilité (%)	% cumulé	Valeur propre	Variabilité (%)	% cumulé	Valeur propre	Variabilité (%)	% cumulé
F1	6,049	46,531	46,531	6,183	47,564	47,564	6,774	52,111	52,111	6,615	50,882	50,882
F2	2,606	20,043	66,574	2,052	15,788	63,352	2,278	17,526	69,638	1,960	15,080	65,962
F3	1,199	9,224	75,798	1,550	11,927	75,279	1,020	7,843	77,481	1,367	10,517	76,479
F4	0,931	7,164	82,962	0,917	8,969	84,248	0,816	6,276	83,757	0,986	9,095	85,574
F5	0,779	5,996	88,958	0,814	6,263	90,510	0,613	4,718	88,474	0,732	5,634	91,208
F6	0,470	3,614	92,571	0,369	2,839	93,350	0,505	3,885	92,360	0,341	2,626	93,834
F7	0,339	2,609	95,181	0,299	2,301	95,651	0,311	2,391	94,751	0,288	2,219	96,053
F8	0,272	2,096	97,276	0,199	1,531	97,182	0,237	1,823	96,573	0,194	1,495	97,548
F9	0,169	1,303	98,580	0,183	1,406	98,588	0,172	1,321	97,894	0,115	0,885	98,433
F10	0,111	0,855	99,434	0,096	0,735	99,323	0,144	1,110	99,005	0,109	0,839	99,272
F11	0,052	0,398	99,832	0,065	0,496	99,819	0,087	0,665	99,670	0,057	0,439	99,711
F12	0,022	0,166	99,998	0,023	0,180	99,999	0,043	0,328	99,998	0,037	0,288	99,999
F13	0,000	0,002	100,000	0,000	0,001	100	0,000	0,002	100,000	0,000	0,001	100,000
(α) de Cronbach		0,816			0,816			0,875			0,864	
KMO		0,622			0,621			0,677			0,680	
SB	0,0001			0,0001			0,0001			0,0001		

SB : Sphéricité de Bartlett

La matrice des poids factoriels (factor loadings). Elle contient les coefficients de corrélation permettant d'exprimer le poids et le signe de chaque mesure corporelle, en fonction des composantes extraites (**Tableau 10**).

Le premier facteur a attribué des coefficients négatifs pour le TM, TJ, LOB et LCO pour le rameau Guelmois. Les caractères morphométriques fortement corrélés au premier facteur ($r > 0,7$) sont LAM, TC, IDT et LCO. Le second facteur attribue des coefficients positifs à toutes les caractéristiques morphométriques à l'exception de la longueur du bassin (LOB). Ce facteur caractérise le TP, LC, HG, TM et TJ. Le troisième facteur renseigne sur LOB. Il caractérise le rameau Guelmois selon la longueur du bassin. Pour les autres rameaux, les coefficients montrent que les contributions relatives les plus élevées aux facteurs 1, 2 et 3 étaient HG, LO et TM respectivement pour le rameau Cheurfâ, TP, IDT et LOB, respectivement pour les bovins Sétifiens et LC, LO, et LCO, respectivement pour le rameau Fauve. Les variables les plus étroitement associées au facteur 1 que ce soit le rameau étudié étaient le tour de poitrine, la longueur du corps, la hauteur au garrot. Ces variables tendent à décrire la taille générale de l'animal. Tandis que les facteurs 2 et 3 indiquent la forme de l'animal. Ceci est en accord avec les résultats obtenus par (**Carpenter et al 1978 ; Hayashi et al 1981 ; Yakubu et al. 2009**).

De même, la communalité des variables, qui représente la proportion de la variance de chacune des 13 variables partagée par les axes factoriels retenus, cette communalité était moyenne à forte. Elles varient respectivement de 0,619 (TJ) à 0,882 (LOB), de 0,449 (TJ) à 0,918 (LC), de 0,630 (LCO) à 0,933 (TC) et de 0,519 (HG) à 0,918 (TM) chez les bovins Guelmois, Cheurfâ, Sétifien et Fauve (**Tableau 10**).

