

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



UNIVERSITE de TLEMCE  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers  
Laboratoire physiologie, physiopathologie et biochimie de la nutrition (PpBioNut)

**Département : Biologie**

## **MEMOIRE**

Présenté par

**BENHAMADI Mohammed El Amine**

**MEZOUAR Kamel**

En vue de l'obtention du

**Diplôme de MASTER Académique.**

Spécialité : **Génétique**

Intitulé : **Gestion et Amélioration des Ressources Biologiques**

**Thème**

# **Caractérisation morphométrique de la race équine Barbe dans le Nord-Ouest de l'Algérie.**

Soutenu le 30 /06/2016, devant le jury composé de :

| <b>Qualité</b>        | <b>Nom</b>   | <b>Grade</b> | <b>Université</b>          |
|-----------------------|--------------|--------------|----------------------------|
| <b>Président :</b>    | BRAHAMI N    | MCB          | Abu-Bakr Belkaied. Tlemcen |
| <b>Encadreur :</b>    | GAOUAR S.B.S | MCA          | Abu-Bakr Belkaied. Tlemcen |
| <b>Co-Encadreur :</b> | Berber Naima | MCB          | Moulay Tahar. Saida        |
| <b>Examineur</b>      | TRIQUI C     | MAA          | Abu-Bakr Belkaied. Tlemcen |

## بسم الله الرحمن الرحيم

الحمد لله رب العالمين، والصلاة والسلام على سيد المرسلين المبعوث رحمةً للعالمين.

### *Remerciements*

Enfin, nous y voici ! Quelle aventure ... Un Mémoire, est un travail de longue haleine, un défi que l'on se donne à soi-même. Mais c'est surtout une formidable histoire de relations, de rencontres et d'amitié. La pratique de la recherche scientifique vous place souvent face à des questionnements intellectuels et des obstacles techniques. Les solutions se sont imposées par le fruit des multiples contacts que j'ai eu l'occasion de créer avec nombre de personnes passionnées. Cette période de MASTER aura été probablement l'un des meilleurs chapitres de ma vie. J'aimerais remercier celles et ceux qui, d'une manière ou d'une autre, ont participé à son écriture.

Mes remerciements particuliers s'adressent à mon encadreur, le Docteur Gaouar Semir Bechir Suheil, qui m'a donné l'opportunité de me lancer dans cette aventure qu'est la recherche scientifique, et qui a toujours été de bon conseil pour me faire évoluer. Merci pour votre confiance et votre patience.

Je remercie le Docteur Gaouar Semir Bechir Suheil pour la confiance qu'il m'a témoigné en acceptant de diriger mon travail de fin d'étude, le soutien et les conseils qu'il m'a prodigués tout au long de ce parcours de recherche et pour tous les efforts qu'il a fait pour que je puisse réaliser mon travail. J'ai été particulièrement touché par la priorité qu'il n'a jamais cessé d'accorder à mes multiples sollicitations malgré ses nombreuses obligations. Vous m'avez conseillé et soutenu depuis mon inscription au niveau de la spécialité génomique des populations. Travailler avec vous est une expérience passionnante.

Je souhaiterais remercier les membres du jury qui ont accepté de juger ce travail et pour le temps qu'ils ont accordé à la lecture de ce mémoire et à l'élaboration de leurs rapports :

Je remercie le Docteur Brahmi N., Docteur dans le Département de Biologie à UNIVERSITE de TLEMCEN Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers d'avoir accepté de présider ce jury. J'aime ton calme et votre patienter. Un grand merci pour vous.

C'est également avec plaisir que je remercie le Docteur TRIQUI C., Enseignante de Biologie Moléculaire à UNIVERSITE de TLEMCEEN, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers ; pour l'honneur qu'elle m'a fait en acceptant d'examiner ce travail, pour sa disponibilité et sa gentillesse. Pour ses multiples conseils durant ma période d'initiation d'étude en 2ème année universitaire jusqu' à ce jour-là. Un grand merci, vous êtes un prof formidables est la seule avec laquelle j'ai réussi à comprendre le module de Biologie Moléculaires.

Un grand merci également au Dr BERBER N, maître assistante classe B à l'université de Saida, pour avoir accepté avec une grande amabilité de faire partie de ce jury et accepter le co-encadrement de ce mémoire de fin d'étude. Soyez assurée de ma profonde reconnaissance et de ma considération respectueuse.

C'est également avec plaisir que je remercie Mme. AUMASSIP Ginette, Directrice de Recherches au CNRS (Alger), pour l'intérêt dont elle a fait preuve envers ma recherche, les contacts qu'elle a mis en œuvre pour me donner accès au travail sur le terrain.

Je remercie le Docteur Azzi .N pour son soutien, ces conseils et sa gentillesse, ainsi que pour l'aide qu'il m'a apporté durant mes études. Vous êtes l'un des profs qui ont laissé une place dans mon cœur.

Je tiens à adresser un énorme merci à Messieurs Ameer Abdelkader, Bokhari Rachid, Chahbar Mohamed, Tefiel Hakim, Mahdade Yassine, Sidhom Sidi Mohammed, Mesdames Belletreche Amina, Adjim Hidayet, Taibi Warda et Bouri Amina pour leurs nombreux conseils et leurs gentillesse pour l'aide qu'ils m'ont apporté lors des analyses statistiques. J'ai eu beaucoup de plaisir à travailler à leurs côtés.

Mon travail de Master a nécessité avant tout l'échantillonnage et l'enquête sur le terrain qui m'a été particulièrement facilitée par plusieurs personnes, je tiens à exprimer tout particulièrement ma reconnaissance à :

Monsieur Benabdelmoumene .S (directeur de la jumenterie de Tiaret) pour m'avoir toujours accueillie très chaleureusement au sein de son haras de Tiaret, ainsi que pour la confiance et l'intérêt qu'il a manifestés, vis - à - vis de ce travail de Master.

Bouziane Zhor (médecin vétérinaire de la jumenterie de Tiaret). Je vais vous dire merci beaucoup pour toutes les heures que vous m'avez consacré pour réussir mes échantillonnages

et merci aussi pour les conseils qui vous m'avez donné et pour m'avoir très encouragée pour la réalisation de mon travail

Monsieur Abdelkader (vétérinaire à la jumenterie de Tiaret). Pour le temps qu'il m'a accordé à plusieurs reprises au cours de l'échantillonnage ainsi que pour l'intérêt qu'il m'a porté à mes travaux.

Un grand merci à l'équipe de la jumenterie de Tiaret et les éleveurs de la région Aflou, ainsi qu'à mes amis. Je ne saurais les nommer de peur d'en oublier. Vous m'avez apporté beaucoup de joie et de soutien. Vous avez été une équipe formidable avec lesquelles j'ai partagé des moments extraordinaires.

Pour terminer je remercie mes amies Benyarou Mohammed, Labbaci Madani, Belhassayne Yassine, Benhadodi Amine pour leurs aides et leurs soutiens durant la réalisation de ce travail. Bonne chance à vous aussi pour la soutenance de votre mémoire.

Merci et bon courage à tous mes amis d'étude de la spécialité Génétique, je dis à vous tous pardon et bonne chance à vous.

Je remercie tous ceux qui par leurs encouragements, leurs aides, leurs conseils et/ou leurs critiques ont contribué à la réalisation de ce modeste travail.

**A toutes et tous, un grand merci !**

## ***Résumé***

Le cheval barbe occupe une place de choix dans l'histoire, la culture et les traditions algériennes; il est à la base de l'évolution des principales races équines maghrébines.

Vingt-un (26) mensurations ont été réalisées sur 58 chevaux barbes purs et présumés (origines incertaines), tous âgés de trois ans et plus. À partir de celles-ci, six indices corporels ont été calculés et le poids vif estimé. Le relevé du profil céphalique a également été effectué. On a effectués sur ces différentes mesures des analyses statistiques par les logiciels R 2.15.2 et XLSTAT2016. Les tests statistiques utilisés été du type descriptive et analytique dont entre autres, le calcul des moyennes, l'écart-type, l'analyse en composantes principal (ACP) et classification hiérarchique ascendante (CAH).

Ils se trouvent que le cheval Barbe algérien est un cheval eumétrique, médioligne, d'indice corporel de 0.955. (Cheval carré), dont la taille moyenne et de (152,5) cm et un tour de poitrine de (175.5) cm et un tour de canon de postérieur (19.8) cm et antérieur (20.6) cm. Il a un profil céphalique convexe légèrement busqué et une robe essentiellement alezane. Ses caractéristiques font que le cheval Barbe d'Algérie est conforme au standard tel qu'il est défini par l'organisation mondiale du cheval Barbe.

**Mots clés :** Algérie; cheval Barbe; mensuration - poids; conformation, analyses statistiques.

# *Abstract*

The Barb or Berber horse occupies a prominent place in history, culture and the Algerian traditions; it is the basis of the main equine breeds Maghreb.

Twenty- one (26) measurements were performed on 58 horses pure and alleged Barbs (uncertain origins), all aged three years and older. From these, six physical indices were calculated and estimated live weight. The statement of the cephalic profile was also performed. It was performed on these various measures of statistical analysis through R 2.15.2 software and XLSTAT2016. The testes of descriptive statistics were used analytical type and which among others, calculates averages, the standard deviation, the principal component analysis (PCA) and hierarchical cluster (CAH).

Algerian local Barbe is a horse eumétrique, medium proportions, the body index of 0.955. (Horse Square) , the average size and (152.5) cm and a chest of (175.5) cm and a round rear barrel (19.8) cm and earlier (20.6) cm. It has a convex cephalic slightly convex profile and a substantially chestnut dress. Its features make the horse Barbe Algérien complies with the standard as defined by the World Organization of Barbe horse.

**Keywords:** Algeria; Barbe horse; measurement - weight; conformation, statistical analysis.

## ملخص

إن الحصان البربري يحتل مكانا بارزا في التاريخ والثقافة والتقاليد الجزائرية. وهو أساسا من أبرز سلالات الخيول الرئيسية في المغرب العربي. تم تنفيذ 26 قياس على 58 حصان بربري من السلالة النقية والهز عومة (أصول غير مؤكدة)، كل منها يتجاوز سنه الثلاث سنوات فما فوق. انطلاقا من هذه، لقد قمنا بحساب ستة مؤشرات جسدية وحساب الوزن الحي. وقد أجريت أيضا البيانات الصادرة عن التعريف الرأسي.

ولقد أجريت على هذه القياسات المختلفة تحاليل إحصائية من خلال أنظمة معلوماتية XLSTAT2016 و R 2.15.2 كما تم اختبار استخدام إحصاءات النوع الوصفي التحليلي والتي من بين أمور أخرى، على حساب المتوسطات والانحراف والتحليل العنقودي الهرمي (CAH) و التحليل المعياري للمكونات الرئيسية (PCA).

ولقد وجدوا أن الحصان البربري الجزائري هو حصان ذو شكل متوسط، بنسب متوسطة، ومؤشر الجسم من 0.955 (حصان مربع الشكل)، متوسطة الحجم ( 152.5 ) سم والصدر من ( 175.5 ) سم وحول القصبة الخلفية ( 19.8 ) سم والأمامية ( 20.6 ). أنه يحتوي على رأس محدب قليلا واللباس كستنائي إلى حد كبير. خصائصه تجعل من الحصان البربري الجزائري يتماشى مع معيار كما هو محدد من قبل المنظمة العالمية للحصان البربري.

**كلمات البحث:** الجزائر؛ الحصان البربري، قياس -الوزن، التكيف، النموذج، والتحليل الإحصائي

# Table des matières

|                                                                      |            |
|----------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>LISTE DES FIGURES.....</b>                                        | <b>I</b>   |
| <b>LISTE DES TABLEAUX.....</b>                                       | <b>II</b>  |
| <b>LISTE DES ANNEXES.....</b>                                        | <b>III</b> |
| <b>LISTE DES ABREVIATIONS.....</b>                                   | <b>IV</b>  |
| <b>INTRODUCTION GENERALE .....</b>                                   | <b>1</b>   |
| <b>REVUE BIBLIOGRAPHIQUE .....</b>                                   | <b>4</b>   |
| <b>I. GENERALITES ET PRESENTATION : .....</b>                        | <b>5</b>   |
| 1. TAXONOMIE : .....                                                 | 5          |
| 2. ORIGINE ET EVOLUTION DES CHEVAUX : .....                          | 5          |
| A. <i>Domestication du cheval</i> : .....                            | 7          |
| B. <i>Origine du cheval barbe</i> : .....                            | 7          |
| 3. PHYSIOLOGIE DU CHEVAL BARBE : .....                               | 9          |
| A. <i>Taille et poids</i> .....                                      | 9          |
| B. <i>Morphologie</i> .....                                          | 9          |
| C. <i>La température</i> .....                                       | 10         |
| D. <i>La fréquence cardiaque</i> .....                               | 10         |
| E. <i>La fréquence respiratoire</i> .....                            | 10         |
| F. <i>Les urines</i> .....                                           | 11         |
| G. <i>Sens du cheval</i> : .....                                     | 11         |
| H. <i>Alimentation</i> : .....                                       | 11         |
| I. <i>Reproduction</i> .....                                         | 12         |
| J. <i>Locomotion et allures</i> : .....                              | 13         |
| 4. THERAPIE EQUINE : .....                                           | 15         |
| 5. CLASSIFICATION ET NOTION DE RACE : .....                          | 16         |
| 6. LE GENOME EQUIN : .....                                           | 16         |
| <b>II. LA FILIERE EQUINE EN ALGERIE ET SYSTEME D'ELEVAGE : .....</b> | <b>18</b>  |
| 1. HISTORIQUE DU CHEVAL EN ALGERIE .....                             | 18         |



|             |                                                                                                |           |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.          | EFFECTIFS DE LA PRODUCTION EQUINE ET SON EVOLUTION EN ALGERIE.....                             | 19        |
| 3.          | REPARTITION GEOGRAPHIQUE DE L'ELEVAGE EQUIN :.....                                             | 20        |
| 4.          | LES RACES EQUINES EN ALGERIE : .....                                                           | 20        |
|             | A. <i>Races autochtones</i> : .....                                                            | 21        |
|             | B. <i>Races induites : (importées et élevées depuis plusieurs décennies en Algérie).</i> ..... | 23        |
| 5.          | CARACTERISATION DES ELEVAGES DE CHEVAUX : .....                                                | 27        |
| 6.          | ORGANISATION DE LA FILIERE EQUINE .....                                                        | 28        |
|             | A. <i>Office National du Développement des Élevages Équins et camelins</i> .....               | 29        |
|             | B. <i>Société des Courses Hippiques et du Pari Mutuel (SCHPMU)</i> .....                       | 29        |
|             | C. <i>Organisation Mondiale du Cheval Barbe (OMCB)</i> .....                                   | 29        |
|             | D. <i>Fédération Équestre Algérienne (FEA)</i> .....                                           | 29        |
|             | E. <i>Associations Nationales d'Éleveurs</i> .....                                             | 29        |
|             | F. <i>Fédération Équestre Algérienne</i> .....                                                 | 30        |
|             | G. <i>Mouvement Associatif</i> .....                                                           | 30        |
|             | H. <i>Utilisations traditionnelles du cheval</i> .....                                         | 30        |
|             | a. FANTASIA .....                                                                              | 30        |
|             | b. TRAVAIL AGRICOLE .....                                                                      | 32        |
|             | c. UTILISATIONS MODERNES DU CHEVAL .....                                                       | 32        |
|             | d. ATTELAGE .....                                                                              | 32        |
|             | e. CONCOURS COMPLET .....                                                                      | 32        |
|             | f. DRESSAGE .....                                                                              | 33        |
|             | g. RAIDS D'ENDURANCE .....                                                                     | 33        |
|             | h. SAUT D'OBSTACLES .....                                                                      | 34        |
|             | i. COURSES HIPPIQUES .....                                                                     | 34        |
|             | j. TOURISME EQUESTRE.....                                                                      | 34        |
| <b>III.</b> | <b>BIODIVERSITE ET RESSOURCES ZOOGENETIQUE .....</b>                                           | <b>35</b> |
| 1.          | IMPORTANCE DE LA BIODIVERSITE DES ANIMAUX D'ELEVAGE : .....                                    | 35        |
| 2.          | ORIGINE DE LA DIVERSITE GENETIQUE : .....                                                      | 36        |
|             | A. <i>Polymorphisme génétique</i> : .....                                                      | 36        |
|             | B. <i>Forces évolutives</i> .....                                                              | 37        |
|             | a. DERIVE GENETIQUE.....                                                                       | 37        |
|             | b. MIGRATION .....                                                                             | 38        |
|             | c. SELECTION NATURELLE .....                                                                   | 38        |

|            |                                                                 |           |
|------------|-----------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.         | METHODES DE CARACTERISATION DES ANIMAUX D'ELEVAGE :             | 39        |
| A.         | <i>Méthode morphobiométrique :</i>                              | 39        |
| B.         | <i>Méthode immunogénétique ou biochimique :</i>                 | 39        |
| a.         | GROUPES SANGUINS                                                | 39        |
| b.         | PROTEINES                                                       | 40        |
| C.         | <i>Méthodes moléculaires</i>                                    | 40        |
| a.         | INTRODUCTION :                                                  | 40        |
| b.         | CONCEPT DE MARQUEURS MOLECULAIRES :                             | 41        |
| c.         | MARQUEURS DE L'ADN MITOCHONDRIAL :                              | 41        |
| d.         | MARQUEURS RFLP :                                                | 42        |
| e.         | MARQUEURS RAPD                                                  | 42        |
| f.         | MARQUEURS AFLP                                                  | 43        |
| g.         | MARQUEURS MICROSATELLITES                                       | 43        |
| h.         | MARQUEURS SNP                                                   | 44        |
| i.         | TECHNOLOGIE DES PUCES A ADN:                                    | 45        |
| 4.         | PROGRAMMES DE CONSERVATION DES RESSOURCES GENETIQUES ANIMALES : | 45        |
|            | <b>PROBLEMATIQUE ET OBJECTIFS</b>                               | <b>47</b> |
|            | <b>POPULATIONS D'ÉTUDE ET METHODES</b>                          | <b>50</b> |
| <b>I.</b>  | <b>POPULATIONS D'ETUDE</b>                                      | <b>51</b> |
| 1.         | CHOIX DES ANIMAUX                                               | 51        |
| 2.         | MATERIEL DE MENSURATION                                         | 52        |
| 3.         | METHODES                                                        | 52        |
| A.         | <i>Manipulations</i>                                            | 52        |
| B.         | <i>Les paramètres :</i>                                         | 55        |
| <b>II.</b> | <b>METHODES D'ANALYSES STATISTIQUES</b>                         | <b>58</b> |
| 1.         | LOGICIELS UTILISES                                              | 58        |
| 2.         | ANALYSE STATISTIQUES DES DONNEES :                              | 58        |
| 3.         | L'ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES                            | 59        |
| 4.         | L'INDICE DE DIVERSITE DE SHANNON ET WEAVER                      | 59        |
|            | <b>RESULTATS ET DISCUSSION</b>                                  | <b>60</b> |
| <b>I.</b>  | <b>RESULTATS ET DISCUSSION</b>                                  | <b>61</b> |

|                                                                                                                     |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1. MENSURATIONS CORPORELS :                                                                                         | 61        |
| A. <i>Analyse descriptive</i>                                                                                       | 61        |
| B. <i>Variation des variables</i>                                                                                   | 62        |
| a. SELON LE SEXE                                                                                                    | 62        |
| b. COMPARAISON DES PARAMETRES ETUDIES ENTRE RACE                                                                    | 63        |
| 1.1. PARAMETRES SE RAPPORTANT A LA TAILLE DU CHEVAL                                                                 | 64        |
| 1.2. PARAMETRES SE RAPPORTANT A LA LONGUEUR DU CHEVAL                                                               | 64        |
| 1.3. INDICE CORPOREL DU PROFIL (HG/LT)                                                                              | 65        |
| 1.4. PARAMETRES SE RAPPORTANT AU POIDS DU CHEVAL                                                                    | 65        |
| 1.5. INDICE DE COMPACTITE (PV/LT) ET INDICE DE CORPULENCE (TP/LT)                                                   | 66        |
| 1.6. PARAMETRES SE RAPPORTANT A LA LONGUEUR DES RAYONS OSSEUX                                                       | 66        |
| c. COMPARAISON DES MENSURATIONS MOYENNES DU CHEVAL BARBE DE NOTRE ETUDE AVEC CELLES RAPPORTEES PAR D'AUTRES AUTEURS | 68        |
| d. COMPARAISON DES MENSURATIONS MOYENNES DU CHEVAL BARBE ENTRE LA REGION TIARET ET AFLOU                            | 70        |
| e. COMPARAISON DE L'INDICE DE DIVERSITE DE SHANNON ET WEAVER POUR LES DEUX REGIONS ETUDIEES                         | 72        |
| f. L'ANALYSE EN COMPOSANTE PRINCIPALE DE LA POPULATION ETUDIEE(ACP)                                                 | 73        |
| <b>CONCLUSION</b>                                                                                                   | <b>77</b> |
| <b>ANNEXE</b>                                                                                                       | <b>80</b> |
| <b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b>                                                                                  | <b>83</b> |

## *Liste des figures*

|                                                                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figure 1 :</b> Schéma de l'évolution des équidés. ....                                                                                          | 6  |
| <b>Figure 2 :</b> La morphologie du cheval.....                                                                                                    | 10 |
| <b>Figure 3 :</b> Les différentes allures naturelles du cheval. ....                                                                               | 14 |
| <b>Figure 4 :</b> Caryotype d'un étalon obtenu par la méthode des banding. ....                                                                    | 17 |
| <b>Figure 5 :</b> Restes osseux de l'espèce <i>Equus algericus</i> situés au Sud Est de Tiaret et à Hydra. ....                                    | 19 |
| <b>Figure 6 :</b> Schéma d'évolution de l'élevage équin en Algérie.....                                                                            | 19 |
| <b>Figure 7 :</b> Aire de répartition de l'élevage équin dans le territoire Algérien.....                                                          | 20 |
| <b>Figure 8 :</b> Cheval Barbe de la jumenterie de Tiaret «Haras National Chaouchaoua». ....                                                       | 21 |
| <b>Figure 9 :</b> Cheval Arabe-Barbe d'origine algérienne ....                                                                                     | 22 |
| <b>Figure 10 :</b> Cheval Arabe .....                                                                                                              | 23 |
| <b>Figure 11 :</b> Cheval Pur-sang Anglais de l'hippodrome d'Oran.....                                                                             | 25 |
| <b>Figure 12 :</b> Cheval Trotteur Français de l'hippodrome de Zemmouri.....                                                                       | 26 |
| <b>Figure 13 :</b> Pourcentage de nombre de juments saillies par élevage. ....                                                                     | 27 |
| <b>Figure 14 :</b> Les différents types des éleveurs équins en Algérie. ....                                                                       | 28 |
| <b>Figure 15 :</b> Spectacle équestre traditionnel de Fantasia.....                                                                                | 31 |
| <b>Figure 16 :</b> Information nécessaire pour l'établissement des stratégies de gestion.....                                                      | 46 |
| <b>Figure 17 :</b> carte géographique des wilayas qui représentent le réservoir génétique le plus important de chevaux Barbes purs en Algérie..... | 51 |
| <b>Figure 18 :</b> Carte géographique des wilayas algériennes étudiées.....                                                                        | 52 |
| <b>Figure 19 :</b> Points de repères définissant les paramètres morphologiques de longueur du cheval Barbe.....                                    | 54 |
| <b>Figure 20 :</b> Présentation des mensurations corporelles par ACP chez la population Barbe étudiée.....                                         | 74 |
| <b>Figure 21 :</b> Présentation de la distribution par ACP chez la population Barbe étudiée.....                                                   | 75 |
| <b>Figure 22 :</b> classification hiérarchique ascendante des groupes par la fonction CAH chez la population Barbe étudiée.....                    | 75 |
| <b>Figure 23 :</b> Classification hiérarchique ascendante (CAH) au niveau de la population étudié.....                                             | 76 |

