

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ EL-HADJ LAKHDAR -BATNA-
INSTITUT DES SCIENCES VÉTÉRINAIRES
ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES



THÈSE

Pour L'Obtention Du Diplôme De

DOCTORAT ES-SCIENCES

Filière

SCIENCES VÉTÉRINAIRES

Option

ANATOMIE NORMALE DES ANIMAUX DOMESTIQUES

Présenté Par :

ADILI Nezar

THÈME

ESSAI DE DÉTERMINATION DE L'ESPÈCE ET DE LA RACE DES ANIMAUX DOMESTIQUES EN FONCTION DE LA MORPHOMÉTRIE DES GLOBULES ROUGES

JURY :

Président :	TLIDJANE Madjid	Professeur-Université de Batna
Examineur :	BENSOUILAH Mourad	Professeur-Université d'Annaba
Examineur :	DJEBBAR Abdallah Borhane	Professeur-Université d'Annaba
Examineur :	BENMAKHLOUF Abdelmalek	Professeur-Université de Constantine
Examineur :	BENNOUNE Omar	Maître de conférences A-Université de Batna
Rapporteur :	MELIZI Mohamed	Professeur-Université de Batna

ANNÉE UNIVERSITAIRE : 2014/2015

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ EL-HADJ LAKHDAR -BATNA-
INSTITUT DES SCIENCES VÉTÉRINAIRES
ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES



THÈSE

Pour L'Obtention Du Diplôme De

DOCTORAT ES-SCIENCES

Filière

SCIENCES VÉTÉRINAIRES

Option

ANATOMIE NORMALE DES ANIMAUX DOMESTIQUES

Présenté Par :

ADILI Nezar

THÈME

ESSAI DE DÉTERMINATION DE L'ESPÈCE ET DE LA RACE DES
ANIMAUX DOMESTIQUES EN FONCTION DE LA MORPHOMÉTRIE
DES GLOBULES ROUGES

JURY :

Président :	TLIDJANE Madjid	Professeur-Université de Batna
Examineur :	BENSOUILAH Mourad	Professeur-Université d'Annaba
Examineur :	DJEBBAR Abdallah Borhane	Professeur-Université d'Annaba
Examineur :	BENMAKHOUF Abdelmalek	Professeur-Université de Constantine
Examineur :	BENNOUNE Omar	Maître de conférences A-Université de Batna
Rapporteur :	MELIZI Mohamed	Professeur-Université de Batna

ANNÉE UNIVERSITAIRE : 2014/2015

REMERCIEMENTS

*Tout d'abord je tiens à remercier le **DIEU** tout puissant pour la volonté, la santé et la patience qu'il nous a donné durant toutes ces années d'étude.*

*Je tiens à exprimer mes plus vifs remerciements à mon directeur de thèse, le Professeur **MELIZI Mohamed** qui nous a confié ce sujet, et aussi pour son soutien exemplaire, ses conseils précieux et encouragements tout au long de la réalisation de ce travail, qui nous a offert sa confiance et sa grande patience, veuillez trouver ici le témoignage de ma profonde reconnaissance.*

*Un remerciement particulier aux membres de jury, le Professeur **TLIDJANE Madjid** pour accepter la présidence de mon jury de thèse ainsi que le Professeur **BENSOUILAH Mourad**, Professeur **DJEBBAR Abdallah Borhane**, Professeur **BENMAKHOUF Abdelmalek** et Docteur **BENNOUNE Omar**, qui m'ont honoré par leur présence et eu la gentillesse d'accepter de participer au jury dans l'évaluation de ce travail, qu'ils trouvent ici l'expression de mes sincères remerciements, ma gratitude et croire en mon profond respect.*

Je suis aussi dans l'obligation de remercier tous mes collègues et confrères au sein de notre département des sciences vétérinaires et du laboratoire de l'environnement, santé et production animale (LESPA) de l'institut des sciences vétérinaires et des sciences agronomiques de l'université El-Hadj Lakhdar de Batna, qui m'ont aidé dans la réalisation de cette thèse.

Enfin, je tiens à exprimer mes plus chaleureux remerciements à l'égard de toute personne ayant pris part de près ou de loin dans l'accomplissement de ce travail.

ADILI Nezar

DÉDICACE

Je dédié ce modeste travail :

A la mémoire de mon père, qui nous a quittés durant la réalisation de cette thèse, en signe de reconnaissance et de gratitude, que dieu ait son âme et l'accueille dans son vaste paradis.

A ma mère, pour toutes les souffrances qu'elle a endurées pour me donner une éducation et me projeter un bel avenir, que Dieu la bénisse et la garde pour moi.

A ma femme, pour le support et son soutien moral si précieux durant toute la durée de la rédaction de cette thèse.

*A ma très chère petite fille **Chahla Meissoune**.*

A mes frères et sœurs.

A toute ma famille.

A tous mes amis et collègues.

ADILI Nezar

SOMMAIRE

Introduction	01
--------------	----

Partie I : ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre 01 : ÉTUDE DES RACES BOVINES, OVINES, CAPRINES, ÉQUINES ET CANINES ÉLEVÉES EN ALGÉRIE

I/ Les races bovines en Algérie	05
I.1. Les races bovines locales	05
I.1.1. La race Guelmoise	06
I.1.2. La race Cheurfa	06
I.1.3. La race Sétifienne	06
I.1.4. La race Chelifienne	06
I.1.5. La race Djerba	06
I.1.6. Les races Kabyle et Chaouia	06
I.2. Les races bovines importées	06
I.2.1. La race Prim'Holstein	06
I.2.2. La race Montbéliarde	07
I.2.3. La race Brune des Alpes	07
I.3. Les produits de croisement	08
II/ Les races ovines en Algérie	08
II.1. Les races ovines principales	08
II.1.1. La race Ouled Djellal (race Arabe Blanche)	08
II.1.2. La race Hamra	09
II.1.3. La race Rumbi	09
II.2. Les races ovines secondaires	10
II.2.1. La race Berbère	10
II.2.2. La race Barbarine	10
II.2.3. La race D'men	11
II.2.4. La race Sidahou	11
II.2.5. La race Tadmit	12
III/ Les races caprines en Algérie	12
III.1. Les races caprines locales	13
III.1.1. La chèvre Arabe	13
III.1.1.1. Type Arbia	13
III.1.1.2. Type Makatia	13
III.1.2. La chèvre Kabyle	13
III.1.3. La chèvre M'zabit (M'zab)	13
III.2. Les races caprines méditerranéennes	13
III.2.1. La race Alpine	13
III.2.2. La race Saanen	14
IV/ Les races équines en Algérie	14

IV.1. Le cheval Pur-Sang Arabe	14
IV.2. Le cheval Pur-Sang Anglais	14
IV.3. Le cheval Barbe	15
V/ Les races canines en Algérie	15
V.1. Le chien local	15
V.2. Le Berger Allemand	16

***Chapitre 02 : ÉTUDE DES GLOBULES ROUGES DES BOVINS, DES OVINS,
DES CAPRINS, DES CHEVAUX ET DES CHIENS***

I/ Morphologie des globules rouges	18
I.1. Les globules rouges des bovins	18
I.2. Les globules rouges des ovins	19
I.3. Les globules rouges des caprins	19
I.4. Les globules rouges des chevaux	20
I.5. Les globules rouges des chiens	21
II/ Structure des globules rouges	21
II.1. La membrane plasmique	21
II.2. L'hémoglobine	21
II.2.1. Structure et fonction de l'hémoglobine	21
II.2.2. Les différents types d'hémoglobine	22
III/ Les paramètres érythrocytaires (érythrogramme)	23
III.1. La numération des globules rouges (GR)	23
III.2. L'hématocrite (Ht)	23
III.3. Le taux d'hémoglobine (Hb)	23
III.4. Les constantes érythrocytaires de WINTROBE	23
III.4.1. Le volume globulaire moyen (VGM)	24
III.4.2. La concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine (CCMH)	24
III.4.3. La teneur globulaire moyenne en hémoglobine (TGMH)	24
IV/ Les facteurs influençant les paramètres érythrocytaires	26
IV.1. Influence de l'âge	26
IV.2. Influence du sexe	27
IV.3. Influence de la race	27
IV.4. Influence de l'activité physique et musculaire	27
IV.5. Influence de l'altitude	28
IV.6. Influence de l'état physiologique des femelles	28
IV.6.1. Influence de la gestation	28
IV.6.2. Influence de la parturition	28
IV.6.3. Influence de la lactation	28
IV.7. Influence de la saison	29
V/ L'érythropoïèse	29
V.1. Les étapes de l'érythropoïèse	30
V.1.1. Pro-érythroblaste	30
V.1.2. Érythroblaste basophile	30
V.1.3. Érythroblaste polychromatophile	31
V.1.4. Érythroblaste orthochromatique	31

V.1.5. Réticulocyte	32
V.1.6. L'érythrocyte	33
V.2. Durée de vie des érythrocytes	33

Partie II : ÉTUDE EXPERIMENTALE

Chapitre 03 : MATÉRIELS ET MÉTHODES

I/ Présentation des régions de l'étude	36
I.1. La Wilaya de Batna	36
I.1.1. La commune de Batna	37
I.1.2. La commune de Taxslent	37
I.2. La Wilaya de Sétif	37
II/ Matériels	38
II.1. Animaux	38
II.2. Équipements, instrumentations et matériels de laboratoire	39
III/ Méthodes et protocoles expérimentaux	40
III.1. Sur le terrain	40
III.1.1. Les prélèvements du sang	40
III.1.2. Réalisation des frottis sanguins	41
III.2. Au niveau du laboratoire d'anatomie	42
III.2.1. Préparation des colorants	42
III.2.2. La coloration proprement dite des frottis sanguins (par recouvrement)	42
III.3. Au niveau du laboratoire de recherche LESPA	43
III.3.1. Examen microscopique des frottis sanguins et étude de la morphologie des hématies	45
III.3.2. Étude des paramètres morphométriques des globules rouges des animaux domestiques	45
III.3.2.1. Historique	45
III.3.2.2. Description du logiciel OPTIKA™ Vision Pro	46
III.3.2.3. Numérisation des images microscopiques des érythrocytes	49
III.3.2.4. Création et identification de l'échelle	49
III.3.2.5. Étude du diamètre, la circonférence et la surface des globules rouges	52
IV/ Étude statistique et analyse des résultats	55

Chapitre 04 : RÉSULTATS ET DISCUSSION

I/ Étude de la morphologie des globules rouges	57
I.1. Les globules rouges des races bovines	57
I.2. Les globules rouges des races ovines	58
I.3. Les globules rouges des races caprines	59
I.4. Les globules rouges des races équinnes	60
I.5. Les globules rouges des races canines	60
II/ Étude des paramètres morphométriques des globules rouges	61
II.1. Étude de l'influence de la morphométrie des globules rouges sur la détermination de l'espèce des animaux domestiques	62
II.1.1. Premier groupe	62

II.1.1.1. Influence du diamètre des globules rouges	62
II.1.1.2. Influence de la circonférence des globules rouges	64
II.1.1.3. Influence de la surface des globules rouges	66
II.1.2. Deuxième groupe	68
II.1.2.1. Influence du diamètre des globules rouges	68
II.1.2.2. Influence de la circonférence des globules rouges	70
II.1.2.3. Influence de la surface des globules rouges	72
II.2. Étude de l'influence de la morphométrie des globules rouges sur la détermination de la race des animaux domestiques	74
II.2.1. Influence de la morphométrie des globules rouges sur la détermination de la race chez les bovins	74
II.2.1.1. Influence du diamètre des globules rouges	74
II.2.1.2. Influence de la circonférence des globules rouges	76
II.2.1.3. Influence de la surface des globules rouges	78
II.2.2. Influence de la morphométrie des globules rouges sur la détermination de la race chez les ovins	80
II.2.3. Influence de la morphométrie des globules rouges sur la détermination de la race chez les caprins	81
II.2.4. Influence de la morphométrie des globules rouges sur la détermination de la race chez les chevaux	83
II.2.4.1. Influence du diamètre des globules rouges	83
II.2.4.2. Influence de la circonférence et de la surface des globules rouges	84
II.2.5. Influence de la morphométrie des globules rouges sur la détermination de la race chez les chiens	88
II.3. Étude de l'influence du sexe sur la morphométrie des globules rouges des animaux domestiques	89
II.3.1. Influence du sexe sur la morphométrie des globules rouges chez les bovins	89
II.3.2. Influence du sexe sur la morphométrie des globules rouges chez les ovins	90
II.3.3. Influence du sexe sur la morphométrie des globules rouges chez les caprins	90
II.3.4. Influence du sexe sur la morphométrie des globules rouges chez les chevaux	91
II.3.5. Influence du sexe sur la morphométrie des globules rouges chez les chiens	91
III/ Discussion générale	92
Conclusion	96
Recommandations	98
Références bibliographiques	100

TABLE DES ILLUSTRATIONS

LISTE DES FIGURES

Partie I : ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre 01 : ÉTUDE DES RACES BOVINES, OVINES, CAPRINES, ÉQUINES ET CANINES ÉLEVÉES EN ALGÉRIE

Figure N° 1.1. Les bovins locaux (**FELIACHI, 2003**) 05

Chapitre 02 : ÉTUDE DES GLOBULES ROUGES DES BOVINS, DES OVINS, DES CAPRINS, DES CHEVAUX ET DES CHIENS

Figure N° 2.1. Les globules rouges des bovins (Wright ; x1000) (**WOOD & QUIROZ-ROCHA, 2010**) 19

Figure N° 2.2. Les globules rouges des ovins (Nouveau bleu de méthylène ; x600) (**BYERS & KRAMER, 2010**) 19

Figure N° 2.3. Des globules rouges arrondis chez les caprins (Flèches) (Wright-Giemsa ; x400) (**BARGER, 2010**) 20

Figure N° 2.4. Des globules rouges fusiformes chez les caprins (Race Angora, flèches) (Nouveau bleu de méthylène ; x400) (**BYERS & KRAMER, 2010**) 20

Figure N° 2.5. Les globules rouges des chevaux, avec un corps de Howell-Jolly (Flèche) (Wright ; x1000) (**GRONDIN & DEWITT, 2010**) 20

Figure N° 2.6. Des formations en rouleaux des hématies chez les chevaux (Flèches) (Wright-Giemsa ; x1000) (**HARVEY, 2001**) 20

Figure N° 2.7. Les globules rouges des chiens (Wright-Giemsa ; x1000) (**RIZZI & al., 2010**) 21

Figure N° 2.8. Structure de l'hémoglobine (**HARVEY, 1997**) 22

Figure N° 2.9. Erythropoïèse et série érythropoïétique (**HARVEY, 2001**) 30

Figure N° 2.10. Pro-érythroblaste dans la moelle osseuse d'un chien (Wright-Giemsa ; x1000) (**HARVEY, 2001**) 30

Figure N° 2.11. Érythroblaste basophile dans la moelle osseuse d'un chien (Wright-Giemsa ; x1000) (**HARVEY, 2001**) 31

Figure N° 2.12. Trois érythroblastes polychromatophiles dans la moelle osseuse d'un chien (Wright-Giemsa ; x1000) (**HARVEY, 2001**) 31

Figure N° 2.13. Érythroblaste orthochromatique dans la moelle osseuse d'un chien (Wright-Giemsa ; x1000) (HARVEY, 2001)	31
---	----

Partie II : ÉTUDE EXPERIMENTALE

Chapitre 03 : MATÉRIELS ET MÉTHODES

Figure N° 3.1. Carte administrative de l'Algérie (A.N.I.R.E.F, 2011^a)	36
Figure N° 3.2. Carte administrative de la Wilaya de Batna (D.P.S.B. Batna, 2012)	37
Figure N° 3.3. Carte administrative de la Wilaya de Sétif (D.P.S.B. Sétif, 2011)	38
Figure N° 3.4. Réalisation des frottis sanguins	41
Figure N° 3.5. Coloration et séchage des frottis sanguins	43
Figure N° 3.6. Microscope OPTIKA B-350 (Ver.4.0.0) et appareil photo OPTIKAM (Ver.4.1.0)	44
Figure N° 3.7. Installation des pilotes et du logiciel OPTIKA™ Vision Pro dans le micro-ordinateur (DELL)	44
Figure N° 3.8. Frottis sanguin typique et zone de lecture idéale (en méandre)	45
Figure N° 3.9. Micromètre oculaire (A) et lame micrométrique (B)	45
Figure N° 3.10. L'échelle gravée sur le micromètre oculaire	46
Figure N° 3.11. L'échelle gravée sur la lame micrométrique	46
Figure N° 3.12. Interface du logiciel OPTIKA™ Vision Pro	48
Figure N° 3.13. Interface du logiciel pour la création de l'échelle	50
Figure N° 3.14. Interface du logiciel pour l'enregistrement et l'application de l'échelle	51
Figure N° 3.15. Interface du logiciel pour les mesures des diamètres des globules rouges	53
Figure N° 3.16. Interface du logiciel pour les mesures des circonférences et des surfaces des globules rouges	54

Chapitre 04 : RÉSULTATS ET DISCUSSION

Figure N° 4.1. Les hématies des bovins des races locale, de croisement et Prim'Holstein Pie-Noire (M.G.G. ; x1000)	57
---	----

Figure N° 4.2. Les hématies des bovins des races Prim'Holstein Pie-Rouge, Montbéliarde et Brune des Alpes (M.G.G. ; x1000)	58
Figure N° 4.3. Les hématies des ovins des races Ouled-Djellal et Hamra (M.G.G. ; x1000)	59
Figure N° 4.4. Les hématies des caprins des races Arbia, Alpine et Saanen (M.G.G. ; x1000)	59
Figure N° 4.5. Les hématies des chevaux des races Pur-Sang Arabe, Pur-Sang Anglais et Barbe (M.G.G. ; x1000)	60
Figure N° 4.6. Les hématies des chiens de la race locale et Berger Allemand (M.G.G. ; x1000)	61
Figure N° 4.7. Boîtes à moustaches représentant l'influence du diamètre des globules rouges sur la détermination de l'espèce des animaux domestiques (Globale, N = 30)	63
Figure N° 4.8. Boîtes à moustaches représentant l'influence du diamètre des globules rouges sur la détermination de l'espèce des animaux domestiques (Mâles adultes, N = 15)	63
Figure N° 4.9. Boîtes à moustaches représentant l'influence du diamètre des globules rouges sur la détermination de l'espèce des animaux domestiques (Femelles adultes, N = 15)	64
Figure N° 4.10. Boîtes à moustaches représentant l'influence de la circonférence des globules rouges sur la détermination de l'espèce des animaux domestiques (Globale, N = 30)	65
Figure N° 4.11. Boîtes à moustaches représentant l'influence de la circonférence des globules rouges sur la détermination de l'espèce des animaux domestiques (Mâles adultes, N = 15)	65
Figure N° 4.12. Boîtes à moustaches représentant l'influence de la circonférence des globules rouges sur la détermination de l'espèce des animaux domestiques (Femelles adultes, N = 15)	66
Figure N° 4.13. Boîtes à moustaches représentant l'influence de la surface des globules rouges sur la détermination de l'espèce des animaux domestiques (Globale, N = 30)	67
Figure N° 4.14. Boîtes à moustaches représentant l'influence de la surface des globules rouges sur la détermination de l'espèce des animaux domestiques (Mâles adultes, N = 15)	67
Figure N° 4.15. Boîtes à moustaches représentant l'influence de la surface des globules rouges sur la détermination de l'espèce des animaux domestiques (Femelles adultes, N = 15)	68

Figure N° 4.16. Boîtes à moustaches représentant l'influence du diamètre des globules rouges sur la détermination de l'espèce des animaux domestiques (Globale, N = 30)	69
Figure N° 4.17. Boîtes à moustaches représentant l'influence du diamètre des globules rouges sur la détermination de l'espèce des animaux domestiques (Mâles adultes, N = 15)	69
Figure N° 4.18. Boîtes à moustaches représentant l'influence du diamètre des globules rouges sur la détermination de l'espèce des animaux domestiques (Femelles adultes, N = 15)	70
Figure N° 4.19. Boîtes à moustaches représentant l'influence de la circonférence des globules rouges sur la détermination de l'espèce des animaux domestiques (Globale, N = 30)	71
Figure N° 4.20. Boîtes à moustaches représentant l'influence de la circonférence des globules rouges sur la détermination de l'espèce des animaux domestiques (Mâles adultes, N = 15)	71
Figure N° 4.21. Boîtes à moustaches représentant l'influence de la circonférence des globules rouges sur la détermination de l'espèce des animaux domestiques (Femelles adultes, N = 15)	72
Figure N° 4.22. Boîtes à moustaches représentant l'influence de la surface des globules rouges sur la détermination de l'espèce des animaux domestiques (Globale, N = 30)	73
Figure N° 4.23. Boîtes à moustaches représentant l'influence de la surface des globules rouges sur la détermination de l'espèce des animaux domestiques (Mâles adultes, N = 15)	73
Figure N° 4.24. Boîtes à moustaches représentant l'influence de la surface des globules rouges sur la détermination de l'espèce des animaux domestiques (Femelles adultes, N = 15)	74
Figure N° 4.25. Boîtes à moustaches représentant l'influence du diamètre des globules rouges sur la détermination de la race chez les bovins (Globale, N = 30)	75
Figure N° 4.26. Boîtes à moustaches représentant l'influence du diamètre des globules rouges sur la détermination de la race chez les bovins (Mâles adultes, N = 15)	75
Figure N° 4.27. Boîtes à moustaches représentant l'influence du diamètre des globules rouges sur la détermination de la race chez les bovins (Femelles adultes, N = 15)	76
Figure N° 4.28. Boîtes à moustaches représentant l'influence de la circonférence des globules rouges sur la détermination de la race chez les bovins (Globale, N = 30)	77
Figure N° 4.29. Boîtes à moustaches représentant l'influence de la circonférence des globules rouges sur la détermination de la race chez les bovins (Mâles adultes, N = 15)	77

Figure N° 4.30. Boîtes à moustaches représentant l'influence de la circonférence des globules rouges sur la détermination de la race chez les bovins (Femelles adultes, N = 15)	78
Figure N° 4.31. Boîtes à moustaches représentant l'influence de la surface des globules rouges sur la détermination de la race chez les bovins (Globale, N = 30)	79
Figure N° 4.32. Boîtes à moustaches représentant l'influence de la surface des globules rouges sur la détermination de la race chez les bovins (Mâles adultes, N = 15)	79
Figure N° 4.33. Boîtes à moustaches représentant l'influence de la surface des globules rouges sur la détermination de la race chez les bovins (Femelles adultes, N = 15)	80
Figure N° 4.34. Boîtes à moustaches représentant l'influence du diamètre des globules rouges sur la détermination de la race chez les caprins (Femelles adultes, N = 15)	81
Figure N° 4.35. Boîtes à moustaches représentant l'influence de la circonférence des globules rouges sur la détermination de la race chez les caprins (Femelles adultes, N = 15)	82
Figure N° 4.36. Boîtes à moustaches représentant l'influence de la surface des globules rouges sur la détermination de la race chez les caprins (Femelles adultes, N = 15)	82
Figure N° 4.37. Boîtes à moustaches représentant l'influence du diamètre des globules rouges sur la détermination de la race chez les chevaux (Globale, N = 30)	83
Figure N° 4.38. Boîtes à moustaches représentant l'influence du diamètre des globules rouges sur la détermination de la race chez les chevaux (Mâles adultes, N = 15)	84
Figure N° 4.39. Boîtes à moustaches représentant l'influence du diamètre des globules rouges sur la détermination de la race chez les chevaux (Femelles adultes, N = 15)	84
Figure N° 4.40. Boîtes à moustaches représentant l'influence de la circonférence des globules rouges sur la détermination de la race chez les chevaux (Globale, N = 30)	85
Figure N° 4.41. Boîtes à moustaches représentant l'influence de la circonférence des globules rouges sur la détermination de la race chez les chevaux (Mâles adultes, N = 15)	86
Figure N° 4.42. Boîtes à moustaches représentant l'influence de la circonférence des globules rouges sur la détermination de la race chez les chevaux (Femelles adultes, N = 15)	86
Figure N° 4.43. Boîtes à moustaches représentant l'influence de la surface des globules rouges sur la détermination de la race chez les chevaux (Globale, N = 30)	87
Figure N° 4.44. Boîtes à moustaches représentant l'influence de la surface des globules rouges sur la détermination de la race chez les chevaux (Mâles adultes, N = 15)	87
Figure N° 4.45. Boîtes à moustaches représentant l'influence de la surface des globules rouges sur la détermination de la race chez les chevaux (Femelles adultes, N = 15)	88

LISTE DES TABLEAUX***Partie I : ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE******Chapitre 01 : ÉTUDE DES RACES BOVINES, OVINES, CAPRINES, ÉQUINES ET CANINES ÉLEVÉES EN ALGÉRIE***

Tableau N° 1.1. Poids et hauteur au garrot des races ovines Algériennes (CHELLIG, 1992 ; BENYOUCEF, 1994) 12

Chapitre 02 : ÉTUDE DES GLOBULES ROUGES DES BOVINS, DES OVINS, DES CAPRINS, DES CHEVAUX ET DES CHIENS

Tableau N° 2.1. Les paramètres érythrocytaires chez les différentes espèces animales 25

Tableau N° 2.2. Durée de vie des globules rouges chez les différentes espèces animales 33

Partie II : ÉTUDE EXPERIMENTALE***Chapitre 03 : MATÉRIELS ET MÉTHODES***

Tableau N° 3.1. Âges des animaux de l'étude 39

Chapitre 04 : RÉSULTATS ET DISCUSSION

Tableau N° 4.1. Influence du diamètre des globules rouges sur la détermination de l'espèce des animaux domestiques (exprimés en μm) 62

Tableau N° 4.2. Influence de la circonférence des globules rouges sur la détermination de l'espèce des animaux domestiques (exprimées en μm) 64