Les communalités inférieures de certains traits, comme la longueur des oreilles et la longueur de la crane, chez le rameau Guelmois, la longueur des cornes et le tour du jarret, chez le rameau Cheurfâ, le tour du mufle et la longueur des cornes chez le rameau Sétifien, la hauteur au garrot et le tour du mufle chez le rameau Fauve indiquent que ces traits sont moins efficaces, pour expliquer la variation totale de la conformation corporelle par rapport aux autres traits. Des résultats similaires à l'exception de la hauteur au garrot et la longueur de la crane ont été rapportés par **Tolenkhomba et al (2012)**. Par contre, les communalités dont les valeurs supérieures à 0,79 comme suggère (**Yakubu, 2009**) sont de bons traits pour la sélection et évaluation génétique. Les trois facteurs obtenus pourront être utilisés pour sélectionner des animaux basés sur un groupe de variables plutôt que sur

des traits isolés. Ceci est en accord avec les conclusions de **Altarriba et al (2006)** qui ont prédit l'effet des programmes d'amélioration génétique en utilisant des données réduites sur des traits morphologiques qui sont sensibles aux réponses corrélées à la sélection.

Tableau 10. Corrélations entre les variables et les facteurs (poids factoriel) après rotation Varimax (rameau Guelmois, Cheurfa Sétifien et Fauve)

Variables	Rameau Guelmois			Communalité	Facteur unique
	Composante principale				
	1	2	3		
TP	0,371	0,727	0,434	0,855	0,145
LC	0,368	0,793	0,101	0,774	0,226
HG	0,216	0,841	0,051	0,756	0,244
TM	-0,456	0,742	-0,098	0,768	0,232
TJ	-0,002	0,771	0,155	0,619	0,381
LB	0,352	0,681	-0,417	0,761	0,239
LO	0,630	0,389	0,348	0,669	0,331
LOB	-0,240	-0,053	-0,906	0,882	0,118
LCO	-0,818	0,228	0,072	0,727	0,273
LCR	0,632	0,438	0,268	0,663	0,337
LAM	0,864	0,309	-0,018	0,842	0,158
TC	0,765	0,346	0,373	0,844	0,156
IDT	0,789	0,067	0,259	0,694	0,306
Rameau Cheurfa					
TP	0,853	0,176	-0,100	0,769	0,231
LC	0,881	0,255	0,278	0,918	0,082
HG	0,938	0,025	0,003	0,880	0,120
TM	0,277	-0,028	0,747	0,635	0,365
TJ	0,414	0,223	0,477	0,449	0,551
LB	0,713	-0,598	-0,054	0,869	0,131
LO	0,178	0,889	0,003	0,822	0,178
LOB	-0,170	-0,670	-0,511	0,740	0,260
LCO	-0,288	-0,045	0,611	0,458	0,542
LCR	0,837	0,246	0,086	0,768	0,232
LAM	0,515	0,728	-0,298	0,884	0,116
TC	0,776	0,407	0,309	0,863	0,137
IDT	0,634	0,419	0,391	0,730	0,270
Rameau Sétifien					
TP	0,880	0,264	0,001	0,844	0,156
LC	0,551	0,433	-0,484	0,726	0,274
HG	0,865	0,114	0,044	0,764	0,236
TM	0,770	-0,341	0,270	0,782	0,218
TJ	0,815	0,277	0,317	0,842	0,158
LB	0,725	0,360	-0,121	0,671	0,329
LO	0,394	0,594	-0,399	0,667	0,333
LOB	0,168	-0,082	0,896	0,838	0,162
LCO	0,019	-0,783	0,125	0,630	0,370
LCR	0,772	0,326	-0,331	0,812	0,188