## *Liste des tableaux*

| N°                 | Titre                                                                                                                                                                                                                               | Page |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <b>Tableau 1.</b>  | Taxonomie de l'espèce équine                                                                                                                                                                                                        | 5    |
| <b>Tableau 2.</b>  | liste et description des mesures effectuées.                                                                                                                                                                                        | 56   |
| <b>Tableau 3.</b>  | les six indices corporels calculés                                                                                                                                                                                                  | 57   |
| <b>Tableau 4.</b>  | les logiciels utilisés dans le traitement statistique.                                                                                                                                                                              | 58   |
| <b>Tableau 5.</b>  | Moyenne, écart-type, coefficient de variation (CV) et indice de confiance (IC) des 26 paramètres mesurés sur les chevaux Barbes étudiés                                                                                             | 61   |
| <b>Tableau 6.</b>  | Valeurs moyennes des différents paramètres chez les mâles et les femelles et test de significativité.                                                                                                                               | 62   |
| <b>Tableau 7.</b>  | Comparaison des valeurs de la longueur totale, de la longueur huméro-iliaque et de la longueur de l'encolure chez les chevaux Barbes étudiés et le Pur-sang Anglais                                                                 | 63   |
| <b>Tableau 8.</b>  | Comparaison des tours de poitrine et canon antérieur entre l'échantillon étudié, le standard Barbe en Algérie et le Pur-sang Arabe                                                                                                  | 63   |
| <b>Tableau 9.</b>  | Comparaison de la longueur de l'épaule, de la longueur du bras, de la longueur de l'avant-bras, de la longueur du canon, de la longueur de l'ilium et de la longueur de la cuisse entre l'échantillon étudié et le Pur-sang Anglais | 64   |
| <b>Tableau 10.</b> | comparaison des mensurations moyennes du cheval barbe de notre étude avec celles rapportées par d'autres auteurs                                                                                                                    | 68   |
| <b>Tableau 11.</b> | Comparaison des mensurations moyennes du cheval Barbe entre la région de Tiaret et celle d'Aflou                                                                                                                                    | 70   |
| <b>Tableau 12.</b> | Comparaison de l'indice de diversité de Shannon et Weaver pour les deux régions étudiées.                                                                                                                                           | 72   |
| <b>Tableau 13.</b> | représentations des Valeurs propres de l'ACP                                                                                                                                                                                        | 73   |

## *Liste des annexes*

|                                                      |    |
|------------------------------------------------------|----|
| <b>Annexe1.</b> Questionnaire d'échantillonnage..... | 81 |
|------------------------------------------------------|----|

## ***Liste des abréviations***

**%:** Pourcentage

**°C:** Celsius

**AB :** Arabe-Barbe

**ACP :** analyse des composants principaux

**ADN:** Acide DésoxyriboNucléotide

**ADNmt:** ADN mitochondrial

**AFLP:** Amplified Fragment Length Polymorphism

**AR :** Richesse Allélique

**AR:** Pur-sang Arabe

**ARNm:** ARN messenger

**BA:** Barbe

**BET:** Bromure d'Éthidium

**CAH:** classification hiérarchique ascendante

**CCE:** Concours Complet d'Equitation

**CSO :** Concours de Saut d'Obstacles

**D-loop :** Displacement loop

**DNA RFLP :** Restriction fragment length polymorphism

**dNTP :** DésoxyNucléotides TriPhosphates

**DO :** Densité Optique

**DS:** Déviation Standard

**DSA :** Direction de Santé Animale

**EDTA:** Ethylène Diamine Tétra Acétique

**EST:** Expressed Sequence Tag

**FAO:** Food and Agriculture Organization

**FEA :** Fédération Équestre Algérienne

**FEI :** Fédération Équestre Internationale

**Gb:** Giga bases HWE: Hardy-Weinberg Equilibrium

**IgG :** immunoglobulines de type G

**INRA:** Institut National de la Recherche Agronomique

**ISAG:** International Society for Animal Genetics

**ITELV:** Instituts Techniques d’Elevage

**K:** cluster

**kb:** KiloBase

**Kg :** Kilogramme

**km:** Kilometre

**LD:** Linkage of Disequilibrium

**Mb:** Megabase

**Min :** Minute

**ml :** Millilitre

**mM:** MiliMolaire

**MP :** Multiplexe

**MT:** Marqueur de Taille

**n:** Nombre

**NaCl :** Chlorure de sodium

**NHGRI:** National Human Genome Research Institute

**nm:** Nanomètre

**OMCB:** Organisation Mondiale du Cheval Barbe



**ONDEEC** : Office National du Développement de l'Élevage Équin et Camelin

**p**: signification statistique

**Pb**: Paires de base

**PCR**: Polymérase Chain Réaction

**PMU** : Pari Mutuel Urbain

**PSA** : Pur-sang Anglais

**PSAr** : pur-sang arabe.

**PV** : Poids vif

**QTL** : quantitative trait loci

**QTN** : quantitative trait nucléotides

**RAPD**: Random Amplified Polymorphic

**RGA** : Ressources Génétiques Animales

**SAV** : Sérums Antivenimeux

**SCHPMU**: Société des Courses Hippiques et du Pari Mutuel

**Sec**: Second

**SNP**: Single Nucleotide Polymorphism

**STR**: Short Tandem Repeats

**Taq**: Thermus Aquaticus

**TF**: Trotteur Français

**U**: Unité

**USNV**: Université des Sciences de la nature et l'environnement

**WAHO**: World Arabian Horse Organisation

**µl** : Microlitre

**µM**: Micromolaire

# Introduction Générale

---



La biodiversité dans l'agriculture est le produit de milliers d'années d'activité au cours desquelles l'homme a cherché à satisfaire ses besoins dans des conditions climatiques et écologiques très différentes. En effet, la variabilité génétique d'une espèce représente son potentiel évolutif, qui permet notamment l'adaptation des espèces face aux variations environnementales ou à la résistance aux nouvelles maladies.

En Algérie, les ressources génétiques animales offrent une grande diversité de races quant à leur adaptation et leur aptitude de production dans leur environnement naturel. Les équins ne font pas exception à ce constat. Ils constituent à ce titre une richesse variée, avec une grande importance économique et socio-culturelle. La filière équine occupe une place de choix dans l'histoire et l'économie de l'Afrique du nord. En Algérie, le cheval constitue un véritable acteur de développement durable notamment dans le domaine environnemental, en jouant un rôle particulier dans une gestion des espaces et des paysages bénéfiques au maintien et au développement de la biodiversité, mais également dans son rapport avec l'homme en contribuant par ailleurs aux activités sportives, sociales et culturelles. Dans ce contexte, le développement de l'élevage équin nécessite sa rationalisation et par conséquent l'emploi des techniques modernes de gestion des ressources génétiques équines.

La population équine Algérienne, estimée à 250.000 chevaux, est constituée à 90% de chevaux Barbe et Arabe Barbe (et Selle algérien). Les 10% restant se répartissent entre chevaux Arabe, Pur-sang Anglais et Trotteur Français (**Rahal *et al*, 2009**).

L'Algérie, ainsi que les autres pays du Maghreb, berceau de la race Barbe a pris conscience au plus haut niveau de l'importance du cheval Barbe, Arabe-Barbe et Selle algérien. L'engouement européen et les objectifs de l'équitation populaire –qui cherchent plus des chevaux de performance-, mais plutôt des chevaux dociles ont fait le succès du cheval Barbe et son dérivé l'Arabe-Barbe.

C'est ainsi, que depuis l'ouverture en décembre 1985 des compétitions des sports équestres aux chevaux de petite taille par la fédération équestre internationale, le cheval Barbe est promis à un bel avenir.

Le cheval Barbe occupe une place de choix dans l'histoire et l'économie de l'Afrique du nord. De nos jours, l'importance du cheval d'instructions par excellence grâce à sa docilité et ses facultés exceptionnelles d'assimilations et de compréhension de ce qu'on veut de lui.



Le standard officiel de la race Barbe, adopté par l'Organisation Mondiale du Cheval Barbe (OMCB), définit le Barbe sur le plan morphologique comme une race eumétrique, médioligne dont les principaux caractères sont : une taille moyenne de 1,55 m, tête assez forte, chargée en ganache, profil céphalique convexe, légèrement busqué, encolure bien greffée, rouée, épaisse et courte, croupe en pupitre, queue attachée bas, robe grise, baie, alezane, crins abondants et épais (**Chabchoub A,1998**).

Peu de travaux ont été réalisés sur le cheval Barbe et aucun sur le Selle algérien. Ils restent de ce fait mal connus pour le grand public. Les généticiens, les vétérinaires et les zootechniciens devraient disposer de données chiffrées pour mieux caractériser le cheval Barbe et le Selle algérien surtout qu'ils sont en train de subir certaines variations liées au biotope et à l'homme. Les dangers de dérive et d'altération de la race sont en effet nombreux. Ils peuvent provenir d'intérêts matériels ou sportifs divergents, des éleveurs pouvant être tentés de privilégier certaines conformations pour rechercher l'amélioration de telles ou telles aptitudes. Le danger peut aussi provenir de visions esthétiques divergentes, certains voulant créer un cheval Barbe (par exemple) dont ils rêvent et non le cheval Barbe.

L'étude morphométrique et génétique du cheval Barbe et Selle algériens serait très importante car elle permettrait non seulement d'apporter des éléments définissant d'une façon actualisée et concrète ces races mais aussi de mieux analyser leurs aptitudes.

Au cours de l'étude morphométrique nous nous sommes préparé à une étude de la caractérisation génétique du cheval Barbe et Selle algérien dans le but de construire une base de données spécifique de ces races. Cette étape est très importante pour l'amélioration et la préservation de notre patrimoine génétique équin.

Nous nous sommes alors proposé d'entreprendre une étude morphométrique et génétique du cheval Barbe en Algérie par le prélèvement de sang et la mensuration et l'appréciation de 26 paramètres morphologiques sur un échantillon représentatif de cette race en Algérie.

# **Revue Bibliographique**

---



## I. Généralités et présentation

Le cheval (*Equus caballus*) est un grand mammifère de l'ordre des ongulés et de la famille des équidés. Il est classé selon le tableau suivant :

### 1. Taxonomie

Classification du Cheval domestique :

**Tableau 1 :** Taxonomie de l'espèce équine tirée du site : <http://animaux.org/cheval-domestique.htm>.

| Règne         | Animal                       |
|---------------|------------------------------|
| Embranchement | <i>Chordé vertébré</i>       |
| Classe        | <i>Mammifère placentaire</i> |
| Ordre         | <i>Périssodactyle</i>        |
| Famille       | <i>Équidé</i>                |
| Genre         | <i>Equus</i>                 |
| Espèce        | <i>caballus</i>              |

### 2. Origine et évolution des chevaux :

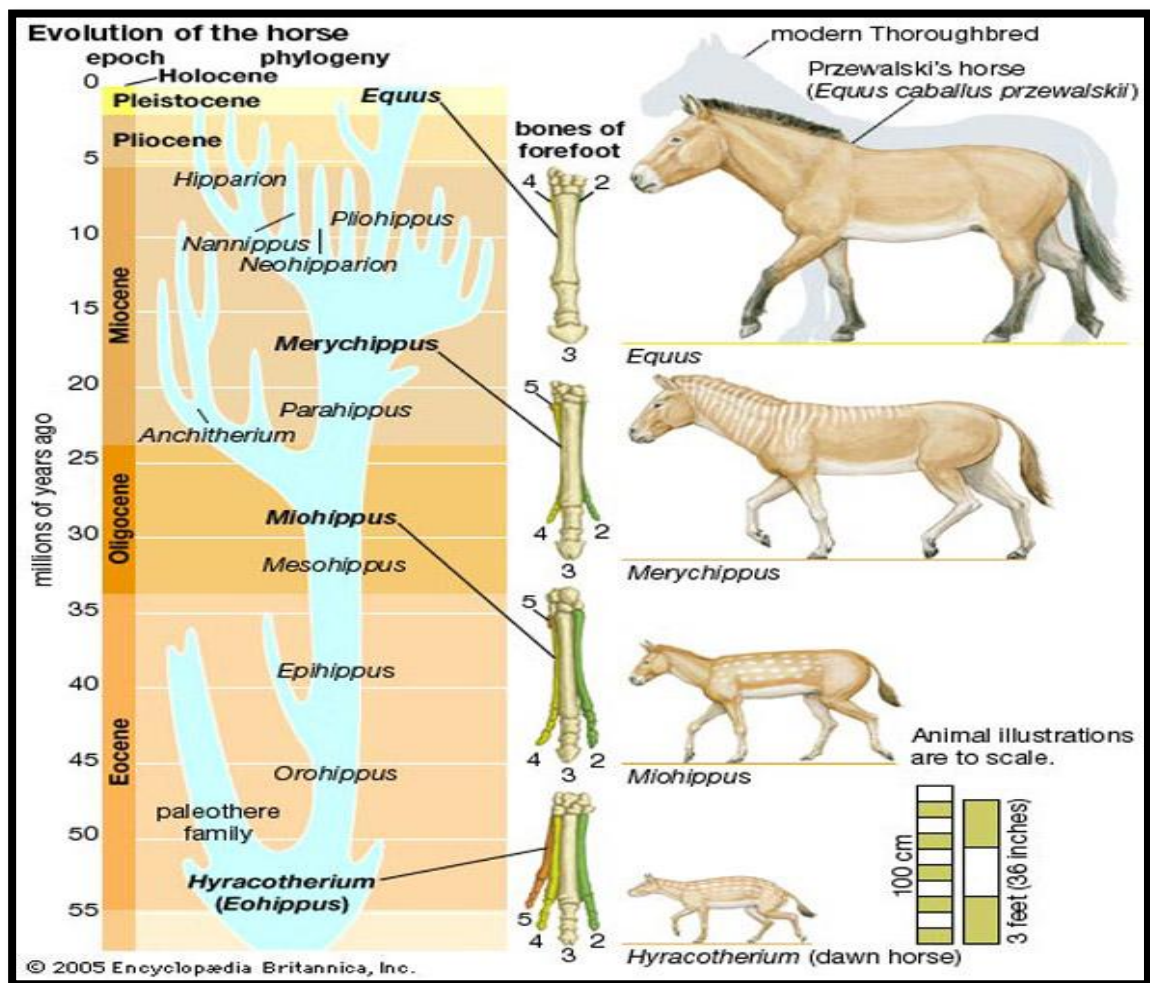
Les historiens et les archéologues sont d'avis que le plus vieux ancêtre du cheval que l'on connaît vivait il y a environ 50 millions d'années (**Lehmann & Steppan, 2000**). En fait, l'évolution du cheval est relativement bien connue. Les premiers chevaux avaient la taille d'un renard d'environ 40 cm au garrot et possédant quatre doigt à chaque pied et des dents adaptées à brouter les feuilles tendres.

Le schéma classique de l'évolution de cet animal est celui d'une transformation d'un petit animal jusqu'au véritable cheval moderne du genre *Equus Caballus* (**Figure 1**). L'évolution de cette espèce a eu lieu sur le continent nord-américain, d'où l'*Equus* émigra ensuite en Asie, en Europe et en Afrique (**Thiongane, 1977**).

À la fin du Pléistocène (il y a environ 10 mille ans), les espèces vivant sur le continent américain se sont éteintes pour des raisons encore inconnues. Le cheval fait son apparition à nouveau sur ce continent après la découverte de l'Amérique (**Campanes, 1983**).



La disparition progressive des doigts latéraux au profit d'un seul doigt médian constitue la manifestation la plus importante de l'évolution des équidés. On considère que cette modification a été provoquée par la nécessité d'augmenter la vitesse de la course. Parallèlement, la taille et la puissance des chevaux ont augmenté. De même, la dentition a également subi une transformation fondamentale adaptée à leur nouveau régime alimentaire, les premiers chevaux, qui se nourrissaient de feuillages tendres, ont modifié leur alimentation avec l'apparition des paysages des grandes plaines (Thiongane, 1977).



**Figure 1** : Schéma d'évolution des équidés. Tirée du site :

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Evolution\\_du\\_cheval.gif](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Evolution_du_cheval.gif).



### **A. Domestication du cheval :**

Le cheval fut le dernier animal (avec le dromadaire) à être domestiqué avec succès par l'homme. La vigueur, la méfiance et l'agressivité des chevaux sauvages ont sans doute été longtemps dissuasives.

C'est dans l'aire de distribution naturelle du cheval sauvage que la domestication eut lieu, à partir du moment où la présence des chevaux, les besoins des hommes et leur "réceptivité" à l'idée de domestiquer une nouvelle espèce ont été en accord.

Un foyer de la domestication du cheval pourrait être trouvé entre moyenne Volga et Oural du sud, quelque part chez les Tatars, les Bashkirs ou les Kazakhs d'aujourd'hui, dans des sites néolithiques datés du VI<sup>e</sup> au IV<sup>e</sup> millénaire avant J.-C. Mais les sites de la 2<sup>e</sup> moitié du Ve millénaire appartiennent à une culture "sans chevaux", la culture Dniepr-Donets ; la culture "avec chevaux" de Serebnij Stog ne viendra qu'ensuite. D'autre part, les sites Kazakhs où, pour l'instant, on a trouvé des chevaux en grand nombre, ne remonteraient qu'à la fin du III<sup>e</sup> et au début du II<sup>e</sup> millénaires (site de Botaj près de Petropavl, où 99 % du nombre des restes appartiennent aux chevaux, d'âge supérieur à 3 ou 4 ans et de taille comprise entre 128 et 152 cm) ,(Zaibert, 1985).

Un autre foyer de domestication pourrait se situer plus à l'est au Turkestan, vaste région située au nord et à l'est de l'Iran et de l'Afghanistan, mais rien n'a été précisé à ce jour. • C'est plus à l'ouest, dans les plaines de l'Ukraine, que le site de Dereivka, dans sa phase IIa, datée de 3750 à 3350 avant J.-C. et appartenant à la culture chalcolithique ("énéolithique") de Serebnij Stog, a livré des restes de chevaux dont on a reconnu, pour la première fois, le caractère domestique (Zaibert, 1985).

### **B. Origine du cheval Barbe :**

Il y a plusieurs théories sur l'origine de la race Barbe. L'une dit que ce cheval descendrait d'un groupe de chevaux sauvages qui ont survécus à l'ère glaciaire. Des docteurs en paléontologie animale soutiennent entre 1987 et 2002 qu'il est vraisemblablement un cheval propre au nord de l'Afrique, issu d'un cheval sauvage domestiqué qui y vivait depuis plusieurs dizaines de milliers d'années. Le cheval Barbe serait l'une des plus anciennes races au monde. Il était établi que le cheval était absent durant la préhistoire saharienne. Celui-ci n'aurait été introduit qu'au II<sup>e</sup> millénaire av. J.-C.. Des recherches menées en Algérie établissent que des ossements d'espèce chevaline sont trouvés dans des gisements datant de 4 000 ans et plus. En Afrique du Nord, le cheval fait partie intégrante de la vie de l'homme, dans toute son histoire. Des





peintures rupestres représentant des chevaux ont été trouvées en Algérie. Le cheval Barbe est une race autochtone du Maghreb et de l'Afrique du Nord (Mauritanie, Maroc, Algérie, Tunisie et Libye), d'après des études paléontologiques et des analyses d'ADN. Cette origine est renforcée par les gravures et peintures rupestres et par les monuments qui existent sur le sol de l'Afrique du Nord depuis la Libye jusqu'au Maroc. Ces inscriptions représentent la domestication d'un cheval ayant les caractéristiques morphologiques du cheval barbe actuel. Le cheval Barbe est élevé depuis l'antiquité pour la chasse, la guerre, la parade et le travail. Il est le compagnon traditionnel des nomades et des éleveurs des Atlas et des Hauts Plateaux ( **Bataille, 2008**).

Les sources romaines attestent (sous le nom de cheval de Barbarie) de la présence de ces chevaux chez les « barbares » (Berbères). Ces animaux font l'objet d'un commerce dans tout l'Empire romain, et gagnent de nombreux pays de la Méditerranée comme l'Italie et la France. Monture des Numides, le Barbe est employé par les armées de Jules César déployées pendant la Guerre des Gaules. Aux VII<sup>e</sup> SIECLE et VIII<sup>e</sup> siècle, de nombreux chevaux Barbes arrivent en Europe avec la colonisation musulmane. Ces chevaux remontent les écuries royales des cours d'Europe depuis le XIV<sup>e</sup> siècle ( **Bataille ; 2008**).

Le Barbe a influencé de nombreuses races dans le monde comme le Pure race espagnole et son voisin, le Lusitanien ainsi que le cheval Navarrin, le Criollo argentin et le Mustang, descendant de chevaux Barbes et ibériques retournés à l'état sauvage. Un étalon présumé Barbe, Godolphin Arabian, fait partie des trois étalons fondateurs de la race du pur-sang anglais. Erwin Rommel réquisitionne de nombreux chevaux Barbes pour la campagne de Russie ( **Bataille ; 2008**).

En France, la race est re-découverte à la fin du XX<sup>e</sup> siècle après une longue période d'oubli. En 1987, une poignée de passionnés Français organisent la journée mondiale du cheval Barbe à Alger. Le stud-book est ouvert en 1989 en France. On compte à peine plus de 100 naissances dans le stud-book français de la race en 2006 ( **Bataille ; 2008**).



### 3. Physiologie du cheval Barbe :

1 an de la vie d'un cheval = 5 ans de la vie d'un homme, la durée de la vie d'un cheval est en moyenne de 25 ans.

#### A. Taille et poids

Le Barbe présente des variations de taille car il est plus grand et plus robuste à l'est qu'à l'ouest. On distingue trois grands types chez la race : le Barbe des plaines littorales, plus grand et mieux développé ; le Barbe des montagnes, plus petit et plus sûr de pied ; et le Barbe des Hauts-plateaux à la limite du Sahara, réputé pour sa frugalité. Le cheval Barbe est de taille moyenne, toisant couramment de 1,48 m à 1,58 m au garrot. Certains modèles très anciens avaient été sélectionnés comme chevaux de guerre et ont été élevés dans ce but. Ils toisaient de 1,55 m à 1,60 m comme les chevaux des spahis. Certains éleveurs en France tentent de retrouver ces caractéristiques et donnent par concours d'élevage le label *Royal Maure* à ces barbes un peu plus grands. Ce cheval pèse entre 400 et 550 kg ( **Bataille ; 2008**).

#### B. Morphologie

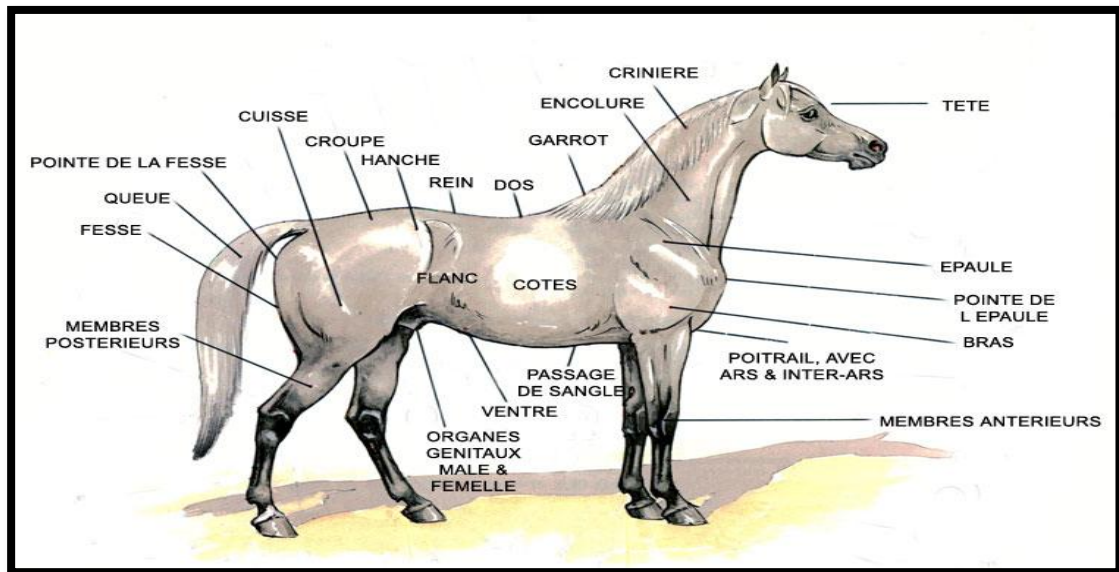
C'est un cheval assez court et fin, un peu anguleux et pouvant manquer d'élégance. « Carré » et médioligne, sa longueur (scapulo ischiale) est égale à sa taille, l'indice corporel LT/TP est égal à 1 (cheval carré) ( **Bataille ; 2008**).