Tableau N° 4.3. Influence de la surface des globules rouges sur la détermination de l'espèce des animaux domestiques (exprimées en μm^2) 66

Tableau N° 4.4. Influence du diamètre des globules rouges sur la détermination de l'espèce des animaux domestiques (exprimés en μm) 68

Tableau N° 4.5. Influence de la circonférence des globules rouges sur la détermination de l'espèce des animaux domestiques (exprimées en μm) 70

Tableau N° 4.6. Influence de la surface des globules rouges sur la détermination de l'espèce des animaux domestiques (exprimées en μm^2) 72

Tableau N° 4.7. Influence du diamètre des globules rouges sur la détermination de la race chez les bovins (exprimés en μm) 74

Tableau N° 4.8. Influence de la circonférence des globules rouges sur la détermination de la race chez les bovins (exprimées en μm) 76

Tableau N° 4.9. Influence de la surface des globules rouges sur la détermination de la race chez les bovins (exprimées en μm^2)	78
Tableau N° 4.10. Influence du diamètre, de la circonférence et de la surface des globules rouges sur la détermination de la race chez les ovins	80
Tableau N° 4.11. Influence du diamètre, de la circonférence et de la surface des globules rouges sur la détermination de la race chez les caprins femelles adultes (N = 15)	81
Tableau N° 4.12. Influence du diamètre des globules rouges sur la détermination de la race chez les chevaux (exprimés en μm)	83
Tableau N° 4.13. Influence de la circonférence des globules rouges sur la détermination de la race chez les chevaux (exprimées en μm)	84
Tableau N° 4.14. Influence de la surface des globules rouges sur la détermination de la race chez les chevaux (exprimées en μm^2)	85
Tableau N° 4.15. Influence du diamètre, de la circonférence et de la surface des globules rouges sur la détermination de la race chez les chiens	88
Tableau N° 4.16. Influence du sexe sur le diamètre des globules rouges chez les bovins (exprimés en μm)	89
Tableau N° 4.17. Influence du sexe sur la circonférence des globules rouges chez les bovins (exprimées en μm)	89
Tableau N° 4.18. Influence du sexe sur la surface des globules rouges chez les bovins (exprimées en μm^2)	89
Tableau N° 4.19. Influence du sexe sur les paramètres morphométriques des globules rouges chez les ovins	90
Tableau N° 4.20. Influence du sexe sur les paramètres morphométriques des globules rouges chez les caprins	90
Tableau N° 4.21. Influence du sexe sur les paramètres morphométriques des globules rouge chez les chevaux	91
Tableau N° 4.22. Influence du sexe sur les paramètres morphométriques des globules rouges chez les chiens	91
Tableau N° 4.23. Récapitulatif des nouvelles valeurs de références des paramètres morphométriques des globules rouges des animaux domestiques	94

LISTE DES ANNEXES

Annexe N° 01 : VALEURS DES BORNES, DES MOYENNES ET DES QUARTILES DES PARAMÈTRES MORPHMÉTRIQUES DES GLOBULES ROUGES

I/ Étude de l'influence de la morphométrie des globules rouges sur la détermination de l'espèce des animaux domestiques :

I.1. Premier groupe :

I.1.1. Influence du diamètre des globules rouges :

Tableau N° A.1. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles du diamètre des globules rouges des animaux domestiques (Globale, N = 30 ; exprimés en μm) 119

Tableau N° A.2. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles du diamètre des globules rouges des animaux domestiques (Mâles adultes, N = 15 ; exprimés en μm) 119

Tableau N° A.3. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles du diamètre des globules rouges des animaux domestiques (Femelles adultes, N = 15 ; exprimés en μm) 120

I.1.2. Influence de la circonférence des globules rouges :

Tableau N° A.4. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles de la circonférence des globules rouges des animaux domestiques (Globale, N = 30 ; exprimées en μm) 120

Tableau N° A.5. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles de la circonférence des globules rouges des animaux domestiques (Mâles adultes, N = 15 ; exprimées en μm) 120

Tableau N° A.6. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles de la circonférence des globules rouges des animaux domestiques (Femelles adultes, N = 15 ; exprimées en μm) 121

I.1.3. Influence de la surface des globules rouges :

Tableau N° A.7. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles de la surface des globules rouges des animaux domestiques (Globale, N = 30 ; exprimées en μm^2) 121

Tableau N° A.8. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles de la surface des globules rouges des animaux domestiques (Mâles adultes, N = 15 ; exprimées en μm^2) 121

Tableau N° A.9. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles de la surface des globules rouges des animaux domestiques (Femelles adultes, N = 15 ; exprimées en μm^2) 122

I.2. Deuxième groupe :**I.2.1. Influence du diamètre des globules rouges :**

Tableau N° A.10. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles du diamètre des globules rouges des animaux domestiques (Globale, N = 30 ; exprimés en μm) 122

Tableau N° A.11. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles du diamètre des globules rouges des animaux domestiques (Mâles adultes, N = 15 ; exprimés en μm) 122

Tableau N° A.12. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles du diamètre des globules rouges des animaux domestiques (Femelles adultes, N = 15 ; exprimés en μm) 123

I.2.2. Influence de la circonférence des globules rouges :

Tableau N° A.13. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles de la circonférence des globules rouges des animaux domestiques (Globale, N = 30 ; exprimées en μm) 123

Tableau N° A.14. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles de la circonférence des globules rouges des animaux domestiques (Mâles adultes, N = 15 ; exprimées en μm) 123

Tableau N° A.15. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles de la circonférence des globules rouges des animaux domestiques (Femelles adultes, N = 15 ; exprimées en μm) 124

I.2.3. Influence de la surface des globules rouges :

Tableau N° A.16. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles de la surface des globules rouges des animaux domestiques (Globale, N = 30 ; exprimées en μm^2) 124

Tableau N° A.17. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles de la surface des globules rouges des animaux domestiques (Mâles adultes, N = 15 ; exprimées en μm^2) 124

Tableau N° A.18. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles de la surface des globules rouges des animaux domestiques (Femelles adultes, N = 15 ; exprimées en μm^2) 125

II/ Étude de l'influence de la morphométrie des globules rouges sur la détermination de la race des animaux domestiques :**II.1. Influence de la morphométrie des globules rouges sur la détermination de la race chez les bovins :****II.1.1. Influence du diamètre des globules rouges :**

Tableau N° A.19. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles du diamètre des globules rouges des races bovines (Globale, N = 30 ; exprimés en μm) 125

Tableau N° A.20. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles du diamètre des globules rouges des races bovines (Mâles adultes, N = 15 ; exprimés en μm) 126

Tableau N° A.21. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles du diamètre des globules rouges des races bovines (Femelles adultes, N = 15 ; exprimés en μm) 126

II.1.2. Influence de la circonférence des globules rouges :

Tableau N° A.22. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles de la circonférence des globules rouges des races bovines (Globale, N = 30 ; exprimées en μm) 126

Tableau N° A.23. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles de la circonférence des globules rouges des races bovines (Mâles adultes, N = 15 ; exprimées en μm) 127

Tableau N° A.24. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles de la circonférence des globules rouges des races bovines (Femelles adultes, N = 15 ; exprimées en μm) 127

II.1.3. Influence de la surface des globules rouges :

Tableau N° A.25. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles de la surface des globules rouges des races bovines (Globale, N = 30 ; exprimées en μm^2) 127

Tableau N° A.26. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles de la surface des globules rouges des races bovines (Mâles adultes, N = 15 ; exprimées en μm^2) 128

Tableau N° A.27. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles de la surface des globules rouges des races bovines (Femelles adultes, N = 15 ; exprimées en μm^2) 128

II.2. Influence de la morphométrie des globules rouges sur la détermination de la race chez les caprins :

Tableau N° A.28. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles du diamètre des globules rouges des races caprines (Femelles adultes, N = 15 ; exprimés en μm) 129

Tableau N° A.29. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles de la circonférence des globules rouges des races caprines (Femelles adultes, N = 15 ; exprimées en μm) 129

Tableau N° A.30. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles de la surface des globules rouges des races caprines (Femelles adultes, N = 15 ; exprimées en μm^2) 129

II.3. Influence de la morphométrie des globules rouges sur la détermination de la race chez les chevaux :

II.3.1. Influence du diamètre des globules rouges :

Tableau N° A.31. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles du diamètre des globules rouges des races équinnes (Globale, N = 30 ; exprimés en μm) 130

Tableau N° A.32. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles du diamètre des globules rouges des races équinnes (Mâles adultes, N = 15 ; exprimés en μm) 130

Tableau N° A.33. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles du diamètre des globules rouges des races équines (Femelles adultes, N = 15 ; exprimés en μm)	130
---	-----

II.3.2. Influence de la circonférence des globules rouges :

Tableau N° A.34. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles de la circonférence des globules rouges des races équines (Globale, N = 30 ; exprimées en μm)	131
---	-----

Tableau N° A.35. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles de la circonférence des globules rouges des races équines (Mâles adultes, N = 15 ; exprimées en μm)	131
---	-----

Tableau N° A.36. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles de la circonférence des globules rouges des races équines (Femelles adultes, N = 15 ; exprimées en μm)	131
--	-----

II.3.3. Influence de la surface des globules rouges :

Tableau N° A.37. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles de la surface des globules rouges des races équines (Globale, N = 30 ; exprimées en μm^2)	132
---	-----

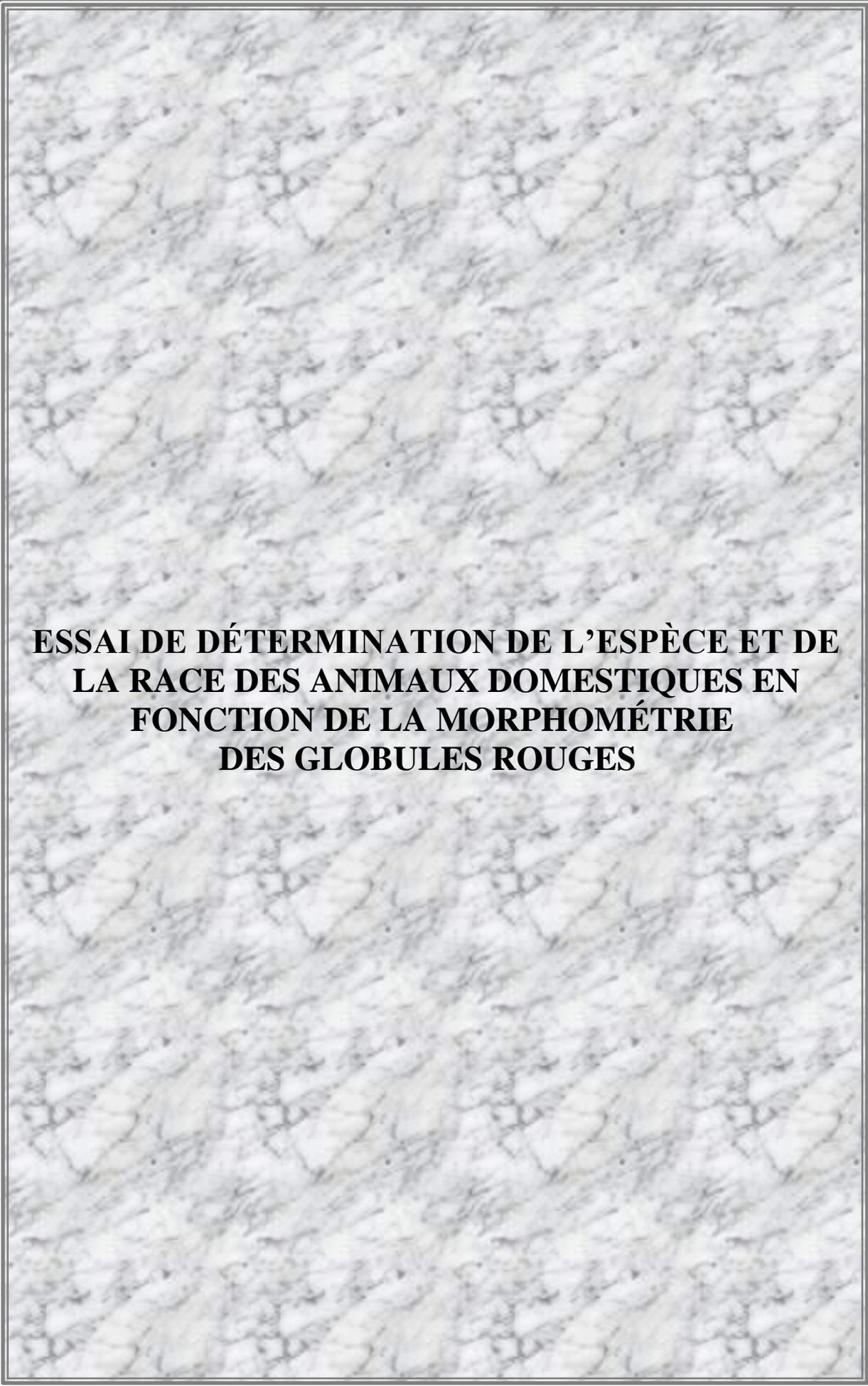
Tableau N° A.38. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles de la surface des globules rouges des races équines (Mâles adultes, N = 15 ; exprimées en μm^2)	132
---	-----

Tableau N° A.39. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles de la surface des globules rouges des races équines (Femelles adultes, N = 15 ; exprimées en μm^2)	132
--	-----

Annexe N° 02 : PUBLICATIONS ET PRODUCTIONS SCIENTIFIQUES

I/ Liste des articles	133
-----------------------	-----

II/ Liste des communications	133
------------------------------	-----

A microscopic image showing a dense field of red blood cells. The cells are roughly spherical and have a characteristic biconcave appearance, with a darker center and a lighter, more translucent periphery. They are scattered across the field of view, with some overlapping. The background is a light, slightly grainy grey.

**ESSAI DE DÉTERMINATION DE L'ESPÈCE ET DE
LA RACE DES ANIMAUX DOMESTIQUES EN
FONCTION DE LA MORPHOMÉTRIE
DES GLOBULES ROUGES**



INTRODUCTION

INTRODUCTION

Depuis plusieurs années, la sélection et la classification des espèces et des races animales, reposent essentiellement sur un ensemble de critères basés surtout sur la morphologie et la taille des animaux. Lorsqu'il s'agit d'une race de production, ces critères se conjuguent en général avec celui des performances, qui est en général primordial comme par exemple chez les bovins où on peut distinguer : des races à lait, des races à viandes et des races mixtes.

Selon **DUDOUE** (2003), dans certaines régions, déterminer la race d'un troupeau est souvent difficile du fait de l'élevage en croisement très pratiqué. Mais, il est parfois intéressant de trouver la dominante d'une race dans un troupeau ; pour cela on peut utiliser des critères relativement simples tels que, la couleur de la robe (uniforme ou tachetée) ou même la couleur de la tête et des pattes.

La rédaction des lois de l'hérédité basées sur les travaux de **MENDEL** permet de relier une espèce animale ou une race donnée à un génotype particulier. D'autre part, tous les caractères ne sont pas visibles, certains sont d'ordre biochimique (comme la capacité à sentir une molécule donnée, le groupe sanguin), et d'autre part un individu d'une espèce animale présente un nombre important de gènes, donc autant de possibilités de définir des races.

Les études morphométriques des érythrocytes ont fait l'objet de plusieurs travaux qui ont intéressé différentes espèces animales et ont montré plusieurs variations morphologiques en fonction des différents stades physiologiques ainsi que du milieu ambiant.

La présente thèse aura pour but, d'étudier l'influence des paramètres morphométriques des globules rouges sur la détermination de l'espèce et de la race, dont l'objectif est de définir des critères de sélection des espèces et des races des animaux domestiques.

Dans la première partie bibliographique, nous nous proposons de présenter dans un premier chapitre des rappels concernant les différentes races bovines, ovines, caprines, équines et canines présentes en Algérie, en nous basant sur des données et caractéristiques morphologiques, phénotypiques ainsi que sur des critères de production.

Le deuxième chapitre de cette étude, comporte un exposé détaillé sur les globules rouges des bovins, des ovins, des caprins, des chevaux et des chiens ; nous allons considérer :

- La morphologie, la structure et la fonction des globules rouges ainsi que les particularités spécifiques des érythrocytes pour chaque espèce.
- La taille des hématies et les différents paramètres érythrocytaires chez les différentes espèces.
- Les différents facteurs influençant la taille des hématies et les paramètres érythrocytaires.
- La synthèse et le renouvellement des érythrocytes, les facteurs influençant l'érythropoïèse et la durée de vie des globules rouges.

Dans la seconde partie consacrée à l'étude expérimentale, des prélèvements sanguins et la confection de frottis colorés par le protocole de **MAY-GRÜNDWALD GIEMSA** vont concerner les espèces et les races suivantes :

- **Bovins** : Locale, Croisée, Prim'Holstein, Montbéliarde et Brune des Alpes.
- **Ovins** : Ouled-Djellal et Hamra.
- **Caprins** : Arbia, Alpine et Saanen.
- **Chevaux** : Pur-Sang Arabe, Pur-Sang Anglais et Barbe.
- **Chiens** : Locale et Berger Allemand.

L'étude pratique a portée sur deux axes :

- **Le premier axe** : relatif à l'étude de la morphologie des globules rouges, a été mené à l'aide d'un nouveau microscope optique **OPTIKA**.
- **Le second axe** : une étude morphométrique des érythrocytes est envisagée par une nouvelle et récente technique, tout en utilisant un logiciel spécial **OPTIKA™ Vision Pro**.

Pour chercher l'influence de la morphométrie des globules rouges sur la détermination de l'espèce et de la race des animaux domestiques, nous avons procédé à la mesure du diamètre des hématies et nous avons aussi mesuré deux nouveaux paramètres qui sont la circonférence et la surface des érythrocytes.

Dans le dernier chapitre des résultats et discussion, sont présentés les données et les analyses statistiques relatives à l'influence de la morphométrie des globules rouges sur la détermination de l'espèce et de la race chez les animaux domestiques.

Enfin, nous avons essayé de proposer et d'établir de nouvelles valeurs de références surtout pour la circonférence et la surface des érythrocytes, dans lesquels ces deux derniers paramètres peuvent être considérés comme physiologiques et standards chez les différentes espèces.

PARTIE I :

ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE 01 :

**ÉTUDE DES RACES BOVINES, OVINES, CAPRINES,
ÉQUINES ET CANINES ÉLEVÉES EN ALGÉRIE**

Les animaux d'élevage actuellement exploités en Algérie, sont constitués par des ensembles assez hétérogènes qui occupent des écosystèmes très différents. Ils sont représentés par : les bovins, les ovins, les caprins et les dromadaires et en moindre importance les équidés. Le cheptel Algérien, à la fois par son origine et du fait des influences très diverses subies au cours de son histoire, fait preuve d'une diversité importante mais variable selon les espèces. Il existe pour l'ensemble des espèces considérées plusieurs types distincts, entre populations, races et variétés. (ABDELGUERFI, 2003)

I/ Les races bovines en Algérie :

Au début des années soixante, les bovins en Algérie étaient classés en trois types : populations autochtones dénommées bovins locaux (B.L), races importées dénommées bovins laitiers modernes (B.L.M) et les produits de croisements dits bovins locaux améliorés (B.L.A). (FELIACHI, 2003)

Les élevages bovins sont essentiellement localisés dans la frange Nord du pays, dans le Tell et les hautes plaines, l'effectif total est de 1.607.890 bovins (M.A.D.R, 2006). La population locale représente environ 78% du cheptel total, dont les deux tiers (2/3) se trouvent au Nord-Est, alors que la part du cheptel importé et des produits de croisements entre les bovins autochtones et les races importées sont évaluées à environ 22%, dont 59% sont localisés au Nord-Est, 22% au centre, 14% au Nord-Ouest et seulement 5% au Sud du pays. (ABDELGUERFI, 2003 ; FELIACHI, 2003)

I.1. Les races bovines locales :

Les bovins locaux appartiendraient à un seul et même groupe dénommé : **la Petite Brune de l'Atlas**. Comparée aux races exotiques, elle produit peu de lait, en moyenne 595Kg par lactation. Ce cheptel occupe les zones difficiles, particulièrement les régions montagneuses et les parcours. (ABDELGUERFI, 2003 ; FELIACHI, 2003)



Figure N° 1.1. Les bovins locaux. (FELIACHI, 2003)

Le bovin autochtone est souvent cité comme exemple pour sa rusticité, qui s'explique par l'aptitude à la marche en terrain difficile, la résistance aux conditions climatiques difficiles (froid, chaleur et sécheresse) et sa résistance aux maladies et aux parasites (surtout les insectes piqueurs, vecteurs de maladies). (FELIACHI, 2003)

Les populations qui composent la Brune de l'Atlas se différencient nettement du point de vue phénotypique, on distingue principalement : la Guelmoise, la Cheurfa, la Sétifienne et la Chelifienne ; il existe d'autres populations mais avec des effectifs plus réduits telle que : la Djerba, la Kabyle et la Chaouia.

I.1.1. La race Guelmoise :

Cette race a un pelage gris foncé, vivant dans les zones forestières, elle a été identifiée dans les régions de Guelma et même Jijel, cette population compose la majorité de l'effectif. (ABDELGUERFI, 2003 ; FELIACHI, 2003)

I.1.2. La race Cheurfa :

La Cheurfa à un pelage gris clair presque blanchâtre, vit en bordure des forêts et se rencontre dans les régions de Jijel et Guelma. (ABDELGUERFI, 2003 ; FELIACHI, 2003)

I.1.3. La race Sétifienne :

La Sétifienne présente une bonne conformation, la robe est noirâtre uniforme, la queue est de couleur noire, longue et traîne parfois sur le sol, la ligne marron du dos caractérise cette population ; cette race est localisée dans les monts du Bâbord. Le poids des femelles conduites en semi-extensif dans les hautes plaines céréalières avoisine celui des femelles importées, la production laitière pour sa part peut atteindre 1500Kg par an. (ABDELGUERFI, 2003 ; FELIACHI, 2003)

I.1.4. La race Chelifienne :

La chelifienne se caractérise par une robe fauve, une tête courte, des cornes en crochets, des orbites saillantes entourées de lunettes marron foncé et une longue queue noire qui touche le sol, on la rencontre dans les monts du Dahra. (ABDELGUERFI, 2003 ; FELIACHI, 2003)

I.1.5. La race Djerba :

La Djerba se caractérise par une robe brune foncée, une tête étroite, une croupe arrondie et une longue queue, la taille est très réduite ; c'est une race adaptée au milieu très difficile du Sud, elle peuple surtout la région de Biskra. (ABDELGUERFI, 2003 ; FELIACHI, 2003)

I.1.6. Les races Kabyle et Chaouia :

La race Kabyle et la race Chaouia, dérivent respectivement de la Guelmoise et de la Cheurfa suite aux mutations successives de l'élevage bovin. (ABDELGUERFI, 2003 ; FELIACHI, 2003)

I.2. Les races bovines importées :

Les races bovines importées, ont gagné l'ensemble des systèmes agricoles et certaines régions dominées par des systèmes agro-pastoraux. L'ouverture de l'économie Algérienne sur le marché international s'est traduite par l'introduction de races exogènes, dont le bovin laitier constitue le secteur le plus touché ; on observe depuis plusieurs années des introductions successives de la race laitière Prim'Holstein et les races mixtes Montbéliarde et la Brune des Alpes. (ABDELGUERFI, 2003 ; FELIACHI, 2003)

I.2.1. La race Prim'Holstein :

La Prim'Holstein est une race de grande taille, originaire des Pays-Bas, elle affiche les meilleures productions en lait ; c'est une race très précoce, une génisse vêle facilement à l'âge de 2 ans. (BABO, 1998)

Les membres sont solides, le garrot et le poitrail sont profonds, la tête est plutôt courte avec un mufler large. Un taureau pèse de 900 à 1200 Kg ; une vache pèse de 650 à 700Kg, sa mamelle est volumineuse et son bassin est légèrement incliné ce qui facilite le vêlage. Les cornes sont normalement en croissant, mais il est rare de voir une Prim'Holstein avec ses cornes (nombreuses sont les vaches écornées pour des questions pratiques). (BABO, 1998)

Quant à la robe, elle est celle des Pie-Noire distribuée en larges plaques noires et blanches bien délimitées ; cependant les extrémités des pattes et la queue restent toujours blanches. On rencontre aussi des Prim'Holstein Pie-Rouge, donc à robe rouge et blanche. **(BABO, 1998)**

I.2.2. La race Montbéliarde :

La montbéliarde est une race montagnarde, résistante aux conditions climatiques et changeantes des vallées. C'est une grande race laitière avant tout, mais qui conserve des qualités d'élevage (facilité de traite et de vêlage) et des qualités bouchères, avec une bonne longévité. **(BABO, 1998)**

La montbéliarde est aussi une race de grande taille, avec une hauteur au garrot de l'ordre de 1,40m ; le taureau pèse de 1000 à 1200Kg et la vache pèse de 650 à 750 Kg ; le front est plat, le mufler est large et les yeux sont doux et brillants ; sa morphologie est proportionnée avec un squelette fin, mais solide. La robe de la montbéliarde est pie-rouge, soutenue aux taches bien délimitées ; par contre la tête, le ventre et les membres restent blancs. **(BABO, 1998)**

I.2.3. La race Brune des Alpes :

La race Brune des Alpes est une race montagnarde originaire des montagnes Alpes de la Suisse orientale, elle possède de remarquables qualités : bonne race laitière et de production de viande, on doit reconnaître son endurance, ses aptitudes à la marche, sa longévité et sa beauté naturelle. **(BOUGLER, 1982 ; BABO, 1998)**

La Brune des Alpes est une race habituée aux importantes variations climatiques notamment sa résistance aux températures froides et aussi son adaptation aux climats chauds ; de plus, elle est précoce, les génisses pouvaient être fécondées dès l'âge de 18 mois. **(BOUGLER, 1982 ; BABO, 1998 ; COLLEAU & al., 1998 ; MALLARD & MOCQUOT, 1998)**