Résultats et discussion

LAM	0,675	0,432	-0,111	0,655	0,345
TC	0,569	0,780	-0,026	0,933	0,067
IDT	0,257	0,919	-0,017	0,911	0,089
<hr/>					
Rameau Fauve					
TP	0,593	0,369	0,499	0,737	0,263
LC	0,920	-0,064	-0,007	0,850	0,150
HG	0,455	0,255	0,497	0,519	0,481
TM	0,907	-0,123	0,282	0,918	0,082
TJ	0,834	0,283	0,074	0,781	0,219
LB	0,507	0,474	0,436	0,672	0,328
LO	-0,129	0,919	0,127	0,877	0,123
LOB	0,000	-0,534	0,671	0,736	0,264
LCO	-0,047	-0,111	-0,791	0,640	0,360
LCR	0,621	0,692	0,154	0,888	0,112
LAM	0,655	0,397	0,232	0,640	0,360
TC	0,692	0,653	0,082	0,912	0,088
IDT	0,592	0,638	-0,127	0,774	0,226

Conclusion générale

Les résultats de notre étude montrent que les deux rameaux Guelmois et Fauve sont des bovins de petite taille comparées aux rameaux Cheurfa et Sétifien. L'analyse de variance obtenue par GLM a indiqué que les effets de la race et du sexe influencent sur les résultats mais pas d'effet « âge ». Les résultats des mensurations montrent que le rameau Sétifien est plus gros que les autres rameaux. Les coefficients de variation pour les différentes mesures présentent une variabilité relativement faible, soit 70% des variables étudiées ont enregistré un coefficient de variation qui ne dépasse pas les 10%, ce qui indique que les bovins de chaque rameau ont une taille presque similaire. Les résultats obtenus dans cette étude sont en accord avec les données publiées par la **FAO (2003)** qui confirment que le rameau Sétifien est plus gros que les autres rameaux et présente une bonne conformation.

La structure du bovin a été expliquée à l'aide des facteurs suivants : *i*). TP, LOB, LAM et TC pour le rameaux Guelmois ; *ii*). LC, HG, LB, LO, LAM et TC pour le rameau Cheurfa ; *iii*). TP, TJ, LOB, LCR et TC pour le rameau Sétifien et *vi*). LC, TM, LO, LCR et TC pour le rameau fauve. Ces facteurs sont des bons traits pourront être exploités dans un programme de sélection et d'évaluation génétique des différents rameaux de la race bovine locale de l'Algérie.

This work is part of the research activity carried out within the ARIMNet2-BOVISOL (Coordination of Agricultural Research in the Mediterranean. EC FP7 project N°618127; www.arimnet2.net)-BOVISOL (Breeding and management practices of indigenous bovine breeds: Solutions towards a sustainable future) project funded by the Algerian Ministry of Higher Education and Scientific Research.