La tête possède un profil rectiligne ou subconvexe, parfois moutonné, avec un front souvent bombé. Elle est étroite, chargée en ganache et porte des naseaux effacés. Les arcades sont elles aussi effacées, l'œil en amande est peu ouvert. Les oreilles sont droites et plutôt courtes. L'encolure est courte, recherchée épaisse, bien greffée et rouée. Le garrot est bien sculpté, souvent noyé. L'épaule présente une inclinaison moyenne, elle est recherchée puissante et plate, bien inclinée. La poitrine est haute, recherchée large et profonde. Le dos est court, parfois tranchant, souvent droit et recherché solide. Le rein est court et puissant, parfois légèrement voussé. La croupe est large et puissante, légèrement inclinée (dite « en pupitre »). ( **Bataille ; 2008**).

Il possède des canons longs qui lui donnent beaucoup d'« air sous le ventre ». Les membres sont forts et le tour de canon doit être supérieur à 18 cm. Les pieds sont petits, ronds et durs,



avec des talons plutôt hauts. La queue fournie est attachée bas, les crins sont abondants et épais, parfois longs ( **Bataille ; 2008**).



**Figure2** : La morphologie du cheval. Tirée du site :

<https://equitationcompet.wordpress.com/programme-galop-1/>

### **C. La température**

La température rectale normale d'un cheval s'échelonne entre 37,5°C pour un étalon, 37,8°C pour une jument et 38,5°C pour un poulain. Il peut y avoir des variations dites physiologiques (en général de +/- 0,5°C) en cas de stress, efforts...

### **D. La fréquence cardiaque**

Au repos, un cheval a une fréquence cardiaque moyenne de 32-44 battements par minute pour un adulte et de 50 à 70 pour un poulain. C'est une moyenne qui peut varier suivant le cheval (taille, caractère...) et suivant des facteurs externes (stress, efforts...).

### **E. La fréquence respiratoire**

Au repos, un cheval a une fréquence respiratoire moyenne de 8 à 14 mouvements respiratoires par minute. Là encore, il peut y avoir des variations.



## **F. Les urines**

Un cheval urine en moyenne 3 à 18 ml par kg de poids vif et par jour en 6 à 8 fois. Les variations sont influencées par le format de l'animal et par les conditions climatiques.

## **G. Sens du cheval :**

Le cheval dispose de cinq sens mais certains parlent même d'un sixième sens. Dans la nature, la survie du cheval dépend de ses sens. La vue et l'ouïe l'avertissent des dangers, le toucher et le goût lui permettent de distinguer les bons sens et les mauvais aliments. La domestication a atténué les réactions des chevaux à certaines perceptions : ils ne se sauvent pas, par exemple, chaque fois qu'ils voient une automobile, mais leurs sens ont gardé leur acuité d'origine. Quand un cheval réagit à quelque chose, que nous n'avons pas perçu, nous l'attribuons à son « sixième sens ». Il ne le fait qu'en exploitant simultanément des informations perçues par ses sens très aigües.

## **H. Alimentation:**

Les équidés peuvent consommer environ 2 à 2,5 % de leur poids en nourriture sèche chaque jour. Ainsi, un cheval adulte de 450 kg pourrait manger 11 kg de nourriture. Les poulains de moins de six mois consomment, eux, l'équivalent de 2 à 4 % de leur poids chaque jour (**Horse Nutrition - Feeding factors.2013**).

Les aliments solides sont divisés en trois catégories : les fourrages (comme le foin et l'herbe), les concentrés, céréales ou granulés, et les suppléments, comme les granulés de vitamines et/ou de minéraux. Les nutritionnistes équins recommandent qu'au moins 50 % de la nourriture quotidienne de l'animal soient composés de fourrage. Si un cheval est au travail et demande alors davantage d'apports énergétiques, la quantité de céréales croît et celle du fourrage diminue de manière à adapter la nourriture du cheval au travail qu'il fournit. Cependant, la quantité de fourrage consommée par le cheval ne devrait pas se situer en dessous de l'équivalent de 1 % de son poids corporel par jour (**Hall, Marvin H. and Patricia M. Comerford ; 1992**).

Les chevaux d'écurie mangent des céréales comme l'avoine, l'orge et parfois le maïs, des aliments composés industriels comme les granulés et des fourrages, c'est à dire du foin, de la luzerne ou de la paille. Les chevaux en pâturage se nourrissent d'herbe composée de 70 % de graminées, 20 % de légumineuses et 10 % de diverses plantes.



Les chevaux boivent environ 20 à 40 litres d'eau par jour et jusqu'à deux fois plus en été ou pour les chevaux lourds.

## **I. Reproduction**

Le cheval est un ongulé de la famille des équidés et un herbivore monogastrique. C'est un animal aujourd'hui domestiqué et dont l'élevage est géré par l'homme. Pour pouvoir utiliser ce mammifère à la gestation très longue (11mois) et pour pouvoir l'élever correctement, il a fallu connaître les bases de sa reproduction. Chez le cheval, l'instinct sexuel se manifeste dès l'âge de 1an. La puberté est atteinte à 2ans mais une jument ne peut porter correctement de poulains qu'à partir de 3ans. La vie sexuelle des équidés est très longue et le cheval pourrait quasiment se reproduire toute l'année. Mais comme la plupart des mammifères non hominidés, la reproduction présente un aspect très particulier, comportemental et saisonnier. Le comportement sexuel est lié à une activité hormonale précise. Ce comportement s'exprime en liberté lorsqu'on assiste à une reproduction naturelle, ou bien est géré par l'homme pour une optimisation de l'efficacité. La domestication a entraîné beaucoup de changements dans la reproduction des équidés, et on peut distinguer aujourd'hui plusieurs types de monte dont certains peuvent être associés à la race. (**Agoutin , 2004**).

On peut donc distinguer 4 types de monte ou techniques de monte :

- ***La reproduction en main.*** (C'est la technique la plus utilisée. Quand la jument est sur le point d'ovuler, on l'amène à l'étalon et on contrôle que l'accouplement a bien eu lieu.).
- ***L'Insémination Artificielle (IA)*** :(Cette technique permet aux éleveurs de disposer facilement d'un large choix de géniteurs mâles pour leurs poulinières).
- ***La reproduction en liberté :*** (Dans ce cas, on laisse l'étalon avec un troupeau de juments. La détection des chaleurs par l'étalon et les saillies sont répétées au cours d'une même chaleur. Cela en fait une méthode plutôt efficace.).
- ***Les autres techniques de monte*** :(La recherche équine a développée de nouvelles techniques. La plus répandue est la transplantation embryonnaire. Cette technique très coûteuse est pratiquée sous certaines conditions et dans certaines races pour les juments à très haut potentiel génétique.).



## J. Locomotion et allures :

Pour se déplacer, le cheval mobilise ses membres dans un certain ordre qui permet de caractériser les allures, c'est-à-dire les différentes façons de se déplacer. Les allures sont classées en trois catégories :

**A -allures naturelles** : exécutées d'instinct par le cheval et dont font partie notamment le pas, le trot, le galop, l'amble et le tölt (pour les chevaux islandais en particulier), le reculer et le saut ;

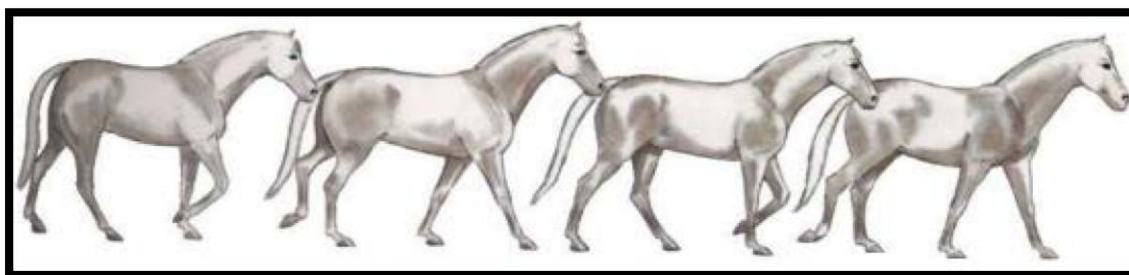
**B -allures artificielles** : acquises par le dressage, comme le passage, issu du trot, le pas d'école, le pas espagnol.

**C -allures défectueuses** : qui résultent d'une douleur ou d'une mauvaise utilisation du cheval, comme l'aubin du devant (trot des postérieurs et galop des antérieurs), l'aubin du derrière (trot des antérieurs et galop des postérieurs), le traquenard (trot décousu ou désuni par dissociation des bipèdes diagonaux), le galop désuni (galop à droite des postérieurs et galop à gauche des antérieurs, ou vice-versa) et le galop à quatre temps, galop lent qui dissocie le bipède diagonal.

Outre les allures, il existe des mouvements naturels comme les mouvements de défense ou d'attaque : la ruade et le cabrer.

Les mouvements sur place sont des mouvements d'école comme le piaffer qui est un trot sur place, la courbette où le cheval se cabre et la croupade où le cheval rue.

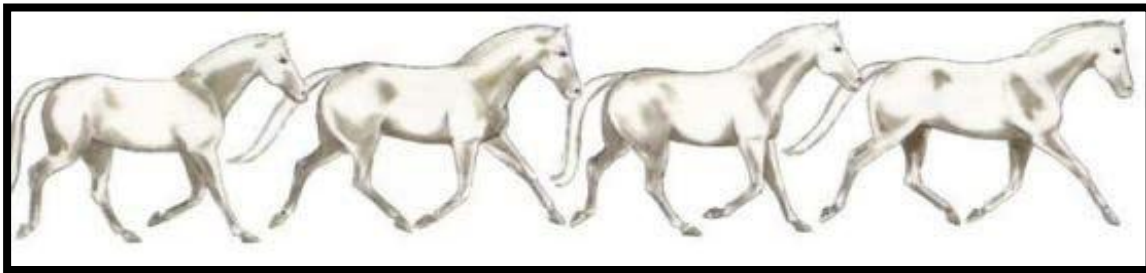
### A- Le pas : (6 à 7 km/heure)



Le pas est une allure à quatre temps. C'est l'allure la plus lente du cheval. Le corps est toujours appuyé sur trois de ses membres, un seul à la fois étant soulevé.

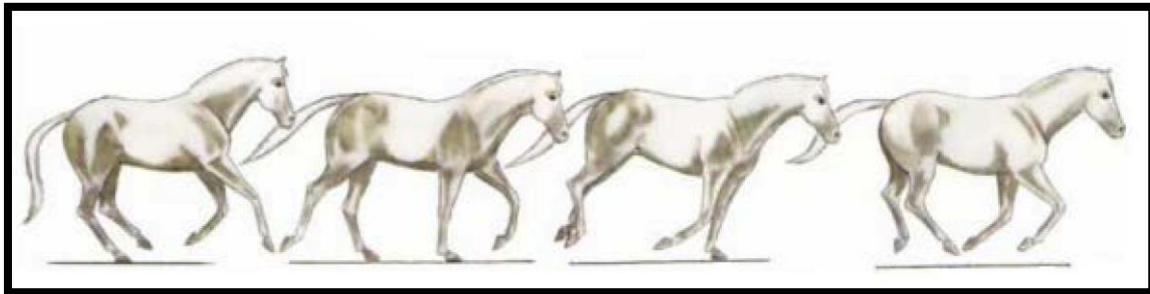


### B- Le trot : (14 à 15 km/heure)



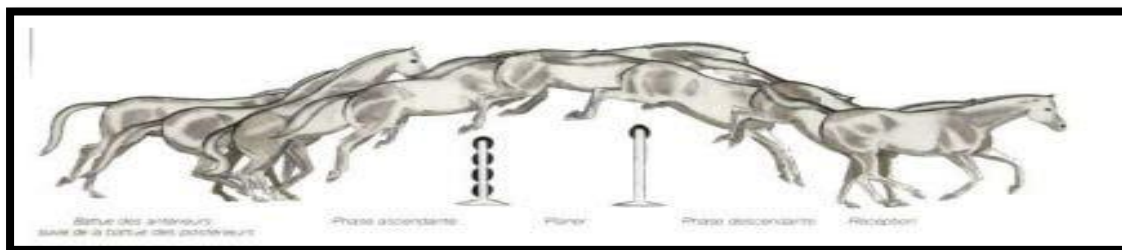
L'allure est sautée, en diagonale et en deux temps. Les membres diagonaux se déplacent de façon symétrique, assurant l'équilibre.

### C- Le galop : (20 à 30 km/heure)



Le galop est une allure sautée, dissymétrique, à 3 temps suivis d'une phase de projection.

### C- Le saut :



Il comprend 5 phases, qui sont la battue d'appel, la phase ascendante, le planer, la phase descendante et la réception.

**Figure 3 :** Les différentes allures naturelles du cheval tirée du site : [www // Physiologie et anatomie équin. Http.](http://www.physiologie-et-anatomie-equin.com)



#### 4. Thérapie équine :

L'aventure de l'homme avec le cheval a commencé il y a plusieurs millénaires, à travers sa domestication et l'exploitation de ses nombreuses qualités dans des domaines très variés qui sont : le transport, le sport, l'agriculture, le loisir, la guerre et la biothérapie.

Le domaine de la biothérapie a développé une gamme des produits biologiques d'origine équine avec des applications diverses. Ces applications ne sont pas toujours appréhendées surtout dans nos pays. Ainsi, les sérums thérapeutiques sont les médicaments biologiques d'origine équine les plus connus. Ils se présentent généralement sous forme de solutions, ayant pour principe actif soit les immunoglobulines G (IgG), soit leurs fragments bivalents F (ab')<sub>2</sub> ou simplement leurs fragments F (ab) (**Salwa et al, 2003**). Les formes les plus connues sont les sérums antivenimeux (SAV), les sérums antirabiques, les sérums antitétaniques et les sérums antidiphtériques (**Klassset, 2006**).

Le lait de jument contient les mêmes constituants de base que celui de toutes les espèces de mammifères, mais se différencie nettement de celui des autres herbivores domestiques exploités pour leur production laitière (bovins, ovins, caprins) par des teneurs en matière azotée et en lipides plus faibles et surtout de qualité très différente. De par sa teneur en lactose élevée, il s'apparente beaucoup au lait de femme et, à ce titre, il a souvent été employé comme substitut du lait de femme. (**Klassset, 2006**) :

Le rôle thérapeutique du lait de jument serait dû, d'une part à une activité antibiotique, d'autre part à sa richesse en acides gras poly-insaturés qui agiraient défavorablement dans le métabolisme du cholestérol et favoriseraient ainsi la synthèse des prostaglandines. Ce rôle est mis à profit dans les soins de la peau, le traitement des maladies digestives, cardiaques, pulmonaires et diabétiques. En France, le lait de jument est prescrit sous trois formes (**Klassset, 2006**) :

- **Liquide cryo-précipité**: lait congelé en pack de 250 ml pour cure d'un à deux mois.
- **Poudre lyophilisée**: boîte pour cure d'un à deux mois à raison de 125 ou 250 ml par jour.
- **Gélules végétales**: lait en poudre lyophilisée et compactée.





## 5. Classification et notion de race :

De nos jours, la classification des chevaux est établie à partir de la race :

Les races issues de l'espèce chevaline sont nombreuses et variées. Cette grande diversité a pour origine leur adaptation à l'environnement (aptitude à jeûner, résistance aux hautes températures ou encore sûreté de pied en terrain montagneux), et surtout l'élevage sélectif puis les croisements opérés par l'homme sur le cheval domestique. Certains traits tels la rapidité, la capacité de portage ou encore celle à tracter de lourdes charges, ont été privilégiés (**Sevestre et Rosier, 1991**). Les races sont généralement divisées en trois grandes catégories : les chevaux de trait destinés à la traction, les chevaux de selle destinés à être montés (y compris chevaux de sport pour le haut niveau) et les poneys. Les cobs, chevaux à deux fins pouvant être montés aussi bien qu'attelés, sont parfois classés à part. Pour le cheval comme pour bon nombre d'animaux domestiques, des listes d'ancêtres ont été établies et de nombreuses races possèdent un registre d'élevage qui peut être fermé (seuls les animaux descendants d'animaux déjà enregistrés peuvent faire partie de la race) ou ouvert (le registre accepte des croisements avec d'autres races). L'inscription d'un cheval à un tel registre est soumise à des règles de signalement et de conformité au standard de race. Ces informations sont reprises par de vastes bases de données spécialisées.

Les races les plus connues incluent le Pur-Sang , l'Arabe , le Frison, le Pure race espagnole et son voisin le Lusitanien, le Quarter Horse, le Percheron, le Fjord , le Haflingeret et le poney Shetland (**Sevestre et Rosier, 1991**). La liste des races de chevaux est toutefois riche de plusieurs centaines de races.

## 6. Le génome équin :

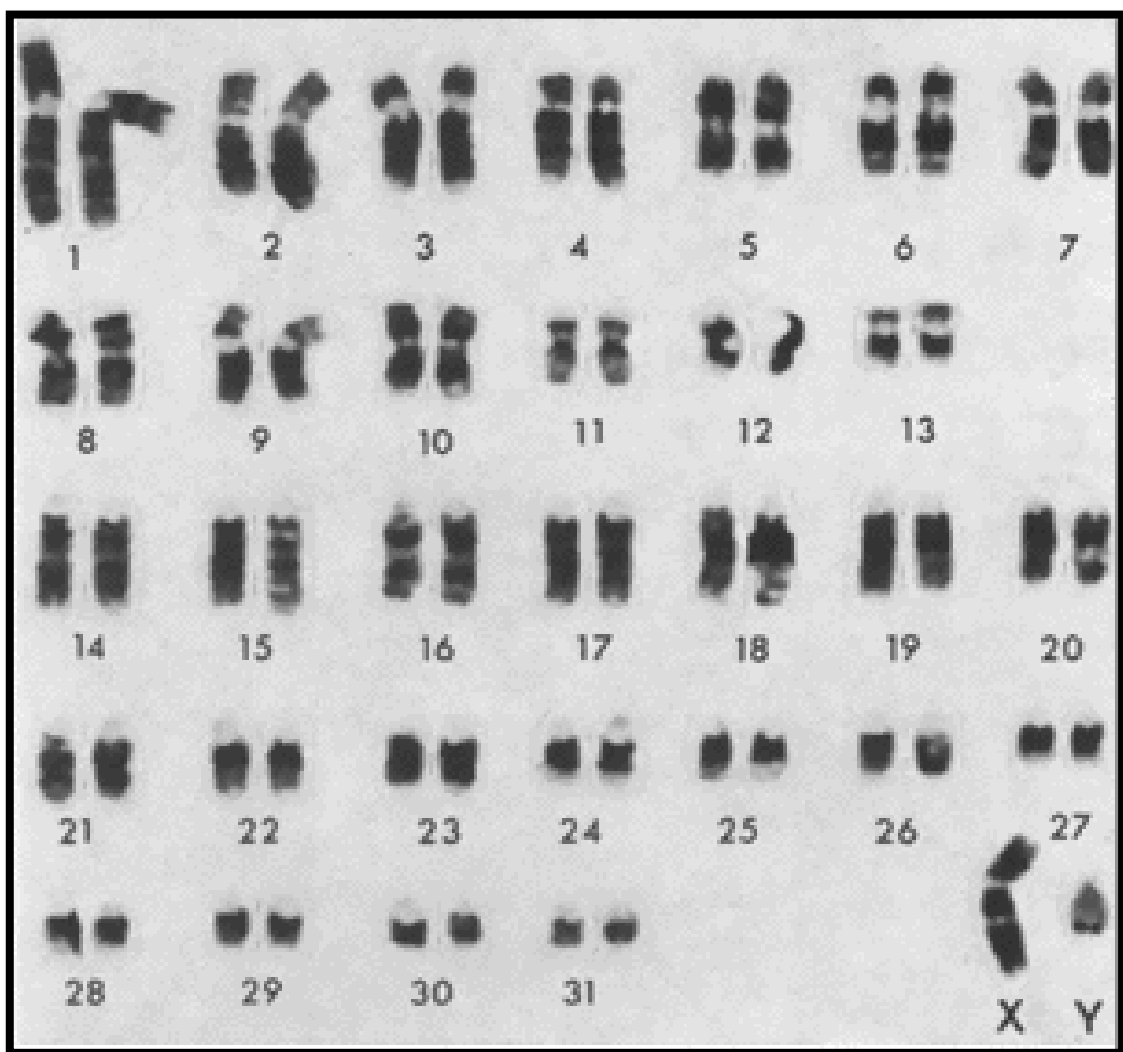
Le génome équin s'apparente fortement à celui des autres génomes de mammifères. Il mesure environ 2,7 gigabases (Gb), une taille légèrement inférieure à celle de l'homme (2,9 Gb). L'analyse plus fine de ce génome prédit l'existence d'un peu plus de 20 000 gènes codant pour des protéines dont environ 17 000 sont similaires à des gènes de l'Homme, de la souris et du chien (**Jussiau et al, 2013**). (**Figure 4**). La correspondance avec le génome humain est élevée puisque 17 des 32 chromosomes équins sont similaires à un chromosome humain, bien que des inversions dans l'ordre des séquences soient observées. Les autres chromosomes sont quant à eux similaires à l'assemblage de plusieurs chromosomes humains (**Jussiau et al,**



2013). Ces données situent le génome équin plus proche de celui de l'homme que ne le sont celui du chien ou de la souris par exemple.

Le séquençage du génome équin a été réalisé en 2006 aux Etats-Unis par le Broad Institute et annoncé officiellement le 7 février 2007 (Jussiau *et al*, 2013).

Connaître le génome du cheval permettra de comprendre les aspects génétiques de la pathogénie des maladies équines, et de sélectionner à coup sûr les caractères intéressants. La qualité de l'élevage équin bénéficiera également de ces avancées technologiques qui permettront de guider objectivement le choix des éleveurs.



**Figure 4 :** Caryotype d'un étalon obtenu par la méthode des banding G (Cribiu *et al*, 1998).



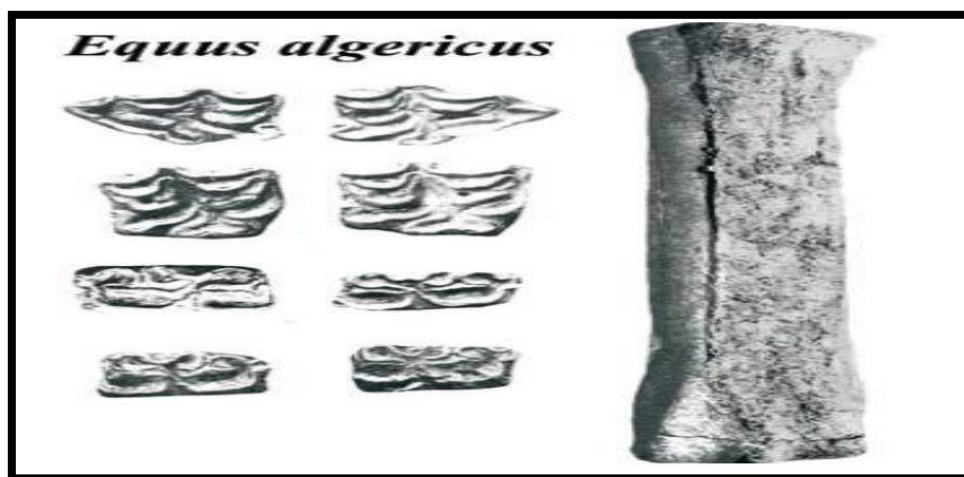
## II. La filière équine en Algérie et système d'élevage

L'Algérie est un pays riche d'une grande diversité géographique, tant sur le plan des sols et des climats rencontrés que des ressources zoogénétiques. Les ressources génétiques équines ne font pas exception à ce constat. Le cheval constitue un élément incontournable de l'histoire et de la culture algérienne. De par sa diversité et sa complexité, la filière équine constituée un facteur remarquable d'utilisation et de développement durable. En effet, de nombreux secteurs sont concernés et les structures s'avèrent multiples et hétérogènes. La filière équine se distingue ainsi des autres productions animales par des débouchés non alimentaires : loisirs, compétition, équitation, spectacle.

### 1. Historique du cheval en Algérie

L'Algérie est le pays type d'une grande et ancestrale tradition équestre. Le cheval endosse différents rôles, allant du compagnon de l'homme au véritable athlète dans les tribus berbères de Syphax, Jugurtha et Massinissa, aux épopées de l'Emir Abdelkader, d'El Mokrani et de Bouamama.