C'est une race de grande taille et au squelette puissant, la taille au garrot des taureaux se situe entre 1,40 et 1,50m pour un poids vif compris entre 800 et 1200Kg, la hauteur au garrot des vaches adultes est comprise entre 1,25 et 1,35m pour un poids vif qui varie entre 600 et 750Kg. **(BOUGLER, 1981 ; BOICHARD & al., 1996 ; BABO, 1998)**

La tête est courte avec des cornes aussi courtes, blanches à la base et noircies à l'extrémité, elles peuvent être aussi complètement noires ; les yeux gros, modérément saillants et soulignés de brun foncé. Le front est large et long, le chanfrein est court, le mufler est ardoisé et entouré de brun, et l'encolure est courte. **(BOUGLER, 1981 ; BOICHARD & al., 1996 ; BABO, 1998)**

La silhouette de cette race est très équilibrée ; la poitrine est longue, large et profonde, les côtes sont bien arrondies ; un dos droit, un bassin large et des cuisses bien musclées. Les membres sont solides, avant-bras et jambes longs et larges, canons et pâturons courts et les onglons sont noirs. La mamelle est développée avec des trayons bien implantés (idéale pour la traite). **(GROSCLAUDE & al., 1990 ; BOICHARD & al., 1996 ; BABO, 1998)**

La robe est le plus souvent gris souris, mais elle présente souvent des nuances et des teintes diverses, allant du gris foncé au gris argenté, et du brun foncé au brun clair. La partie interne des membres, notamment des postérieurs est d'un blanc jaunâtre, la ligne dorsale est généralement parcouru par une raie de nuance claire. Chez le taureau, la robe est beaucoup plus foncée que celle de la vache et les yeux sont auréolés de clair. **(MOAZAMI-GOUDARZI & al., 1995 ; BOICHARD & al. 1996 ; BABO, 1998)**

I.3. Les produits de croisement :

En Algérie, il existe aussi des bovins issus de croisements entre, non seulement la population locale et les races sélectionnées du Nord, mais également entre les différentes races importées ; ces produits existent dans l'ensemble des régions d'élevage bovin et ils sont élevés au sein de troupeaux regroupant des animaux métissés ou en mélange avec des animaux de races pures. (ABDELGUERFI, 2003 ; FELIACHI, 2003)

L'espèce bovine est celle qui a subi le plus l'influence du sang des races étrangères, c'est ainsi que la race locale s'est retrouvée mélangée à différents sangs, dont le produit est un polymorphisme facilement observable, ce type de matériel animal ainsi que son extension est encore peu connu, il est fréquent d'observer dans une même localité un gradient de format et de types génétiques, exprimant une forte hétérogénéité du matériel génétique, facilement identifiable sur le plan racial. (ABDELGUERFI, 2003 ; FELIACHI, 2003)

II/ Les races ovines en Algérie :

La population ovine algérienne est la plus importante en matière d'effectif avec 19.615.730 têtes (M.A.D.R, 2006) ; les exploitations sont réparties dans toute la partie Nord du pays, avec toutefois une plus forte concentration dans la steppe et les hautes plaines semi-arides céréalieres (80% de l'effectif total) ; mais il existe aussi des populations d'effectifs réduits au Sahara, exploitant les ressources des oasis et les parcours désertiques. (CHELLIG, 1992 ; ABDELGUERFI, 2003 ; FELIACHI, 2003)

En Algérie, on distingue des races ovines principales et des races ovines secondaires ; de toutes les espèces, l'ovin algérien fait preuve d'une grande diversité, qui peut s'apprécier à la fois par le nombre total de types de populations et du nombre de celles ayant un effectif important. On note une forte progression des effectifs et des produits de croisement, non seulement entre les différentes races Algériennes, mais également entre les races locales avec celles des pays voisins. (ABDELGUERFI, 2003 ; FELIACHI, 2003)

II.1. Les races ovines principales :

Les races ovines Algériennes principales sont :

- Race Ouled-Djellal.
- Race Hamra.
- Race Rumbi.

II.1.1. La race Ouled-Djellal (race Arabe Blanche) :

C'est la plus importante et la plus intéressante des races ovines algériennes, représente 63% de l'effectif ovin total ; c'est une race typique de la steppe, très rustique et résiste bien dans les zones arides et les parcours sahariens ; et elle est la plus adaptée au nomadisme. (CHELLIG, 1992 ; FELIACHI, 2003)

C'est une excellente race à viande, ce qui explique aussi sa rapide diffusion sur l'ensemble du pays, elle tend même à remplacer certaines races dans leur propre berceau, c'est le cas de la race Hamra. Cependant, les performances de reproduction de la race Ouled-Djellal ne sont pas supérieures à celles des autres races Algériennes. (FELIACHI, 2003)

C'est une race puissante de taille élevée, la hauteur est égale à la longueur ; la peau est entièrement blanche, la laine est blanche et fine couvre tout le corps jusqu'aux genoux et aux jarrets, le ventre et le dessous du cou sont nus. (CHELLIG, 1992 ; BENYOUCEF, 1994 ; FELIACHI, 2003)

Les oreilles sont tombantes, les cornes sont moyennes, spiralées, absentes chez la femelle sauf quelques exceptions chez la variété Ouled-Djellal. La poitrine est profonde, les côtes sont plates, la queue est fine ; les pattes sont longues, aptes pour la marche sur de longues distances. (CHELLIG, 1992 ; BENYOUCEF, 1994 ; FELIACHI, 2003)

Il existe trois variétés principales de cette race :

- *Le type Ouled-Djellal* ; proprement dit, peuple les régions de Biskra (Ziban) et Touggourt, c'est la variété la plus adaptée à la marche, elle est communément appelée la **Transhumante**. (CHELLIG, 1992 ; FELIACHI, 2003)

- *Le type Ouled-Nail* ; peuple les régions de Sidi Aissa, M'sila, Barika, Sétif et Ain M'lila, c'est le type le plus lourd, elle est communément appelée **Hodnia**, elle se rapproche de la race Ile de France. (CHELLIG, 1992 ; FELIACHI, 2003)

- *Le type Chellala* ; peuple la région de Laghouat, Chellala et Djelfa, c'est la variété la plus petite de taille et la plus légère. (CHELLIG, 1992 ; FELIACHI, 2003)

II.1.2. La race Hamra :

C'est la deuxième race d'Algérie pour l'importance de son effectif, appelée encore **Beni-Ighil** ou **mouton Oranais** ; c'est une race de très bonne conformation, originaire de l'Est du Maroc, sa viande est d'excellente qualité (meilleure race à viande). (CHELLIG, 1992)

L'aire d'extension est comprise entre la Chott El-Chergui à l'Est, l'Atlas saharien au Sud-Est, le Maroc à l'Ouest et les monts de Tlemcen et de Saïda au Nord ; donc c'est une race rustique, résistante et est bien adaptée aux plateaux steppiques, souvent très froids en Hiver avec des vents glacés. (CHELLIG, 1992 ; FELIACHI, 2003)

C'est une race de petite taille par rapport à la race Arabe, la peau est brune ; la tête et les pattes sont bruns rouges acajou foncé presque noirs, la laine est blanche, les cornes sont spiralées, moyennes et la queue est fine. (CHELLIG, 1992 ; BENYOUCEF, 1994 ; FELIACHI, 2003)

Selon CHELLIG (1992) ; il existe trois variétés principales :

- *Type El-Bayedh* ; Méchéria, couleur acajou foncé.
- *Type El-Aricha* ; Sebdou, acajou presque noir, c'est la variété préférée.
- *Type Malakou* ; Chott El-Chergui, acajou clair.

II.1.3. La race Rumbi :

C'est le plus gros ovin d'Algérie, il possède les mêmes caractéristiques que la race Ouled-Djellal, la légende dit que le mouton Rumbi est issu d'un croisement entre le Mouflon (Laroui) du Djebel Amour et la race Ouled Djellal, parce qu'il a la conformation de la Ouled-Djellal et la couleur du Mouflon. (CHELLIG, 1992 ; FELIACHI, 2003)

L'ovin Rumbi occupe la zone intermédiaire entre la race Ouled-Djellal à l'Est et la race Hamra à l'Ouest ; cette race est particulièrement adaptée aux régions de : l'Ouarsenis, les monts de Tiaret, Sougueur, Djebel Amour et aussi Djebel Nador. (CHELLIG, 1992 ; FELIACHI, 2003)

Cette race est très rustique et très robuste, supporte les froids rigoureux et la sécheresse ; elle est limitée à son berceau, donc elle ne s'étend pas et on ne la rencontre nulle part ailleurs. (CHELLIG, 1992 ; FELIACHI, 2003)

Le poids des animaux aux différents âges sont supérieurs de 10 à 15% de ceux de la race Ouled-Djellal, la peau est de couleur brune, la tête est rouge ou brunâtre ainsi que les pattes, la laine est blanche, couvre tout le corps jusqu'aux genoux et aux jarrets. Les cornes sont énormes, spiralées, massives et dure, les oreilles tombantes, la queue est fine, les pattes très robustes ressemblant au mouflon et les onglons sont très dure. (CHELLIG, 1992 ; BENYOUCEF, 1994 ; FELIACHI, 2003)

D'après CHELLIG (1992) et FELIACHI (2003) : il existe deux types de cette race, suivant l'adaptation aux pâturages (montagnes ou steppes) :

- *Rumbi du Djebel Amour* ; Rumbi des montagnes.
- *Rumbi de Sougueur* ; Rumbi de la steppe, de couleur plus foncé que celle du premier type.

II.2. Les races ovines secondaires :

Les races locales secondaires sont :

- La race Berbère.
- La race Barbarine.
- La race D'men.
- La race Targuia.
- La race Tadmit.

II.2.1. La race Berbère :

Le mouton Berbère constitue probablement la population ovine la plus ancienne d'Afrique du Nord, vraisemblablement issue de métissage avec le mouflon sauvage. Il est aussi appelé : **Chleuh**, **Kabyle** ou **Zoulaï**. Son aire d'extension couvre l'ensemble des montagnes de l'atlas tellien du Nord de l'Algérie, de la frontière Tunisienne à Meghnia : Souk-Ahras, Jijel (Collo), Dahra, Ouarsenis, montagnes de Tiaret et Tlemcen. (CHELLIG, 1992 ; FELIACHI, 2003)

Toute l'année, les moutons Berbères ne transhument pas, ils restent dans les montagnes et résistent au froid et à l'humidité, ses facultés laitières et de productions de viandes sont négligeables. (CHELLIG, 1992 ; FELIACHI, 2003)

C'est une race autochtone, de petite taille et de bonne conformation ; la peau est blanche, la laine est blanche mécheuse brillante dite **laine Azoulaï** en berbère d'où le nom de la race Zoulaï ; il existe quelques bêtes, tachetées de noir. Les cornes sont petites et spiralées, les oreilles sont moyennes, le chanfrein concave, la queue est fine et s'arrête aux jarrets. (CHELLIG, 1992 ; BENYOUCEF, 1994 ; FELIACHI, 2003)

Cependant, cette race est en voie de disparition, elle n'existe plus en Kabylie, c'est un mouton qui n'a qu'un intérêt historique, il tend à être remplacé par :

- *A l'Est* ; croisé par la race Ouled Djellal, en raison particulièrement de ses faibles performances. (CHELLIG, 1992 ; FELIACHI, 2003)

- *A l'Ouest* ; se confond avec la race beni-Ighil, dont elle a les caractéristiques générales sauf la coloration et la laine qui est mécheuse chez la Berbère. (CHELLIG, 1992 ; FELIACHI, 2003)

II.2.2. La race Barbarine :

C'est le Mouton de **Oued Souf** à queue grosse, cette race est apparentée à la Barbarine Tunisienne et Asiatique, mais s'en différencie par une demi-queue grasse (adipeuse), moins importante que celle de la Barbarine Tunisienne, cette réserve de graisse rend l'animal particulièrement rustique en période de disette dans les zones sableuses. (FELIACHI, 2003)

Son aire d'extension couvre l'Est du pays, du Oued Souf (Erg oriental) aux plateaux Constantinois jusqu'à la frontière Tunisienne, le mouton de Souf ne transhume pas, il est sédentaire dans l'Erg toute l'année. (CHELLIG, 1992 ; FELIACHI, 2003)

Cette race possède de très bonnes qualités de rusticité et de prolificité ; adaptée au oasis et au désert de sable ou dans l'Erg et aux grandes chaleurs d'été, la Barbarine mène une vie sexuelle active, elle est irremplaçable dans son berceau ; cependant, elle n'est pas aimée en Algérie à cause de sa grosse queue et ainsi que l'odeur de cette dernière. (CHELLIG, 1992 ; FELIACHI, 2003)

La peau est de couleur brune, la tête et les pattes sont marron, la laine est blanche ; c'est un mouton de bonne conformation, cou court, pattes courtes, poitrine large, les cornes sont bien développées chez le mâle, absentes chez la femelle, les oreilles pendantes ; la queue est grasse et moyenne de 1 à 2Kg normalement et 3 à 4 Kg après engraissement. Ses gros sabots (onglons très larges) en font un excellent marcheur, lui permettent de se déplacer aisément dans le sable et les dunes de Oued-Souf en particulier. (CHELLIG, 1992 ; BENYOUCEF, 1994 ; FELIACHI, 2003)

II.2.3. La race D'men :

Cette race saharienne de petit format, originaire du Maroc représente 0,5% du cheptel national, l'aire géographique de répartition s'étend des oasis du Sud-Ouest Algérien (Sud Marocain) jusqu'à Ouargla, en passant par Bechar (Erg Occidental et la vallée de Saoura), Tindouf, Adrar, El-Goléa et Metlili. (CHELLIG, 1992 ; FELIACHI, 2003)

Cette race est très rustique et supporte très bien les conditions sahariennes, elle pourrait présenter énormément d'intérêt zootechnique et économique de reproduction exceptionnelles : prolificité élevée et une très grande précocité, la brebis peut prendre le mâle toute l'année et peut donner deux agnelages par an, très fréquemment gémellaires, elle peut donner aussi jusqu'à trois agnelages en deux ans. La brebis ne présente pas d'œstrus sauf pendant la gestation (absence d'œstrus saisonnier ou de lactation), et les chaleurs réapparaissent dès la mise-bas. (CHELLIG, 1992 ; FELIACHI, 2003)

La peau est brune, la laine est généralement brune parfois blanche couvrant le haut du corps seulement, ne couvre pas la poitrine, ni le ventre, ni les pattes, la tête est fine, les cornes petites et fines parfois absentes, oreilles grandes et pendantes, la queue est fine et noire, très longue à extrémité blanche. (CHELLIG, 1992 ; BENYOUCEF, 1994 ; FELIACHI, 2003)

II.2.4. La race Sidahou :

Cette race originaire du Mali s'appelle aussi **Targuia** parce qu'elle est exploitée essentiellement par les Touareg ; elle mène une vie nomade, résistante au climat saharien et aux grandes marches. Elle se trouve dans le grand Sahara : Tindouf, Adrar, Ain Salah, Tamanrasset (Hoggar, Tassili) et Djanet. En Algérie, la Sidahou est encore inconnue sur le plan scientifique et économique, elle représente moins de 0,13% du cheptel ovin national. (CHELLIG, 1992 ; FELIACHI, 2003)

La conformation de la Targuia est mauvaise, cette race est couverte de poils, elle n'a pas de laine, d'où la dénomination de mouton sans laine (la Targuia ressemble à une chèvre sauf qu'elle a une longue queue et un bêlement de mouton), la peau est brune, sans cornes ou parfois de petites cornes courbées chez les mâles, chanfrein très courbé, oreilles grandes et pendante, la queue est très longue à extrémité blanche, les pattes sont longues et hautes aptes à la marche sur de longues distances. (CHELLIG, 1992 ; BENYOUCEF, 1994 ; FELIACHI, 2003)

II.2.5. La race Tadmit :

Cette race est originaire de la région de Tadmit, elle est issue d'un croisement entre la race Ouled Djellal et la race Mérinos de l'Est, cette race à un très faible effectif et elle est en voie de disparition ; les béliers souvent dépourvus de cornes, seraient peu ardent à la lutte. (FELIACHI, 2003)

Tableau N° 1.1. Poids et hauteur au garrot des races ovines Algériennes. (CHELLIG, 1992 ; BENYOUCEF, 1994)

Races ovines			Poids (Kg)	Hauteur (m)	
Principales	Ouled-Djellal	Ouled-Djellal	Bélier	78	0,80
			Brebis	48	0,70
		Ouled-Nail	Bélier	82	0,82
			Brebis	57	0,74
		Chellala	Bélier	73	0,75
			Brebis	47	0,70
	Hamra	Bélier	71	0,76	
		Brebis	40	0,67	
	Rumbi	Bélier	90	0,77	
		Brebis	60	0,71	
Secondaires	Berbère	Bélier	45	0,65	
		Brebis	37	0,60	
	Barbarine	Bélier	45	0,70	
		Brebis	37	0,64	
	D'men	Bélier	46	0,75	
		Brebis	37	0,69	
	Targuia	Bélier	41	0,77	
		Brebis	33	0,76	

III/ Les races caprines en Algérie :

Le cheptel caprin Algérien, est plus concentré dans les montagnes du Nord, dans la steppe et dans les oasis, son effectif est de 3.754.590 caprins (M.A.D.R, 2006). Les chèvres ont ayant déjà la réputation de rusticité qui leurs permet de tirer le meilleur profit des régions pauvres. (ABDELGUERFI, 2003 ; FELIACHI, 2003)

Les populations locales existantes sont de type traditionnel, elles sont divisées en trois races : la chèvre Arabe, la chèvre Kabyle et la chèvre M'zab ; mais il existe récemment dans certaines régions, des métissages avec les races méditerranéennes (races importées) comme l'Alpine et la Saanen, qui ont fait l'objet aussi de tentatives d'élevage en race pure, spécialisée en production laitière dans la région de Kabylie. (ABDELGUERFI, 2003 ; FELIACHI, 2003)

Toutefois, il n'existe que peu d'informations sur le renouvellement des troupeaux à moyen et à long terme ; en effet, le cheptel caprin Algérien est peu connu, sa conformation et ses aptitudes ne sont pas encore définies. Sur le plan génétique, le caprin semble moins touché par les dynamiques à l'origine des transformations comme chez les bovins et les ovins ; la faiblesse d'échanges entre les régions et le caractère strictement pastorale des systèmes d'élevages n'ont pas favorisée l'extension des mélanges et des croisements entre les races. (ABDELGUERFI, 2003 ; FELIACHI, 2003)

III.1. Les races caprines locales :

III.1.1. La chèvre Arabe :

C'est la population la plus dominante et la plus répandue en terme d'effectif ; elle domine sur les hauts plateaux et les régions septentrionales du Sahara où elle est conduite avec des troupeaux de moutons qu'elle guide. (FELIACHI, 2003)

Sa taille atteint 70cm, sa tête est dépourvue de cornes, sa robe est polychrome et présente fréquemment du blanc associé à du roux, du noir et du gris. Ce sont des animaux très rustiques qui peuvent rester deux jours sans boire. Cette race comprend deux types : Arbia et Makatia. (FELIACHI, 2003)

III.1.1.1. Type Arbia :

Ce type est subdivisé en deux sous-types : l'un sédentaire et l'autre transhumant. Comparativement au type transhumant, le type sédentaire a les poils plus longs, 14-21cm contre 10-17cm pour le type transhumant. (FELIACHI, 2003)

III.1.1.2. Type Makatia :

Cette race est localisée dans les hauts plateaux de la région Nord de l'Algérie, elle est utilisée principalement pour la production de lait, de viande, la peau et le cuir ; c'est une race de grande taille et de couleur variée. (FELIACHI, 2003)

III.1.2. La chèvre Kabyle :

La Kabyle est une chèvre naine, de petite taille et prolifique, elle peuple abondamment les massifs montagneux de la Kabylie, des Aurès et du Dahra, son poils est long de couleur généralement brun foncé, parfois noire ; la tête de profil courbe surmontée de cornes. (FELIACHI, 2003)

III.1.3. La chèvre M'zabit (M'zab) :

C'est une chèvre principalement laitière, appelée également **Touggourt**, cette chèvre est originaire de Metlili dans la région de Ghardaïa ; elle a toutefois gagné toute la partie septentrionale du Sahara. (ABDELGUERFI, 2003 ; FELIACHI, 2003)

L'animal est de taille moyenne (65cm), son corps est allongé, droit et rectiligne, sa tête est fine et cornée, alors que sa robe présente trois couleurs : le chamois dominant, le blanc et le noir, elle réalise en moyenne deux mises-bas par an. (ABDELGUERFI, 2003 ; FELIACHI, 2003)

III.2. Les races caprines méditerranéennes :

III.2.1. La race Alpine :

Cette race est bien évidemment originaire du massif alpin, plus particulièrement des parties suisse et française de la chaîne des Alpes. La chèvre Alpine est une très bonne et très excellente laitière qui supporte bien les différentes formes d'élevages, en stabulation, en semi-plein air ou carrément en plein air et les pâturages. Les chevrettes sont si précoces qu'on peut les faire saillir dès qu'elles atteignent l'âge de sept mois. (BABO, 2000)

L'Alpine est une race de moyen format ; un bouc pèse de 80 à 100Kg, une chèvre de 50 à 70Kg. La tête est triangulaire et elle est le plus souvent cornue, les bêtes cornées représentent 95% des boucs et 85% des chèvres et elles sont sélectionnées par les éleveurs car elles ont une meilleure fertilité. La tête peut avoir ou non des pampilles et une barbiche, les oreilles dressées vers l'avant sont assez longues, entre 13 et 14cm, et en cornet relativement fermé. Le cou est fin et les yeux sont saillants. (BABO, 2000)

Le dos est droit, la croupe est large un peu inclinée. Les membres sont solides et les aplombs sont bons. La mamelle est grosse, un peu inclinée. La robe est à poil ras et de couleur très variée, allant du rouge clair au rouge foncé et même au noir. (BABO, 2000)

III.2.2. La race Saanen :

Cette race est d'origine suisse, appelée aussi la **Blanche de Gessenay** ; c'est une race de grand format puisqu'un bouc pèse de 80 à 120Kg pour une hauteur au garrot comprise entre 90 et 100cm ; la chèvre est plus légère puisque son poids varie de 50 à 90Kg pour une hauteur au garrot de 70 à 90cm. (RICORDEAU & LAUVERGNE, 1971 ; BABO, 2000)

La Saanen est une race rustique et précoce, elle a la réputation d'être paisible, très docile et solide, pouvant supporter sans problème tous les différents modes d'élevage possibles, intensifs si nécessaires. Elle se comporte en remarquable laitière, même en vivant totalement en stabulation. (BABO, 2000)

C'est une chèvre à poil court blanc uniforme, danse et soyeux ; la tête, avec ou sans cornes, avec ou sans pampilles et barbiche, a le profil droit ; la poitrine est large et longue, signe d'une capacité thoracique importante. Les membres sont forts et bien d'aplomb. La mamelle globuleuse est souple et plus développée en largeur qu'en longueur. (RICORDEAU & LAUVERGNE, 1971 ; BABO, 2000)

IV/ Les races équines en Algérie :

Les races équines en Algérie constituent un patrimoine biologique, culturel et historique inestimable, les aires d'élevages sont essentiellement localisées dans les hauts plateaux de la steppe avec un effectif de 238.870 chevaux (M.A.D.R, 2006). On trouve parmi les équins :

- La race Pur-Sang Arabe.
- La race Pur-Sang Anglais.
- La race Barbe. (ABDELGUERFI, 2003 ; FELIACHI, 2003)

IV.1. Le cheval Pur-Sang Arabe :

Le Pur-Sang Arabe est l'une des plus anciennes races, son aire d'origine controversée est néanmoins orientale. C'est un cheval de petite taille, de 1,48 à 1,56m au garrot en moyenne, en général de robe alezane, bai ou grise. (CHARDES & BOUDON, 2007)

Il porte à la tête les signes qui confirment la noblesse de sa race : front large, profil rectiligne ou concave (principale caractéristique), 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. C'est un cheval à la poitrine large, au rein court, à la croupe harmonieuse, à la queue courte et attachée haut et aux membres très secs. (CHARDES & BOUDON, 2007)

IV.2. Le cheval Pur-Sang Anglais :

Sélectionné pour ses aptitudes à la vitesse, le Pur-Sang Anglais domine les courses depuis la création de la race à partir de chevaux orientaux et de juments anglaises au début du XVIII^{ème} siècle, où trois étalons d'origine orientale, marquent les futures lignées : **Bierley Turk**, **Darley Arabian** et **Godolphin Arabian**. Ainsi, tous les Pur-Sang sont des descendants des trois chefs de race : **Matchem**, **Hérode** et **Eclipse**, eux-mêmes issus des trois précédents vers la deuxième moitié du XVIII^{ème} siècle. (BOUCLIER, 2007)

Le Pur-Sang Anglais est un cheval longiligne, d'une taille moyenne de 1,65cm au garrot donnant une impression d'ensemble très harmonieuse et athlétique. La couleur de la robe la plus fréquente est le bai, l'alezane et le gris étant aussi présents. Le profil de la tête est plutôt rectiligne avec un front large. L'épaule est longue et oblique, permettant l'amplitude nécessaire des foulées au galop. La poitrine est ample, ogivale, le dos est droit, la croupe horizontale et longue, les avant-bras longs et les canons sont courts. (BOUCLIER, 2007)

IV.3. Le cheval Barbe :

Déjà appelé cheval de **Barbarie** par les auteurs romains il y a plus de 2000 ans, le cheval Barbe est une race originaire et spécifique à la région du Maghreb (de la Lybie au Maroc passant par la Tunisie et l'Algérie). (BENMERAD, 2002 ; CHABCHOUB & al., 2004 ; CHAID-SAUDI, 2006)

Physiquement, le Barbe est très endurant, sobre, résistant à toutes les variations climatiques et supportant sans peine toutes les privations. C'est un cheval de loisir et de spectacle par excellence, il présente d'extraordinaires facultés d'assimilation de ce que l'on veut lui enseigner ; de plus c'est un décathlonien et un sportif polyvalent. (LICART, 1930 ; EL-KOHEN, 2006 ; SLAWIK, 2007)

La taille au garrot du Barbe est évaluée entre 1,47 et 1,57m ; la longueur scapulo-ischiale égale à la taille, ce qui en fait un cheval carré. (TAMZALI, 1989 ; RAHAL, 2005 ; KADRI, 2006 ; RAHAL & al., 2006 ; GUEDAOURA & al., 2011)

Quant aux robes, la couleur dominante est le gris (71%) avec toutes ses variantes que sont le gris truité, gris pommelé, gris rouané, puis la couleur alezane (14%), la couleur bai (10%) et enfin la couleur rouan (5%), qui correspond au mélange de trois couleurs de poils. (RAHAL & al., 2009)

La tête est assez forte, chargée en ganaches, au profil convexe, aux oreilles plutôt courtes, une encolure courte bien greffée, le dos est court tendu et tranchant, au rein court, la croupe en pupitre (mi-oblique à oblique) et la queue attachée bas. Les fesses sont coupées courtes et musclées, aux cuisses plates, aux jarrets larges parfois coudés et clos, les canons sont courts ; et enfin aux sabots plutôt petits, cylindriques et durs. (EL-KOHEN, 2006 ; SLAWIK, 2007)

V/ Les races canines en Algérie :

En Algérie, il n'existe pratiquement pas de données précises relatives à l'élevage des chiens, la population canine actuellement existante est représentée essentiellement par deux races : le chien local et le Berger Allemand.