Références bibliographiques

- [1] **Aissaoui, C., Benakhla, A., Aouadi, H (2003)** Caractérisation du bovin Race Locale Dans l'Est Algérien : Etude Biométrique et Structurale du Troupeau, Renc. Rech. Ruminants, 111, 2003
- [2] **Altarriba, J., Varona, L., Moreno, C., Yague, G. and Pastor, F(2006)** Effect of growthselection on morphology in Pirenaicacattle. Anim Res, 55:55-63.
- [3] **Altieri, M.A (2002)** Agroecology: The science of natural resource management for poor farmers in marginal environments. *Agric. Ecosyst*, 93, 1–24. [Google Scholar] [CrossRef]
- [4] **Araujo, J.P., Machado, H., Cantalapiedra, J., Iglesias, A., Petim-Batista, F., Colaco, J., Sanchez, L (2006)** Biometric analysis of Portuguese Minhota cattle. Proceedings 8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, 13-18.
- [5] **Audiot, A(1985)** La variant 'oreilles raccourcies' de la chèvre provençale. ReclMédVét 161:683-684.
- [6] **Barbieri, R.L(2014)** Costa Gomes, J.C.; Alercia, A.; Padulosi, S. Agricultural biodiversity in Southern Brazil: Integrating efforts for conservation and use of neglected and underutilized species. *Sustainability*, 6, 741–757.
- [7] **Bedrani, S(2008)**L'agriculture, l'agroalimentaire, la pêche et le développement rural en Algérie. Options méditerranéennes, Série B/n° 61. Les agricultures méditerranéennes. Analyse par pays 37p. <http://portail2.reseau-concept.net/Upload/ciheam/fichiers/Algerie2008.pdf>
- [8] **Beja-Pereira, A., Caramelli, D., Lalueza-Fox, C., Vernesi, C., Ferrand, N., Casoli, A., Goyache, F., Royo, L.J., Conti, S., Lari, M., Martini, A., Ouragh, L., Magid, A., Atash, A., Zsolnai, A., Boscat, O, P., Triantaphylidis, C., Ploumi, K., Sineo, L., Mallegni, F., Taberlet, P., Ehhardt, G., Sampietro, L., Bertranpetit, J., Barbujani, G., Luikart, G., Bertorelle, G (2006)** The origin of European cattle: evidence from modern and ancient DNA, *Proc Natl Acad Sci USA*, 130 (21), 8113-8118.
- [9]. **Ben Jemaa, S., Boussaha, M., Ben Mehdi, M., Lee, J.H., Lee, S.-H (2015)** Genome-wide insights into population structure and genetic history of Tunisian local cattle using the illumina bovinesnp50 beadchip. *BMC Genom.* <https://doi.org/10.1186/s12864-015-1638-6>. 16.
- [10] **Ben Jemaa, S., Rahal, O., Bechir, S., Gaouar, S., Mastrangelo, S., Boussaha, M., Ciani, E (2018)** Genomic characterization of Algerian Guelmoise cattle and their genetic

relationship with other North African populations inferred from SNP genotyping arrays, *Livestock Science* 217 (2018) 19–25

[11] **Bonnevoy, M.T (1900)** Espèces bovines, Algérie expo.

[12] **Boujenane, I (2015)** Multivariate Characterisation of Oulmes-Zaer and Tidili Cattle Using the Morphological Traits. *Iranian Journal of Applied Animal Science*. 5(2), 293-299.

[13] **Bradley, D.G., Machugh, D.E., Cunningham, P., Loftus R.T (1996)** Mitochondrial diversity and the origins of African and European cattle. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 93, 5131–5135.

[14] **Bruford, MW., Bradeley, D.G. and Luikart, G (2003)** DNA markers reveal the complexity of livestock domestication. *Nat Rev Genet* 4:900-910.

[15] **Carpenter, J.A., Fitzhugh, H.A., Cartwright, T.C., Thomas, R.C. and Melton, A.A (1978)** Principal components for cow size and shape. *J. Anim. Sci.* 46, 370-375.

[16] **Edwards, C.J., Baird, J.F., Machugh, D.E (2007)** Taurine and zebu admixture in Near Eastern cattle: a comparison of mitochondrial, autosomal and Y-chromosomal data, *Animal Genetics*, b, 38 (5), 520-524.

[17] **Edwards, C.J., Bollongino, R., Scheu, A., Chamberlain, A., Tresset, A., Vigne, J.D., Baird, Larson G., Ho S.Y, And Heupink H.T et al (2007)** Mitochondrial DNA analysis shows a Near Eastern Neolithic origin for domestic cattle and no indication of domestication of European aurochs. *Proceeding of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 274:1377-1385.

[18] **Epstein, H., Mason, I.L (1972)** The origin of the domestic animals of Africa. *Africana Publishing Corporation*.

[19] **Everitt, B.S., Landau, S. and Leese, M (2001)** Cluster analysis. 4th Edition, *ArnoldPublisher, London*.

[20] **FAO (2003)** Rapport national sur les ressources génétiques animales en Algérie.