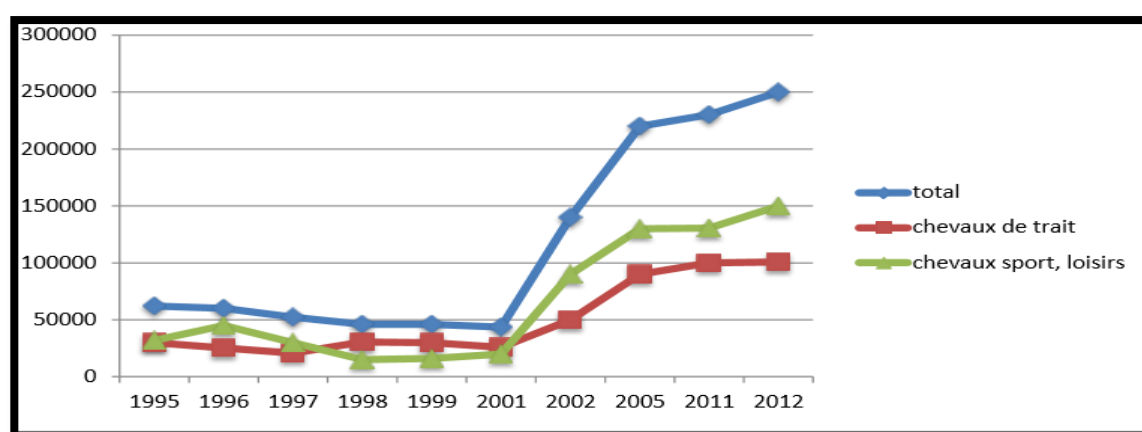
L'apparition des équidés en Algérie, remonte à la période préhistorique au cours du 4<sup>ème</sup> millénaire (**Alimen, 1955**), tels qu'en témoignent les vestiges archéologiques, dessins rupestres et mosaïques qui présentent des chevaux de conformation et de types similaires à ceux du cheval Barbe d'aujourd'hui. Grâce à des fouilles archéologiques effectuées en Algérie, on a abouti à l'identification des restes osseux de l'espèce *Equus algericus* (**Figure 5**), situés au Sud- Est de Tiaret et à Hydra aux environs d'Alger (**Chaid-Saoudi, 1988**).



**Figure 5 :** Restes osseux de l'espèce *Equus algericus* situés au Sud Est de Tiaret et à Hydra (Chaid-Saoudi Y, 1988).

## 2. Effectifs de la production équine et son évolution en Algérie

La filière équine connaît un développement considérable sur les dernières années, aussi bien en nombre de chevaux existants, qu'en nombre d'éleveurs et de pratiquants de l'équitation. Plus de 256.000 chevaux vivent sur le territoire Algérien (selon les derniers recensements du Ministère Algérien de l'Agriculture en 2012). Ces données ne reflètent que partiellement la réalité puisque aujourd'hui, de nombreux équidés échappent à ce recensement. L'Algérie est ainsi classée au deuxième rang après la Tunisie des pays du Maghreb en termes d'effectifs d'équidés (Rahal *et al*, 2009).

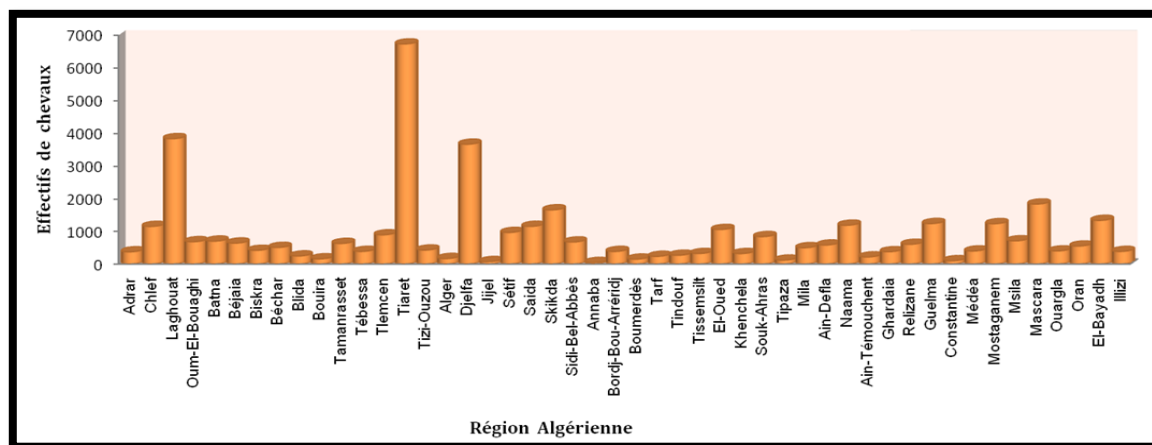


**Figure 6 :** Schéma d'évolution de l'élevage équin en Algérie (source : Ministère Algérien de l'Agriculture).



### 3. Répartition géographique de l'élevage équin :

La répartition de la population équine intéresse les différentes régions de l'Algérie avec les trois quarts de l'effectif répartis essentiellement dans les hauts plateaux, à l'instar des wilayas de Tiaret, Laghouat, Djelfa, Mascara, Skikda, Saida et El-Bayadh (*Figure7*).



**Figure 7 :** Aire de répartition de l'élevage équin dans le territoire Algérien (Source: ONDEEC 2005).

### 4. Les races équines en Algérie :

Les équidés occupent une place privilégiée dans la vie et l'imaginaire des populations rurales algériennes. Ces animaux appartiennent à la classe des mammifères, à la famille des équidés et au genre *Equs*. Ils sont représentés en Algérie par deux espèces: *Equs asinus* (Ane domestique) et *Equs caballus* (Cheval).

L'Algérie abrite cinq races équines importantes de par leur utilisation et leur effectif: la race Barbe, Arabe-Barbe, Pur-sang Arabe, Pur-sang Anglais et le Trotter Français et un séisme race à la voie de caractérisation « le selle algérien ».



## A. Races autochtones :

### a. Race Barbe :



**Figure 8 :** Ouafi : Etalon Barbe algérien : père de Phag'a des Roches tirée de site :

*<http://www.serreduriou.fr>.*

Le cheval Barbe (**Figure 8**) est originaire du Maghreb. Il a été appelé d'abord barbare et ce n'est qu'en 1534 que la dénomination Barbe est apparue (**Roux, 1987**). C'est un cheval polyvalent, docile et endurant qui s'adapte facilement à différents climats aussi bien dans les pays du berceau de la race (Algérie, Maroc, Tunisie et Lybie), que dans les pays où il a été longtemps exporté, en Europe aussi bien qu'en Afrique subsaharienne (**Rahal et al, 2009**). Le Barbe est un cheval d'équitation traditionnelle par excellence (fantasia). Il suscite actuellement l'intérêt dans les clubs d'équitation ainsi que dans les courses d'endurance à l'échelle internationale, à l'exemple de la jument Haouza Larzac, championne d'endurance d'Europe en 2003.

La population Barbe d'Algérie s'élève à environ 10.000 têtes auxquelles on peut adjoindre quelques 90.000 Arabe-Barbes à moins de 25 % de sang arabe pour le plus grand nombre (**Kadri, 2006**). Cependant, entre « purs » et « présumés », la distinction n'est pas toujours facile à effectuer. En effet, la majorité de cette population est composée de sujets non-inscrits au studbook du Barbe et dont la caractérisation est basée uniquement sur quelques aspects morphologiques, « à l'œil » pour les connaisseurs. Le standard officiel de la race Barbe, fixé par l'Organisation mondiale du Cheval Barbe (OMCB), créée à Alger en juin 1987 (**Organisation mondiale du Cheval barbe, 1989 ; El-Kohen, 2006**), définit le Barbe sur le plan morphologique comme une race eumétrique, médioligne dont les principaux caractères



sont: une taille moyenne de 1,55 m (1,50 m-1,60 m) ; une longueur scapulo-ischiale sensiblement égale à la taille avec un indice corporel de profil égal à 1 (cheval carré) ; une tête assez forte, chargée en ganache avec des naseaux effacés ; un profil céphalique convexe légèrement busqué ; une encolure bien greffée, rouée, épaisse et courte ; un garrot bien édifié et fortement marqué ; une poitrine large et haute avec un périmètre thoracique d'au minimum 1,70 m ; un dos tendu et tranchant avec un rein court, puissant et parfois voussé ; une croupe en pupitre avec une queue attachée bas ; un tour de canon minimum de 18 cm et une robe essentiellement grise, baie, alezane avec des crins abondants et épais (**Organisation mondiale du Cheval barbe, 1989 ; Tamzali, 1989 ; Chabchoub, 1998**).

**b. Race Arabe-Barbe :**



**Figure 9 :** Etalon Arabe-Barbe d'origine algérienne. Tirée du site :

*<http://elevagedelabbaye.voila.net/elevage.html>.*

L'Arabe-Barbe, création de la Jumenterie de Tiaret (instaurée en 1877), dédiée d'abord à l'élevage des races Arabe et Barbe, constitue la race prédominante en Algérie (**Benabdelmoumene, 2003 ; Kadri, 2006**).

L'Arabe se différencie du Barbe en étant plus léger, présentant plus de sécheresse et de finesse, une encolure plus allongée et peu épaisse, un profil de la tête rectiligne ou concave, une queue courte et attachée haut et une croupe plus horizontale (**Gaudois, 1989 ; Haras nationaux français, 2010**). 15 Le nombre de produits Arabe-Barbes purs, inscrits au stud-book algérien du cheval Barbe, nés entre 1993 et 2004, est de 3379 selon les données de l'Office national du Développement de l'Élevage équin et camelins (ONDEEC) (**Rahal et al, 2009**).





## **B. Races induites : (importées et élevées depuis plusieurs décennies en Algérie).**

En plus de ces deux races locales, on distingue aussi des Pur-sang Arabes, des Pur-sang Anglais et le Trotteur Français utilisés essentiellement dans le monde du sport, représenté par les courses hippiques, les concours de saut d'obstacle et les raids d'endurance. Ces races importées et élevées depuis plusieurs décennies sont inégalement réparties dans le territoire algérien et mieux adaptées aux reliefs montagneux et arides des régions d'Afrique du nord (Rahal *et al*, 2009).

### **c. Race Pur-sang Arabe :**



**Figure 10 :** Etalon Arabe Tirée du site : <http://daughterofthewind.org/photo-of-the-day-iliad-kuhaylan-haifi-stallion-usa/>.

Le cheval Pur-sang Arabe est une des plus anciennes races pures connues (**Figure 10**). C'est un Cheval de la rude civilisation du désert sélectionné dans les pays du Proche-Orient, sur des critères de souplesse, maniabilité, résistance, légèreté et surtout beauté. Le cheval Arabe a été utilisé depuis des siècles pour améliorer les autres races, à travers le monde. Il a été introduit en Algérie dès le VII<sup>ème</sup> siècle, avec l'islamisation du pays. Plus tard, le spoiler français, lui consacra en 1877, un Haras à Tiaret « Jumenterie de Chaouchaoua » qui produira à partir de sujets importés d'Orient (Syrie, Egypte...), des lignées mondialement célèbres. À l'indépendance de l'Algérie et jusqu'aux années 1980 des importations d'étalons et poulinières de Suède, d'Angleterre et de Pologne ont servi pour diversifier les origines et les modèles de pur-sang Arabe, et éviter quelque peu la consanguinité de l'élevage national.





Ce n'est qu'à partir de l'année 1983 que la situation de cette race a eu un tournant décisif avec l'instauration de courses de pur-sang Arabe à l'hippodrome du Caroubier (Alger) puis d'Oran. Ces courses étaient alimentées au départ avec des chevaux Arabes polyvalents, nés et élevés en Algérie, surtout par l'élevage de Tiaret qui a injecté à lui seul plus de 700 coursiers dans les hippodromes.

La race Pur-sang Arabe dispose d'un stud-book, et l'Algérie est membre actif de la World Arabian Horse Organisation (WAHO) qui compte 57 pays membres. Le cheval Arabe est un cheval de petite taille (1,48 à 1,56 m au garrot en moyenne) en général de robe alezane, baie ou grise. C'est un cheval à la poitrine large, à la croupe harmonieuse, à la queue courte et attachée haut, aux membres très secs. Il porte à la tête les signes qui confirment la noblesse de sa race, front large, profil rectiligne ou concave, oreilles courtes, bien dessinées et mobiles, yeux grands, expressifs et doux, naseaux très ouverts et finement dessinés, ganaches écartées, la lèvre inférieure courte et petite. La tête, très distinguée, est portée par une encolure longue et peu épaisse, aux crins très soyeux.

En Algérie, Les effectifs sont estimés à 1000 chevaux, dont 90% sont issus du Haras National Chaouchaoua de Tiaret (**Rahal et al, 2009**). Aujourd'hui, cette race brille dans plusieurs disciplines sportives (endurance, courses, concours modèles et allures, dressage et saut d'obstacles). Ainsi, il est très recherché pour l'équitation de loisir.



#### d. Race Pur-sang Anglais :



**Figure 11 :** Cheval Pur-sang Anglais. Tirée du Site : <http://www.le-site-cheval.com/races/anglais.php>.

Le Pur-sang Anglais est né de la passion des Anglais pour les courses de chevaux (**Figure11**). Dès 1535, Henri VIII édicte un décret interdisant la production de chevaux de moins de 150 cm. Trois étalons (deux pur-sang Arabe et un Barbe) sont à l'origine de tous les pur-sang Anglais actuels Darley Arabian, Byerley Turk et Godolphin Barb (**Rahal et al, 2009**).

L'introduction de cette race en Algérie, remonte au 19<sup>ème</sup> siècle. Sélectionné uniquement sur son aptitude à la vitesse, ce cheval rapide et nerveux. Sa physionomie est proche de celle du cheval Arabe mais en plus long et plus fort. Les effectifs actuels sont de l'ordre de 500 têtes (**Rahal et al, 2009**), et la production est réservée exclusivement aux courses hippiques.

Bien que n'ayant pas de standard, le Pur-sang Anglais est un cheval longiligne, d'une taille moyenne de 1,65 m au garrot, donnant une impression d'ensemble très harmonieuse et Athlétique. Le profil est plutôt rectiligne, le front large, la tête expressive. L'épaule est longue et oblique, permettant l'amplitude nécessaire des foulées au galop. La poitrine est ample, profonde, ogivale, le dos est droit, la croupe horizontale et longue, les avant-bras longs et les canons courts. La couleur de robe la plus fréquente est le bai; l'alezan et le gris étant aussi présents.



La région d'élevage du Pur-sang Anglais en Algérie est par excellence Laghouat et à un moindre degré Blida (jumentrie de Chebli). Des naissances sont enregistrées dans d'autres régions, notamment par le biais de propriétaires de chevaux de course (hippodrome Zemmouri, Oran, Msila, Djelfa) (**Rahal et al, 2009**).

**e. Race Trotteur Français :**



**Figure 12 :** Cheval Trotteur Français. Tirée du site : <http://www.le-site-cheval.com/races/anglais.php>

L'introduction de cette race en Algérie, remonte au 19<sup>ème</sup> siècle. Les effectifs actuels sont de l'ordre de 500 têtes (**Rahal et al, 2009**), et la production est réservée exclusivement aux courses hippiques. Issue du croisement Pur-sang Anglais avec des chevaux Normande. C'est aujourd'hui une race à part entière avec un stud book semi ouvert (**Rahal et al, 2009**).

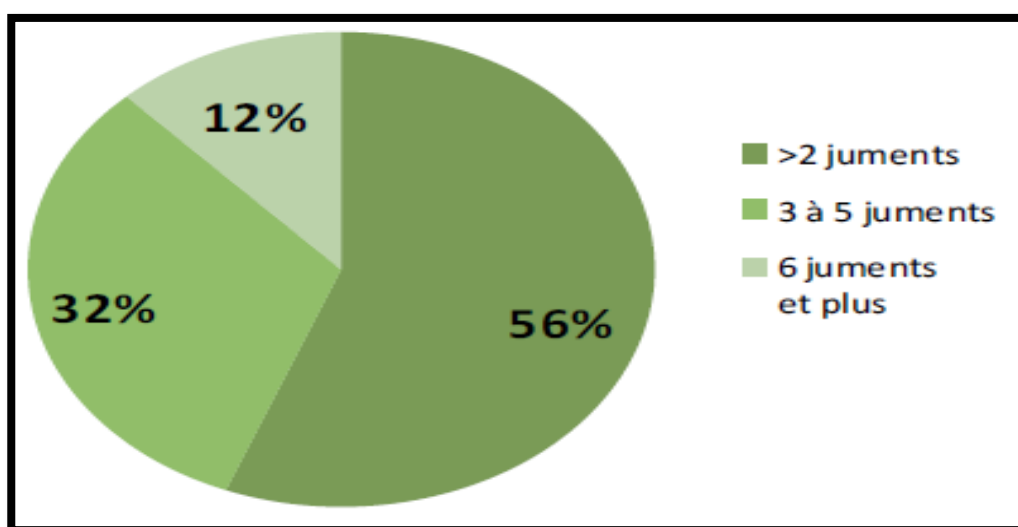
Certaines caractéristiques de la race : une tête rectiligne, l'épaule, à l'origine assez droite, devient plus inclinée, permettant un geste d'avant-main plus étendu, la taille est moyenne. C'est un cheval à forte compacité. Les robes sont le plus souvent baies ou alezanes.

Les chevaux de cette race, considérés comme inaptes à la course, sont orientés bien souvent vers la discipline du trot attelé, à l'hippodrome de Zemmouri et prochainement à Oran (**Figure 12**). Cependant, des trotteurs peuvent être retrouvés dans les clubs hippiques ainsi que chez des propriétaires de chevaux de fantasia, qui apprécient le modèle plus lourd des chevaux de spectacle.



## 5. Caractérisation des élevages de chevaux :

L'élevage de chevaux consiste à disposer de juments et/ou d'étalons pour la mise à la reproduction. En Algérie les élevages des équins sont plutôt de petite taille, à l'exception de la jumentrie de Tiaret, de Chebli et d'El Karma, ainsi que quelques propriétaires privés. Plus de la moitié des élevages à plus de 2 juments saillies par an dans la plupart des régions. Un pourcentage de 32% ont 3 à 5 juments saillies par an, et seulement 12% ont plus de 6 juments saillies par an (ONDEEC, 2012) (Figure 13). Les modalités de mise à la reproduction seront différentes selon le type d'équidé élevé, mais les bases du métier sont les mêmes : alimentation, reproduction, et santé de l'animal.



**Figure 13 :** Pourcentage de nombre de juments saillies par élevage (source: ONDEEC, 2012).

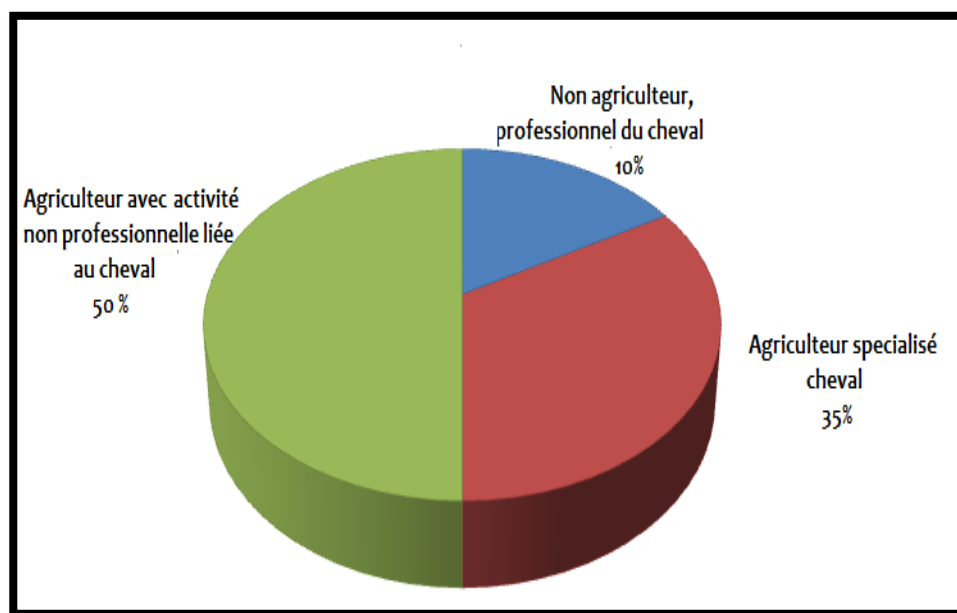
La filière équine connaît un développement considérable sur pendant ces dernières années, aussi bien en nombre de chevaux présents sur le territoire national, qu'en nombre d'éleveurs et de pratiquants de l'équitation (plus de 30 % de licenciés de 2006 à 2011). De manière générale, il existe trois types d'éleveurs dans la filière équine (Figure 14) :

**-Agriculteur avec activité non professionnelle liée au cheval :** ils se considèrent comme éleveurs mais pas comme professionnels en élevage équin, ont des petites structures et cherchent à produire au moins un poulain chaque année. L'élevage est une activité de temps libre. Ils ne recherchent pas vraiment la rentabilité, l'argent investi provient d'autres sources de revenus. Leur production est destinée à leur usage personnel mais aussi à la vente.



**-Agriculteurs spécialisés dans le cheval :** ils ont des structures importantes. Leur production est régulière. Ils produisent des chevaux destinés aux courses ou au sport amateur, mais ils considèrent l'élevage équin comme une activité secondaire, qu'ils exercent par passion, en parallèle de leur activité principale.

**-Non agriculteurs professionnels du cheval :** ils ont plus de quatre poulinières avec une production annuelle régulière. Ils considèrent l'élevage de chevaux comme une véritable activité professionnelle avec une recherche de rentabilité économique. Ils produisent avant tout des chevaux d'endurance, mais aussi de concours complet et de saut d'obstacles. Ils s'orientent vers plusieurs races adaptées aux disciplines visées, Ils recherchent une valeur ajoutée, par la robe, la race ou les performances sportives. Les stratégies de reproduction sont multiples. L'alimentation et la maîtrise de la santé sont assurées par un vétérinaire spécialisé.



**Figure 14 :** Les différents types des éleveurs équins en Algérie (source: ONDEEC, 2012).

## 6. Organisation de la filière équine

La chute drastique des effectifs, fera réagir le gouvernement algérien qui adoptera en 1986, un dossier portant «réorganisation du secteur équin». Ce dossier, judicieux dans sa conception, avait pour objectifs, de préserver et développer les races équines, grâce aux ressources qu'elles contribuent elles-mêmes à produire. C'est ainsi que seront créées les structures suivantes :



### **A. Office National du Développement des Élevages Équins et camelins**

L'ONDEEC est chargé de la préservation, du développement, de la promotion, et de l'encouragement, des races équines, ainsi que de la tenue des livres généalogiques (**Stud book**). Il gère l'administration de la monte publique et sert d'appui technique aux unités d'élevage. Il bénéficie pour ce faire, de 9 % de la masse totale des enjeux du Pari Mutuel Urbain.

### **B. Société des Courses Hippiques et du Pari Mutuel (SCHPMU)**

Elle est chargée de l'organisation des courses hippiques, de la collecte des paris, et de la redistribution des ressources financières induites, sur la base de l'arrêté interministériel du 5 septembre 1989, fixant le taux et désignant les bénéficiaires des prélèvements à opérer sur les enjeux du Pari Mutuel Urbain (PMU) . Elle s'appuie pour cela sur les hippodromes nationaux et les agences de P.M.U disséminées dans les principales Wilaya du pays. Elle perçoit 10% de la masse des enjeux pour son fonctionnement.

### **C. Organisation Mondiale du Cheval Barbe (OMCB)**

Organisme non gouvernemental, l'OMCB, est chargé de la coordination des Associations nationales d'éleveurs, détentrices des livres généalogiques (**Stud books**), de l'établissement du standard de la race, et de la réglementation relative à la reproduction de la race Barbe et de ses dérivés. Son siège est fixé à Alger. Elle regroupe à l'heure actuelle huit pays membres (Algérie, Maroc, Tunisie, France, Allemagne, Belgique, Suisse et Luxembourg).