Les chiens locaux sont largement répondus dans les élevages bovins, ovins et caprins où ils sont utilisés pour les besoins de la garde et parfois de la chasse. En effet, les chiens Berger Allemand sont surtout exploités par les services de sécurités particulièrement dans les brigades de Gendarmerie et aussi la Police.

V.1. Le chien local :

Le chien local, aussi appelé **Sloughi** ou encore **Lévrier Arabe**, est une race originaire de l'Afrique du Nord, bien que sa nationalité soit Marocaine. C'est un lévrier intelligent, fier et indépendant. Sa peau, d'une fitness extrême, est recouverte d'un poil ras de couleur claire, sable ou fauve. (HUART & ROY, 2011)

C'est un chien musclé, fin et élégant, à l'allure royale, il se mimétisme facilement avec les espaces sablonneux. Il était autrefois utilisé dans le désert pour la chasse à la gazelle par les grands chefs berbères. Aujourd'hui, il est encore employé par les éleveurs et même les nomades pour la chasse et la garde. (HUART & ROY, 2011)

V.2. Le Berger Allemand :

C'est un chien très populaire, d'utilité et de service polyvalent par excellence (gardien de troupeau, de sauvetage et policier), il a toutes les qualités et l'intelligence requises pour s'accoutumer à tous les types de situations. (PASCHOUD & TRIQUET, 1994 ; HUART & ROY, 2001)

Il est de taille moyenne, légèrement plus long que haut, bien musclé, la hauteur au garrot est de 60-65cm chez les mâles pour un poids de 30 à 40kg, 55-60cm chez les femelles avec un poids de 22 à 32Kg, la longueur du tronc dépasse la hauteur au garrot de 10-17%. (PASCHOUD & TRIQUET, 1994 ; HUART & ROY, 2001)

Le pelage est double avec poil et sous-poil, le poil de couverture doit être aussi dense que possible, droit, rude et bien couché ; le poil est court sur la tête y compris la face interne du pavillon des oreilles, sur la face antérieure des membres, sur les pieds et sur les doigts ; il est un peu plus long et plus fourni sur le cou. (PASCHOUD & TRIQUET, 1994)

La couleur des poils est noire, avec des marques brun-rouges, brunes ou jaunes jusqu'à gris-clair, avec de petites taches blanches discrètes sur le poitrail ; le sous-poil est d'un gris léger. (PASCHOUD & TRIQUET, 1994)

La tête est cunéiforme, de face et de profil, le front n'est que bombé, le chanfrein est rectiligne, les lèvres sont bien tendues, jointives et de couleur foncée, la truffe doit être noire. Les oreilles sont dressées, symétriques et se terminent en pointe. (PASCHOUD & TRIQUET, 1994 ; HUART & ROY, 2001)

La croupe est longue et légèrement oblique, la queue atteint au moins le jarret, mais ne doit pas dépasser le milieu du métatarse, elle est portée tombante en décrivant une légère courbe. Les membres antérieurs sont parfaitement parallèles, les pieds sont arrondis, les doigts sont bien serrés et arqués, les coussinets sont durs. (PASCHOUD & TRIQUET, 1994)

Les postérieurs sont légèrement inclinés vers l'arrière, tout en restant, vus de derrière parallèles entre eux. La cuisse et la jambe sont d'une longueur presque identique en formant un angle d'environ 120°. (PASCHOUD & TRIQUET, 1994)

CHAPITRE 02 :

**ÉTUDE DES GLOBULES ROUGES DES BOVINS,
DES OVINS, DES CAPRINS, DES CHEVAUX ET
DES CHIENS**

Les globules rouges des mammifères sont les cellules quantitativement majoritaires dans le sang, ces principales cellules sanguines sont communément appelés les érythrocytes ou encore les hématies. (COLES, 1979 ; GASPER, 2000^a ; HARVEY, 2010 ; OLVER & al., 2010)

Leur principale fonction est le transport de l'oxygène (O₂) en provenance des poumons vers les autres tissus et du dioxyde de carbone (CO₂) en provenance des tissus vers les poumons. (KOLB, 1975 ; COLES, 1979 ; HARVEY, 1997 ; HARVEY, 2010 ; OLVER & al., 2010)

Les érythrocytes participent aussi à la régulation du pH du sang ; de plus, les hématies contribuent par leur masse au volume du sang et agissent par conséquent sur la dynamique de la circulation sanguine. (KOLB, 1975 ; ARCHER, 1977 ; COLES, 1979 ; HARVEY, 1997 ; GASPER, 2000^a ; HARVEY, 2000 ; HARVEY, 2008 ; HARVEY, 2010 ; OLVER & al., 2010)

I/ Morphologie des globules rouges :

Les globules rouges sont des cellules hautement différenciées et spécialisées ; au microscope optique, ils ont une apparence simple, ronde (disques arrondis ou discocytes) et biconcaves ; leur acidophilie va attirer l'éosine donnant leur couleur rouge, et la biconcavité est représentée par une pâleur centrale. Cette forme discoïde augmente le rapport surface volume et optimise les échanges gazeux (diffusion rapide de l'oxygène). (JAIN, 1993 ; CANFIELD, 1998 ; BACHA & BACHA, 2000 ; HARVEY, 2001 ; HARVEY, 2008)

Les globules rouges ont également une forme élastique et déformable et peuvent ainsi traverser les capillaires les plus étroits. Leurs tailles varient selon les espèces ; mais, dans le sang, à côté des hématies dont le diamètre moyen est caractéristique de l'espèce considérée, il y a toujours une fraction (environ 10%) d'érythrocytes plus volumineux (macrocytes) et d'érythrocytes plus petits (microcytes). (SCHALM, 1974 ; KOLB, 1975 ; COLES, 1979 ; BACHA & BACHA, 2000 ; HARVEY, 2001)

Par ailleurs, ces cellules sont dépourvues de noyaux (anucléées) et d'organites cellulaires (mitochondries, appareil de golgi et réticulum endoplasmique) ; elles sont donc incapables de renouveler leur stock d'enzymes fonctionnelles ; leur métabolisme est basé essentiellement sur la glycolyse : le glucose est donc la source principale et assure 95% de l'énergie des globules rouges. (ARCHER, 1977 ; COLES, 1979 ; JAIN, 1993 ; HARVEY, 1997 ; CANFIELD, 1998 ; HARVEY, 2008 ; NIINISTO & al., 2008 ; OLVER & al., 2010)

Dans le sang veineux, les globules rouges sont généralement un peu plus gros (0,5µm) que dans le sang artériel, ils ont en effet une plus forte teneur en eau par suite de l'augmentation de leur pression osmotique consécutive à l'absorption d'ions chlore ; l'hématocrite est également plus élevée dans le sang veineux. (KOLB, 1975 ; COLES, 1979)

I.1. Les globules rouges des bovins :

Un érythrocyte de bovin mesure entre 5 et 6µm de diamètre ; le cas de l'espèce bovine est unique, parce qu'une anisocytose peut être observée de façon physiologique et à faible degré lors de la lecture d'un frottis sanguin, avec absence physiologique des formations de rouleaux (aucune formation en rouleau ne doit être observée) (Figure N° 2.1.). (SCHALM, 1974 ; JAIN, 1986 ; BACHA & BACHA, 2000 ; KRAMER, 2000^b ; WOOD & QUIROZ-ROCHA, 2010)

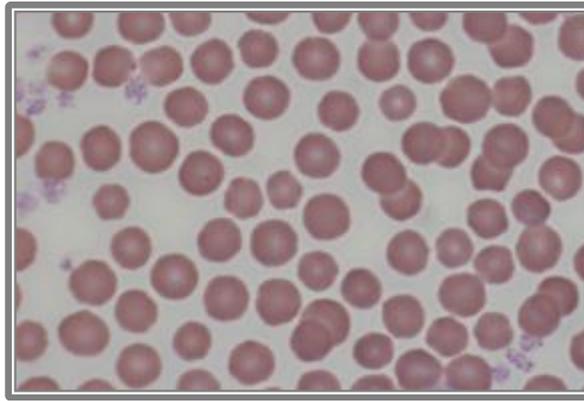


Figure N° 2.1. Les globules rouges des bovins (Wright ; x1000).
(WOOD & QUIROZ-ROCHA, 2010)

I.2. Les globules rouges des ovins :

Les globules rouges des ovins mesurent entre 4 et 5 μ m de diamètre, ils présentent presque les mêmes caractéristiques que chez les bovins ; mais avec une pâleur centrale qui est peu marquée (Figure N° 2.2.). (BLUNT, 1975 ; CANFIELD, 1998 ; KRAMER, 2000^b ; BYERS & KRAMER, 2010)

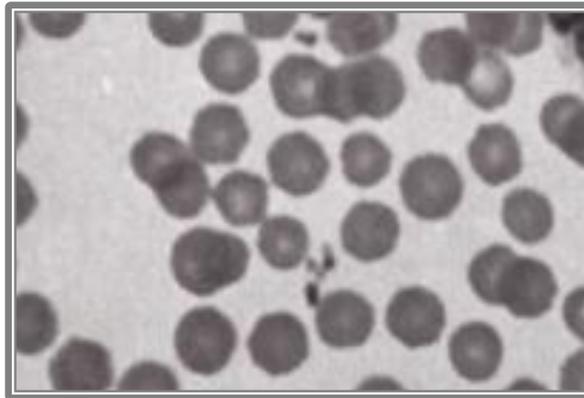


Figure N° 2.2. Les globules rouges des ovins (Nouveau bleu de méthylène ; x600).
(BYERS & KRAMER, 2010)

I.3. Les globules rouges des caprins :

Les globules rouges des caprins sont discoïdes et ils sont les plus petits par rapport aux autres espèces, mesurent entre 3 et 4 μ m de diamètre ; comme chez les ovins la pâleur centrale est peu marquée (Figure N° 2.3.). (COLES, 1979 ; CANFIELD, 1998 ; BACHA & BACHA, 2000 ; BYERS & KRAMER, 2010)

Chez la race caprine Angora, une caractéristique très évidente et importante, où dans les frottis sanguins colorés on observe souvent et de façon physiologique des érythrocytes fusiformes et anucléés à côté des globules rouges arrondis (Figures N° 2.4.). (COLES, 1979 ; CANFIELD, 1998 ; BACHA & BACHA, 2000 ; KRAMER, 2000^b ; BYERS & KRAMER, 2010)

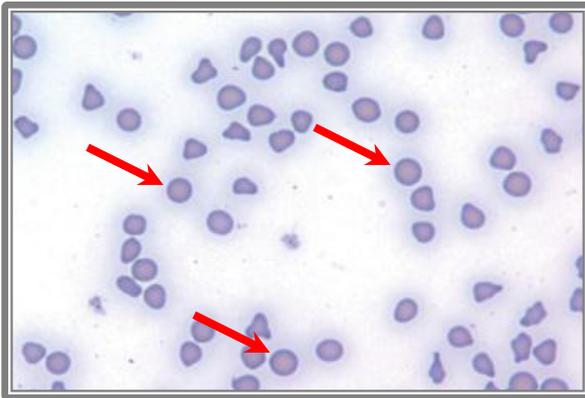


Figure N° 2.3. Des globules rouges arrondis chez les caprins (Flèches) (Wright-Giemsa ; x400).
(BARGER, 2010)

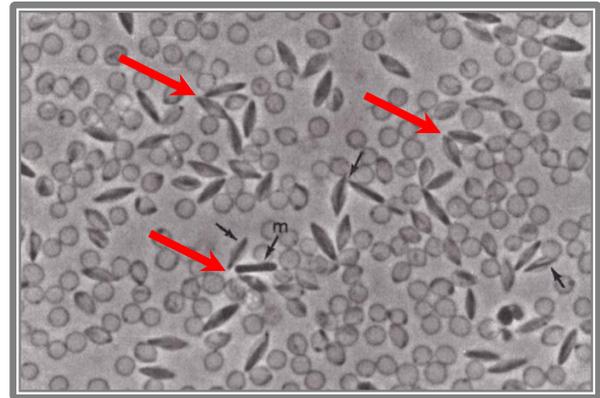


Figure N° 2.4. Des globules rouges fusiformes chez les caprins (Race Angora, flèches) (Nouveau bleu de méthylène ; x400).
(BYERS & KRAMER, 2010)

I.4. Les globules rouges des chevaux :

Les érythrocytes des chevaux en bonne santé ont un diamètre compris entre 5 et 6µm, avec des formations en rouleaux fréquemment observées dans les frottis sanguins (empilement spontané des hématies les unes sur les autres), mais cette agglutination est réversible et n'est pas pathologique (Figures N° 2.5. et 2.6.). (KRAMER, 2000^a ; BROCKUS & ANDERASEN, 2003 ; REAGAN & al., 2008 ; GRONDIN & DEWITT, 2010)

Une particularité du cheval est qu'environ 1% des hématies portent à l'état normal, un reliquat de noyau ayant la forme d'un élément noir excentré appelé : le corps de **Howell-Jolly** (Figure N° 2.5.). (MEDEIROS & al., 1971 ; LUMSDEN & al., 1980 ; LATIMER & RAKICH, 1992 ; GRONDIN & DEWITT, 2010)

Les réticulocytes (érythrocytes polychromatophiles) sont très rarement rencontrés dans les frottis sanguin et considérés comme absents chez le cheval, ceci est dû au fait que les érythrocytes ne quittent la moelle osseuse qu'à leur maturité. (LOEB, 1974 ; JEFFCOTT, 1977^a ; SIROIS, 1990 ; MALIKIDES & al., 1999 ; LORDING, 2008)

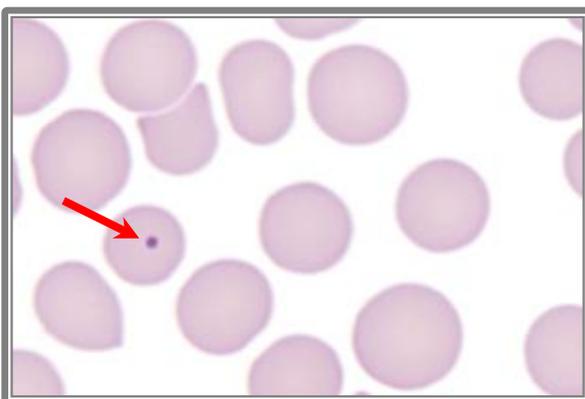


Figure N° 2.5. Les globules rouges des chevaux, avec un corps de Howell-Jolly (Flèche) (Wright ; x1000).
(GRONDIN & DEWITT, 2010)

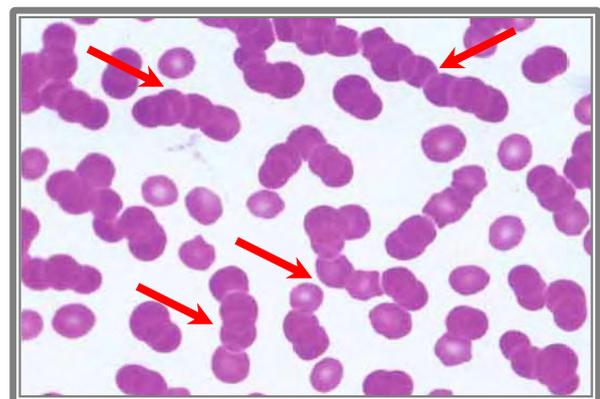


Figure N° 2.6. Des formations en rouleaux des hématies chez les chevaux (Flèches) (Wright-Giemsa ; x1000).
(HARVEY, 2001)

I.5. Les globules rouges des chiens :

Les hématies du chien sont plus grandes par rapport aux autres espèces, leur diamètre varie entre 6 et 8 μ m, avec une forme biconcave plus importante que chez les autres espèces qui lui confèrent une pâleur centrale plus marquée et visiblement plus nette (Figure N° 2.7.). (COLES, 1979 ; HARVEY, 2001 ; MEINKOTH & CLINKENBEARD, 2000 ; RIZZI & al., 2010)

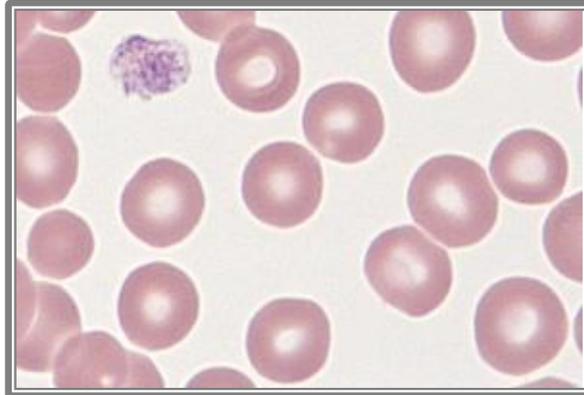


Figure N° 2.7. Les globules rouges des chiens (Wright-Giemsa ; x1000).
(RIZZI & al., 2010)

II/ Structure des globules rouges :

L'érythrocyte est une cellule délimitée par une membrane plasmique, il contient de l'eau (60 à 70%), son stroma renferme l'hémoglobine (28 à 35%), des matières organiques, minérales et les enzymes nécessaires au maintien de l'intégrité de sa membrane. (KOLB, 1975 ; LATIMER & RAKICH, 1992 ; OLVER & al., 2010)

II.1. La membrane plasmique :

La membrane plasmique des érythrocytes devra permettre à l'oxygène de diffuser, à la cellule d'être capable de se déformer pour progresser dans les vaisseaux sanguins. La membrane est constituée de trois espèces chimiques majeures : les phospholipides (forment une double couche), le cholestérol et les protéines. Ce modèle en **mosaïque fluide** de SINGER & NICHOLSON de la structure de la membrane plasmique est toujours valide mais il reste un modèle macroscopique. En effet, les érythrocytes ne possèdent pas la capacité de réparer leur membrane ni de se régénérer. (WEBSTER & TOOTHIL, 1987 ; BASKURT & al., 1997 ; VEREB & al., 2003 ; MARGUET & al., 2006 ; PORTIER & al., 2007 ; OLVER & al., 2010)

II.2. L'hémoglobine :

L'hémoglobine est le principal constituant des hématies, puisqu'elle représente 95% des protéines intracellulaires de l'érythrocyte et auxquelles elle donne leur couleur puisque l'hémoglobine est également un pigment. (KANEKO, 2000 ; HARVEY, 2001)

II.2.1. Structure et fonction de l'hémoglobine :

L'hémoglobine est constituée d'une hétéroprotéine appelée **globine** et de quatre molécules **d'hème** ; la globine elle-même est composée de quatre chaînes polypeptidiques qui sont α_1 , α_2 , β_1 et β_2 ; cependant, chaque molécule d'hème renferme un atome de fer. (HARVEY, 2001 ; MURRAY, 2002 ; STOCKHAM & SCOTT, 2002 ; OLVER & al., 2010 ; PAL & MUMMED, 2014)

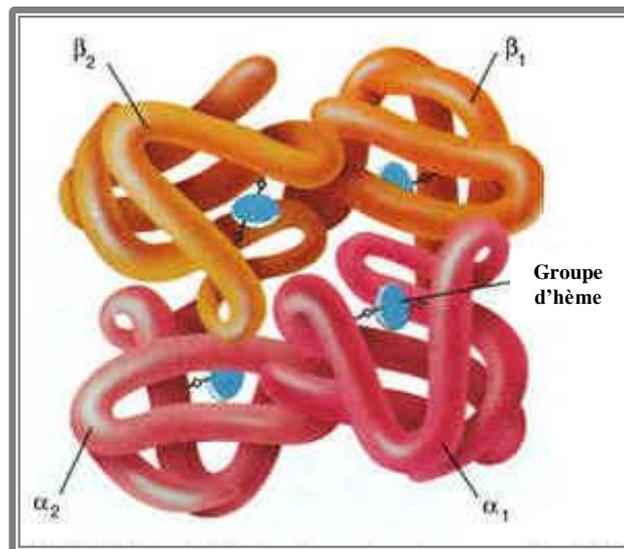


Figure N° 2.8. Structure de l'hémoglobine. (HARVEY, 1997)

L'hémoglobine sert de transporteur pour l'oxygène et elle est qualifiée pour cette raison de pigment respiratoire. Chaque molécule d'hème peut fixer une molécule d'O₂ ; l'hémoglobine est aussi capable de fixer les molécules de CO₂ produit par les tissus. (OLVER & al., 2010)

Dans le poumon, la presque totalité (96-98%) de l'hémoglobine se trouve sous-forme d'oxyhémoglobine ; avec l'oxyde de carbone, l'hémoglobine donne la carboxyhémoglobine ; l'affinité de l'oxyde de carbone pour l'hémoglobine étant près de 200 fois supérieure à celle de l'oxygène. (COLES, 1979 ; BASKURT & al., 1997 ; M^CGOWAN, 2008 ; PAL & MUMMED, 2014)

II.2.2. Les différents types d'hémoglobine :

Il existe un très grand polymorphisme intra-individuel, où trois types d'hémoglobines se succèdent :

- L'hémoglobine embryonnaire (HbE).
- L'hémoglobine fœtale (HbF).
- L'hémoglobine adulte (HbA).

L'hémoglobine embryonnaire et fœtale possède une meilleure affinité pour l'oxygène que l'hémoglobine adulte ; l'hémoglobine fœtale remplace l'hémoglobine embryonnaire in-utero, puis le passage de l'hémoglobine fœtale à l'hémoglobine adulte débute aussi in-utero et peut durer plusieurs mois après la naissance. (KOLB, 1975 ; KANEKO, 2000)

Une étude a montré qu'à la naissance, la concentration en HbF variait de 60 à 97% tandis que la concentration en HbA alternait de 3 à 31%. Cependant, la concentration en HbF chutait rapidement jusqu'à une valeur de moins de 1% à 23 semaines. (GRIMES & al., 1958 ; LEE & al., 1971 ; KITCHEN & BRETT, 1974 ; KANEKO, 2000)

Les diverses hémoglobines diffèrent par la structure spécifique de leur hétéroprotéine (globine), ce polymorphisme est plus marqué pour les chaînes β, alors que les molécules d'hèmes reste toujours les mêmes. (KOLB, 1975 ; OLVER & al., 2010)

Contrairement à de nombreuses espèces animales, les composants de l'hémoglobine chez le fœtus équin sont de structure identique à ceux de l'adulte, et il n'y a pas de molécule d'hémoglobine fœtale distincte. (JEFFCOTT, 1977^a ; AXON & PALMER, 2008 ; OLVER & al., 2010)

III/ Les paramètres érythrocytaires (érythrogramme) :

L'hémogramme rouge (mesure des paramètres de la lignée rouge) comprend classiquement la numération des hématies, la mesure de l'hématocrite, dosage de l'hémoglobine et le calcul des indices érythrocytaire de WINTROBE qui sont : le volume globulaire moyen (VGM), la concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine (CCMH) et la teneur globulaire moyenne en hémoglobine (TGMH). (CANFIELD, 1998 ; LEDIEU, 2003^b ; LORDING, 2008 ; M^CGOWAN, 2008)

Un système international d'unités a été adopté au début des années soixante pour limiter les confusions concernant l'interprétation des résultats entre les différents laboratoires (JEFFCOTT, 1977^b) ; ces unités ont été reprises par la suite et mises à jour (STOCKHAM & SCOTT, 2008), les unités que nous allons citer sont celles les plus communément utilisées (Tableau N° 2.1.).