[21] **FAO (2000)** Rapport FAO/PNUE, 1 350 races de mammifères et d'oiseaux risquent de disparaître. Consulté en ligne : <http://www.fao.org/ag/fr/magazine/0011sp2.htm>

[22] **FAOSTAT(2017)** Données statistiques sur l'élevage. Disponible sur: www.fao.org.<http://www.fao.org/faostat/fr/#data/QA>

- [23] **Feldhamer, G.A., Drickamer, L.C., Belo Horizonte, M.G., Vessey, S.H., Merritt, J.F. (2004).** Mammalogy: adaptation, diversity, ecology. McGraw Hill, Boston, Massachusetts, USA.
- [24] **Feliachi K (2003)** commission nationale AnGR. Rapport national sur les ressources génétiques animales: Algérie, République algérienne démocratique et populaire. Alger, 2003. sur www.fao.org/tempref/docrep/fao/010/a1250e/annexes/CountryReports/Algeria.pdf
- [25] **Felius, M (1995)** Cattle Breeds: An Encyclopedia. Misset, Doetinchem, Netherlands.
- [26] **Food and Agriculture Organization (2011)** Molecular Genetic Characterization of Animal Genetic Resources; FAO: Rome, Italy, 2011.
- [27] **Gautier, M., Laloe, D., Moazami-Goudarzi, K (2010)** Insights into the genetic history of French cattle from dense SNP data on 47 worldwide breeds. PLOS One 5, e13038.
- [28] **Geoffroy, St Hilaire H (1919)** Espèce bovine : Races Algériennes Dans l'élevage de l'Afrique du Nord .Maroc, Algérie, Tunisie, pp189.
- [29] **Geoffroy, S.H (1919)** L'élevage en Afrique du nord, ed. Challamel, Alger.
- [30] **Georgescu, S.E., Manea, M.A., Zaulet, M., Costache, M (2009)** Genetic diversity among Romanian cattle breeds with a special focus on the Romanian Grey Steppe Breed. Romanian Biotechnol. Lett 14, 4194–4200.
- [31] **Gotherström, A., Anderung, C., Hellborg, L., Elburg, R., Smith, C., Bradley, D.G., Ellegren, H. (2005).** Cattle domestication in the Near East was followed by hybridation with aurochs bulls in Europe, Proc Biol Sci, 272 (1579), 2345-2350.
- [32] **Guerissi, D.E (2009)** La population bovine locale: Typologie et caractéristiques structurelles. Magazine vétérinaire libre Dzvet. Première année, No 1,
- [33] **Guintard, C., Mangin, J.P., Lignereux, Y. (2009).** Origine et diversité des Bovinés Domestications et représentations: l'exemple de la philatélie. Ethnozootechnie, (86), 109-131.
- [34] **Hainard, R (1997)** Mammifères sauvages d'Europe, De la chaux et Niestlé, Lauzanne-Paris, 670 p.
- [35] **Hall. SJG. and Bradley, D.G (1995)** Conserving livestock breed diversity. Trends EcolEvo 110:267-270.
- [36] **Hanotte, O., Bradley, D.G., Ochieng, J.W., Verjee, Y., Hill, E.W, Rege, J.E.O (2002)** African pastoralism: genetic imprints of origins and migrations. Science 296, 336–339.