### **D. Fédération Équestre Algérienne (FEA)**

Issue de la réorganisation de la Fédération Algérienne des Sports Équestres (FASE), elle est déclarée d'utilité publique. Sa mission est de promouvoir et d'encourager l'utilisation des races équines, par le biais des sports équestres modernes et traditionnels, ainsi que les métiers liés à leur pratique. Elle perçoit 3% de la masse des enjeux du PMU.

### **E. Associations Nationales d'Éleveurs**

Elles ont pour rôle de structurer et animer les éleveurs, par race équine. (Arabe, Barbe, Arabe, Barbe et Pur-sang Anglais). Elles disposent de 3% de la masse des enjeux du PMU.



## **F. Fédération Équestre Algérienne**

Elle a un rôle très important à jouer dans l'utilisation des races équines, par le biais de l'équitation. Les sports équestres modernes sont susceptibles d'absorber une part importante de la production équine nationale par le développement et l'encouragement des disciplines dans lesquelles excellent les chevaux locaux, à savoir l'endurance, la randonnée, et l'apprentissage. Par ailleurs, l'équitation traditionnelle qui opère un retour en force après des années de stagnation dues à la situation sécuritaire, constitue un débouché certain aux races Barbe et Arabe-Barbe.

## **G. Mouvement Associatif**

Dans les pays développés, l'administration des Haras est déléguée, souvent aux associations d'éleveurs, ainsi que certaines missions, telles la gestion du livre généalogique de la race ou l'organisation de concours d'élevage.

En Algérie, le développement du mouvement associatif s'est heurté à la nature de ce type d'élevage, souvent personnel, à l'absence de ressources nécessaires à son fonctionnement, ainsi qu'à l'absence de perspectives induites par le manque d'encadrement.

## **H. Utilisations traditionnelles du cheval**

### **a. Fantasia**

Le Barbe comme cheval de guerre: Symbole de la virtuosité guerrière, rendue célèbre par les tableaux de Delacroix, la fantasia assure la continuité d'une tradition équestre militaire authentique. Simulation de l'action militaire traditionnelle au XIX<sup>ème</sup> siècle, elle reproduirait les glorieux assauts de la tactique militaire arabe et berbère, une vive retraite succédait à une attaque fulgurante. Aujourd'hui, la charge de poudre (ou "baroud") a remplacé le coup d'arbalète.

Le dressage des chevaux, Barbes ou Arabes-Barbes, âgés au minimum de quatre ans, répond à des règles spécifiques. Le cavalier et sa monture doivent reconnaître l'enchaînement exact des figures préparées en groupe. Sur un terrain délimité d'environ deux cents mètres de long, les équipes composées de deux à vingt cavaliers tout au plus emplissent l'air du bruit de leurs cavalcades, et se succèdent.





Un respect de l'enchaînement, une cohésion d'ensemble, la simultanéité du « baroud » sont les critères essentiels de la fantasia. La notation est strictement encadrée par un règlement sportif. Pour effectuer ces prouesses, les cavaliers doivent posséder une technique équestre certaine, mais également beaucoup d'agilité, d'audace et de courage.

Les cavaliers tous vêtus de blanc portent des pantalons bouffons et courts, une ceinture nouée par derrière, une chemise à col droit et un "haïk", pièce d'étoffe dans laquelle ils sont drapés. Chaussés de babouches hautes, ils portent en bandoulière une petite sacoche de cuir contenant des extraits du Coran ainsi qu'un poignard recourbé glissé dans un étui de velours.

Leurs longs fusils de parade aux crosses ciselées incrustées de nacre et d'ivoire, sont cerclés d'argent. Soie brodée, cuirs maroquinés, métaux dorés ou niellés, les chevaux exhibent également des harnachements fastueux. La Fantasia reste une des manifestations équestres les plus appréciées dans toute l'Afrique du Nord.

En Algérie 140 associations équestres traditionnelles perpétuent la Fantasia. Au Maroc près de 1'000 troupes et près de 15'000 chevaux participent aux concours organisés par les haras nationaux à l'occasion des Moussems [festivals d'origine du moyen-âge à caractère religieux et commercial, NDLR] et des fêtes locales ou nationales.



**Figure 15 :** Spectacle équestre traditionnel de Fantasia. Tirée du site : [http://www. La fantasia- spectaculaire](http://www.La-fantasia-spectaculaire).





## **b. Travail agricole**

Tout au long du XXe siècle, le cheval a été délaissé suite à la mécanisation de la société dans les pays industrialisés. De nos jours, son utilisation est en nette recrudescence, pour accomplir de nombreuses tâches. Dans les pays en développement, en général, et en Algérie en particulier, en milieu rural, malgré le développement de l'automobile, le cheval contribue notamment au transport des matériaux de construction et de l'eau dans les endroits souvent inaccessibles aux véhicules à moteur. Le cheval intervient aussi dans le transport des personnes, des marchandises et des ordures ménagères. En agriculture le cheval est toujours utilisé comme un auxiliaire de travail pour les paysans.

## **c. Utilisations modernes du cheval**

Les sports équestres regroupent toutes les disciplines équestres sportives. Il existe de nombreux autres sports équestres pratiqués à travers le monde, certaines étant réglementées par la Fédération Équestre Internationale (FEI), tandis que d'autres ont une portée locale. La FEI règlemente et organise les compétitions internationales des sept disciplines parmi les plus connues et les plus pratiquées dans le monde :

## **d. Attelage**

Un attelage de compétition est composé d'une voiture, d'un, deux ou quatre chevaux et d'un meneur aidé par des grooms. La voiture utilisée est dédiée spécifiquement à ce sport et est munie de freins à disque. Sur les voitures modernes, des brancards articulés sur les modèles à 4 roues. Tous les chevaux peuvent être attelés, mais certaines races comme le Trotteur Français ont des prédispositions particulières à cette discipline.

Avant de devenir une activité de loisir et de sport, l'attelage a longtemps été le seul moyen de transport. Si le train et l'automobile ont supprimé les équipages, l'attelage renaît grâce aux nombreuses associations, aux épreuves diverses, aux rallyes et aux écoles d'attelage, et sauve ainsi les chevaux de races lourdes.

## **e. Concours complet**

Le concours complet d'équitation (CCE) est l'une des sept disciplines équestres mondiales agréées par la fédération équestre internationale et discipline olympique depuis les Jeux olympiques de Stockholm de 1912. Les différents niveaux d'épreuves, qui sont en fonction



de la hauteur des obstacles et de la difficulté des tracés des parcours et reprises, permettent la progression des couples pratiquant la discipline en compétition. Le CCE demande, contrairement à d'autres disciplines, une polyvalence de la part du cheval comme de son cavalier.

#### **f. Dressage**

Le terme de dressage en équitation est utilisé pour désigner la discipline du dressage dans sa forme actuelle, se définissant comme la mise en scène du couple cheval /cavalier. Il est issu de l'école d'équitation classique, mais a évolué au cours des siècles, influencé par l'équitation militaire puis sportive. Le concours de dressage est un sport international avec des niveaux allant du débutant à la sélection pour les Jeux olympiques. La compétition se concentre sur les mouvements de dressage, tels que le piaffer, le passage, le trot allongé, la pirouette et les changements de pied au galop.

#### **g. Raids d'endurance**

Les raids d'endurance, une nouvelle discipline qui est née à la fin des années 80. Elle a été quelque peu occultée durant les années 90 et qui a repris à partir de 2000, avec des raids à Bordj el Bahri, Tiaret, Mostaganem. L'endurance est une course de fond pratiquée à cheval et en pleine nature, dans laquelle le but est de parcourir une longue distance : de 20 km à 160 km en une journée, ou  $2 \times 100$  km sur deux jours. Cette course chronométrée doit être réalisée le plus rapidement possible tout en conservant une monture en parfait état de santé. Des contrôles vétérinaires obligatoires sont effectués de façon régulière tout au long du parcours. Ils garantissent la bonne santé du cheval car en cas de doute (épuisement, boiterie, déshydratation...) celui-ci est disqualifié. Tout au long de l'épreuve, l'effort de l'animal doit donc être maîtrisé.

Le vétérinaire occupe une place de choix dans ce genre de discipline, puisque c'est de lui que dépend le bon déroulement des épreuves. La santé du cheval étant à la première place dans cette discipline, où l'on peut parcourir 40, 60, 80 ou 120 km sans que le cheval n'ait à souffrir des désordres cardio-vasculaires ou de boiterie. Pour cela, des contrôles vétérinaires sont placés tous les 20 km en moyenne pour contrôler les paramètres que sont le rythme cardiaque, la fréquence respiratoire, l'état des muqueuses et la symétrie des allures.



Il existe plusieurs types d'épreuves d'endurance qui sont différenciés par le nombre de kilomètres parcourus. La pratique de la discipline est abordable par tout cavalier et tous types de chevaux. Mais pour concourir en endurance à partir d'un certain niveau, il est préférable de choisir une monture au type adapté à la discipline, comme le pur-sang arabe, et de s'équiper d'un matériel spécifique. L'endurance fait aussi l'objet de compétitions officielles internationales dont les épreuves se courent sur les distances maximales.

#### **h. Saut d'obstacles**

Le saut d'obstacles, ou concours de saut d'obstacles (CSO), est un sport équestre qui se déroule dans un terrain délimité sur lequel ont été construits des obstacles. Les barres qui les composent sont mobiles et tombent lorsqu'elles sont touchées. Pour le cheval et le cavalier, la règle du jeu est de réussir à franchir les obstacles dans un ordre précis sans les renverser, les refuser ou les dérober. Il existe plusieurs types de saut : le vertical, la haie, la rivière, le spa...

#### **i. Courses hippiques**

Les courses hippiques sont organisées depuis l'époque antique. À l'époque coloniale existaient une multitude de champs de course de Province. Le relais fut repris à partir de l'indépendance par la Société des Courses d'Alger, et dans la volée, l'année 1987 a vu la création de l'actuelle Société SCHPM, selon le décret officiel N° 87-17. Cette société fait fonctionner pas moins de 22 hippodromes qui regroupent quelque 700 pur-sang arabes, 300 pur-sang anglais et une centaine d'Arabe Barbe et de Barbe.

#### **j. Tourisme équestre**

Il s'agit de toute activité de loisir et de tourisme vert faisant appel à l'utilisation du cheval. Les centres équestres proposent des randonnées à cheval, des séjours découverts à la campagne, des circuits en calèches ouverts au public, les établissements équestres constituent donc un maillon primordial de la filière équine.



### III. Biodiversité et ressources zoogénétique

#### 1. Importance de la biodiversité des animaux d'élevage :

La biodiversité dans l'agriculture est le produit de milliers d'années d'activité au cours desquelles l'homme a cherché à satisfaire ses besoins dans des conditions climatiques et écologiques très différentes.

Les animaux d'élevage ont représenté un élément essentiel des systèmes de production agricole, particulièrement important dans des environnements défavorables où les cultures sont difficiles sinon impossibles. Pour les éleveurs, la diversité zoogénétique représente une ressource où puiser pour sélectionner les animaux et développer de nouvelles races. De façon plus ample, les populations d'animaux d'élevage génétiquement différents permettent à la société d'avoir une plus vaste gamme d'options pour satisfaire les défis des années futures.

Depuis les années 60, l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (**FAO**) a offert son assistance aux pays afin de caractériser leurs ressources zoogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture et pour développer des stratégies de conservation. En 1990, le Conseil de la FAO a recommandé l'élaboration d'un programme global pour la gestion durable des ressources zoo génétiques au niveau mondial.

La caractérisation des ressources zoogénétiques englobe toutes les activités associées à l'identification, à la description qualitative et quantitative, et à la documentation des populations animales. Le but est d'obtenir une meilleure connaissance des ressources zoogénétiques, de leurs utilisations présentes et, éventuellement, futures pour l'alimentation et l'agriculture dans des environnements définis, et leur état actuel en tant que populations raciales différentes (**FAO, 1984; Rege, 1992**).

Au niveau national, la caractérisation comprend l'identification des ressources zoogénétiques du pays et l'enquête sur ces ressources. Le processus comprend également la documentation systématique des informations collectées pour faciliter l'accès. Les activités de caractérisation devraient favoriser la conception de prévisions objectives et fiables sur la performance des animaux dans des environnements définis et comparer ainsi la performance potentielle à l'intérieur des différents systèmes de production d'un pays ou d'une région. Il s'agit, par conséquent, d'un travail plus approfondi qu'une simple récolte de rapports existants (**Rege, 1992**).

Les renseignements obtenus par le processus de caractérisation favorisent une prise de décision éclairée sur les priorités de la gestion des ressources par les différents groupes d'intérêt, dont les agriculteurs, les gouvernements au niveau national et régional et les



organismes internationaux (FAO, 1992; FAO/PNUE, 1998). Ces décisions politiques visent à promouvoir la mise en valeur des ressources zoogénétiques tout en garantissant la conservation de ces ressources pour les besoins des générations présentes et futures.

## 2. Origine de la diversité génétique :

La diversité génétique est basée sur la variabilité des gènes entre ou à l'intérieur des espèces et de leurs populations. L'intérêt actuel porté à la biodiversité représente le support de base sur lequel peut agir la sélection, il est admis que plus la diversité est grande dans un groupe d'individus (sous populations, population, espèce), plus il sera facile pour certains individus de s'adapter à de nouvelles conditions environnementales. En plus de permettre une plus grande adaptabilité des individus, elle permettra également de réduire la dépression de la consanguinité et diminuera ainsi le risque d'extinction (Frankham, 2005). L'origine de la diversité génétique est le résultat des variations des séquences d'ADN (polymorphisme génétique) et des effets de l'environnement (forces évolutives) (Stockwell *et al*, 2003).

### A. Polymorphisme génétique :

Le polymorphisme génétique est à la base de la diversité génétique, il correspond à des variations de séquences d'ADN au sein d'un groupe d'individus. Ces variations naturelles sont dues à des mutations successives au cours de l'évolution qui permettent de caractériser la diversité génétique entre individus et populations.

En général, les mutations peuvent survenir aléatoirement au cours de la réplication de l'ADN mais peuvent aussi être dues à des agents mutagènes physiques (par exemple, les rayonnements ultra-violets), chimiques ou biotiques (virus et transposons). La recombinaison est un processus qui entraîne un brassage de matériel génétique intra ou inter chromosomique et dont la conséquence est la création de nouvelles combinaisons alléliques, c'est-à-dire d'haplotypes (Wang *et al*, 1999).

Les mutations (et recombinaisons) qui augmentent ainsi la diversité génétique globale en générant de nouveaux allèles et de nouveaux haplotypes peuvent être de différentes classes. Le polymorphisme chromosomique peut être dû soit à une variation du nombre des chromosomes soit à un changement de leur structure (délétion, duplication, inversion, translocation). Le polymorphisme d'insertion caractérise des éléments d'ADN capables de s'insérer dans différentes régions du génome. Inversement, le polymorphisme de délétion



supprime certaines régions du génome, alors que le polymorphisme d'inversion comme son nom l'indique provoque un changement dans l'ordre de certaines séquences dans le génome. Les mutations affectent l'ensemble du génome. Celles-ci sont silencieuses lorsqu'elles n'ont pas d'impact évolutif. Par contre, des changements fonctionnels peuvent avoir lieu d'une part, lorsqu'elles entraînent des changements d'acides aminés dans les régions codantes et donc des modifications structurales et fonctionnelles des protéines.

D'autre part, les mutations affectant les régions non codantes peuvent aussi avoir un impact évolutif. En effet, elles peuvent entraîner des modifications dans les régions de l'ADN ayant un rôle important dans la régulation de la transcription et dans l'organisation du génome et qui sont donc soumises à des pressions de sélection indiquant qu'elles ont un rôle évolutif et fonctionnel majeur (**Wang et al, 1999**). Le phénomène de mutation est la source fondamentale de variation génétique et correspond à un changement héréditaire dans le matériel génétique de l'organisme. Les mutations sont importantes car elles apportent de la richesse par la création de nouveaux allèles (**Kimura, 1983**).

## **B. Forces évolutives**

Le niveau de la diversité génétique des populations et des variations de fréquences alléliques dépend de l'action respective de trois forces évolutives pouvant interagir les unes avec les autres : la dérive génétique, la migration et la sélection. Elles sont à l'origine de la structure de la diversité génétique et de son évolution.

### **a. Dérive génétique**

La dérive génétique, qui agit sur tout le génome, se traduit par un changement aléatoire des fréquences alléliques au cours des générations dans une population de taille limitée (**Wright, 1931**). En effet, dans une population d'effectif définie, les fréquences alléliques varient sous l'effet du hasard d'une génération à l'autre. Plus la population sera petite, plus les effets de la dérive seront grands car les écarts de fréquences alléliques y seront d'autant plus visibles d'une génération à l'autre. La dérive peut aboutir à l'élimination ou à la fixation d'un allèle pour tous les individus de la population. Les chances de fixation ou d'élimination d'un allèle dépendent évidemment de sa fréquence dans la population. Plus il est fréquent, plus il aura de chances d'être fixé tandis que plus l'allèle est rare, plus il sera sujet à l'élimination (s'il ne confère bien entendu aucun avantage sélectif). Contrairement aux mutations, la dérive génétique aura tendance à réduire la diversité génétique.



## **b. Migration**

En génétique des populations, la migration se réfère au mouvement de gènes entre populations. La migration limite, voir empêche (selon son intensité), la divergence génétique entre populations engendrée par l'effet de la dérive génétique (**Hamrick *et al*, 1993**). Les flux géniques sont le résultat de la contribution génétique d'une population migrante sur la future génération de la population « puits ». Ils ont pour effet l'augmentation de la richesse allélique pour les populations qui reçoivent ces migrants. À long terme, lorsque les flux de gènes sont réciproques d'une population à une autre, les fréquences alléliques entre populations s'homogénéisent (**Slatkin, 1985**) induisant une réduction de la différenciation génétique. L'homogénéisation est d'autant plus forte que les flux de gènes sont importants.

## **c. Sélection naturelle**

Avancée par Charles Darwin en 1859 dans « L'Origine des espèces », la sélection naturelle est un mécanisme qui contribue à l'évolution des espèces. Elle fait le tri entre les individus montrant un différentiel de survie et de reproduction dans un environnement donné. Elle augmente ainsi la fréquence des phénotypes les plus favorables à la survie et à la reproduction, tandis que les phénotypes les moins adaptés tendront à disparaître. Pour que la sélection agisse, il est nécessaire que les individus d'une population ne soient pas tous identiques (variation de traits). D'une part de cette variation affecte les traits liés à la capacité de survivre et/ou de se reproduire. En effet, ces différences de survie/reproduction sont dues à des variations génétiques héritables, par conséquent, ces différences doivent être contrôlées par des gènes transmissibles de génération en génération).

Les porteurs des mutations avantageuses ont plus de descendants qui à leur tour auront plus de descendants et ainsi de suite, aboutissant alors à une population dont les individus sont adaptés à leur milieu. Contrairement à la migration et à la dérive génétique qui affectent l'ensemble du génome, la sélection n'agit que sur certains loci, et sur leur voisinage direct (locus liés physiquement).



### **3. Méthodes de caractérisation des animaux d'élevage :**

D'une manière générale, la caractérisation des races animales se fait suivant plusieurs méthodes, selon le caractère étudié est l'intérêt économique qui peuvent être simple ou compliqué à déterminer ; phénotypiques (caractères morphobiométriques), biochimiques ou immunogénétiques (polymorphisme des protéines du sang), cytogénétiques (nombre, formes et anomalies chromosomiques) ou moléculaires (analyse des marqueurs directement situés sur l'ADN).

#### **A. Méthode morphobiométrique :**

Cette méthode fait appel aux caractères phénotypiques, tels que les caractéristiques morphologiques (morphologie de la tête et du corps, couleur de la robe, des pattes,...) ou de mesures (taille, poids, hauteur au garrot, indice auriculaire ...) ou de performances (vitesse de croissance, production laitière, vitesse de course ...). Elle est habituellement utilisée pour caractériser et comparer les races d'animaux d'élevage. En outre, la méthode morphobiométrique donne des indications assez vagues sur le patrimoine génétique de la race, du fait du mode de transmission héréditaire généralement complexe et souvent mal élucidé des caractères pris en compte. C'est pour ces raisons que pendant longtemps la méthode immunogénétique lui a été préférée.

#### **B. Méthode immunogénétique ou biochimique :**

Au début du 20ème siècle, la caractérisation des espèces animales se limitait aux techniques biochimiques. Actuellement, les techniques de laboratoire permettent d'effectuer en grandes séries, la détermination de la structure des facteurs sanguins qui sont de véritables marqueurs génétiques. La connaissance de la variabilité de ces marqueurs biochimiques permet donc d'élaborer des hypothèses relatives à l'origine des populations animales et de déterminer les relations génétiques entre races d'une même population ou d'une même espèce.

Parmi les marqueurs immunogénétiques, nous avons le polymorphisme des groupes sanguins et des protéines du sang.

##### **a. Groupes sanguins**

La première mise en évidence de variations biochimiques a été réalisée, au début du siècle dernier, sur les groupes sanguins ABO humains. Chez les équins et les bovins, on connaît





respectivement 8 et 13 systèmes sanguins répartis sur plusieurs loci polymorphes (Delacretaz-Wolff, 1997).

## **b. Protéines**

C'est grâce à la technique de l'électrophorèse sur gel qu'il a été possible de mettre en évidence les variantes protéiques. Cette technique est basée sur une migration différentielle des protéines à travers un gel sous l'effet d'un champ électrique. Les études de variantes protéiques ou allozymes (enzymes sériques, érythrocytaires et tissulaires) deviennent alors un outil standard pour l'investigation de la variation biochimique et fournissent le premier moyen non biaisé d'estimer la variabilité du génome (Baumung *et al*, 2004).

Les polymorphismes des protéines ont été les premiers marqueurs biochimiques utilisés dans l'élevage. Un grand nombre d'études, surtout au cours des années 70, ont documenté la caractérisation du groupe sanguin et des systèmes d'allozymes. Cependant, le niveau de polymorphisme des protéines est souvent faible et par conséquent, l'utilisation du typage des protéines dans les études sur la diversité est réduite (Rognon et Verrier, 2007).

Chez le cheval, les marqueurs génétiques sanguins sont essentiellement utilisés pour la caractérisation des races et les contrôles de filiation. Ils ont été employés pour étudier la diversité génétique des chevaux Barbe du Maroc (Ouragh, 1994).

## **C. Méthodes moléculaires**

### **a. Introduction**

Les progrès de la génétique moléculaire et la mise à disposition d'outils et de Techniques de biologie moléculaire permettent aujourd'hui de mettre en évidence la variabilité génétique au niveau de l'ADN. L'utilisation de marqueurs génétiques s'est développée au cours des dernières années, en particulier grâce aux marqueurs microsatellites et à leur caractérisation par réaction de PCR et les SNP par l'utilisation des puces d'ADN. Ces marqueurs ont permis la construction de cartes génétiques denses chez l'homme et dans de nombreuses espèces animales.

Les marqueurs sont utilisés pour décrire la variabilité génétique et sa répartition au sein de populations et d'espèces, ils servent aussi à préciser les mécanismes évolutifs des populations qui rendent compte de cette description. Le choix des marqueurs dépend de l'objectif précis fixé et des moyens des utilisateurs.



## **b. Concept de marqueurs moléculaires**

Un marqueur génétique permet de distinguer plusieurs génotypes en un locus donné et est transmis selon les lois Mendéliennes. Il correspond à une séquence d'ADN, est peut exister sous différentes formes ou allèles.

De nombreux marqueurs génétiques sont maintenant disponibles et organisés en carte Génétique dans la plupart des espèces animales. Les principales propriétés des marqueurs génétiques (polymorphisme et liaison génétique) permettent d'identifier, de suivre des fragments chromosomiques et de détecter les principaux QTL ainsi que les QTN impliqués dans le déterminisme génétique des caractères d'intérêts.

- Le polymorphisme permet d'établir l'origine parentale de l'allèle à un locus donné. Ainsi, on peut distinguer les locus provenant de la mère et ceux provenant du père.
- La liaison génétique permet de généraliser les observations sur un locus particulier à tout un segment d'ADN entourant ce locus. La taille de ce segment correspond à une région chromosomique dans laquelle aucune recombinaison n'a été observée entre le locus et le segment qui l'entoure. Ce locus devient un marqueur de ce segment et de tous les gènes qu'il contient. Le marquage est d'autant plus efficace que le segment considéré est court, ce qui limite le taux de recombinaison entre le gène et le marqueur.