III.1. La numération des globules rouges (GR) :

Elle correspond au nombre d'érythrocytes par unité de volume sanguin et s'exprime en millions par microlitre ($10^6/\mu\text{l}$) ou par millimètre cube de sang ($10^6/\text{mm}^3$) ou encore en 10^{12} par litre de sang ($10^{12}/\text{l}$). Ce paramètre est souvent utilisé pour caractériser une anémie et en reste un des bons indicateurs ; en effet, dans certains cas d'anémies, on note une chute du taux d'hémoglobine sans qu'il n'y ait de diminution du nombre de globules rouges. (SCHALM & CARLSON, 1982 ; GWALTER, 1992 ; STOCKHAM & SCOTT, 2002 ; TAYLOR & al., 2010)

III.2. L'hématocrite (Ht) :

L'hématocrite est l'équivalent du volume occupé par les érythrocytes par rapport à un volume donné de sang, on l'exprime en pourcentage (%) (SCHALM & CARLSON, 1982 ; GWALTER, 1992). Cette valeur est utile pour l'appréciation rapide de l'existence d'une anémie et de la sévérité de celle-ci. (COLE & al., 1997 ; BARGER, 2003 ; STOCKHAM & SCOTT, 2008)

III.3. Le taux d'hémoglobine (Hb) :

Le taux d'hémoglobine ou hémoglobinémie correspond au nombre de grammes d'hémoglobine pour 100ml de sang, son unité est donc le gramme par décilitre (g/dl). Dans les conditions physiologiques, toute l'hémoglobine est contenue dans l'érythrocyte, le taux d'hémoglobine est donc le paramètre primordial à vérifier lors d'une suspicion ou pour confirmer une anémie. (GWALTER, 1992 ; MEDAILLE, 1992 ; STOCKHAM & SCOTT, 2002 ; TAYLOR & al., 2010)

III.4. Les constantes érythrocytaires de WINTROBE :

Les constantes de WINTROBE sont les suivantes :

- Le volume globulaire moyen.
- La concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine.
- La teneur globulaire moyenne en hémoglobine.

Ces trois paramètres sont calculés à partir des résultats de la numération des hématies, des valeurs de l'hématocrite et de l'hémoglobine ; et ils servent de base dans la classification des différents types d'anémies. (MEDAILLE, 1992 ; STOCKHAM & SCOTT, 2002 ; DENICOLA, 2011)

III.4.1. Le volume globulaire moyen (VGM) :

Le volume globulaire moyen correspond au volume moyen d'un érythrocyte exprimé en femtolitre (fl) ou en micromètre cube (μm^3) (GWALTER, 1992 ; TAYLOR & al., 2010) ; ce paramètre nous est utile dans la caractérisation des anémies microcytaires, normocytaires ou macrocytaires (STOCKHAM & SCOTT, 2002 ; LEDIEU, 2003^b). Le volume globulaire moyen est calculé à partir de la mesure de l'hématocrite et du nombre de globules rouges, d'après la formule suivante : $\text{VGM} = (\text{Ht}/\text{GR}) \times 10$.

III.4.2. La concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine (CCMH) :

La concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine représente le poids (en grammes) d'hémoglobine contenu dans 100ml d'érythrocytes, elle s'exprime en gramme par décilitre (g/dl) (SCHALM & CARLSON, 1982 ; TAYLOR & al., 2010). La diminution de la CCMH traduit une hypochromie, l'hyperchromie n'existe pas (STOCKHAM & SCOTT, 2002 ; LEDIEU, 2003^b).

Ce paramètre est calculé à partir de la mesure du taux d'hématocrite et de l'hémoglobine, d'après la formule suivante : $\text{CCMH} = (\text{Hb}/\text{Ht}) \times 100$; d'autre part, la CCMH peut aussi être obtenue en divisant la TGMH par le VGM : $\text{CCMH} = \text{TGMH}/\text{VGM}$. (TAYLOR & al., 2010 ; DENICOLA, 2011)

III.4.3. La teneur globulaire moyenne en hémoglobine (TGMH) :

La teneur globulaire moyenne en hémoglobine appelée aussi teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine (TCMH), correspond à la quantité moyenne d'hémoglobine contenue dans un érythrocyte et exprimé en picogramme (pg) (SCHALM & CARLSON, 1982 ; GWALTER, 1992). La teneur globulaire moyenne en hémoglobine représente donc le rapport entre l'hémoglobine et le nombre de globules rouges : $\text{TGMH} = (\text{Hb}/\text{GR}) \times 10$.

La TGMH est le paramètre le plus intéressant car il nous renseigne sur le poids d'hémoglobine par globule rouge ; la diminution de TGMH traduit donc une hypochromie, l'hyperchromie n'existe pas. (STOCKHAM & SCOTT, 2002 ; TAYLOR & al., 2010)

Tableau N° 2.1. Les paramètres érythrocytaires chez les différentes espèces animales.

Paramètres Espèces	GR (10 ⁶ /µl)	Ht (%)	Hb (g/dl)	VGM (fl)	CCMH (g/dl)	TGMH (pg)	Références
Bovins	5-10	24-46	8-15	40-60	30-36	11-17	SCHALM (1974) ; DUNCAN & PRASSE (1986) ; BUSZINSKI (2004) ; WOOD & QUIROZ- ROCHA (2010) ; SRIPAD & al. (2014)
Ovins	9-15	27-45	9-15	28-40	31-34	8-12	DUNCAN & PRASSE (1986) ; PUGH (2002) ; BYERS & KRAMER (2010)
Caprins	8-18	22-38	8-12	16-25	30-36	5,2-8	SCHALM & al. (1975) ; LLOYDS (1982) ; MASONI & al. (1985) ; BOSS & WANNER (1997) ; PUGH (2002) ; BYERS & KRAMER (2010) ; SHAIKAT & al. (2013)
Chevaux	6-12	32-48	10-18	34-58	31-37	13-19	JAIN (1986) ; BECHT & SEMRAD (1985) ; BROBST & PARRY (1987) ; GRONDIN & DEWITT (2010) ; PAROT (2011)
Chiens	5,5-8,5	37-55	12-18	60-77	32-36	19-26	WILLARD & al. (1994) ; MEYER & HARVEY (1998) ; MEINKOTH & CLINKENBEARD (2000) ; RIZZI & al. (2010)

IV/ Les facteurs influençant les paramètres érythrocytaires :

Des variations concernant les paramètres érythrocytaires peuvent dépendre de nombreux facteurs, les principales sont dues à l'âge, le sexe, la race, l'activité musculaire, l'altitude, la gestation, la parturition, la lactation et la saison. (DOXEY, 1977 ; GUELFY & al., 1994 ; GRONDIN & DEWITT, 2010)

Selon les recommandations de ŠIMPRAGA & al. (2013) : il est nécessaire et d'une grande utilité d'établir pour les paramètres érythrocytaires des valeurs de références spécifiques et propres pour chaque pays ou chaque région et au sein d'un même pays des intervalles de références en fonction des différentes races et la saison.

IV.1. Influence de l'âge :

De nombreuses études ont permis de démontrer qu'il y a une modification des valeurs érythrocytaires des animaux domestiques en fonction de leur âge. En général, les paramètres érythrocytaires sont plus élevés à la naissance puis chutent brusquement durant les 12 à 24 premières heures de vie ; cette diminution est due à l'hémodilution par suite à la consommation de colostrum. (WINGFIELD & TUMBLESON, 1973 ; TENNANT & al., 1974 ; VIHAN & RAI, 1987 ; EGLI & BLUM, 1998 ; IRIADAM, 2007 ; MAXIMIN, 2010 ; ADAMU & al., 2013)

Les paramètres érythrocytaires continuent à diminuer durant deux semaines à un mois ou pendant une période plus longue ; l'anémie observée au cours des 2-3 premiers mois de vie semble donc physiologique. Ces paramètres érythrocytaires augmentent par la suite pour atteindre les valeurs maximales à un an ou deux ans d'âge. (BULGIN & al., 1970 ; EWING & al., 1972 ; HARVEY, 1990 ; ADAMS & al., 1992 ; GEORGE & al., 2008 ; ANA & al., 2012)

Les érythrocytes fœtaux sont plus gros que ceux des animaux adultes et donc le volume globulaire moyen est plus élevé à la naissance. Le diamètre des globules rouges diminue durant les neuf à douze premières semaines de vie suite au remplacement des érythrocytes fœtaux par les érythrocytes adultes. (HOLMAN, 1956 ; SHIFRINE & al., 1973 ; JEFFCOTT & al., 1982 ; HARVEY & al., 1984 ; DUROTOYE, 1987 ; ALSALAMI & FILIPPICH, 1999 ; KNOWLES, 2000 ; BRUN-HANSEN, 2006 ; MOHRI & al., 2007)

La diminution des paramètres érythrocytaires durant les premières semaines de vie est due essentiellement à la diminution de la production d'érythrocytes ayant une durée de vie plus courte que celle des adultes. (TUCKER, 1963 ; AOKI & ISHII, 2012)

Des résultats contraires concernant les variations de la numération érythrocytaires en fonction de l'âge ont été observés puisque selon ALLEN & ARCHER (1973), VENGUST & al. (2002) et KAPALE & al. (2008) : la numération érythrocytaire des jeunes pendant la première année est supérieure ou égale à celle des adultes.

Selon SCHALM & CARLSON (1982), JAIN (1986) et HERAULT (1998) : les valeurs maximales de la numération des globules rouges, du taux d'hématocrite et de l'hémoglobine sont généralement observées entre l'âge de 4 et 6 ans, puis ces constantes se stabilisent et enfin on note une baisse de ces valeurs avec l'âge.

Cependant, le volume globulaire moyen, la teneur globulaire moyenne en hémoglobine et la concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine augmentent régulièrement du plus jeune âge au plus vieil âge. (RALSTON & al., 1988 ; ALLEN, 1989 ; M^CGOWAN, 2008)

IV.2. Influence du sexe :

Chez le mâle, les valeurs érythrocytaires sont supérieures de 5-10% en moyenne à celles des femelles (MILLER & CAMPBELL, 1983 ; SRIPAD & al., 2014). Cependant, selon GILL & RASTAWICKA (1986) et PICCIONE & al. (2001) : chez les chevaux Pur-Sang Arabe, les valeurs érythrocytaires sont supérieures chez les juments que chez les étalons.

IV.3. Influence de la race :

Dans une même espèce animale, il y a des variations des paramètres érythrocytaires en fonction des races (différences d'origine génétique). Chez les bovins, la numération érythrocytaire, l'hématocrite et le taux d'hémoglobine, sont moins élevés chez les races laitières que les races allaitantes (les vaches laitières hautes productrices sont plus susceptibles de développer des anémies). (GREATOREX, 1957 ; PENNY & SCOFIELD, 1966 ; KRAMER, 2000^b)

La race Charolaise a un nombre de globules rouges, un hématocrite et un taux d'hémoglobine significativement plus élevés que les autres races ; et la race Jersey représente celle pour laquelle ces valeurs sont les plus petites. (RYAN, 1971)

Chez les chevaux, les hématies des races de sang (Pur-Sang Arabe et Anglais) sont plus petites que celles chez les races communes. Les paramètres érythrocytaires à leur tour sont plus élevés chez les chevaux Pur-Sang que chez les chevaux de selle et les chevaux de trait lourd. (SCHALM, 1965 ; CHAVATTE, 1990 ; M^CGOWAN, 2008 ; GRONDIN & DEWITT, 2010)

D'après KNILL & al. (1969) : les chevaux Pur-Sang Arabe ont des hématies plus petites et des paramètres érythrocytaires plus élevés que les Pur-Sang Anglais ; alors que selon HERAULT (1998) et KRAMER (2000^a) : les Pur-Sang Anglais et les Anglo-Arabs ont plus d'érythrocytes que les autres chevaux.

Les chevaux de trait et les poneys ont une numération érythrocytaire, un taux d'hémoglobine et un volume globulaire moyen plus faibles que chez les chevaux de selles. (HARVEY & al., 1984 ; JAIN, 1986)

Chez les chiens, certains caniches présentent une macrocytose constitutionnelle (VGM supérieur à 80fl) ; à l'inverse, certaines races japonaises (Akita et Sheba) possèdent naturellement des hématies de petite taille (VGM autour de 60fl). (SCHALM, 1976 ; MEINKOTH & CLINKENBEARD, 2000 ; RIZZI & al., 2010)

IV.4. Influence de l'activité physique et musculaire :

Chez les animaux de sport (entraînements, exercices et compétitions), le nombre de globules rouges, les taux d'hématocrite et l'hémoglobine sont plus élevés que ceux des sujets non entraînés (surtout au pré). (GATNER & al., 1969 ; STEWART & al., 1977 ; KEENAN, 1980 ; REVINGTON, 1983 ; ADEFEYA & al., 1987 ; JONES, 1989 ; ACEÑA & al., 1995 ; ANDREWS & al., 1995 ; ROBERTSON & al., 1996 ; PICCIONE & al., 2008)

Cette augmentation des paramètres érythrocytaires, se produit le plus vraisemblablement par suite d'une contraction de la rate et de libération d'hématies dans la circulation périphérique (mobilisation des hématies de la rate). (BAYLY, 1987 ; PAROT, 2011 ; ZOBRA & al., 2011)

Cela est particulièrement vrai surtout chez le cheval au repos, qui a une grosse réserve splénique d'hématies (environ un tiers à la moitié des érythrocytes sont stockés dans la rate) qui sont libérées dans la circulation dans la minute suivant une excitation ou un exercice intense. (TORTEN & SCHALM, 1964 ; BAYLY, 1987 ; SMITH & al., 1989 ; RUBIO & al., 1996 ; KÄSTNER & al., 1999 ; PICCIONE & al., 2001 ; M^CGOWAN, 2008 ; BÓRNEZ & al., 2009 ; ZOBRA & al., 2011)

Cette augmentation est suivie d'une diminution progressive du nombre d'érythrocytes circulants jusqu'au niveau observé avant l'effort une à deux heures après la fin de l'exercice. Cette aptitude à stocker les hématies et à les libérer dépend de la race, les chevaux de trait ont une réserve splénique plus faible que les Pur-Sang. (KLINE & FOREMAN, 1991 ; ROSE & HODGSON, 1994 ; MORRIS, 2006 ; LORDING, 2008)

IV.5. Influence de l'altitude :

Les animaux élevés à haute altitude ont un nombre de globules rouges, un taux d'hématocrite, une concentration en hémoglobine et un volume globulaire moyen supérieurs à ceux d'animaux comparables vivant à une altitude plus basse. Ces variations sont dues essentiellement à la diminution de la tension d'oxygène en haute altitude, qui entraîne une hyperactivité de la moelle osseuse et une augmentation des paramètres érythrocytaires. (KOLB, 1975 ; KRAMER, 2000^b ; WOOD & QUIROZ-ROCHA, 2010)

IV.6. Influence de l'état physiologique des femelles :

IV.6.1. Influence de la gestation :

Des études portant sur l'influence de la gestation sur les paramètres de l'hémogramme rouge ont montré des augmentations significatives du nombre des hématies, de l'hématocrite et de l'hémoglobine pendant la gestation. (ALLARD, 1989 ; EL-SHERIF & ASSAD, 2001 ; MEDAILLE & al., 2005 ; KHAN & al., 2011)

Des résultats contraires sont enregistrés puisque selon AZAB & ABDEL-MAKSOUD (1999), LEDIEU (2003)^b et ROY & al. (2010) : au cours de la gestation, le nombre de globules rouges ainsi que les valeurs de l'hématocrite et de l'hémoglobine diminuent progressivement (surtout entre le 4^{ème} et le 7^{ème} mois) et retrouvent les valeurs usuelles 2 à 3 mois après la mise-bas ; ceci s'explique par l'anémie physiologique de la gestation (le fer est réservé en priorité au fœtus qui stocke ce dernier dans son foie au cours de cette période).

IV.6.2. Influence de la parturition :

STRAUB & al. (1959) et MARIELLA & al. (2014) ; ont montré que le nombre de globules rouges, le taux d'hématocrite et d'hémoglobine augmentaient lors du part puis restaient élevés pendant les 24 premières heures après le part. Le stress lié à la parturition peut être à l'origine d'une contraction splénique libérant les hématies présentes dans la rate, ce qui explique l'augmentation du nombre de globules rouges et de l'hématocrite. Quand l'état de stress est passé, le nombre d'érythrocytes et le taux d'hémoglobine peuvent revenir vers les valeurs normales, voire se situer en-dessous si beaucoup de sang a été perdu lors du part.

IV.6.3. Influence de la lactation :

Les femelles en lactation ont des valeurs érythrocytaires plus faibles que les femelles hors lactation (GEORGE & al., 2008). Les vaches tarées ont une numération de globules rouges, un hématocrite et un taux d'hémoglobine plus élevés que les vaches en lactation quelle que soit la race, la production laitière semble être un facteur de risque de développement d'une anémie chez une vache. (ROWLANDS & al., 1979 ; KUMAR & PACHAURI, 2000)

IV.7. Influence de la saison :

De nombreuses études ont permis de démontrer qu'il existe une influence évidente des conditions climatiques sur les paramètres sanguins ; cependant, il semble que tous les auteurs ne soient pas d'accord sur l'influence exacte des saisons. Pour certains, les paramètres érythrocytaires sont plus élevés l'Hiver tandis que pour d'autres c'est au cours de l'Été qu'ils augmentent.

Chez les bovins, la numération des globules rouges, l'hématocrite et le taux d'hémoglobine sont généralement plus faibles pendant l'Hiver, les valeurs de ces paramètres augmentaient au cours de l'Été (**ROWLANDS & al., 1979 ; LATEEF & al., 2014**), ceci est associé à l'alimentation des bovins qui sont nourris en stabulation l'Hiver, tandis qu'ils sont mis à l'herbe au Printemps.

Pour **NOONAN & al. (1978)** et **FISHER & al. (1980)** : la numération des globules rouges, l'hématocrite, le taux d'hémoglobine et le volume globulaire moyen des vaches allaitantes sont significativement plus élevés à l'Automne qu'au Printemps quel que soit l'âge des vaches ; la diminution des valeurs de ces paramètres pouvait être liée au début du cycle de lactation (vêlage ont eu lieu pendant l'Hiver).

Chez les chevaux, il apparaît que le nombre d'érythrocytes, le taux d'hématocrite et d'hémoglobine sont plus élevés en Automne, en Hiver et au début du Printemps, alors que les valeurs les plus faibles sont observées à la fin du Printemps et en Été. (**GILL & KOWNACKA, 1979**)

V/ L'érythropoïèse :

L'érythropoïèse est un processus qui aboutit à la production et la libération des réticulocytes et des érythrocytes. Chez les animaux, pendant la vie embryonnaire, l'érythropoïèse commence dans le sac vitellin, puis le foie, la rate et la moelle osseuse deviennent successivement érythropoïétiquement actifs. Après la naissance, la moelle osseuse est le site principal de l'érythropoïèse. (**ZON, 1995 ; NIEMYER & LOTHROP, 2000 ; REINES, 2000 ; PETTERINO & al., 2003 ; AXON & PALMER, 2008 ; BOYD & BOLON, 2010**)

A la naissance et pendant la vie pré-pubère du jeune animal, la moelle osseuse de tous les os contribue activement à l'érythropoïèse. Après la puberté, l'activité érythropoïétique devient limitée uniquement dans la moelle osseuse des épiphyses des os longs, des vertèbres, du sternum, des côtes et de l'os iliaque. (**LOEB, 1974 ; BACHA & WOOD, 1990 ; GASPER, 2000^c ; PETTERINO & al., 2003 ; MORRIS, 2006**)

L'apport d'oxygène est un facteur important pour la régulation de l'érythropoïèse, l'hypoxie tissulaire ou l'anoxémie (anoxie) stimule la production et la libération d'une hormone : l'**érythropoïétine** produite principalement par le rein et appelée aussi le facteur érythropoïétique rénal (**FER**). (**JELKMANN, 1989 ; KRANTZ, 1991 ; GIGER, 1992 ; WEN & al., 1993 ; JAUSSAUD & al., 1994 ; SEMENZA, 1994 ; RILEY & al., 2001 ; LANGSTON & al., 2003 ; OLVER, 2010**)

Une petite quantité d'érythropoïétine (10-15%) est produite par les cellules de **Kupffer** hépatiques et d'autres macrophages. L'érythropoïétine est donc le principal facteur en cause dans la stimulation des cellules souches en hématies. (**NATHAN & SYTKOWSKI, 1983 ; BUNN, 1990 ; EBERT & BUNN, 1999 ; GASPER, 2000^b ; WOICHOWSKI & al., 2006 ; OLVER, 2010**)

D'après COLES (1979), UCHIDA (1993), QUESENBERRY (1995), NIEMYER & LOTHROP (2000), PETTERINO & al. (2003) et OVERMANN & al. (2010) : toutes les cellules sanguines partagent une origine commune, qui est la cellule souche pluripotente de la moelle (PSC), qui se divise en deux grandes cellules :

- *Cellule souche lymphoïde* ; à l'origine des lymphocytes.
- *Cellule souche myéloïde multipotente* ; qui donne les hématies (BFU-E), les granulocytes, les monocytes et les plaquettes.

V.1. Les étapes de l'érythropoïèse :

Dans la moelle osseuse, la lignée érythrocytaire BFU-E (Burst Forming Unit-Erythroid) donne naissance aux CFU-E (Colony Forming Unit-Erythroid) à l'origine des hématies. L'érythropoïèse débute par une cellule primitive appelée : pro-érythroblaste, et passe par les stades identifiés comme suit : érythroblaste basophile, érythroblaste polychromatophile, érythroblaste orthochromatique, réticulocytes et les érythrocytes. L'ensemble de la masse des hématies circulantes et des tissus érythropoïétiques de la moelle osseuse, forment donc l'érythron. (MEYER & HARVEY, 1998 ; CAR, 2000 ; PETTERINO & al., 2003 ; GRINDHEM & al., 2008 ; OLVER, 2010 ; SHARKEY & HILL, 2010)

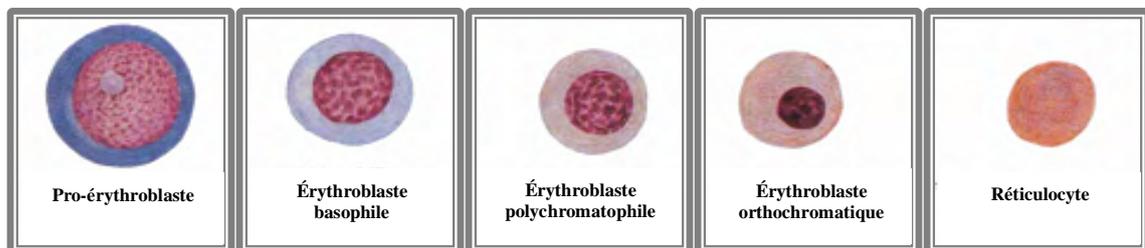


Figure N° 2.9. Erythropoïèse et série érythropoïétique. (HARVEY, 2001)

V.1.1. Pro-érythroblaste :

Il s'agit d'une cellule ronde et large appelée encore **Pro-normoblaste** ou également **Rubriblaste** ; le cytoplasme est bleu pourpre (basophile) dans lequel baigne un noyau qui contient un parfois deux nucléoles. (HARVEY, 2001 ; PETTERINO & al., 2003 ; OLVER, 2010)

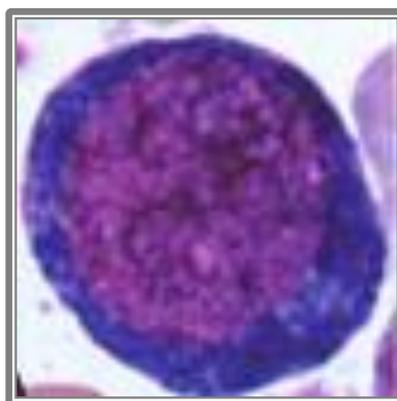


Figure N° 2.10. Pro-érythroblaste dans la moelle osseuse d'un chien (Wright-Giemsa ; x1000). (HARVEY, 2001)

V.1.2. Érythroblaste basophile :

Cette cellule plus petite que le pro-érythroblaste mesure entre 16-18 μ m ; elle prend plusieurs appellations : **Normoblaste basophile**, **Pro-Rubricyte** ou **Rubricyte basophile** ; le cytoplasme est de couleur bleu, le noyau se trouve au centre de la cellule avec parfois absence de nucléoles. (HARVEY, 2001 ; PETTERINO & al., 2003 ; OLVER, 2010)

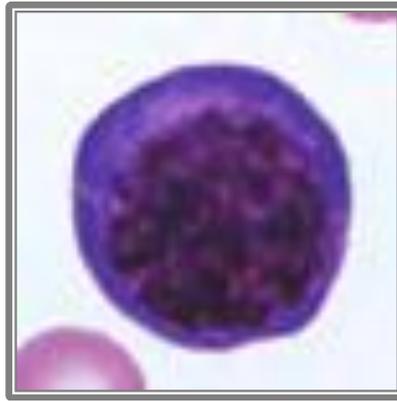


Figure N° 2.11. Érythroblaste basophile dans la moelle osseuse d'un chien (Wright-Giemsa ; x1000). (HARVEY, 2001)

V.1.3. Érythroblaste polychromatophile :

Appelé aussi : **Normoblaste polychromatophile** ou **Rubricyte polychromatophile** ; le cytoplasme est rouge bleuâtre dû au début de la production de l'hémoglobine, le noyau est encore évident mais petit. (HARVEY, 2001 ; PETTERINO & al., 2003 ; OLVER, 2010)

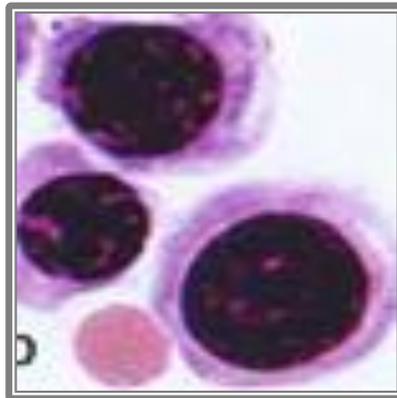


Figure N° 2.12. Trois érythroblastes polychromatophiles dans la moelle osseuse d'un chien (Wright-Giemsa ; x1000). (HARVEY, 2001)

V.1.4. Érythroblaste orthochromatique :

Cette cellule est encore qualifiée de **Normoblaste orthochromatique**, **Métarubricyte** ou **érythroblaste acidophile** ; la synthèse de l'hémoglobine est achevée, le cytoplasme est éosinophile et peut prendre la même couleur que les érythrocytes anucléées. Chez les mammifères, à la fin de ce stade, la cellule expulse son noyau et devient anucléé. (HARVEY, 2001 ; PETTERINO & al., 2003 ; OLVER, 2010)