- [37] **Hayashi Y., Nishida T., Mochizuki K. and Otsuka J (1981)** Measurements of the skull of native cattle and Banteng in In-donesia. *Japanize J. Vet. Res.* 43, 901-907.
- [38] **Itebo (1997)** Connaissance de la race bovine algérienne « la Cheurfa ».
- [39] **ITELV (2014)** Standard des races Algérienne.
- [40] **Jiao, W.; Min, Q (2017)** Reviewing the Progress in the Identification, Conservation and Management of China-Nationally Important Agricultural Heritage Systems (China-NIAHS). *Sustainability* 2017, 9, 1698.
- [41] **Johnson, R. A. and D. W. Wichern (1982)** Applied multivariate statistical analysis. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, Nj.
- [42] **Joshi, N. R., Mclaughli, E.A., Ralph,W (1957)** Les bovins d'Afrique: types et races, 35-42.
- [43] **Kecha, A (1988)** Contribution à l'étude de l'élevage bovin local dans la région montagneuse cas de la wilaya de Jijel Mémoire d'Ingénieur Agronome. INA. Alger, 88p.
- [44] **Kherzat, B (2006)** Essai d'évaluation de la politique laitière en perspective de l'adhésion de l'Algérie à l'organisation mondiale du commerce et à la zone de libre-échange européenne Thèse de magister, INA El Harrach (Alger). 100 p.
- [45] **Lauvergne, J.J (1982)** Genética en poblaciones animales después de la domestication :concecuencias para la conservacion de las razas. In : *Proceedings of the 2nd World Congress on Genetics applied to Livestock Production, Madrid, 4-8 October 1982, Vol 6,77-78*
- [46] **Linseele, V (2004)** Size and size change of the African aurochs. *J, Afr. Archaeol.* 2 : 165-185.
- [47] **Martins, C.E.N., Quadros S.A.F., Trindade J.P.P., Quadros F.L.F., Costa J.H.C., Raduenz G (2009)** Shape and function in Braford cows: The body shape as an indicative of performance and temperament. *Arch. Zootec.*, 58: 425–433
- [48] **Mwacharo, J.M., Okeyo, A.M., Kamande, G.K. Rege, J.E.O (2006)** The small East African shorthorn zebu cows in Kenya. 1: Linear body measurements. *Trop. Anim. Health Prod.*, 38:65–76.
- [49] **Mwai, O., Hanotte, O., Kwon, Y.J., Cho, S (2015)** African indigenous cattle: unique genetic resources in a rapidly changing world.

- [50] **Mutua F.K., Dewey, C.E., Arimi, S.M., Schelling, E. and. Ogara, W.O., (2011).** Prediction of live body weight using length and girth measurements for pigs in rural Western Kenya. *J Swine Health Prod.*, 19(1):26–33.
- [51] **Nadjraoui, D. (2001).** FAO Country pasture / Forage resource Profiles.
- [52] **Nesamvuni, A.E., Mulaudzi, J., Ramanyimi, N.D., Taylor, G.J. (2000).** Estimation of body weight in Nguni-type cattle under communal management conditions. *S. J. Anim. Sci.*, 30 (Supplement 1): 97–98
- [53] **Petrescu, D.C., Petrescu-Mag, R.M (2015)** Organic food perception: Fad, or healthy and environmentally friendly A case on Romanian consumers. *Sustainability* , 7, 12017–12031.
- [54] **PORTER, V., ALDERSON, L., HALL, S.J.G., SPONENBERG, D.P (2016)** Mason's World Encyclopedia of Livestock Breeds and Breeding, 2 Volume Pack. CABI.
- [55] **Pretty, J.N (1995)** Regenerating Agriculture: Policies and Practice for Sustainability and Self-Reliance; Joseph Henry Press: Washington, DC, USA.
- [56] **Pruvost, M., Depaulis, F., Geigl, E.M (2007)** Étude paléogénétique des bovinés en France durant les cinq millénaires précédant notre ère, les bovins: de la domestication à l'élevage, *Ethnozootechnie*, 79,137-140.
- [57] **Pundir R.K., Singh P.K., Singh K.P. and Dangi P.S (2011)** Factor Analysis of Biometric Traits of Kankrej Cows to Explain Body Conformation. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 24(4), 449-456.
- [58] **Rahal, O., Aissaoui, C., Elmokhefi, M., Sahraoui, H., Ciani, E., Gaouar, SBS (2017)** A comprehensive characterization of Guelmoise, A Native Cattle Breed From Eastern Algeria. *Gen. Biodv.J.* 1(1): 30-42
- [59] **Rastija T., Baban M., Antunovic Z., Mandic I (2004)** A comparison and development of morphometric characteristics of stallions and mares on the Lipizzaner stud of Dakovo. *Acta Agriculturae Slovenica*, Supplement 1: 195–200.
- [60] **Sadeler, M (1931)** La population bovine dans le département de Constantine : état actuel de l'élevage, orientation à lui donner. Thèse de Doctorat Vétérinaire, Lyon, pp.118.
- [61] **Salako, A. E (2006)** Principal component factor analysis of the morpho structure of immature uda sheep. *Int. J. Morphol.*, 24(4):571-574.