Les techniques de détection de polymorphismes ont fait leurs apparitions dans les années 1980 avec la mise au point de la détection des RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism) (**Botstein *et al.* 1980**). Les RFLP ont été largement utilisés, mais se sont révélés assez limités et difficiles à réaliser sur une grande échelle en pratique. Ce n'est qu'avec la découverte des microsatellites que des projets de cartographie des génomes à grande échelle ont pu être mis en œuvre. L'apparition des Puces à ADN a encore amplifier ce phénomène.

## **c. Marqueurs de l'ADN mitochondrial**

Les polymorphismes de l'ADN mitochondrial (ADNmt) ont été largement utilisés lors des analyses de la diversité génétique. L'ADNmt haploïde transporté par les mitochondries du cytoplasme cellulaire, possède un mode maternel d'hérédité (les animaux héritent l'ADNmt de leurs mères et non de leurs pères) et un taux de mutation élevé. Ces caractéristiques permettent aux biologistes de reconstruire les relations évolutives intra et interraciales par l'évaluation des modèles de mutations de l'ADNmt. Les marqueurs de l'ADNmt peuvent



également fournir un moyen rapide de détecter l'hybridation entre les espèces et les sous-espèces d'animaux d'élevage (**Nijman et al, 2003**).

La quasi-totalité de la séquence de l'ADNmt est codante, les gènes sont contigus et ne contiennent pas d'introns. Les parties non codantes sont limitées à de courtes séquences et une partie plus longue correspondant à l'origine de réplication (D-loop). Plusieurs études ont suggéré que l'utilisation du polymorphisme de cette partie, très variable de l'ADN mitochondrial, est efficace pour la caractérisation intra et inter-races (**Bowling et al, 2000 ; Hill et al, 2002; Kavar et al, 2002; Yang et al, 2002**).

D'après l'étude réalisée par Baumung et collaborateurs (2004), 37% des études de caractérisation sont basées sur l'étude du polymorphisme de l'ADNmt chez le cheval.

#### **d. Marqueurs RFLP**

Les polymorphismes de longueur des fragments de restriction (RFLP) sont identifiés en utilisant des enzymes de restriction et des sondes génétiques (**Botstein et al, 1980**). La méthode utilisée sous sa forme initiale ou méthode de Southern, est laborieuse et ne permet pas de traiter aisément un grand nombre d'individus. Par contre, le couplage de cette méthode avec PCR- digestion par des enzymes de restriction a permis d'étudier le polymorphisme de restriction de nombreux gènes (**Klungland et al, 1995; Lagziel et al, 2000**) pour la caractérisation de races domestiques.

#### **e. Marqueurs RAPD**

Un autre type de marqueur moléculaire RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA), repose sur la mise en évidence de polymorphisme généré par l'amplification aléatoire de fragments d'ADN grâce à des amorces dont les séquences ont été définies arbitrairement (**Williams et al, 1990**). Cette méthode, couramment utilisée en cartographie génétique des végétaux et en génétique des populations, génère des marqueurs dominants (pas de différenciation des homozygotes et des hétérozygotes pour un site donné). Plusieurs études ont utilisé les marqueurs RAPD pour différencier génétiquement les animaux domestiques. Néanmoins, des problèmes de reproductibilité et de transmission de ce type de marqueur ont limité son application chez les animaux (**Black, 1993 ; Karp et al, 1996**).



#### **f. Marqueurs AFLP**

Les AFLP sont des marqueurs bialléliques dominants (**Vos *et al*, 1995**). L'inconvénient est qu'ils montrent un mode dominant d'hérédité, ce qui réduit leur pouvoir lors des analyses génétiques de la population sur la diversité intra raciale et la consanguinité. Cependant, les profils des AFLP sont hautement informatifs dans le cadre de l'évaluation des relations entre les races (**Ajmone-Marsan *et al*, 2002**; **Negrini *et al*, 2006**; **De Marchi *et al*, 2006**; **SanCristobal *et al*, 2006b**) et les espèces apparentées (**Buntjer *et al*, 2002**).

#### **g. Marqueurs microsatellites**

En 1989, la description des microsatellites (**Weber and May, 1989**) a permis l'essor des projets de cartographie. Les microsatellites sont généralement des séquences de 2 à 4 nucléotides, répétées en tandem (10 à 20 fois en moyenne). Ils se localisent principalement au niveau des introns et des séquences non codantes. Très nombreux et très bien répartis sur le génome (tous les 50 à 100 kilobases (Kb) en moyenne), ils se caractérisent par un polymorphisme important dû à la variation du nombre de répétitions des séquences nucléotidiques selon les allèles. La spécificité du marqueur est définie par les séquences situées de part et d'autre du microsatellite, ce qui implique une phase de séquençage lors de la caractérisation du marqueur. Ces régions flanquant le marqueur microsatellite sont uniques dans le génome et identiques au sein d'une même espèce. Elles serviront pour le choix des amorces pour une amplification génique par PCR (**Dietrich *et al*, 1992**).

Le polymorphisme du marqueur pourra alors être visualisé après migration électrophorétique (gel d'agarose, de polyacrylamide, ou électrophorèse capillaire). Historiquement utilisés comme marqueurs, les fonctions biologiques des microsatellites commencent à être élucidées. Alors que les répétitions dans les séquences codantes peuvent générer des protéines anormales, les répétitions introniques peuvent influencer sur les niveaux de transcription et de translation des gènes dans lesquels ils sont situés (**Usdin, 2008**).

En résumé les microsatellites ont l'avantage d'être très nombreux, très polymorphes, spécifiques d'un seul locus (pour les espèces haploïdes et diploïdes), régulièrement répartis sur le génome et faciles à analyser sur une grande échelle.



## **h. Marqueurs SNP**

Les SNP sont utilisés en alternative aux microsatellites dans les études sur la diversité génétique. Plusieurs technologies sont disponibles pour détecter et typer les marqueurs SNP (Syvänen, 2001). En tant que marqueurs bialléliques, les SNP ont des quantités d'informations relativement faibles, pour atteindre le niveau d'information d'un panel standard de 30 loci de microsatellites, il faut en utiliser de plus grandes quantités. Cependant, les technologies moléculaires toujours en évolution accroissent l'automatisation et réduisent le coût du typage des SNP, ce qui permettra probablement, dans un avenir proche, l'analyse parallèle d'un grand nombre de marqueurs à un coût réduit. Dans cette perspective, des projets de grande envergure sont en œuvre pour plusieurs espèces d'animaux d'élevage afin d'identifier des millions de SNP par ex. (Wong *et al*, 2004) et en valider plusieurs milliers et identifier les blocs d'haplotype dans le génome. De même, pour les informations sur les séquences, les SNP permettent une comparaison directe et une analyse conjointe des différentes expériences. Les SNP sont probablement des marqueurs intéressants à appliquer dans les études sur la diversité génétique, parce qu'ils peuvent être facilement utilisés dans l'évaluation de la variation fonctionnelle ou neutre. Cependant, la phase préliminaire de la découverte des SNP ou de la sélection des SNP à partir des bases de données est critique.

Les SNP peuvent être générés par différents protocoles expérimentaux comme le séquençage, le polymorphisme de conformation simple brin (SSCP – single-stranded conformational polymorphism) ou la dénaturation de la chromatographie liquide de haute performance (DHPLC - denaturing high-performance liquid chromatography) ou *in silico*, alignant et comparant des séquences multiples de la même région à partir des bases de données publiques sur les génomes et les étiquettes séquentielles d'expression (EST). Si les données ont été obtenues de façon aléatoire, les estimateurs standards des paramètres génétiques de la population ne peuvent pas s'appliquer. Un exemple fréquent est lorsque les SNP initialement identifiés dans un petit échantillon (panel) d'individus sont ensuite typés dans un échantillon plus large de chromosomes. Effectuant de préférence un échantillonnage de SNP aux fréquences intermédiaires, un tel protocole affectera la distribution des fréquences alléliques par rapport aux valeurs probables pour un échantillon aléatoire (Nielsen et Signorovitch, 2003; Clark *et al*, 2005).



#### **i. Technologie des puces à ADN:**

Une nouvelle façon d'étudier les manières dont de nombreux gènes interagissent entre eux et dont un réseau réglementaire de cellules contrôle de vastes batteries de gènes simultanément. La méthode utilise un robot pour appliquer de façon très précise de minuscules gouttelettes contenant l'ADN fonctionnel sur des lamelles de verre. Les chercheurs attachent ensuite des étiquettes fluorescentes à l'ARNm ou à l'ADNc de la cellule qu'ils étudient. On laisse les sondes étiquetées se lier aux brins d'ADNc sur les lamelles. Les lamelles sont posées dans un microscope de scannage qui peut mesurer la luminosité de chaque point fluorescent; la luminosité révèle la quantité d'ARNm spécifique présente, qui est un indicateur de l'ampleur de son activité.

#### **4. Programmes de conservation des ressources génétiques animales :**

Les renseignements obtenus par l'approche de caractérisation favorisent une prise de décision éclairée sur les priorités de la gestion des ressources génétiques animales par les différents groupes d'intérêt, dont les agriculteurs, les gouvernements au niveau national et régional et les organismes internationaux (FAO, 1992; FAO/PNUE, 1998). Ces décisions politiques visent à promouvoir la mise en valeur des ressources zoogénétiques tout en garantissant la conservation de ces ressources pour les besoins des générations présentes et futures.

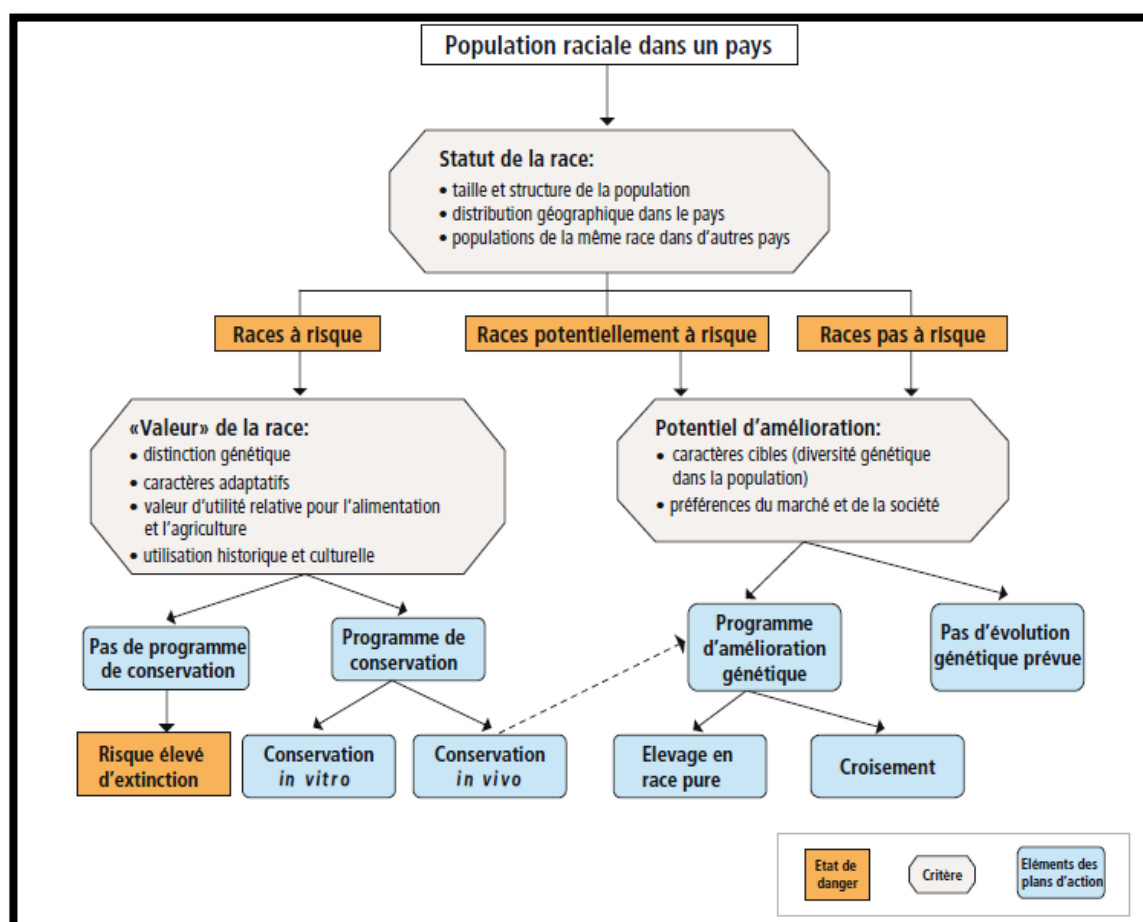
Une considération clé pour la gestion des ressources zoogénétiques au niveau national est la capacité de comprendre si, à un moment donné, une population d'une race particulière est durable de façon autonome ou en danger. Cette première évaluation (enquête de base) de l'état de la race ou de la population se base sur des renseignements sur:

- ➔ La taille et la structure de la population;
- ➔ La distribution géographique;
- ➔ La diversité interrassiale;
- ➔ La relation génétique entre races lorsque les populations se trouvent dans plus d'un pays.

Si une population n'est pas en danger (**Figure 16**), aucune action immédiate de mise en œuvre des mesures de conservation n'est nécessaire. Cependant, il faudra prendre des décisions, dans le cadre des plans de développement nationaux, pour les animaux d'élevage qui présentent un potentiel risque d'extinction. Dans ce cas, il faudrait réaliser un programme d'amélioration génétique en réponse, par exemple, aux conditions changeantes de l'environnement. Les informations sur les avantages à long terme pour les éleveurs et la société sont à la base des décisions concernant de tels programmes d'amélioration.



Si une race est en danger, des stratégies actives de conservation doivent se mettre en place sinon il faudra accepter la perte potentielle de la race. Pour allouer les ressources limitées disponibles pour les programmes de conservation, il faut d'abord définir les races prioritaires. Ces décisions peuvent se baser sur le caractère génétique distinctif, les caractères d'adaptation, la valeur relative pour l'alimentation et l'agriculture ou les valeurs historiques et culturelles des races concernées. Ces informations sont également nécessaires pour décider l'approche la plus prometteuse entre les stratégies de conservation *in vivo* ou *in vitro* ou une combinaison des deux. Si les races à conserver se trouvent dans plus d'un pays, les décisions devraient se prendre au niveau international. Par conséquent, les institutions/organisations de coordination régionale, ainsi que les politiques nationales de soutien sont nécessaires pour faciliter la prise de décision et passer à l'action. À ce jour, on n'a reçu que très peu d'exemples d'actions concertées par plusieurs pays en matière de gestion des ressources zoo génétiques.



**Figure 16 :** Informations nécessaires pour l'établissement des stratégies de gestion. Tirée de (FAO, 2008)

# **Problématique et Objectifs**

---





Au moment des grands changements qui caractérisent la vie sociale et économique en Algérie, le secteur équin est pressé de s'adapter pour assurer sa pérennité et devenir un vecteur dans le développement, à l'instar de nos voisins maghrébins et méditerranéens. En effet, l'évaluation de la situation du secteur équin en Algérie s'avère nécessaire, et il est important, voir nécessaire, de déterminer les facteurs limitant son développement. Ces facteurs sont trop souvent imputés à des déficits en matière : d'infrastructures, d'équipement, de potentiel équin, de valorisation des ressources humaines et de réglementation régissant tous les aspects liés à l'élevage et à la gestion des races.

Les rapports faisant état des ressources zoogénétiques en Algérie exposent très peu d'informations sur « volet équidés » qui demeure en attente d'une planification prenant en charge l'identification, la caractérisation, l'amélioration et la conservation des espèces équine, asine et mulassière.

La gestion des races équine autochtones ou d'importation en Algérie n'a pas bénéficié à ce jour de système informatisé répertoriant les équidés et rassemblant dans une base de données commune, les informations relatives aux origines, aux performances et aux particularités phénotypiques et génotypique des individus enregistrés, du moins des principaux géniteurs. Surtout quand il s'agit de nombreux produits de race « Barbe » ou « Arabe-Barbe », portant le label algérien, si prisé, se retrouvent exportées vers différents pays dont les exigences concernant la reconnaissance du pedigree doit faire appel à une identification génétique à des fins de contrôle de filiation. Par conséquent, nombreux de ces produits, parfois mêmes inscrits aux stud-books, restent sous-estimés et pénalisés par une réglementation qui n'est pas conforme aux normes internationales.

La bonne conduite de l'élevage équin national repose, avant tout, sur un processus de certification du pedigree et de caractérisation des races autochtones et leur valorisation sur le plan génétique. Processus, autour duquel pourra s'agripper des programmes relatifs à la conservation et l'amélioration du patrimoine génétique, d'une part, et à la sélection et d'indexation des individus en fonctions des performances sportives d'autre part.

L'étude et la recherche des indices génétiques et morphologiques permettraient d'estimer la valeur génétique des chevaux, et à raisonner ainsi, sur ces programmes de conservation, d'amélioration, et de sélection de notre inestimable patrimoine génétique équin.

Très peu de travaux ont été réalisés sur l'identification ou la caractérisation des équidés en Algérie, encore moins pour la race maghrébine par excellence, à savoir la race « Barbe » et de son principal dérivé : l'Arabe-Barbe, ainsi que le Selle algérien une race qui est en voie de caractérisation (stud-book en cours de création).



C'est donc dans ce contexte et sur la base de deux études : l'une morphométrique, et l'autre génétique (elle ne fait pas l'objet de ce mémoire) utilisant ces nouveaux outils de biologie moléculaire, que nous proposons de caractériser la population Barbe d'Algérie avec ces deux principaux dérivés, nous permettant ainsi de définir avec plus de précision ce précieux patrimoine ancestral !

Les principaux objectifs de ce présent mémoire qui fait partie d'un grand projet de caractérisation qui en cour de réalisation sont :

1. La réalisation des enquêtes sur le terrain au niveau de tous les foyers du Barbe (ainsi que ces dérivés) dans le territoire national pour mieux comprendre le contexte dans lequel évolue la filière équine.
2. Caractérisation morphométrique (26 paramètres, 20 mesurable et 6 estimés) d'un nombre statistiquement correcte dans chaque foyer de Barbe en Algérie.
3. L'échantillonnage sanguin à grande échelle d'animaux non apparentés, (foyer du Barbe en Algérie).
4. Constitution d'une bibliothèque d'ADN des races équines en Algérie.

Par manque de moyen on va s'intéressait dans le présent travail sur la caractérisation morphométrique (26 paramètres, 20 mesurable et 6 estimés) sur 58 animaux de Barbe au niveau de la région Nord-Ouest de l'Algérie. Cette région est réputé être l'une des zones les plus importante en réservoir pur du Barbe en Algérie. Le travail qu'on a réalisé est une étape importante pour la caractérisation génétique du cheval Barbe et ces dérivés. Ce qui va nous permettre la création d'une base de données qui peut être prise comme référence pour l'identification des races équines en Algérie.

# **Populations d'Étude et Méthodes**

---



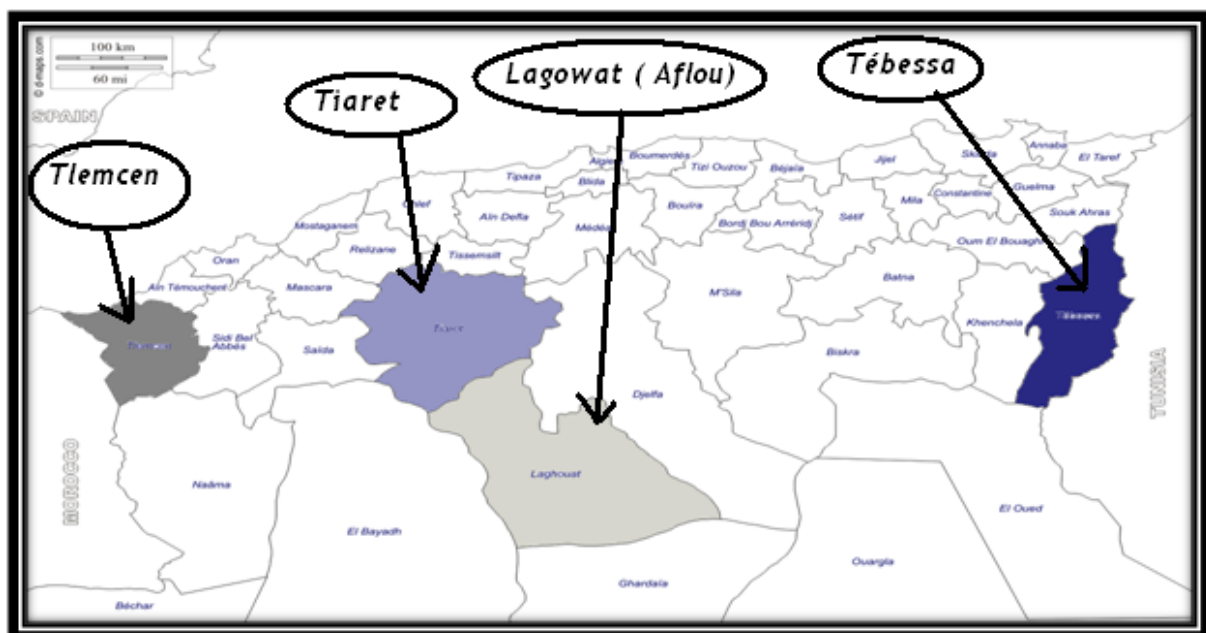
## I. Populations d'étude

### 1. Choix des animaux

La population équine en Algérie compte Plus de 256.000 chevaux vivant sur le territoire Algérien (**recensements du Ministère Algérien de l'Agriculture, 2012**). Ces derniers sont composés de chevaux pur-sang Arabes, de chevaux pur-sang Anglais, de chevaux Arabes, le reste étant des dérivés du Barbe.

Dans cet effectif, On distingue des chevaux de course, de selle et des chevaux destinés à la reproduction. Ce sont généralement les chevaux pur-sang Arabes et pur-sang Anglais. Il y a aussi les Chevaux de travail qui sont utilisés pour effectuer la traction et les travaux agricoles en milieu rural. Ces derniers sont généralement des chevaux Barbes, Arabe-Barbes et ceux d'origine indéterminée. Ces animaux appartiennent à des petits élevages traditionnels.

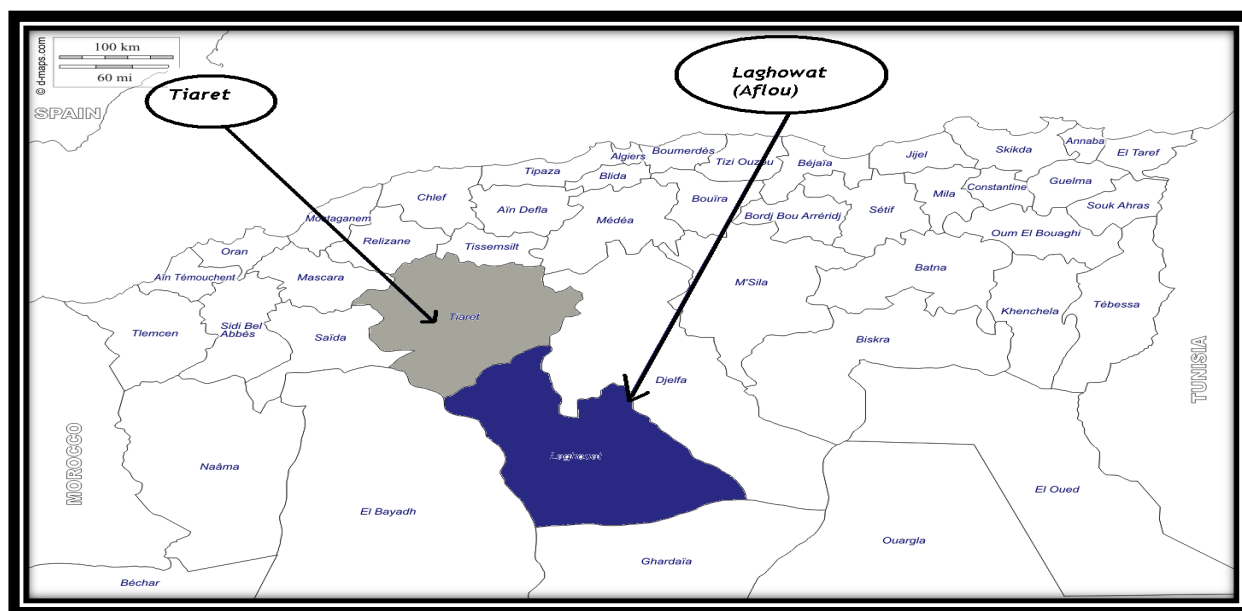
Cette population équine est inégalement répartie sur le territoire Algérien. Le nombre des chevaux ainsi que leur race sont en effet plus importants dans certaines régions que dans d'autres. La race Barbe, sujet de notre étude, se rencontre surtout à Tlemcen (l'ouest de l'Algérie en zone frontalière avec le Maroc). Au centre au niveau de la wilaya de Tiaret et la Daïra d'Aflou. A l'Est de l'Algérie en zone frontalière avec la Tunisie (wilaya de Tébessa). Ces régions représentent le réservoir génétique le plus important de chevaux Barbes purs en Algérie.