Figure N° 2.13. Érythroblaste orthochromatique dans la moelle osseuse d'un chien (Wright-Giemsa ; x1000). (HARVEY, 2001)

V.1.5. Réticulocyte :

Ce sont des hématies jeunes anucléées encore plus volumineuses que les hématies adultes, au cytoplasme légèrement basophile, avec présence de quelques résidus de matériel ribosomique et des restes d'acides ribonucléiques (ARN) sous-forme de substance granuleuse ou filamenteuse colorable par les colorations dites vitales comme le bleu de crésyl brillant. (KOLB, 1975 ; VILLIERS & DUNN, 1998 ; HARVEY, 2001 ; COWGILL & al., 2003 ; PETTERINO & al., 2003 ; OLVER, 2010)

Les érythrocytes polychromatophiles (réticulocytes) restent environs 24-48 heures dans la moelle osseuse avant de passer dans la circulation sanguine où ils acquièrent leur maturation finale dans le sang périphérique. (COLES, 1979 ; FERNANDEZ & GRINDEM, 2000 ; RILET & al., 2001 ; COWGILL & al., 2003 ; OLVER, 2010)

La maturation se traduit par la perte de la basophilie cytoplasmique consécutive à la disparition des derniers organites cellulaires encore présents lors du passage de l'hématie de la moelle vers le sang. (FERNANDEZ & GRINDEM, 2000 ; RILET & al., 2001 ; COWGILL & al., 2003 ; PETTERINO & al., 2003 ; OLVER, 2010)

On ne trouve pas de réticulocytes dans le sang des chevaux, des chèvres, des moutons et des vaches en état de santé, les réticulocytes subissent leur maturation dans la moelle osseuse de ces animaux. (CAR, 2000 ; FERNANDEZ & GRINDEM, 2000 ; LORDING, 2008 ; OLVER, 2010)

Chez le chien, il peut apparaître de façon physiologique jusqu'à 0,5-1,5% de réticulocytes dans le sang périphérique, des valeurs supérieures à 5% indiquent une érythropoïèse accélérées. (CAR, 2000 ; FERNANDEZ & GRINDEM, 2000 ; LORDING, 2008 ; OLVER, 2010)

La numération des réticulocytes fait également partie de l'hémogramme rouge, elle doit être systématiquement réalisée en cas d'anémie et représente le seul paramètre permettant d'apprécier, de façon fiable son caractère régénératif ; cette cellule est donc le traceur sanguin le plus fiable de l'efficacité de l'érythropoïèse. (LEDIEU, 2003^b)

V.1.6. L'érythrocyte :

L'érythrocyte anucléé représente le dernier stade de la série érythrocytaire, où les résidus, les organites cellulaires et les équipements de biosynthèse de l'hémoglobine sont perdus ou absents. Au cours de la maturation des érythroblastes, leur basophilie diminue progressivement et fait place à une acidophilie de plus en plus marquée du cytoplasme. (KOLB, 1975 ; HARVEY, 2001)

Le temps nécessaire pour le développement du pro-érythroblaste en réticulocyte est de 5-7 jours selon les espèces. En cas d'hypoxie ou d'anémie cette durée peut être réduite en 2-4 jours. En général, la taille de la cellule diminue à mesure que chacun des nouveaux stades est atteint. (CANFIELD, 1998 ; VILLIERS & DUNN, 1998 ; MALIKIDES & al., 1999 ; PETTERINO & al., 2003 ; SHARKEY & MILL, 2010)

La taille de l'érythrocyte est conditionnée par le stade auquel il est libéré dans le sang par la moelle osseuse. C'est ainsi que lorsqu'il y a une grande demande en érythrocytes, par suite d'une perte sanguine ou une augmentation de la destruction des globules rouges, les nouvelles cellules envoyées dans la circulation sont de grandes tailles et sont pour la plupart des réticulocytes (érythrocytes polychromatophile). (SCHALM, 1974 ; HARVEY, 2001 ; COWGILL & al., 2003)

V.2. Durée de vie des érythrocytes :

Les globules rouges ont une durée de vie limitée et doivent être continuellement renouvelés. Dans la moelle osseuse, des quantités importantes de globules rouges doivent être systématiquement fabriquées. Les érythrocytes sénescents sont retirés de la circulation par les phagocytes mononucléés (système réticulo-endothélial) de la rate, parfois par les phagocytes mononucléés du foie et de la moelle osseuse. (JEFFCOTT, 1977^a ; WEISS, 1984 ; CHRISTIAN, 2000 ; PETTERINO & al., 2003 ; CHRISTIAN, 2010)

En effet, dans la rate les globules rouges sont obligés de passer entre les cellules endothéliales des sinus veineux et ceux endommagés, qui sont moins souples, se trouvent séquestrés dans le système réticulé de la rate et phagocytés. (KOLB, 1975 ; CHRISTIAN, 2000 ; MORRIS, 2006 ; CHRISTIAN, 2010)

Enfin, il est à noter que la durée de vie des hématies est légèrement plus courte chez les nouveau-nés que chez les adultes. (WEISS, 1984 ; CHRISTIAN, 2000 ; MORRIS, 2006 ; CHRISTIAN, 2010)

Tableau N° 2.2. Durée de vie des globules rouges chez les différentes espèces animales.

Espèce	Durée de vie (jours)	Références
Bovins	130-150	VACHA (1983) ; JAIN (1993) ; CHRISTIAN (2000) ; KRAMER (2000) ^b ; CHRISTIAN (2010)
Ovins	70-150	JAIN (1993)
Caprins	125	JAIN (1993)
Chevaux	120-150	BECHT & SEMRAD (1985) ; JAIN (1993) ; CHRISTIAN (2000) ; KRAMER (2000) ^a ; MORRIS (2006) ; CHRISTIAN (2010)
Chiens	110-115	JAIN (1993) ; CAR & BLUE (2000) ; CHRISTIAN (2000) ; PETTERINO & al. (2003) ; CHRISTIAN (2010)

PARTIE II :

ÉTUDE EXPÉRIMENTALE

CHAPITRE 03 :

MATÉRIELS ET MÉTHODES

I/ Présentation des régions de l'étude :

- La présente étude a été réalisée dans deux régions différentes de l'Est Algérien qui sont :
- Première région : dans la Wilaya de Batna.
 - Deuxième région : dans la Wilaya de Sétif.



Figure N° 3.1. Carte Administrative de l'Algérie. (A.N.I.R.E.F, 2011^a)

I.1. La Wilaya de Batna :

La Wilaya de Batna est localisée dans la partie orientale de l'Algérie, à environ 410Km de la capitale Alger. D'une superficie de 13145Km², elle est limitée au Nord par les Wilayas de Sétif et d'Oum El-Bouaghi, à l'Est par la Wilaya de Khenchela, au Sud par la Wilaya de Biskra et à l'Ouest par la Wilaya de M'sila (A.N.I.R.E.F, 2011^a ; D.P.S.B. Batna, 2012). Les prélèvements sanguins ont été effectués dans les communes de Batna et Taxslent.

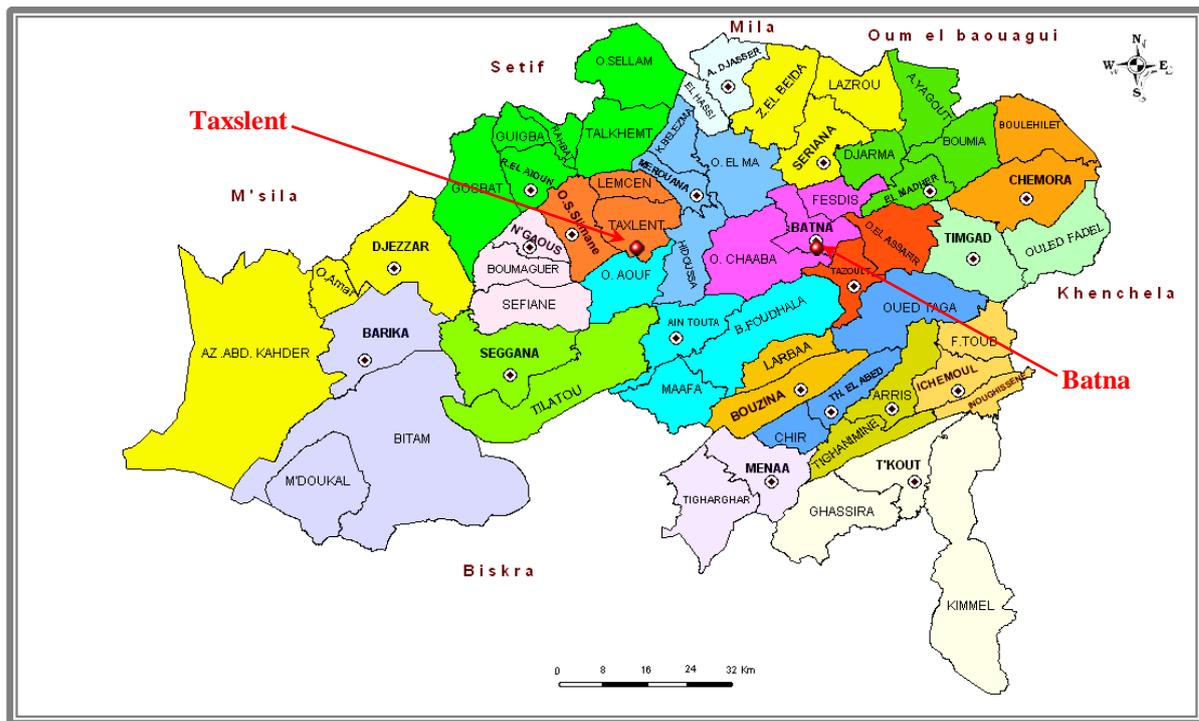


Figure N° 3.2. : Carte administrative de la Wilaya de Batna. (D.P.S.B. Batna, 2012)

I.1.1. La commune de Batna :

Dans cette région on a effectué des prélèvements que chez l'espèce canine. La commune de Batna, dont elle est le chef-lieu de la Wilaya, est située à une altitude de 900m, une latitude de 35°33' Nord et une longitude de 6°10' Est. (D.P.S.B. Batna, 2012)

La ville de Batna est limitée au Nord par les communes de Seriana et Fesdis, à l'Est par la commune des Ouyoun El-Assafir, au Sud-Est par la commune de Tazoult, au Sud et à l'Ouest par la commune d'Oued-Chaaba et au Nord-Ouest par la commune de Oued El-Ma. (D.P.S.B. Batna, 2012)

I.1.2. La commune de Taxslent :

Des prélèvements chez les bovins, les ovins et les caprins ont été réalisés dans la commune de taxslent et les régions avoisinantes, située à environ 65Km à l'Ouest de la ville de Batna et à une altitude de 1500m, 35°37' Nord de latitude et 5°49' Est de longitude. (D.P.S.B. Batna, 2012)

La ville de Taxslent est limitée au Nord par la commune de Lemcen, au Nord-Est par la commune de Merouana, au Sud-Est par la commune de Hidoussa, au Sud par la commune d'Ouled Aouf et à l'Ouest par la commune d'Ouled Slimane. (D.P.S.B. Batna, 2012)

I.2. La Wilaya de Sétif :

La Wilaya de Sétif est situé au Nord-Est du pays dans les haut-plateaux, à environ 300Km de la capitale Alger. Elle s'étend sur une superficie de 6550Km², elle est limitées par les Wilayas suivantes : au Nord par Bejaia et Jijel, à l'est par Mila, au Sud par Batna et M'Sila et à l'Ouest par Bordj-Bou-Arredj. (A.N.I.R.E.F, 2011^b ; D.P.S.B. Sétif, 2011)

Des prélèvements chez les chevaux ont été effectués dans la commune de Bazer-Sakra, située à environ 30km au Sud-Est de la ville de Sétif (chef-lieu de la Wilaya), avec une altitude de 933m, une latitude de 36°04' Nord et une longitude de 5°43' Est. (D.P.S.B. Sétif, 2011)

La Ville de Bazer-Sakra est limitée au Nord par la commune d'El-Eulma, à l'Est par la commune de Bire El-Arche, au Sud par les communes d'Ain Azel et Hammam El-Soukhna et à l'Ouest par la commune de Guidjel. (D.P.S.B. Sétif, 2011)



Figure N° 3.3. Carte Administrative de la Wilaya de Sétif. (D.P.S.B. Sétif, 2011)

II/ Matériels :

II.1. Animaux :

Pour la réalisation des prélèvements sanguins nous avons choisi des animaux, qui cliniquement apparaissent sains et en bon état de santé. Ces animaux appartiennent aux espèces suivantes : les bovins, les ovins, les caprins, les chevaux et les chiens.

Pour chaque espèce, les prélèvements ont concerné uniquement les races suivantes :

- Chez les bovins :

- La race locale : petite Brune de l'Atlas.
- Les bovins issus de croisement surtout à partir de bovins locaux et de bovins importés.
- Les races importées : Prim'Holstein (Pie-Noire et Pie-Rouge), Montbéliarde et la Brune des Alpes.

- **Chez les ovins :**
 - La race Ouled-Djellal.
 - La race Hamra.
- **Chez les caprins :**
 - La race locale Arbia.
 - Les races importées : Alpine et Saanen.
- **Chez les chevaux :**
 - La race Pur-Sang Arabe.
 - La race Pur-Sang Anglais.
 - Le cheval Barbe.
- **Chez les chiens :**
 - La race locale (Sloughi).
 - Le chien Berger Allemand.

Pour chaque race nous avons pris 30 sujets, divisés suivant leur sexe en deux lots : 15 mâles adultes et 15 femelles adultes non gestantes (Tableau N° 3.1.) ; à l'exception de la race bovine Brune des Alpes et les races caprines importées Alpine et Saanen où les prélèvements ont été réalisés que chez les femelles adultes (non gestantes), et toujours à raison de 15 sujets par race.

Tableau N° 3.1. Âges des animaux de l'étude.

Espèce	Mâles	Femelles
Bovins	2-11 ans	2-15 ans
Ovins	1-4 ans	18 mois - 6 ans
Caprins	1-2 ans	1-5 ans
Chevaux	4,5-13 ans	4-20 ans
Chiens	6 mois - 4,5 ans	7 mois - 6 ans

II.2. Équipements, instrumentations et matériels de laboratoire :

Pour la réalisation de ce travail le matériel, les produits et les réactifs suivants ont été utilisés :

- Lames porte-objets (75 x 25mm).
- Boîtes de rangement (portes lames), à raison de 50 lames par boîte.
- Coton.
- Alcool chirurgicale.
- Seringues Standard de 5ml.
- Seringues Insuline de 1ml.
- Aiguilles (18G, 19G et 30G).
- Stylo marqueur permanent.
- Eosine.
- Bleu de méthylène.
- Azur II.
- Phosphate monopotassique (KH_2PO_4).
- Phosphate disodique (Na_2HPO_4).
- Alcool méthylique (Méthanol ou alcool 100%).

- Glycérine.
- Eau distillée.
- Spatule.
- Sabot de pesé.
- Balance électronique de précision (avec trois chiffres après la virgule).
- Étuve.
- Bac de coloration.
- Colorant de MAY-GRÜNDWALD.
- Colorant de GIEMSA.
- Solution tampon ($\text{KH}_2\text{PO}_4 + \text{Na}_2\text{HPO}_4$).
- Pipettes Pasteur.
- Pissettes.
- Huile à immersion.
- Lame micrométrique (**1mm**).
- Microscope optique muni d'un appareil photo (**OPTIKA B-350**).
- Micro-ordinateur (**DELL**).

III/ Méthodes et protocoles expérimentaux :

L'étude expérimentale s'est étalée sur une période allant d'Octobre 2011 à Octobre 2013 ; elle s'est déroulée en trois étapes :

- **Première étape** ; sur le terrain portant sur les prélèvements sanguins, la réalisation et la fixation des frottis.

- **Deuxième étape** ; au niveau du laboratoire d'Anatomie, du département des sciences vétérinaires, institut des sciences vétérinaires et des sciences agronomiques de l'université El-Hadj Lakhdar de Batna, portant sur la préparation des colorants nécessaires ; et la coloration des frottis sanguins.

- **Troisième étape** ; au niveau du laboratoire de recherche environnement, santé et productions animales (LESPA) du département des sciences vétérinaires, institut des sciences vétérinaires et des sciences agronomiques de l'université El-Hadj Lakhdar de Batna, portant sur l'examen microscopique des frottis, l'étude de la morphologie et des paramètres morphométriques des globules rouges des animaux domestiques.

III.1. Sur le terrain :

III.1.1. Les prélèvements du sang :

Tous les prélèvements sanguins ont été effectués par ponction de la veine jugulaire, le plus souvent à gauche, à n'importe quel moment de la journée, généralement le matin et l'après-midi et parfois le soir ; une bonne contention des animaux est nécessaire afin de limiter au maximum l'effet du stress.

Les prises de sang ont été réalisées en suivant toujours la technique décrite par : **KELLY (1971)**, **PECHEREAU (1986)**, **MÉDAILLE (1992)**, **JENSEN & al. (1994)**, **GAUTRAND (2003)**, **LEDIEU (2003)^a**, **MÉDAILLE & al. (2005)^a**, **MÉDAILLE & al. (2005)^b**, **NINISTÖ & al. (2008)**, **POLIZOPOULON (2010)**, **TAYLOR & al. (2010)**, **AKPA & al. (2013)** et **SRIPAD & al. (2014)** ; et ce pour toutes les espèces, en ne prélevant seulement que quelques gouttes de sang (par écoulement libre), pour la réalisation des frottis. La zone de prélèvement est toujours désinfectée rigoureusement avec du coton imbibé à l'alcool ; des seringues et des aiguilles à usage unique ont été toujours et obligatoirement utilisées.

Chez les bovins, les ovins, les caprins et les chevaux, les prélèvements sont réalisés avec des seringues stériles standard PRONTO® de 5ml, montées d'aiguilles TERUMO® de type 19G (1,1 x 25mm) pour les prises de sang chez les ovins et les caprins ; et des aiguilles TERUMO® de type 18G (1,2 x 40mm) pour les prises de sang chez les bovins et les équins. Chez les chiens, les prélèvements ont été réalisés avec des seringues stériles Insuline PIC Solution® de 1ml montées d'aiguilles de type 30G (0,3 x 12,7mm).

III.1.2. Réalisation des frottis sanguins :

C'est une étape clé dans les études hématologiques et elle est garante de la meilleure interprétation et lecture des changements hématologiques (GUELF, 1995 ; LEDIEU, 2003^a ; DENICOLA, 2011 ; GAVAZZA & al., 2014). Les frottis sanguins conviennent très bien pour la coloration et permettent aussi l'étude de la morphologie et des paramètres morphométriques des érythrocytes.

La confection d'un frottis sur lame a été réalisée selon la technique décrite par : MARTOJA & MARTOJA (1967), GABE (1968), KELLY (1971), COLES (1979), COUTO (1994), FONTAINE & CADORÉ (1995), GUELF (1995), MILLS (1998), HOUWEN (2000), HARVEY (2001), CHUZEL (2003), LEDIEU (2003)^a, LASSEN & WEISER (2004), MACARTHUR (2006), ALLISON & MEINKOTH (2007), TAYLOR & al. (2010) et DENICOLA (2011).

Cette étape consiste à déposer une goutte de sang près de l'extrémité libre de la lame neuve et à mettre une deuxième lame, de préférence à bords rodés, avec un angle de 45° et avec un geste vif et rapide on essaye d'étaler le sang avant l'arrivée aux bords de la deuxième lame, les frottis de mauvaises qualités sont écartés sur place. La lame est ensuite secouée modérément pour assurer un séchage rapide et complet.



Figure N° 3.4. Réalisation des frottis sanguins.

La qualité du prélèvement et du frottis sanguin détermine la fiabilité et la précision de l'analyse hématologique. Un frottis sanguin de très bonne qualité doit occuper les deux tiers de la lame porte-objet, et aussi il doit avoir trois parties à savoir : une tête, un corps et une queue (Figure N° 3.8.) ; il est fixé juste après séchage en lui ajoutant quelques gouttes de méthanol, cette fixation a pour but de conserver les cellules sanguines dans un état aussi proche que possible de l'état vivant.

Les frottis sanguins doivent être réalisés directement après la prise du sang sans utilisation des anticoagulants, car ces derniers peuvent modifier la morphologie des cellules sanguines, voire réduire la taille des érythrocytes. (COLES, 1979 ; CANFIELD, 1998 ; BACHA & BACHA, 2000 ; MACARTHUR, 2006 ; ALLISON & MEINKOTH, 2007 ; MEINKOTH & ALLISON, 2007)

Il est primordial d'utiliser des boîtes de rangement (portes lames) pour le classement, la protection et l'envoi des frottis au laboratoire dans de bonnes et meilleures conditions. Les frottis sanguins sont identifiés avec précision (numéro d'ordre, espèce et race), sur la partie matée de la lame au crayon marqueur permanent.

Chaque boîte de rangement porte une étiquette sur laquelle figure le nom de l'espèce et les races concernées ; elle est aussi munie d'une fiche de renseignements qui comporte le nom de la race, le sexe et l'âge des animaux en suivant toujours le numéro d'ordre mentionné sur la lame, ces renseignements sont enregistrés juste après chaque prélèvement et réalisation de frottis.

III.2. Au niveau du laboratoire d'anatomie :

La coloration des frottis sanguins a été réalisée en utilisant la coloration classique mixte Panoptique de PAPPENHEIM, spécialement par le colorant de **MAY-GRÜNDWALD GIEMSA** (M.G.G., type ROMANOWSKY) ; c'est la meilleure coloration et de loin la plus appropriée pour marquer les hématies des mammifères.

La coloration des frottis a été faite en respectant toujours le protocole cité par : **GABE (1968)**, **KOLB (1975)**, **BENSALEM-BENDJELLOUL (1998)**, **BACHA & BACHA (2000)**, **HOUWEN (2000)** et **LEDIEU (2003)^a**.

Cette étape de l'étude expérimentale a été réalisée en deux phases :

- **Première phase** ; préparation des colorants.
- **Deuxième phase** ; coloration proprement dite des frottis.

III.2.1. Préparation des colorants :

La préparation du colorant de MAY-GRÜNDWALD GIEMSA, a été faite comme suit :

- **Préparation de la solution du colorant de MAY-GRÜNDWALD** ; dissoudre 0,15g d'éosine et 0,10g de bleu de méthylène (colorants en poudre) dans 100ml de méthanol absolu, boucher le flacon soigneusement et le maintenir à l'étuve à 37°C ou plus pendant 8 jours avant usage.

- **Préparation de la solution du colorant de GIEMSA (solution mère)** ; dissoudre 0,50g d'éosine et 0,10g d'azur II (colorants en poudre) dans 75ml de méthanol absolu, ajouter 25ml de glycérine, maintenir à l'étuve à 37°C pendant 2-3 jours avant usage.

- **Préparation de la solution tampon ($KH_2PO_4 + Na_2HPO_4$)** ; ce tampon est obtenu par dissolution de 1g de phosphate monopotassique (KH_2PO_4) et 5g de phosphate disodique (Na_2HPO_4) dans 5000ml d'eau distillée et agiter bien, il faut toujours maintenir la solution à l'abri de la lumière.

- **Préparation de la solution du colorant de GIEMSA diluée** ; avec une goutte du colorant de GIEMSA (solution mère) pour un millilitre de solution tampon, verser le colorant goutte à goutte dans le tampon, s'il se forme un précipité, il faut recommencer ; le colorant de GIEMSA dilué doit être préparé au moment de l'emploi, la solution diluée ne se conserve pas au-delà d'une heure.

III.2.2. La coloration proprement dite des frottis sanguins (par recouvrement) :

Les frottis sanguins séchés sont d'abord déposés dans un bac de coloration (support parfaitement horizontale) ; ensuite la coloration des frottis par le MAY-GRÜNDWALD GIEMSA a été réalisée de la manière suivante :

- 1) À l'aide d'une pipette, recouvrir les frottis avec la solution du colorant de MAY-GRÜNDWALD et laisser agir pendant deux à trois minutes.
- 2) Diluer ensuite le colorant MAY-GRÜNDWALD en rajoutant une quantité égale de la solution tampon, agiter pour assurer le mélange des deux liquides et laissé agir trois minutes.
- 3) Rincer les frottis abondamment et rapidement avec la solution tampon.
- 4) Recouvrir les frottis à nouveau d'une solution diluée de colorant de GIEMSA, le temps de coloration est de 15 à 20 minutes.
- 5) Rinçage avec délicatesse des frottis pour éliminer le colorant, le rinçage est effectué avec une pissette remplie de solution tampon.
- 6) Laisser sécher les lames à la température ambiante du laboratoire.

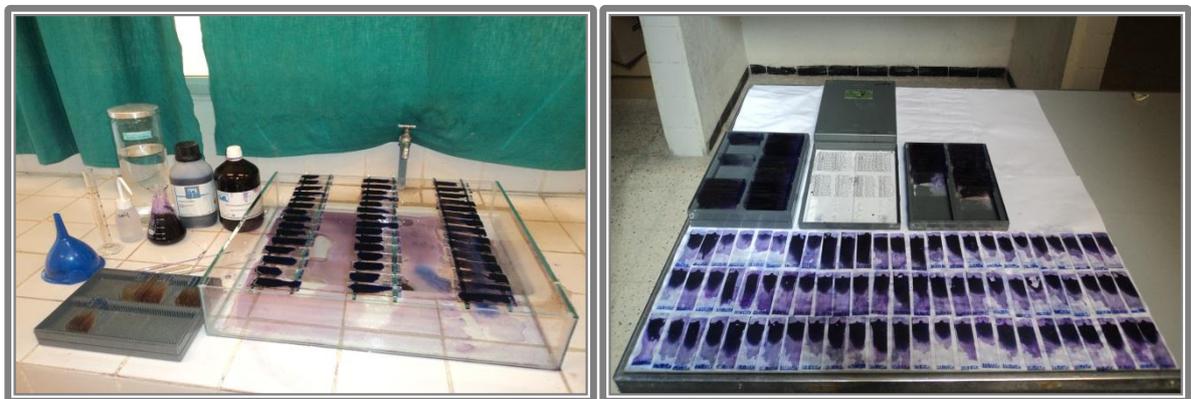


Figure N° 3.5. : Coloration et séchage des frottis sanguins.