- [62] Scheu, A., Hartz, S., Schmolcke, U., Tresset, A., Burger, J., Bollongino, R (2008) Ancient DNA provides no evidence for independent domestication of cattle in Mesolithic Rosenhof, Northern Germany, *Journal of Archaeological Science*, 35, 1257-1264.
- [63] Sierra Alfranca I (2001) The breed concept: Evolution and reality. *Arch Zootec* 50:547-564.
- [64] Slimene, A., Damergi, C., Chammakhi, L., Najar, T. and Ben Mrad, M (2012) The use of principal component analysis to characterize bulls aged between 14 and 26 months in Tunisia. *Res. Opin. Anim. Vet. Sci.* 2(3), 207-211.
- [65] Stok, F., ET Gifford-Gonzalez, D (2013) Genetics and African cattle domestication *Afr. Archaeol. Rev.* 30 : 51-72.
- [66] Tavakol, M., Dennick, R (2011) Making sense of Cronbach's Alpha. *Inter J Med Educ*, 2: 53-55.
- [67] Teneva, A.; Todorovska, E.; Tyufekchiev, N.; Kozelov, L.; Atanassov, A.; Foteva, S.; Ralcheva, S.; Zlatarev, S (2005) Molecular characterization of Bulgarian livestock genetic resources: 1. Genetic diversity in Bulgarian grey cattle as revealed by microsatellite markers. *Biotechnol. Anim. Husb.*, 21, 35–42.
- [68] Tisdell, C (2003) Socioeconomic causes of loss of animal genetic diversity: Analysis and assessment. *Ecol. Econ.* 45, 365–376
- [69] Tolengkomba T.C., Konsam D.S., Singh N.S., Prava M., Singh Y.D., Ali M.A. and Motina E (2012) Factor analysis of body measurements of local cows of Manipur, India. *Int. Multidisciplin.Res. J.* 2(2), 77-82.
- [70] Troy, C.S., Machugh, D.E., Bailey, J.F., Magee, D.A., Loftus, R.T., Cunningham, P., Chamberlain, A.T., Sykes, B.C., Bradley, D.G (2001) Genetic evidence for the Near-Eastern origins of European cattle, *Nature*, 410 (6832), 1088-1091.
- [71] Vigne, J.D., Geigl, E.M., Pruvost, M., Bollongino, R., Tresset, A (2007) Paléogénétique et domestication des bovinés, in les bovins : de la domestication à l'élevage, *Ethnozootechnie*, 79, 7-13.
- [72] Wendorf, F., Schild, R (1998) Nabta Playa and its role in Northeastern African prehistory. *J. Anthropol. Archaeol.* 17, 97–123.

Disponible sur : <https://doi.org/10.1006/jaar.1998.0319>.

- [73] **Yakubu, A (2010)** Path coefficient and path analysis of body weight and biometric traits in Yankasa lambs. *Slovak J. Anim. Sci.*, 43: 17–25.
- [74] **Yakubu, A. and Akinyemi, M.O (2010)** An evaluation of sexual size dimorphism in Uda Sheep Using Multifactorial Discriminant Analysis. *Acta Agriculturae Scand Section A*, 60:74–78.
- [75] **Yakubu, A., Idahor, K.O., Haruna, H.S., Wheto, M., Amusan, S (2010)** Multivariate Analysis of Phenotypic Differentiation In Bunaji And Sokoto Gudali Cattle. *Acta Agriculturae Slovenica*, 96(2), 75–80, doi:10.2478/v10014-010-0018-9.
- [76] **Yakubu, A., Ogah, D.M. and Idahor, K.O (2009)** Principal component of the morphostructural indices of white Fulani cattle. *Trakia J. Sci.* 7(2), 67-73.
- [77] **Zjalic, M., Gandini, G., Rosati, A., Dimitriadou, A (2005)** Development of animal production systems in Europe: Conservation of farm animal genetic resources. *Anim. Prod. Anim. Sci. Worldw.* , 17–26.