**Figure 17 :** carte géographique des wilayas qui représentent le réservoir génétique le plus important des chevaux Barbes purs en Algérie.



Lors de notre étude nous avons effectué des mesures sur des chevaux Barbes appartenant a la région de Tiaret et Aflou. Au total **58** chevaux ont été étudiés dont **22** Étaient des femelles. Ils ont tous dépassé l'âge de 3 ans.



**Figure 18** : carte géographique des wilayas algériennes étudiées.

## 2. Matériel de mensuration

Nous avons utilisé un ruban métrique pour la mesure des paramètres se rapportant aux longueurs et aux circonférences et une canne hippométrique (toise) pour les paramètres de hauteur.

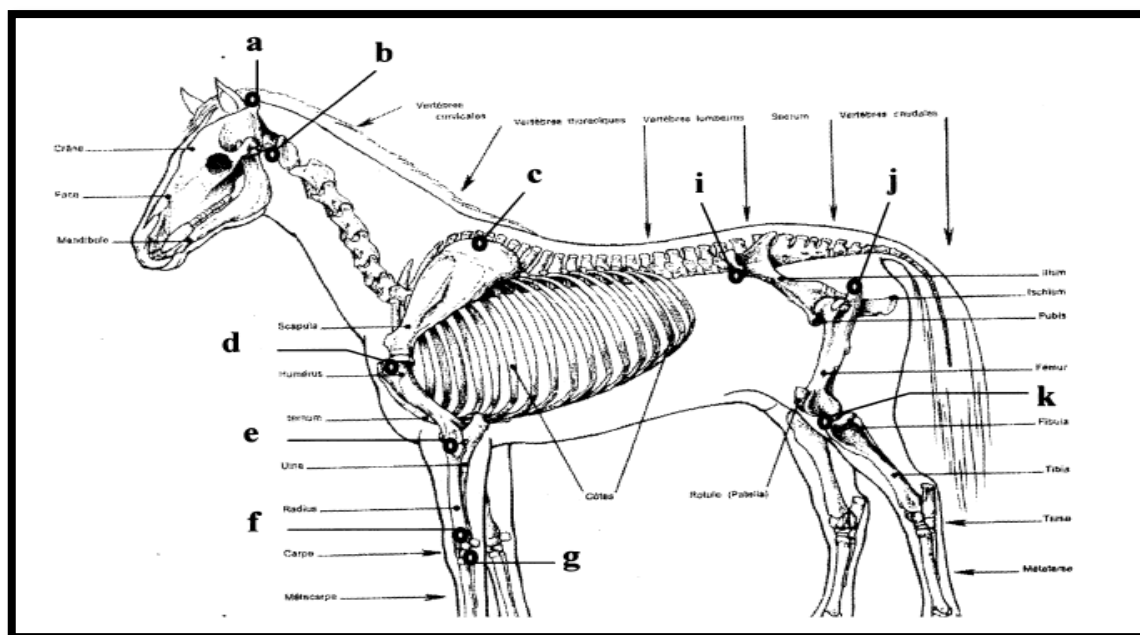
## 3. Méthodes

### A. Manipulations

Le cheval a été mis sur un plan horizontal bien aplati et d'aplomb. Dans un premier temps, nous avons effectué les mesures des hauteurs au garrot et de la croupe à l'aide de la canne hippométrique. Le curseur étant levé au-dessus de la hauteur à mesurer. On rapprochait la canne de l'animal, la main libre étant appliquée sur le cheval pour prévenir le sujet. Le curseur abaissé progressivement jusqu'à affleurement très exact sur la partie la plus proéminente. Dans un deuxième temps, nous avons procédé à la mise en évidence des points de repère sur la surface du corps à l'aide d'un crayon marqueur. Onze points ont été alors mis en évidence (**figure 19**), (**Barone , 1976, Barone , 1980**). Il s'agit de :



- 1.** Protubérance occipitale externe (sommet du toupet) (point : a).
- 2.** Bord antérieur de l'aile de l'atlas. (Point : b).
- 3.** Sommet de la scapula (à l'intersection de l'épaule-garrot) : Il se trouve à l'extrémité du cartilage dans le prolongement de l'épine scapulaire (point : c).
- 4.** Partie caudale du tubercule majeure de l'humérus (pointe de l'épaule) : son point de repère externe se situe dans le prolongement de l'épine scapulaire (point : d).
- 5.** Relief latéral de la tête radiale (la région du coude) (point : e).
- 6.** Partie distale du radius : se situe approximativement à l'intersection de la verticale passant par l'axe du radius et l'horizontale passant par le sommet de l'os pisiforme. (Partie latérale et supérieure du «genou») (Point : f).
- 7.** Tête du métacarpe IV (partie latérale inférieure du «genou») (point : g).
- 8.** Extrémité distale du métacarpe (région du boulet) (point : h).
- 9.** Angle de la hanche (région de la tubérosité coxale) : épine iliaque ventro-crâniale (point :i).
- 10.** Crête du grand trochanter du fémur (point : j).
- 11.** Sommet de la tubérosité tibiale (partie inférieure antérieure de la région du grasset : région du genou) (point : k).



**Figure 19 :** Points de repères définissant les paramètres morphologiques de longueur du cheval Barbe.

➤ **Ces points de repère ont permis de définir les paramètres suivants :**

- La longueur totale ou longueur huméro-ischiale (LT) est la distance entre la pointe de l'épaule (région de l'articulation humérale) et la pointe des fesses (région de la tubérosité ischiatique).
- La longueur huméro-iliaque (LSH) est la distance entre la partie caudale du grand tubercule de l'humérus (point d) et l'angle de la hanche (point : i).
- La longueur de la tête (LT<sub>e</sub>) est mesurée sur la ligne médiane entre le sommet du toupet (région occipitale) (point : a) et le bout du nez.
- La distance entre les angles internes des yeux (AIY).
- La longueur de l'encolure (LE) est mesurée entre le bord cranial de l'aile de l'atlas (point : b) et le sommet de la scapula (point : c).
- La longueur de l'épaule (LE<sub>p</sub>) mesurée entre le sommet de la scapula (point c) et la partie caudale du grand tubercule de l'humérus (point : d).
- La longueur du bras (LB) est mesurée entre la partie caudale du grand tubercule de l'humérus (Point : d) et le relief latéral de la tête radiale (point : e).
- La longueur de l'avant-bras (LAB) mesurée entre le relief latéral de la tête radiale (point : e) et la partie distale du radius (point : f).
- La longueur du canon (LC) est mesurée entre la tête du métacarpe IV (point : g) et l'extrémité distale du métacarpe (point : h).



— La longueur de l'ilium (LI) est mesurée entre l'épine iliaque ventro-craniale (point : i) et la crête du grand trochanter (point : j).

— La longueur de la cuisse (LCe) mesurée entre la crête du grand trochanter et le sommet de la tubérosité tibiale (point : k).

➤ **Les paramètres relatifs aux circonférences ont été mesurés Comme suit :**

Le tour de poitrine est mesuré avec un ruban métrique qui passe verticalement en arrière du garrot et coupant la 9<sup>ème</sup> côte vers son milieu. La lecture est faite en fin d'une expiration. Le tour de l'avant-bras est pris 10 centimètres au-dessus de la châtaigne.

Le tour du «genou» passe par l'os accessoire du carpe (os pisiforme), os proéminent en arrière de l'articulation.

Le tour du canon antérieur ; dans ce cas le ruban métrique est placé perpendiculairement à l'axe du canon, à quatre doigts au-dessous de la partie inférieure de l'articulation du «Genou».

Le tour du boulet se mesure au niveau de sa partie la plus volumineuse.

Nous avons estimé le poids vif par une formule barymétrique qui a été démontrée par Carroll et Huntington, 1988. Elle utilise le tour de poitrine et la longueur totale.

$$\text{Poids vif (kg)} = (\text{Tour de poitrine})^2 \times \text{Longueur totale (cm)} / Y$$

Y étant une constante égale à 11877,4 cm<sup>3</sup>/kg.

## **B. Les paramètres :**

Nous avons mesuré des paramètres quantitatifs et apprécié des paramètres qualitatifs. Les paramètres quantitatifs étaient des hauteurs et des longueurs. Il s'agissait de la hauteur au garrot (région interscapulaire) (HG) et la hauteur à la croupe (région sacrale) (HC), la longueur totale (LT), la longueur scapulo-iliaque (LSH), la longueur de la tête (LTe), la distance entre les angles internes des yeux (AIY), la longueur de l'encolure (bord dorsal du cou) (LE), la longueur de l'épaule (région scapulaire) (LEp), la longueur du bras (région brachiale) (LB), la longueur de l'avant-bras (région antébrachiale) (LAB)), la longueur du canon (région métacarpienne) (LC), la longueur de l'ilium (LI) et la longueur de la cuisse (région fémorale) (LCe). Ces paramètres ont été déduits à Partir de points de repère définissant le corps de l'animal.

De plus nous avons mesuré les circonférences. Il s'agissait des tours de poitrine (région sternale) (TP) ; de l'avant-bras (région antébrachiale) (TAB) ; du «genou» (région carpienne), du canon antérieur (région métacarpienne) (TCA); du canon postérieur (TCP) et du tour du





boulet (région métacarpo- phalangienne) (TB). Ainsi que le tour du genou (région carpienne) (TG). Le terme «genou» désigne ici la région ayant pour support anatomique les os du carpe et non pas le genou au sens anatomique (articulation fémoro-tibiopatellaire). (**Tableau 2**).

**Tableau 2:** liste et description des mesures effectuées.

| Type De Mesure                              | Abréviation             | Description                                                                                         | Instrument Utilisé |
|---------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Hauteur au garrot                           | <b>(HG)</b>             | (sommet du garrot–sol)                                                                              | <b>T</b>           |
| Hauteur à la croupe                         | <b>(HC)</b>             | (ligne sacrée à hauteur des hanches–sol)                                                            | <b>T</b>           |
| Longueur Totale                             | <b>(LT)</b>             | (pointe de l'épaule–pointe de la fesse)                                                             | <b>R</b>           |
| Longueur Scapulo-iliaque                    | <b>(LSH)</b>            | (pointe de l'épaule–pointe de la hanche)                                                            | <b>R</b>           |
| Longueur de la tête                         | <b>(LT<sub>e</sub>)</b> | (nuque–commissure supérieure des naseaux)                                                           | <b>R</b>           |
| Distante entre les angles internes des yeux | <b>(AIY)</b>            | (entre les angles internes des yeux)                                                                | <b>R</b>           |
| Longueur de l'encolure                      | <b>(LE)</b>             | (milieu de la parotide–milieu du bord antérieur de l'épaule)                                        | <b>R</b>           |
| Longueur d'épaule                           | <b>(LE<sub>p</sub>)</b> | (sommet–pointe de l'épaule)                                                                         | <b>R</b>           |
| Longueur du bras                            | <b>(LB)</b>             | (pointe de l'épaule–relief latéral de la tête radiale)                                              | <b>R</b>           |
| Longueur de l'avant-bras                    | <b>(LAB)</b>            | (relief latéral de la tête radiale–partie distale du radius)                                        | <b>R</b>           |
| Longueur du canon                           | <b>(LC)</b>             | (tête du métacarpe IV–extrémité distale du métacarpe au niveau du boulet)                           | <b>R</b>           |
| La longueur de la cuisse                    | <b>(LC<sub>e</sub>)</b> | mesurée entre la crête du grand trochanter et le sommet de la tubérosité tibiale                    | <b>R</b>           |
| Tour de l'avant-bras                        | <b>(TAB)</b>            | (10 cm au-dessus de la châtaigne)                                                                   | <b>R</b>           |
| Tour du genou                               | <b>(TG)</b>             | (passe par l'os pisiforme, os proéminent en arrière de l'articulation)                              | <b>R</b>           |
| Tour du canon antérieur                     | <b>(TCA)</b>            | (perpendiculairement à l'axe du canon, à quatre doigts en dessous de la partie inférieure du genou) | <b>R</b>           |
| Tour du canon postérieur                    | <b>(TCP)</b>            | (idem TCA)                                                                                          | <b>R</b>           |
| La longueur de l'ilium                      | <b>(LI)</b>             | est mesurée entre l'épine iliaque ventro-craniale et la crête du grand trochanter                   | <b>R</b>           |
| Tour de poitrine                            | <b>(TP)</b>             | (en arrière du garrot)                                                                              | <b>R</b>           |

➔ *T : toise ; R : ruban métrique.*



À partir de ces différentes mensurations, six indices corporels (**Tableau 3**), ont été calculés selon des formules décrites par plusieurs auteurs (**Marcq et al, 1951 ; Chabchoub et al, 2004 ; Nicks et al, 2006 ; Boujenane et al, 2008**), à savoir

- Indice de corpulence: (tour de poitrine (TP)/hauteur au garrot (HG)) ;
- Indice Corporel de Profil : (HG/longueur totale (LT)) ;
- Indice de Compacité : (poids vif(PV)/HG) ;
- Indice Corporel Relatif : (LT/TP) ;
- Indice Dactylo-Thoracique : tour du canon antérieur ((TCA)/(TP));
- Hauteur Devant Derrière : ((HG)/hauteur à la croupe (HC)).

**Tableau 3:** les six indices corporels calculés.

| Indices                   | Abréviation |
|---------------------------|-------------|
| Indice Corporel De Profil | (HG/LT)     |
| Indice De Compacité       | (PV/HG)     |
| Indice De Corpulence      | (TP/HG)     |
| Dactylo-Thoracique        | (TCA/TP)    |
| Corporel Relatif          | (LT/TP)     |
| Hauteur Devant Derrière   | (HG/HC)     |



## II. Méthodes d'analyses statistiques

### 1. Logiciels utilisés

L'étude de la biodiversité génétique nécessite des approches statistiques particulières, réalisées par des technologies d'analyse des données à haut débit, une vitesse et une mémoire d'ordinateur élevées. Le développement de la bioinformatique et les progrès technologiques de nombreux outils statistiques en génétique des populations, permet de traiter plus rapidement une série de données, ainsi que la production massive de différentes caractéristiques dans des populations données. Les trois logiciels ainsi que les paramètres pour lesquels ils ont été utilisés sont illustrés dans (**Tableau 4**).

**Tableau 4** : les logiciels utilisés dans le traitement statistique.

| Logiciel                | Caractéristiques                                                                       |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| R STUDIO                | Cercle de corrélation du variable                                                      |
| R (FactoMineR) V 2.15.2 | Analyse des composants principaux(ACP)                                                 |
| XLSTAT 2016             | La comparaison entre les groupes par le test non paramétrique de Mann et Whitney       |
| Excel                   | Moyennes, pourcentage, écart type et l'Indices de diversité de Shannon- Weaver (1949). |

### 2. Analyse statistiques des données :

Les données sont organisées et saisies dans un grand tableau sur Excel, organisée par wilaya, les animaux sur des lignes et les variables sur les colonnes pour leur traitement informatique, différentes analyses sont effectuées :

Des analyses descriptives concernant les différents paramètres des animaux étudiés (pourcentage, moyennes, écart types), des graphes et histogrammes, ainsi que la comparaison des moyennes. ANSI on a calcul la diversité spécifique dans notre population d'étude par l'indice de Shannon et Weaver.

Des analyses multi variées : une analyse en composantes principales (ACP) et test de hiérarchisation (CAH).



### 3. L'analyse en composantes principales

L'analyse en composantes principales (ACP ou PCA en anglais), ou selon le domaine d'application la transformation de *Karhunen–Loève* (KLT), est une méthode de la famille de l'analyse des données et plus généralement de la statistique multivariée, qui consiste à transformer des variables liées entre elles (dites "corrélées" en statistique) en nouvelles variables décorrélées les unes des autres. Ces nouvelles variables sont nommées "composantes principales", ou axes principaux. Elle permet au praticien de réduire le nombre de variables et de rendre l'information moins redondante.

Il s'agit d'une approche à la fois géométrique (les variables étant représentées dans un nouvel espace, selon des directions d'inertie maximale) et statistique (la recherche portant sur des axes indépendants expliquant au mieux la variabilité — la variance — des données). Lorsqu'on veut *compresser* un ensemble de  $N$  variables aléatoires, les  $n$  premiers axes de l'analyse en composantes principales sont un *meilleur choix*, du point de vue de l'inertie ou de la variance.

Il y a de nombreux logiciels incluant l'ACP. Le package R *FactoMineR*, est probablement le logiciel libre le plus complet dans le domaine de l'analyse des données. Ce logiciel est relié au livre *Husson, Lê & Pagès 2009*.

Pour obtenir le nombre optimal de groupes au niveau de la population étudié, une classification hiérarchique ascendante (CAH) a été utilisée (logiciel *XLSTATE*, 2016).

### 4. L'indice de diversité de Shannon et Weaver

Ces indices supposent que la diversité dans un écosystème peut être mesurée comme l'information contenue dans un message ou un code. L'indice de Shannon-Weaver (Shannon & Weaver, 1949) est l'indice le plus simple dans sa catégorie et donc le plus largement utilisé. Cet indice est calculé de la manière suivante :

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

Avec  $S$  = nombre total d'espèces

$P_i$  = ( $n_j / N$ ), fréquence relative des espèces

$n_j$  = fréquence relative de l'espèce  $j$  dans l'unité d'échantillonnage

$N$  = somme des fréquences relatives spécifiques

Plus la valeur de l'indice  $H'$  est élevée, plus la diversité est grande.

# Résultats et Discussion

---



# Conclusion

---

.



Les ressources génétiques animales représentent un élément important dans le domaine économique, alimentaire, environnemental et socioculturel d'un pays. En Algérie, les ressources génétiques équines font partie de notre héritage national et ont une grande valeur économique et socio-culturelle. Toutefois, L'information sur la diversité génétique des races équines algériennes est essentielle pour l'établissement de stratégies de conservation et de gestion durable, en particulier pour les deux races autochtones Barbe et Arabe-Barbe.

Durant cette étude originale, nous avons contribué à l'étude morphométrique (20 mesurés et 06 estimés) de la race équine Barbe au niveau de l'un de ces berceaux les plus importants (wilaya de Tiaret et Laghouat (Aflou)), à l'analyse de la diversité de la race étudiées, à partir de 20 paramètres par le calcul de l'indice de Shannon et Weaver et l'étude comparatif entre les mâles et les femelles. L'étude a été réalisée sur un échantillon de 58 animaux de la race Barbe. Les données recueillies on fait l'objet d'une analyse en composante principale (ACP) afin de connaitre les différentes corrélations qui existe entre les caractères étudiés et d'une classification hiérarchique ascendante des groupes par la fonction CAH. Ces analyses statistiques ont été réalisés par le logiciel R version 2.15.2 et le logiciel XLSTAT2016.

On a aussi réalisé une comparaison morphométrique de notre population d'étude (le Barbe) avec le standard Barbe décrit par l'OMCB ainsi qu'une comparaison avec d'autres races rapportées par d'autres auteurs.

L'analyse en composantes principales de notre échantillon montre un regroupement des caractères en 4 classes. Le premier groupe ne comprend que le paramètre LTe qui ne présente aucune corrélation avec le paramètre LEp qui constitue le quatrième groupe, par contre les paramètres TP, LC, AIY, HC, HG, poids kg, LSH et TB forme le deuxième groupe et les paramètres TCP, TG, LB, TAB, LT, LAB, LCE et LI forme le troisième groupe qui sont juxtaposé l'un par apport à l'autre. La corrélation de ces caractères entre eux est probablement due à l'existence d'un certain nombre de gènes en commun dans le contrôle de leurs expression ou que ces caractères réagissent plus ou moins de la même manière vis-à-vis des facteurs environnementaux.

Les résultats obtenus suite à l'analyse de la diversité entre les deux populations ont montré que la différence n'est pas très importante. Elle est de 0.38 pour la population Barbe de Tiaret et de 0.34 pour la population Barbe d'Aflou. L'élevage équin au niveau de la région de Tiaret étant fermé et consanguin (contrairement à celui de la région d'Aflou) on s'attendait à avoir des résultats contraire. Ceci dit cette petite différence entre les deux valeurs peut être due au





fait que la population élevée dans la région d'Aflou a probablement subi un effet fondateur récent.

La comparaison statistique entre les deux populations étudiées montre que le Barbe élevée dans la région de Tiaret à une longueur total et des avant-bras plus long et un boulet plus musclé que le cheval Barbe élevé dans la région d'Aflou. Par contre les animaux de la région d'Aflou ont une tête assez longue et plus large et un canon plus long par rapport à celui du cheval Barbe élevé dans la région de Tiaret.

Il ressort aussi de cette étude que l'échantillon Barbe de l'Algérie est très proche du standard du cheval Barbe en général et qu'il possède des caractéristiques morphologiques proches du PSAr mais très différentes du PSA (le bras, l'avant-bras et le canon plus courts). De ce fait, le cheval Barbe ne peut pas être aussi performant que le Pur-Sang Anglais dans les courses de vitesse, quoiqu'il possède certaines caractéristiques du cheval de selle à allures rapides, à savoir le front, la poitrine et les membres larges, l'épaule longue, le dos, le rein et le canon antérieur courts.

Néanmoins, le cheval Barbe peut être utilisé dans les courses de vitesse mais sur de longues distances. D'un autre côté et vu qu'il a des caractéristiques morphologiques très proches de celles du Pur-Sang Arabe, il pourrait ainsi constituer un concurrent majeur de ce dernier dans les raids d'endurance, tout en sachant que pour certains, l'Arabe-Barbe serait le meilleur dans ce domaine. De plus, le cheval Barbe a les membres larges et les articulations épaisses donc un «pied sûr», de ce fait, il pourrait être considéré comme un excellent cheval d'initiation à l'équitation et pourrait aussi être utilisé dans des randonnées dans des régions montagneuses difficiles d'accès.

Cette étude est un préalable important pour pouvoir engagé des plans de gestion et d'amélioration de cette ressource. Ceci dit notre objectif future serais d'élargir notre étude a d'autres races tel que le Breton algérien (on soupçonne des croisements de cette race avec le Barbe pour la création du Selle algérien) et le Selle algérien et d'élargir le champ géographique d'investigation. Enfin, tout projet de cette envergure ne serait complet s'il n'est pas parafait par une étude moléculaire, étape importante dont on veut être les initiateurs en Algérie.