III.3. Au niveau du laboratoire de recherche LESPA :

L'examen des frottis sanguins colorés, l'étude de la morphologie et de la morphométrie des globules rouges ont été réalisées en utilisant un microscope optique professionnel ultra-performant et de haute qualité : **OPTIKA B-350 (Ver.4.0.0)**.

C'est un microscope binoculaire, moderne et muni d'une caméra et un appareil photo numérique couleur et de haute résolution (Microscopy Digital USB Camera) permettant l'affichage de l'image microscopique du frottis placé dans le microscope sur un micro-ordinateur en temps réel (avec possibilité d'acquisition de photo et vidéo).

Le microscope est livré complet avec les pilotes nécessaires de l'appareil photo et la camera ainsi qu'avec un logiciel de travail spécial **OPTIKA™ Vision Pro (Version 2.7)** de capture et d'analyse d'images ; donc, pour un bon fonctionnement de ce microscope, il est nécessaire de procéder d'abord à l'installation de ces pilotes et du logiciel de travail dans le micro-ordinateur (**DELL**) et ce avant de commencer notre étude.

Ce microscope offre une observation précise et de qualité avec des images contrastées et bien colorées ; il est adapté pour de multiples applications de l'enseignement à la recherche et il est parfaitement approprié à des observations de routine ou à des analyses de laboratoires surtout en hématologie.



Figure N° 3.6. Microscope OPTIKA B-350 (Ver.4.0.0) et appareil photo OPTIKAM (Ver.4.1.0).

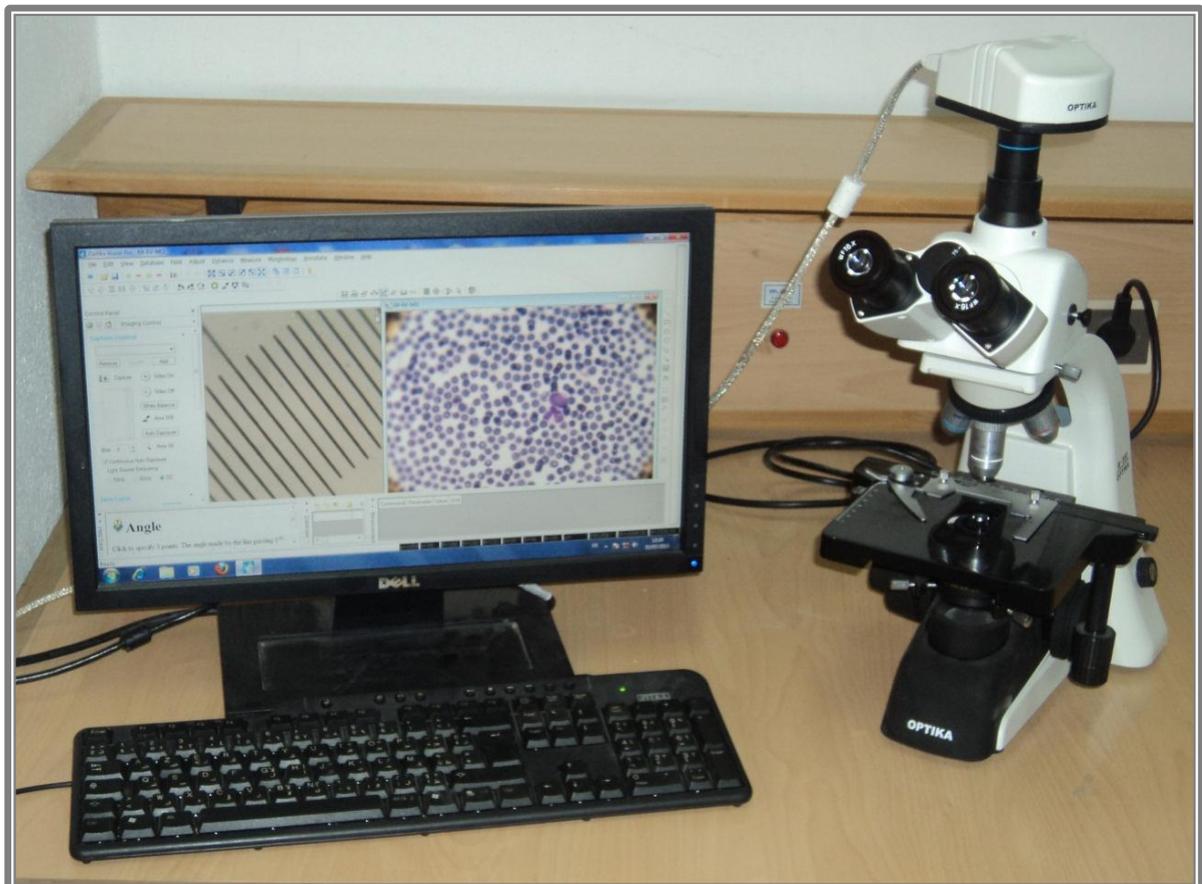


Figure N° 3.7. Installation des pilotes et du logiciel OPTIKA™ Vision Pro dans le micro-ordinateur (DELL).

III.3.1. Examen microscopique des frottis sanguins et étude de la morphologie des hématies :

En suivant la méthode décrite par : **CANFIELD (1998), MILLS (1998), HARVEY (2001), STOCKHAM & SCOTT (2002), LEDIEU (2003)^a et ALLISON & MEINKOTH (2007)** ; les frottis sanguins colorés sont d'abord examinés au faible grossissement (objectif x10) pour contrôler la qualité de l'étalement ; depuis la tête (goutte initiale) jusqu'à la queue, l'épaisseur doit aller en diminuant. Les hématies sont ensuite observées dans la zone d'épaisseur idéale où elles sont étalées en monocouche ; c'est la zone où les cellules ne se superposent pas et ne se touchent pas ou à peine.

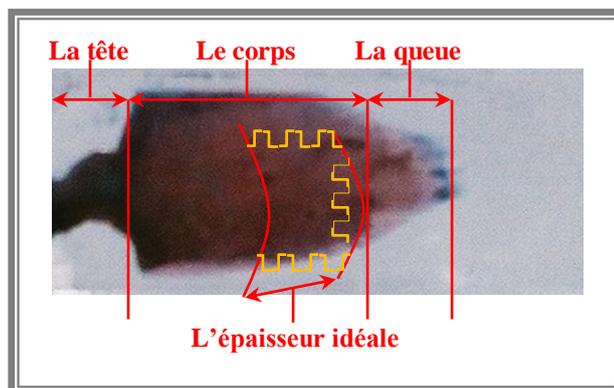


Figure N° 3.8. Frottis sanguin typique et zone de lecture idéale (en méandre).

On utilise ensuite un grossissement intermédiaire (objectif x40) pour apprécier de façon précise la morphologie des globules rouges (anisocytose, polychromatophilie) ou mettre en évidence la présence d'éléments figurés anormaux (parasites, corps de Heinz).

Enfin, une observation plus précise de la morphologie des érythrocytes est réalisée à l'objectif à immersion (x100) ; et c'est seulement à ce grossissement qu'il faut réaliser également les études morphométriques des globules rouges.

III.3.2. Étude des paramètres morphométriques des globules rouges des animaux domestiques :

III.3.2.1. Historique :

Durant plusieurs et même jusqu'aux dernières années, les études morphométriques des globules rouges sont basées essentiellement sur les mesures linéaires de la taille des hématies. La seule méthode valable et reconnue pour mesurer le diamètre des érythrocytes passe par l'utilisation d'un micromètre oculaire et un micromètre objectif. Le diamètre des hématies est mesuré ou estimé grossièrement sous un microscope optique au grossissement à immersion (x100). (**PRICE-JONES, 1933 ; ADAMS, 1954 ; TODD, 1979**)



Figure N° 3.9. Micromètre oculaire (A) et lame micrométrique (B).

En effet, le micromètre oculaire est un disque de verre de faible grossissement ($\times 10$) sur lequel est gravé une échelle comprenant 100 divisions (graduations) de valeurs arbitraires, c'est-à-dire que les divisions du micromètre oculaire sont équidistantes mais leur écartement n'est pas connu. (ADAMS, 1954 ; TODD, 1979)

Pour savoir quelle est la distance en microns entre deux graduations successives du micromètre oculaire, il faut étalonner cet oculaire avec l'objectif à immersion du microscope en utilisant une lame micrométrique. (ADAMS, 1954 ; TODD, 1979)

Au contraire, les dimensions de l'échelle observée dans le micromètre objectif (lame micrométrique) doivent être connues avec une très grande précision. En fait, le micromètre objet est une lame de verre sur laquelle est imprimée une règle de un millimètre (1mm) de long, divisée en 100 parties égales. Sur la lame micrométrique, 100 graduations égale 1mm ou $1000\mu\text{m}$, deux traits consécutifs sont donc séparés par $10\mu\text{m}$ (intervalle de $0,01\text{mm}$). (ADAMS, 1954 ; TODD, 1979)

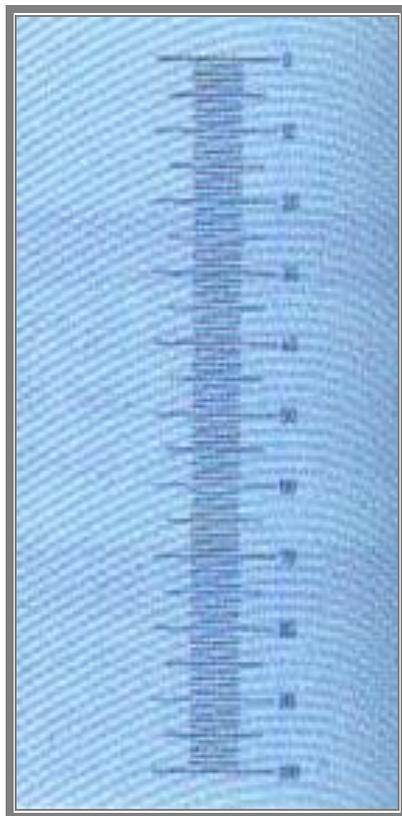


Figure N° 3.10. L'échelle gravée sur le micromètre oculaire.

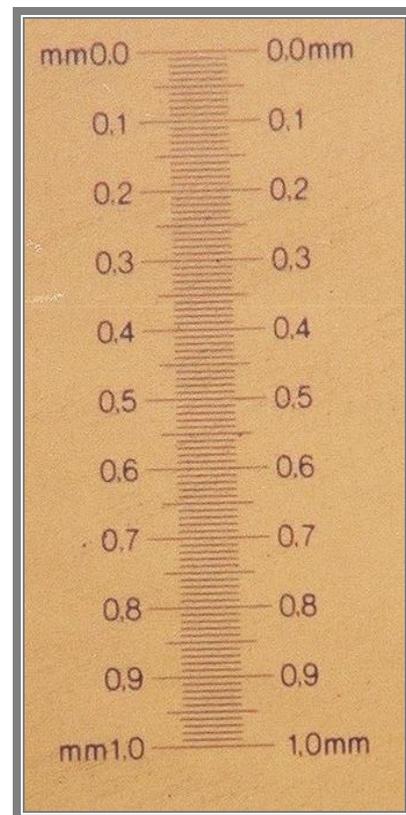


Figure N° 3.11. L'échelle gravée sur la lame micrométrique.

Outre l'utilisation fastidieuse et monotone du micromètre oculaire, d'autres difficultés de mesure de structures non linéaires rendent l'utilisation de l'instrument en question en voie de disparition surtout avec la progression technologique exponentielle et l'avènement et la généralisation de microscopes ultra-performants. Pour ces raisons, nous avons choisi pour la réalisation de la présente étude le logiciel spécial **OPTIKA™ Vision Pro** du microscope **OPTIKA**.

III.3.2.2. Description du logiciel OPTIKA™ Vision Pro :

C'est un logiciel intégral et ergonomique, qui en plus des fonctions de capture d'images et de contrôle de la caméra, il permet l'analyse et le traitement efficace des images microscopiques en toute simplicité et ce pour tout type d'application et de recherche.

Les différentes commandes et options de mesure de ce logiciel permettent de l'adopter à nos propres besoins :

- Faire des étalonnages et des calibrations.
- Faire des mesures de dimensions linéaires tel que : segments, rayons et diamètres.
- Faire des mesures de dimensions non linéaires, qui nécessitent des calculs assez compliqués comme : aires, surfaces et périmètres des cellules et encore les mesures d'angles.
- Il faut noter qu'une commande de mesure peut générer plus d'une entrée, car deux types de paramètres peuvent être mesurés avec une seule et même commande.

Avant de commencer l'étude morphométrique proprement-dite des globules rouges des animaux domestiques, il est nécessaire de procéder dans un premier temps à la numérisation des images microscopiques des globules rouges.

La prise des photos pour tous les sujets des différentes espèces et races, est une étape essentielle, elle permet de fixer les images microscopiques observées et les enregistrer de façon à pouvoir les manipuler à l'aide du logiciel.

Les informations concernant les données morphométriques des globules rouges ne sont exactes que si une échelle a été correctement entrée et bien calibrée ; pour cela il faut numériser encore l'échelle gravée sur la lame micrométrique à l'objectif à immersion (x100).

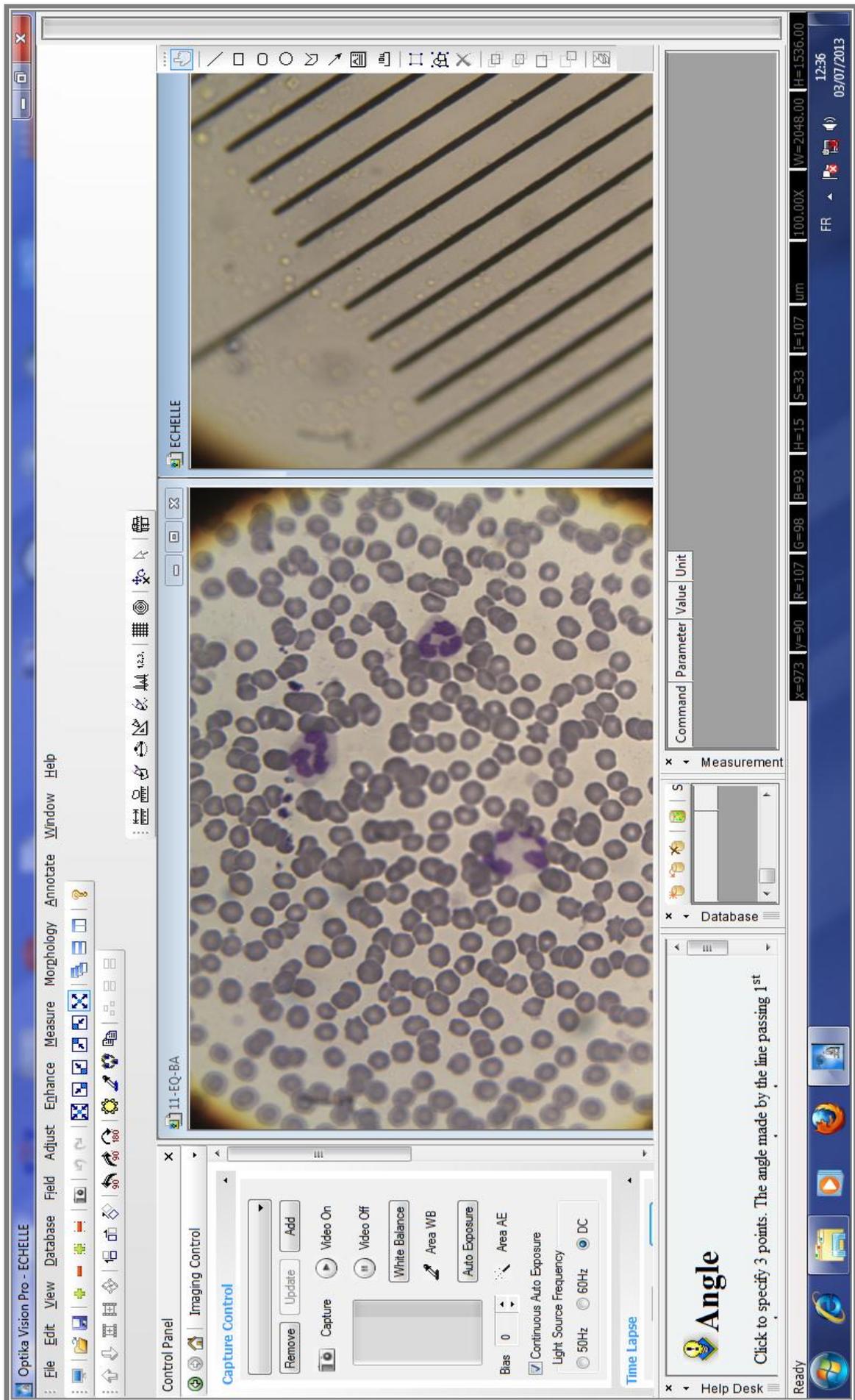


Figure N° 3.12. Interface du logiciel OPTIKA™ Vision Pro.

III.3.2.3. Numérisation des images microscopiques des érythrocytes :

Elle est faite grâce à l'utilisation de l'appareil photo numérique **OPTIKAM (Ver.4.1.0)** directement intégré dans la structure du microscope **OPTIKA** et branché au micro-ordinateur (par port USB). Pour prendre une photo, il faut suivre les étapes suivantes :

1) Allumer l'appareil photo et lancer le logiciel **OPTIKA™ Vision Pro** déjà installé dans le micro-ordinateur.

2) Vous pouvez maintenant voir l'image du frottis (ou la règle gravée sur la lame) placé dans le microscope directement sur l'écran en temps réel.

3) Choisissez la zone d'épaisseur idéale du frottis où il y a absence de superposition de cellules, puis cliquer sur la commande **Capture** du logiciel pour prendre la photo.

4) Les photos obtenues doivent être renommée avec précision, afin d'éviter toute source d'erreur ou de confusion ; le nom de chaque photo comporte : un numéro d'ordre (le même mentionné dans la lame), le nom de l'espèce et de la race.

5) Les photos doivent être enregistrées dans un dossier spécial afin de pouvoir les manipuler ultérieurement.

III.3.2.4. Création et identification de l'échelle :

Cette étape primordiale est la base de l'étude correcte et précise des paramètres morphométrique des globules rouges ; pour créer l'échelle de mesure, il faut suivre les étapes suivantes :

1) Dans le logiciel, on choisit le menu **Fichier** puis en appuyant sur **Ouvrir** qui permet l'ouverture du dossier spéciale des images numérisées, et on sélectionne l'image de l'échelle.

2) Utilisez la commande **Calibration Micromètre (Micrometer Calibration)** qui permet de tracer un trait ou un segment entre deux graduations de lame micrométrique dont on connaît la longueur.

3) Une fenêtre de dialogue **Calibration Micromètre (Micrometer Calibration)** s'affiche une fois le segment est tracé, elle permet d'étalonner et de spécifier la longueur du trait, le grossissement prévu et l'unité de mesure (en microns) ; la longueur mesuré dans notre cas est de **10µm** le grossissement est 100, cette mesure est celle de la longueur réelle de l'objet.

4) Enfin, ouvrir la boîte de dialogue **Micromètre Système (System Micrometer)** pour enregistrer (sous un nom) l'échelle que nous avons défini, cette dernière figurera en permanence et sera appliquer pour toute les images ouvertes et toute les images enregistrées dans notre dossier spéciale.

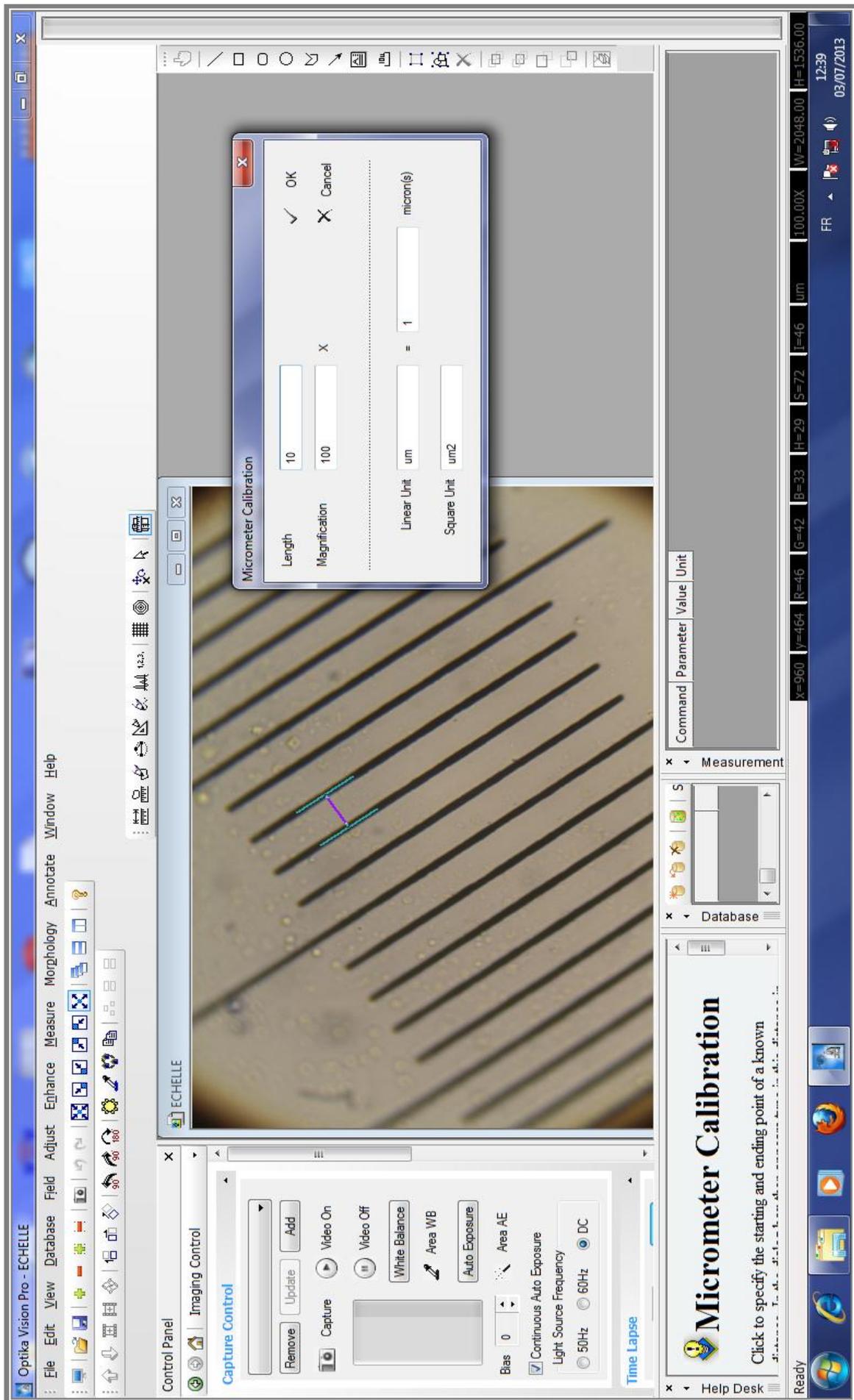


Figure N° 3.13. Interface du logiciel pour la création de l'échelle.

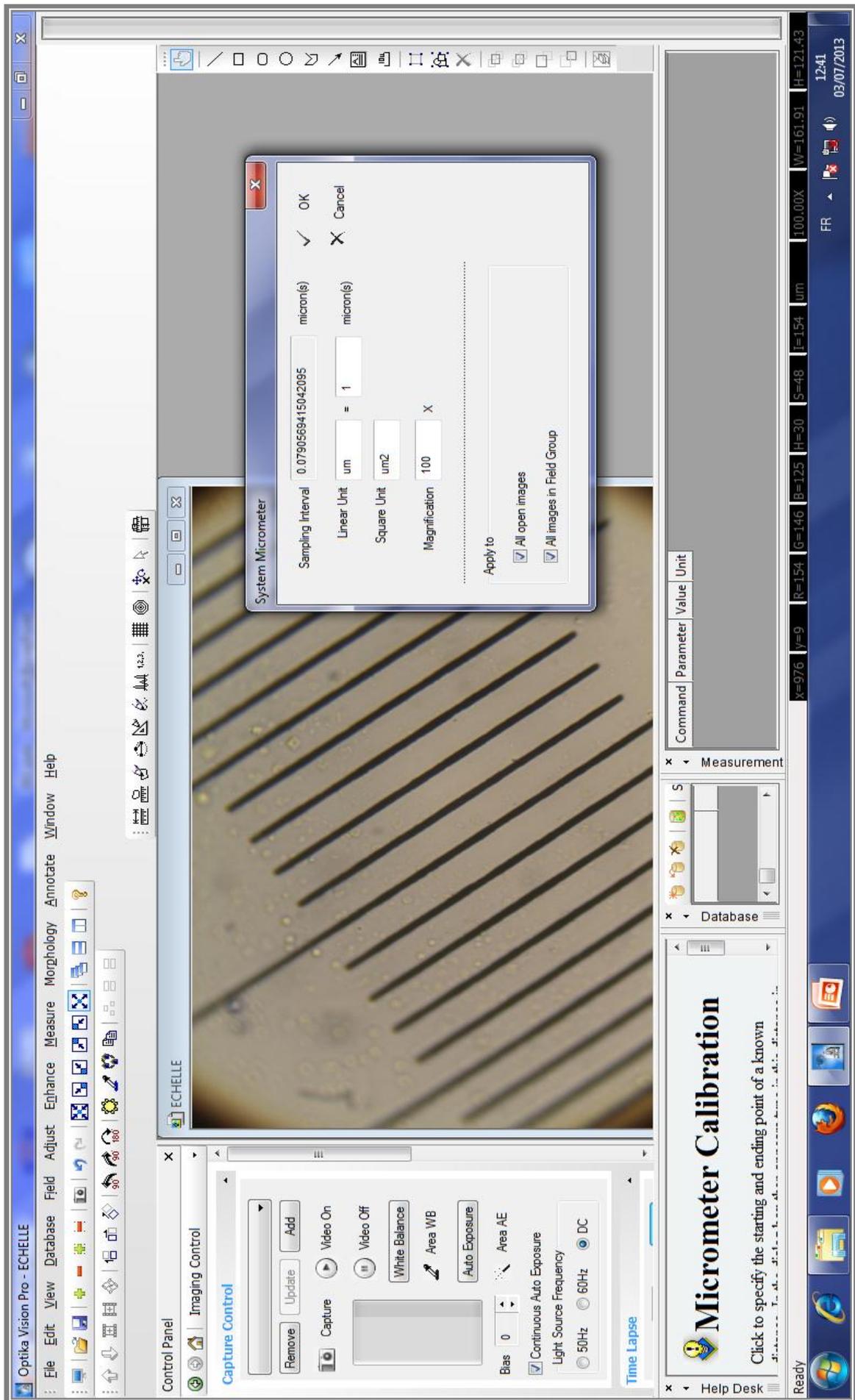


Figure N° 3.14. Interface du logiciel pour l'enregistrement et l'application de l'échelle.