# Annexe

---

**Annexe 1****Questionnaire d'échantillonnage**

|                                                                                                                                          |                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| <b>Fiche remplie par :</b>                                                                                                               | <b>Wilaya :</b>              |
| <b>Echantillon N° :</b>                                                                                                                  | <b>Date de prélèvement :</b> |
| Type de l'institut : <input type="checkbox"/> Centre d'équestre <input type="checkbox"/> Haras prévit <input type="checkbox"/> Jumentrie |                              |

|                                                                                             |                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| <b>Propriétaire</b><br><br>Nom et Prénom:<br><br>Date de naissance:<br><br>Type d'éleveur : | Photo de l'animal : |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|

**INFORMATION RELATIF A L'ANIMAL :**

|                      |                          |          |
|----------------------|--------------------------|----------|
| <b>CHEVAL</b>        | <i>Nom :</i>             |          |
|                      | <i>Race :</i>            |          |
|                      | <i>Sexe :</i>            |          |
|                      | <i>Age :</i>             |          |
|                      | <i>Allure générale :</i> | Taille : |
|                      |                          | Poids :  |
|                      | Couleur de la robe       |          |
|                      | Forme de tête            |          |
|                      | Résistance aux maladies  |          |
| Vitesse et qualité   |                          |          |
| <b>Jument (Mère)</b> | Nom                      |          |
|                      | Race                     |          |
| <b>Etalon</b>        | Nom                      |          |

|                            |                                                        |  |
|----------------------------|--------------------------------------------------------|--|
| (Père)                     | Race                                                   |  |
| Paramètres de reproduction | 1- Est-il issu d'une insémination artificiel ou pas ?? |  |
|                            | 2- L'âge du premier mis bas ?                          |  |
|                            | 3- L'âge du premier saillie                            |  |
|                            | 4- Quel est le nombre des naissances?                  |  |
|                            | 5- Y a-t-il des naissances jumellaires                 |  |
|                            | 6- Quel est le taux d'avortement ?                     |  |

### **INFORMATION RELATIF AU TROPEAU D'ELEVAGE :**

|                    |                             |         |                               |
|--------------------|-----------------------------|---------|-------------------------------|
| Taille du troupeau | Total (poulains+ adultes) = |         |                               |
|                    | Sexe ratio                  | Male    | Total= / Poulains = Adultes = |
|                    |                             | Femelle | Total= /Poulains = Adultes=   |

|                                                                               |  |
|-------------------------------------------------------------------------------|--|
| Barbe : <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non             |  |
| Arabe –barbe : <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non      |  |
| Pur-sang arabe : <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non    |  |
| Pur-sang anglais : <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non  |  |
| Trotteur français : <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non |  |

#### **La conduite d'élevage :**

- Que représente pour vous la possession d'un cheval :
  - ☐ Est-ce que c'est une valeur culturelle ?
  - ☐ Est-ce que c'est une puissance ?
  - ☐ Est-ce que c'est une revenue monétaire ?
- Quel est l'alimentation de votre cheptel ?
- Quelle sont les maladies fréquentes chez le cheval ?
- Quelles sont les maladies spécifiques à cette région ?
- Quel sont selon vous les problèmes liés à ce type d'élevage ?
- Comment voyez-vous la prise en charge pour son développement ?
- Observation ou remarque

# **Références Bibliographiques**

---

- Ajmone–Marsan P., Valentini A., Cassandro M., Vecchiotti–Antaldi G., Bertoni G., et Kuiper M.T.R.** (1997). AFLP markers for DNA fingerprinting in cattle. *Animal Genetics*. 28, 418–426.
- Ajmone-Marsan, P., Negrini, R., Milanese, E., Bozzi, R., Nijman, I.J., Buntjer, J.B., Valentini, A. et Lenstra, J.A.** (2002). Genetic distances within and across cattle breeds as indicated by biallelic AFLP markers. *Animal Genetics*, 33: 280–286.
- Alimen H.** (1955). Le cheval in : Préhistoire de l'Afrique. Edition Bondé et Cie, Paris. 35–40.
- BARONE P.** (1976). Anatomie comparée des mammifères domestiques, Tome I, Ostéologie. Vigot Frères Editeurs, Paris, France, 428 p.
- BARONE P.** (1980). Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome II, Arthrologie et myologie, Vigot Frères Editeurs, Paris, France, 984 p.
- Baumung R., Simianer H. et Hoffmann I.** (2004). Genetic diversity studies in farm animals a survey. *J Anim Breed Genet*. 121, 361–373.
- BEN AISSA R. et TAMZALI Y.** (1989). La situation actuelle du cheval Barbe en Algérie, *Maghreb Vét.*, 3, 14, 21-23.
- BENABDELMOUMENE M.S.** (2003). Races équine (chevaux, mulets, ânes). In : Recueil des Communications «Biodiversité Importante pour l'Agriculture», Tome X, Atelier 3. MATE-GEF/PNUD Projet ALG/97/G31, 62-67.
- Black W.** (1993). PCR with arbitrary primers: approach with care. *Insect Molecular Biology*, 2, 1–6.
- Botstein, D., White, R. L., Skolnick, M., and Davis, R. W.** (1980). Construction of a genetic linkage map in man using restriction fragment length polymorphisms. *Am J Hum Genet* 32, 314-331.
- BOUJENANE I., TOUATI I., MACHMOUM M.** (2008). Mensurations corporelles des chevaux arabe-barbes au Maroc. *Rev. Méd. Vét.*, 159, 144-149.
- Bowling A. T., Del Valle A., Bowling M.** (2000). A pedigree– based study of mitochondrial D–loop DNA sequence variation among Arabian horses. *Anim. Genet.* 31, 1–7.
- Buntjer, J.B., Otsen, M., Nijman, I.J., Kuiper, M.T. et Lenstra, J.A.** (2002). Phylogeny of bovine species based on AFLP fingerprinting. *Heredity*, 88: 46–51.
- Campanes L.P.** (1983). Early horse domestication and the evolution of human–equine relationships, *Agricultural History Society*. 14, 81–113.
- Caroll C.L. et Huntigton P.J.** (1988). Body condition scanning and weight estimation of horses. *Equine Vet. J.*, 20, 1, 41-45.

- Chabchoub A.** (1998). Le standard du cheval barbe tel qu'il est défini par l'OMCB. *Al Baytari*. 24, 6–7.
- Chabchoub A., Landolsi F., Jary Y.** (2004). Etude des paramètres morphologiques de chevaux barbes de Tunisie. *Rev. Méd. Vét.* , 155, 31-37.
- Chaid–Saoudi Y.** (1988). La préhistoire du cheval en Afrique du Nord. *Maghreb vétérinaire*. 3,14, 7.
- Clark, A.G., Hubisz, M.J., Bustamante, C.D., Williamson, S.H. et Nielsen, R.** (2005). Ascertainment bias in studies of human genome wide polymorphism. *Genome Research*, 15: 1496–1502.
- De Marchi, M., Dalvit, C., Targhetta, C. et Cassandro, M.** (2006). Assessing genetic diversity in indigenous Veneto chicken breeds using AFLP markers. *Animal Genetics*, 37: 101–105.
- Délacrétaz–Wolff A.S.** (1997) Étude génétique et sérologique des systèmes de groupes sanguins du mouton. Thèse de Doctorat, L'Ecole Polytechnique Fédérale de Zurich.
- Dietrich, W., Katz, H., Lincoln, S. E., Shin, H. S., Friedman, J., Dracopoli, N. C., and Lander, E. S.** (1992). A genetic map of the mouse suitable for typing intraspecific crosses. *Genetics* 131, 423-447.
- El Beji A.** (1972). Le cheval pur-sang arabe en Tunisie et les courses de chevaux en Tunisie. Thèse Méd. Vét, Alfort, France, 62 p.
- El–Kohen M.** (2006). Le cheval barbe : présentation. *Rev Organismes Mond Cheval Barbe*. 3,7–8.
- FAO.** (1984). Animal genetic resource conservation by management, databanks and training. Animal Production and Health Paper, No. 44/1.
- FAO.** (1992). The management of global animal genetic resources. Proceedings of an Expert Consultation, Rome, Italie. Animal Production and Health, No.104.
- FAO/PNUE.** (2000). Liste mondiale d'alerte pour la diversité des animaux domestique, 3ème édition édité par B.D. Scherf. Rome.
- Frankham R.** (2005). Genetics and extinction. *Biological Conservation*. 126, 131–140.
- Gaudois M.** (1989). Le cheval barbe et ses croisements. In : Recueil de tous les textes officiels sur le cheval barbe, Organisation mondiale du Cheval Barbe. Caracole: Lausanne, 85-93.
- Hall, Marvin H. and Patricia M. Comerford.** (1992). "Pasture and Hay for Horses - Agronomy facts 32," University of Pennsylvania, Cooperative Extension Service.

- Hamrick J.L., Murawski D.A., Nason J.D.** (1993). The influence of seed dispersal mechanisms on the genetic structure of tropical tree populations. *Plant Ecology* 108, 281–297.
- Haras Nationaux Français.** (2010). Chevaux de sang : le barbe (2009d). [En ligne] Adresse URL : [http:// www.haras-nationaux.fr/uploads/ tx\\_dlcubehnsshop/sang\\_barbe\\_04. pdf](http://www.haras-nationaux.fr/uploads/tx_dlcubehnsshop/sang_barbe_04.pdf) consulté le 01/12/2010.
- Hill E. W., Bradley D. G., Al-Barody M., Ertugol O., Splan R.K., Zakharov I et Cunningham E. P.** (2002). History and integrity of thoroughbred dam lines revealed in equine mtDNA variation. *Anim. Genet.* 33, 287–294.
- Horse Nutrition-Feeding factors.** (2013). Bulletin 762-00, Ohio State University. *consulté le 2013-04-09.*
- Jussiau R., Papet A., Rigal J., Zanchi E.** (2013). Amélioration génétique des animaux d'élevage. Educagri Editions, page 365.
- Kadri A.** (2006). Le cheval barbe, cheval du Nord de l'Afrique, son rôle en Algérie. *Rev Organism Mond. Cheval Barbe.* 7, 9–45.
- Karp A., Seberg O., Buiatti M.** (1996). Molecular Techniques in the Assessment of Botanical Diversity. *Annals of Botany.* 78, 143–149.
- Kavar T., Brem G., Habe F., Sölkner J. et Dovec P.** (2002). History of Lipizzan horse maternal lines as revealed by mtDNA analysis. *Genet.* 34, 635–648.
- Ketata A.** (1980). Contribution à l'étude des haras nationaux dans l'élevage du pur-sang arabe en Tunisie. *Thèse Doc. Méd. Vét.*, Sidi-Thabet, Tunisie, 84 p.
- Kimura M.** (1983). A simple method for estimating evolutionary rates of base substitutions through comparative studies of nucleotide sequences. *Journal of Molecular Evolution.* 16, 111–120.
- Klasset J.** (2006). Le lait de jument. Revue de presse éditée par Lactarium Parallèle Vitale. 2, 5 – 8.
- Klungland H., Vage D. I., Gomez-Raya L., Adalsteinsson S. et Lien S.** (1995). The role of melanocyte stimulating hormone (MSH) receptor in bovine coat color determination. *Mammalian Genome.* 6, 636–639.
- Lætitia Bataille.** (2008). « Barbe », dans *Races équine de France*, France Agricole Editions, ([ISBN 2855571545](#) et [9782855571546](#)), p. 41-46.
- Lagziel A., DeNise S., Hanotte O., Dhara S., Glazko V., Broadhead A., Davoli R., Russo V. et Soller M.** (2000). Geographic and breed distribution of an Msp I PCR–RFLP in bovine growth. *Mammalian Genome.* 5, 536–539.
- Legault R.J.** (1977). Contribution à l'étude de la morphologie comparée des chevaux de pur-sang anglais et trotteurs français. *Thèse. Méd. Vét.*, Alfort, France, 80 p.



- Lehmann P., Steppan K.** (2000). Cheval dictionnaire historique du monde. CRZ– 15RA. 24, 109–116.
- Marcenac L.N. et Aubert H.** (1974). Encyclopédie du cheval. 3<sup>ème</sup> édition Maloine S.A. Editeur, Paris.
- Marcq J., Lahaye J., Cordieze.** (1951). Extérieur du cheval. Troisième édition. Duculot : Gembloux , 304p.
- Negrini, R., Milanese, E., Bozzi, R., Pellicchia, M. et Ajmone-Marsan, P.** (2006). Tuscany autochthonous cattle breeds: an original genetic resource investigated by AFLP markers. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 123: 10–16.
- Nicks B., Delfontaine B., Canarlb., Vanderbruggen J., Vandenheede M.** (2006). Caractéristiques morphologiques des juments de Trait belge. *Ann. Méd. Vét.*, 150, 247-251.
- Nielsen, R. et Signorovitch, J.** (2003). Correcting for ascertainment biases when analyzing SNP data: applications to the estimation of linkage disequilibrium. *Theoretical Population Biology*, 63: 245–55.
- Nijman I.J., Otsen M., Verkaar E.L., Ruijter C., Hanekamp E.** (2003). Hybridization of banteng (*Bosjavanicus*) and zebu (*Bosindicus*) revealed by mitochondrial DNA, satellite DNA, AFLP and microsatellites. *Heredity*. 90, 10–16.
- Organisation Mondiale du Cheval Barbe.** (1989). Recueil de tous les textes officiels sur le cheval barbe. Caracole Lausanne, 165–189.
- Ouragh L., Meriaux J.C., Braun J.P.** (1994). Genetic blood markers in Arabian, Barb and Arab–Barbhorses in Morocco. *Animal Genetics*. 25, 45–47.
- Pauline Agoutin.** (2004), Guide vert : Les chevaux ; Solar ; 2000 ; pg 14-16. Jussiaux M., Trillaud C. ; La reproduction chez le cheval, l'étalon ; Ed André Lesson ; 1977. Les Haras Nationaux ; Gestion de la Jument, guide pratique ; 2001 ; 3<sup>ème</sup> édition, Paris. Les Haras Nationaux ; Le cheval : technique d'élevage ; 2001 ; 9<sup>ème</sup> édition, Paris. Les Haras Nationaux Reproduction en liberté chez la jument ; 1999, Paris. Palmer E. ; La reproduction chez le cheval, la jument ; Ed Maloine ; 1978.<http://webetab.ac-bordeaux.fr/Pedagogie/SVT/Res-Peda/Prog-Lyc/Term-S/Procreat/Cheval/Reprod.pdf>.
- Rahal K., Guedioura A., Oumouna M.** (2009). Paramètres morpho métriques du cheval barbe de Chaouchaoua. *Rev Méd Vét.* 160, 586–589.
- Rege J.E.O.** (1992). Background to ILCA's animal genetic resources characterization project, objectives and agenda for the research planning workshop. Research planning workshop. International Livestock Centre for Africa. Addis Ababa, Ethiopie, 55–59.
- Rognon X., Verrier E.** (2007). Caractérisation et gestion des ressources génétiques. Les outils et méthodes de la génétique pour la caractérisation, le suivi et la gestion de la variabilité

génétique des populations animales. UMR INRA/AgroParisTech « Génétique et Diversité Animales », Rabat.

**Ronciere A.P.** (1998). Contribution à l'étude du cheval Ariégeois de castillan: Élevage et biométrie. *Thèse Méd. Vét.*, Toulouse, France.

**Rothfels K.M., Axelrad A.A., Chtiminovi L., Chmlel E.A., Rapker R.C.** (1959). The origin of altered cell lines from mouse, monkey and man as indicated by chromosome and transplantation studies. *Can. Cancer Conf.* 3, 189–214.

**Roux I.** (1987). Le cheval barbe. Destrier de l'antique Libye et de la Conquête musulmane. Sa descendance et son expansion en Amérique, son harnachement. Paris, ISBN 173, 2–7.

**Salwa S., Abdel L., Soheir W et al.** (2003). Efficacy of IgG, Fab, and F(ab')<sub>2</sub> fragments of horse antivenom in the treatment of local symptoms. *African Journal of Biotechnology*. 2, 189–193.

**SanCristobal, M., Chevalet, C., Peleman, J., Heuven, H., Brugmans, B., van Schriek, M., Joosten, R., Rattink, A.P., Harlizius, B., Groenen, M.A., Amigues, Y., Boscher, M.Y., Russell, G., Law, A., Davoli, R., Russo, V., Desautels, C., Alderson, L., Finland, E., Bagga, M., Delgado, J.V., Vega-Pla, J.L., Martinez, A.M., Ramos, M., Glodek, P., Meyer, J.N., Gandini, G., Matassino, D., Siggens, K., Laval, G., Archibald, A., Milan, D., Hammond, K., Cardellino, R., Haley, C. et Plastow, G.** (2006). b. Genetic diversity in European pigs utilizing amplified fragment length polymorphism markers. *Animal Genetics*, 37: 232–238.

**Sevestre et Rosier.** (1991). Dr Jacques Sevestre et Nicole Agathe Rosier (préf. [Pierre IJonquères d'Oriola](#)), Le Cheval, [Larousse](#), 1991 (1re éd. 1983), 380 p. ([ISBN 9782035171184](#) et [2-03-517118-0](#)).

**Slatkin M.** (1985). Gene flow in natural populations. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 16, 393–430.

**Syvanen, A.C.** (2001). Accessing genetic variation genotyping single nucleotide polymorphisms. *Nature Reviews Genetics*, 2: 930–941.

**Tamzali Y.** (1989). La situation du cheval barbe en Algérie. In : Recueil de tous les textes officiels sur le cheval barbe. Organisation mondiale du Cheval Barbe. Caracole Lausanne, 107–115.

**Thiongane A.I.** (1977). Fiches de recherches zootechniques pour origine et l'évolution d'espèce équine. CRZ– 15RA, 15, 15–19.

**Usdin, K.** (2008). The biological effects of simple tandem repeats: lessons from the repeat expansion diseases. *Genome Res* 18, 1011–1019.

**Vos P., Hogers R., Bleeker M., Van De Lee T., Hornes M., Frijters A., Pot J., Peleman J., Kuiper M. et Zabeau M.** (1995). AFLP: a new technique for DNA fingerprinting. *Nucleic Acids Research* 23, 4407–4414.

**Wang R.L., Stec A., Hey J., Lukens L., Doebley J.** (1999). The limits of selection during maize domestication. *Nature*. 398, 236–239.

**Weber, J. L., and May, P. E.** (1989). Abundant class of human DNA polymorphisms which can be typed using the polymerase chain reaction. *Am J Hum Genet* 44, 388–396

**Williams J.G.K., Kublik A.R., Livak K.J., Rafalski J.A. et Tingey S.V.** (1990). DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. *Nucleic Acids research*. 18, 6531–6535.

**Wong, G.K., Liu, B., Wang, J., Zhang, Y., Yang, X., Zhang, Z., Meng, Q., Zhou, J., Li, D., Zhang, J., Ni, P., Li, S., Ran, L., Li, H., Zhang, J., Li, R., Li, S., Zheng, H., Lin, W., Li, G., Wang, X., Zhao, W., Li, J., Ye, C., Dai, M., Ruan, J., Zhou, Y., Li, Y., He, X., Zhang, Y., Wang, J., Huang, X., Tong, W., Chen, J., Ye, J., Chen, C., Wei, N., Li, G., Dong, L., Lan, F., Sun, Y., Zhang, Z., Yang, Z., Yu, Y., Huang, Y., He, D., Xi, Y., Wei, D., Qi, Q., Li, W., Shi, J., Wang, M., Xie, F., Wang, J., Zhang, X., Wang, P., Zhao, Y., Li, N., Yang, N., Dong, W., Hu, S., Zeng, C., Zheng, W., Hao, B., Hillier, L.W., Yang, S.P., Warren, W.C., Wilson, R.K., Brandstrom, M., Ellegren, H., Crooijmans, R.P., van der Poel, J.J., Bovenhuis, H., Groenen, M.A., Ovcharenko, I., Gordon, L., Stubbs, L., Lucas, S., Glavina, T., Aerts, A., Kaiser, P., Rothwell, L., Young, J.R., Rogers, S., Walker, B.A., van Hateren, A., Kaufman, J., Bumstead, N., Lamont, S.J., Zhou, H., Hocking, P.M., Morrice, D., de Koning, D.J., Law, A., Bartley, N., Burt, D.W., Hunt, H., Cheng, H.H., Gunnarsson, U., Wahlberg, P., Andersson, L., Kindlund, E., Tammi, M.T., Andersson, B., Webber, C., Ponting, C.P., Overton, I.M., Boardman, P.E., Tang, H., Hubbard, S.J., Wilson, S.A., Yu, J., Wang, J., Yang, H.; International Chicken Polymorphism Map Consortium.** (2004). A genetic variation map for chicken with 2.8 million singlenucleotide polymorphisms. *Nature*, 432: 717–722.

**Wright S.** (1931). Evolution in Mendelian populations. *Genetics*. 16, 97–159.

**Yang Y. H., Kim K.I., Cothran E.G et Flannery A. R.** (2002). Genetic diversity of Cheju Horses (*Equus caballus*) determined by using mitochondrial DNA D-loop polymorphism. *Biochem Genet*. 40, 175–186.

**Zaibert (V.F.).** (1985). Poselenie Botaj i zadachi issledovaniia eneolita severnogo Kazakhstana. *In: Eneolit I Bronzovyi Vek Uralo-Irtyshskogo Mezhdurech'ia*. Cheliabinskii Gosudarstvennyi Universitet, 3–17.

## ملخص

إن الحصان البربري يحتل مكانا بارزا في التاريخ والثقافة والتقاليد الجزائرية. وهو أساسا من أبرز سلالات الخيول الرئيسية في المغرب العربي. تم تنفيذ 26 قياسا على 58 حصان بربري من السلالة النقية والمزعومة (أصول غير مؤكدة)، كل منها يتجاوز سنه الثلاث سنوات فما فوق. انطلاقا من هذه، لقد قمنا بحساب ستة مؤشرات جسمية وحساب الوزن الحي. وقد أجريت أيضا البيانات الصادرة عن التعريف الرأسي.

ولقد أجريت على هذه القياسات المختلفة تحاليل إحصائية من خلال أنظمة معلوماتية XLSTAT2016 و R 2.15.2 كما تم اختبار استخدام إحصاءات النوع الوصفي التحليلي والتي من بين أمور أخرى، على حساب المتوسطات والانحراف والتحليل العنقودي الهرمي. (CAH) و التحليل المعياري للمكونات الرئيسية (PCA).

ولقد وجدوا أن الحصان البربري الجزائري هو حصان ذو شكل متوسط، بنسب متوسطة، ومؤشر الجسم من 0.955. (حصان مربع الشكل)، متوسطة الحجم (152.5) سم والصدر من (175.5) سم وحول القصب الخلفية (19.8) سم والأمامية (20.6). أنه يحتوي على رأس محدب قليلا واللباس كستنائية إلى حد كبير. خصائصه تجعل من الحصان البربري الجزائري يتماشى مع معيار كما هو محدد من قبل المنظمة العالمية للحصان البربري.

**كلمات البحث:** الجزائر؛ الحصان البربري، قياس-الوزن، التكيف، النموذج، والتحليل الإحصائي

## Résumé

Le cheval barbe occupe une place de choix dans l'histoire, la culture et les traditions algériennes; il est à la base de l'évolution des principales races équine maghrébines.

Vingt-un (26) mensurations ont été réalisées sur 58 chevaux barbes purs et présumés (origines incertaines), tous âgés de trois ans et plus. À partir de celles-ci, six indices corporels ont été calculés et le poids vif estimé. Le relevé du profil céphalique a également été effectué. On a effectués sur ces différentes mesures des analyses statistiques par les logiciels R 2.15.2 et XLSTAT2016. Les tests statistiques utilisés été du type descriptive et analytique dont entre autres, le calcul des moyennes, l'écart-type, l'analyse en composantes principal (ACP) et classification hiérarchique ascendante (CAH).

Ils se trouvent que le cheval Barbe algérien est un cheval eumétrique, médioligne, d'indice corporel de 0.955. (Cheval carré), dont la taille moyenne et de (152,5) cm et un tour de poitrine de (175.5) cm et un tour de canon de postérieur (19.8) cm et antérieur (20.6) cm. Il a un profil céphalique convexe légèrement busqué et une robe essentiellement alezane. Ses caractéristiques font que le cheval Barbe d'Algérie est conforme au standard tel qu'il est défini par l'organisation mondiale du cheval barbe.

**Mots clés :** Algérie; cheval Barbe; mensuration - poids; conformation, analyses statistiques.

## Abstract

The Barb or Berber horse occupies a prominent place in history, culture and the Algerian traditions; it is the basis of the main equine breeds Maghreb.

Twenty- one (26) measurements were performed on 58 horses pure and alleged Barbs (uncertain origins), all aged three years and older. From these, six physical indices were calculated and estimated live weight. The statement of the cephalic profile was also performed. It was performed on these various measures of statistical analysis through R 2.15.2 software and XLSTAT2016. The testes of descriptive statistics were used analytical type and which among others, calculates averages, the standard deviation, the principal component analysis (PCA) and hierarchical cluster (CAH).

Algerian local Barbe is a horse eumétrique, medium proportions, the body index of 0.955. (Horse Square) , the average size and (152.5) cm and a chest of (175.5) cm and a round rear barrel (19.8) cm and earlier (20.6) cm. It has a convex cephalic slightly convex profile and a substantially chestnut dress. Its features make the horse Barbe Algérien complies with the standard as defined by the World Organization of Barbe horse.

**Keywords:** Algeria; Barbe horse; measurement - weight; conformation, statistical analysis.