III.3.2.5. Étude du diamètre, de la circonférence et la surface des globules rouges :

Pour étudier l'influence de la morphométrie des globules rouges sur la détermination de l'espèce et de la race des animaux domestiques, nous allons mesurer le diamètre des hématies, qui reste encore estimatif par rapport à la forme de la cellule ; et nous allons ainsi développer deux nouveaux paramètres qui n'ont jamais été traités auparavant, qui sont la circonférence et la surface des érythrocytes. L'étude morphométriques des globules rouges a été réalisée en respectant toujours les directives et les instructions du fabricant du logiciel.

Pour mesurer le diamètre d'une hématie, il faut respecter les étapes suivantes :

1) Choisir le menu **Fichier** puis appuyer sur **Ouvrir** qui permet d'accéder au dossier des images microscopiques des globules rouges, puis sélectionner une photo.

2) Utiliser la commande **Cercle de Trois Points (Circle From 3 Points)** qui permet la mesure du diamètre et à l'aide du curseur mettez trois points sur le contour d'une hématie, après un cercle est déterminé qui passe par les trois points.

3) Un court texte décrivant le diamètre et même le rayon (avec l'unité) de l'hématie apparaîtra dans une zone de texte objet d'annotation.

4) Répétez la procédure ci-dessus pour mesurer le diamètre d'autres globules rouges.

Pour mesurer la circonférence (périmètre) et la surface des globules rouges, il faut suivre les étapes suivantes :

1) Comme pour le diamètre, choisir d'abord le menu **Fichier** et ouvrir le dossier des images microscopiques des érythrocytes, et on choisit une photo.

2) Appuyer sur la commande **Aire Périmètre (Area Perimeter)** qui permet de mesurer la circonférence et la surface d'un globule rouge en même temps.

3) Après à partir d'un point de départ sur le contour d'un érythrocyte, appuyer sur le bouton gauche de la souris et en créant ou en dessine un cercle fermé délimitant l'hématie.

4) Relâchez le bouton gauche de la souris au point d'arriver (c'est dire au point de départ à nouveau) pour signifier la fin de l'opération.

5) Un court texte décrivant la surface et la circonférence (avec l'unité) de la cellule apparaîtra dans une zone de texte objet d'annotation.

Les résultats de mesures du diamètre, de la circonférence et de la surface des érythrocytes, sont enregistrées systématiquement dans un tableau juste au-dessous de l'image ; le tableau est formé de trois colonne : la première désigne le nom de la commande (cercle de trois points ou aire périmètre), la deuxième est relative au paramètre a étudié (diamètre, circonférence et surface) et une troisième contient le résultat numérique de l'opération et l'unité de mesure. Le tableau peut être sélectionné et déplacer à un programme externe pour un traitement ultérieur.

Pour chaque sujet, nous avons mesuré le diamètre, la circonférence et la surface de 50 globules rouges, puis en détermine la moyenne de chaque paramètre et ce pour toute les espèces et les races.

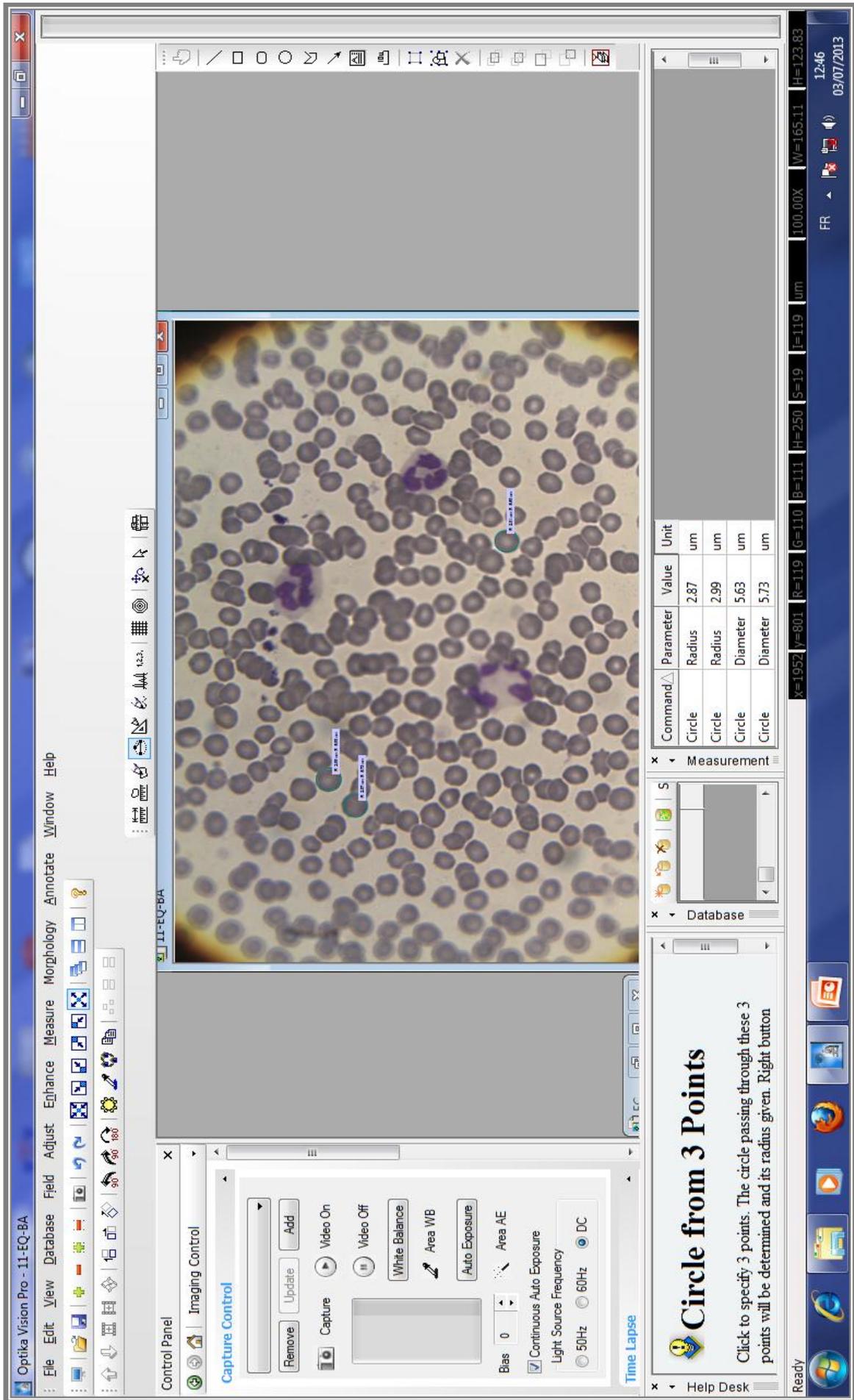


Figure N° 3.15. Interface du logiciel pour les mesures de diamètres des globules rouges.

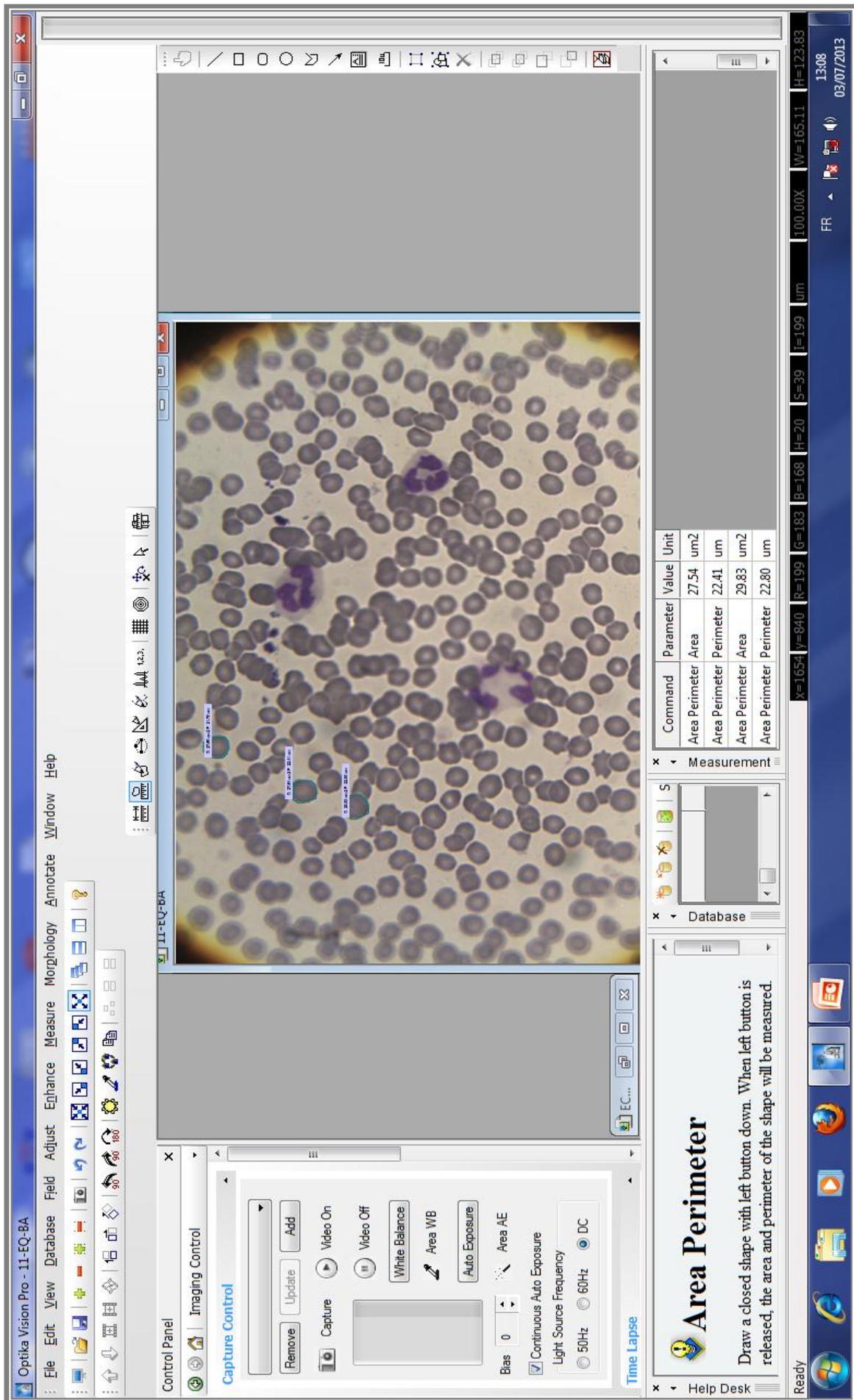


Figure N° 3.16. Interface du logiciel pour les mesures de circonférences et de surfaces des globules rouges.

IV/ Étude statistique et analyse des résultats :

Pour un meilleur traitement analytique et descriptif des résultats enregistrés, l'étude statistique est effectuée essentiellement au moyen des logiciels **MedCalc 2013** et **Microsoft Office Excel 2010**.

L'étude analytique est réalisée par le logiciel **MedCalc 2013** (version 12.7, Copyright © 1993-2013 MedCalc software bvba), un puissant outil et intéressante application de statistique, conçue et développée pour les chercheurs en biologie et du corps médical. Les tests utilisés sont principalement :

- **Test T de STUDENT** ; pour la comparaison des moyennes de deux échantillons (groupes) indépendants.

- **Analyses de variances (ANOVA)** ; permettant de comparer les moyennes de plus de deux populations.

Pour l'étude descriptive réalisée avec le **Microsoft Office Excel 2010**, nous avons utilisé la représentation graphique des **Boîtes à Moustaches (Boxplots)** ; qui permet, pour un jeu ou échantillon de données, de montrer la médiane, le premier et le troisième quartile, la valeur minimale et maximale ; sont également souvent représentées les données aberrantes (*outliers*).

CHAPITRE 04 :

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Dans le présent chapitre, nous présentons les résultats de l'étude de la morphologie des globules rouges chez différentes espèces et races animales ; nous étudions aussi l'influence des trois paramètres morphométriques : le diamètre, la circonférence et la surface des globules rouges sur la détermination de l'espèce et de la race des animaux domestiques.

I/ Étude de la morphologie des globules rouges :

L'étude microscopique des frottis sanguins colorés chez les différentes espèces et races animales, permet de montrer que les globules rouges ont presque la même morphologie ; néanmoins, quelques particularités peuvent être constatées notamment chez les bovins et les chevaux.

I.1. Les globules rouges des races bovines :

Les érythrocytes chez les différentes races bovines ont la forme de disques arrondis biconcaves ; on peut noter une légère anisocytose (globules rouges de tailles différentes), qui est considérée comme physiologique chez les bovins en bonne santé (Figures N° 4.1. et 4.2.).

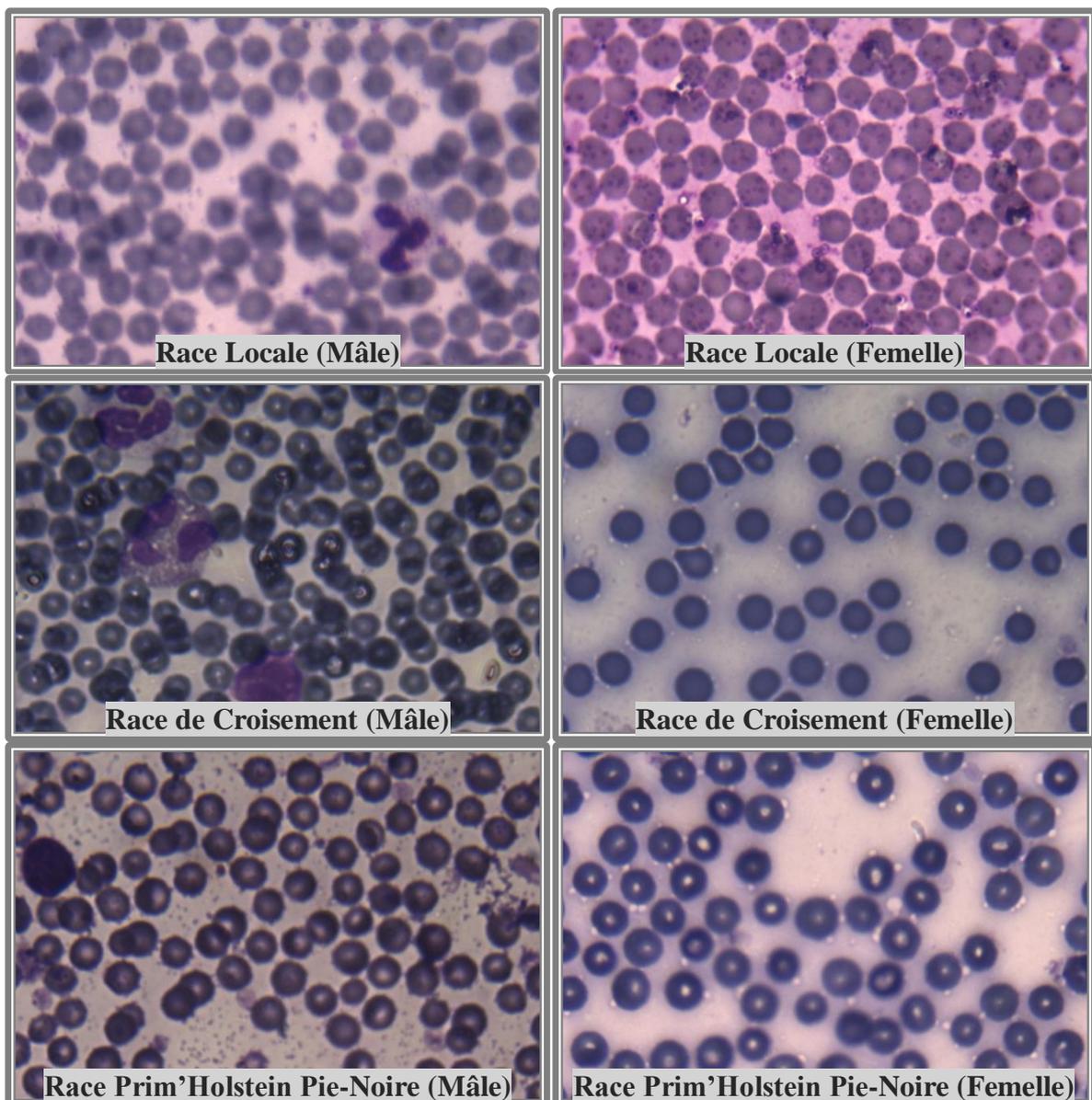


Figure N° 4.1. Les hématies des bovins des races locale, de croisement et Prim'Holstein Pie-Noire (M.G.G. ; x1000).

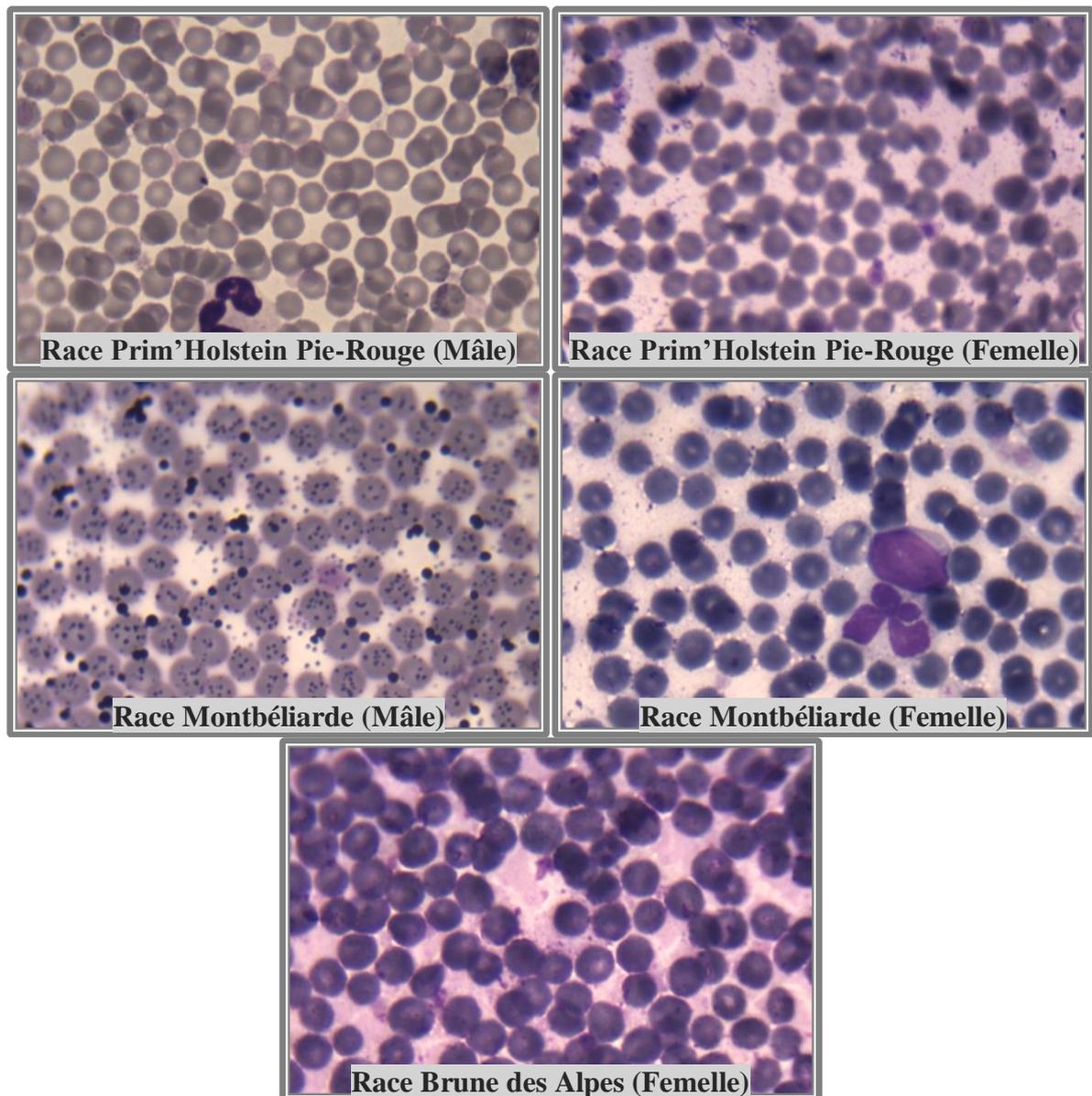


Figure N° 4.2. Les hématies des bovins des races Prim'Holstein Pie-Rouge, Montbéliarde et Brune des Alpes (M.G.G. ; x1000).

I.2. Les globules rouges des races ovines :

Les globules rouges des ovins de la race Ouled-Djellal et la race Hamra présentent presque les mêmes caractéristiques que chez les bovins, avec des hématies arrondies biconcaves, la pâleur centrale est peu marquée (Figure N° 4.3.).

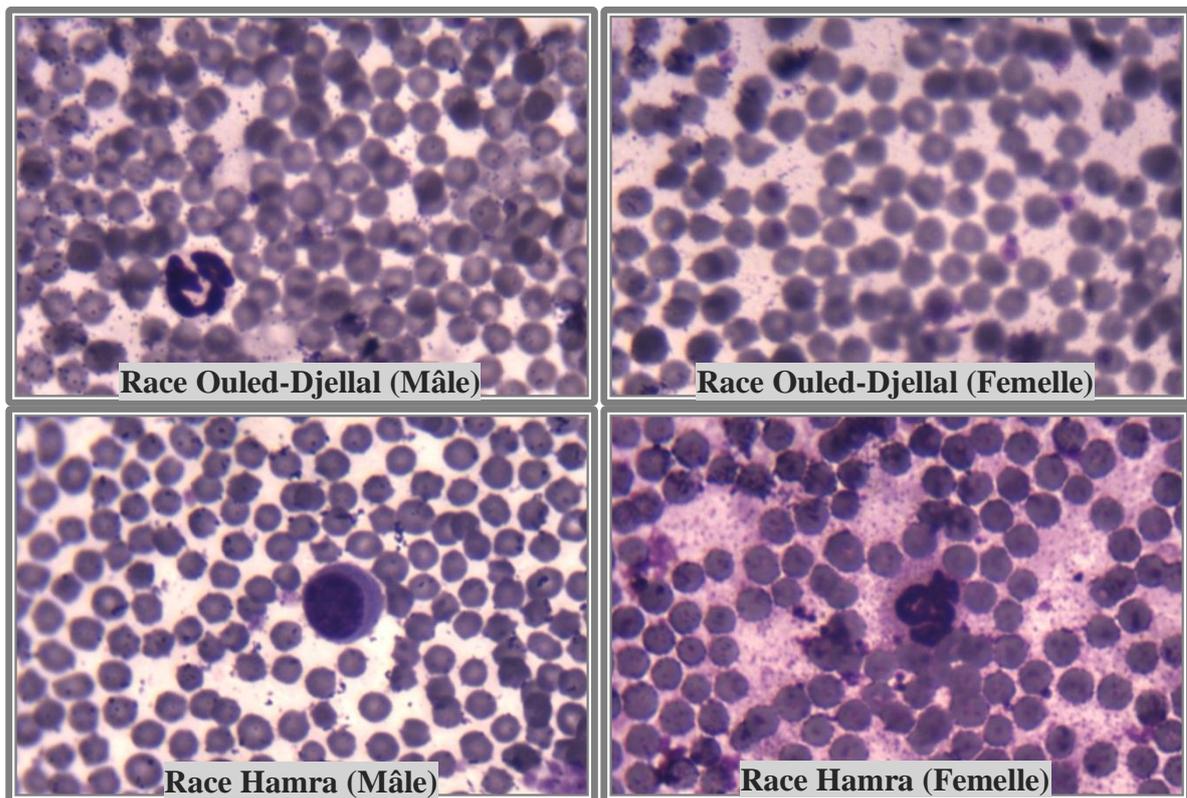


Figure N° 4.3. Les hématies des ovins des races Ouled-Djellal et Hamra (M.G.G. ; x1000).

I.3. Les globules rouges des races caprines :

Les globules rouges des caprins de la race locale Arbia et les deux races importées Alpine et Saanen sont aussi discoïdes, comme chez les ovins la pâleur centrale reste toujours peu marquée (Figure N° 4.4.).

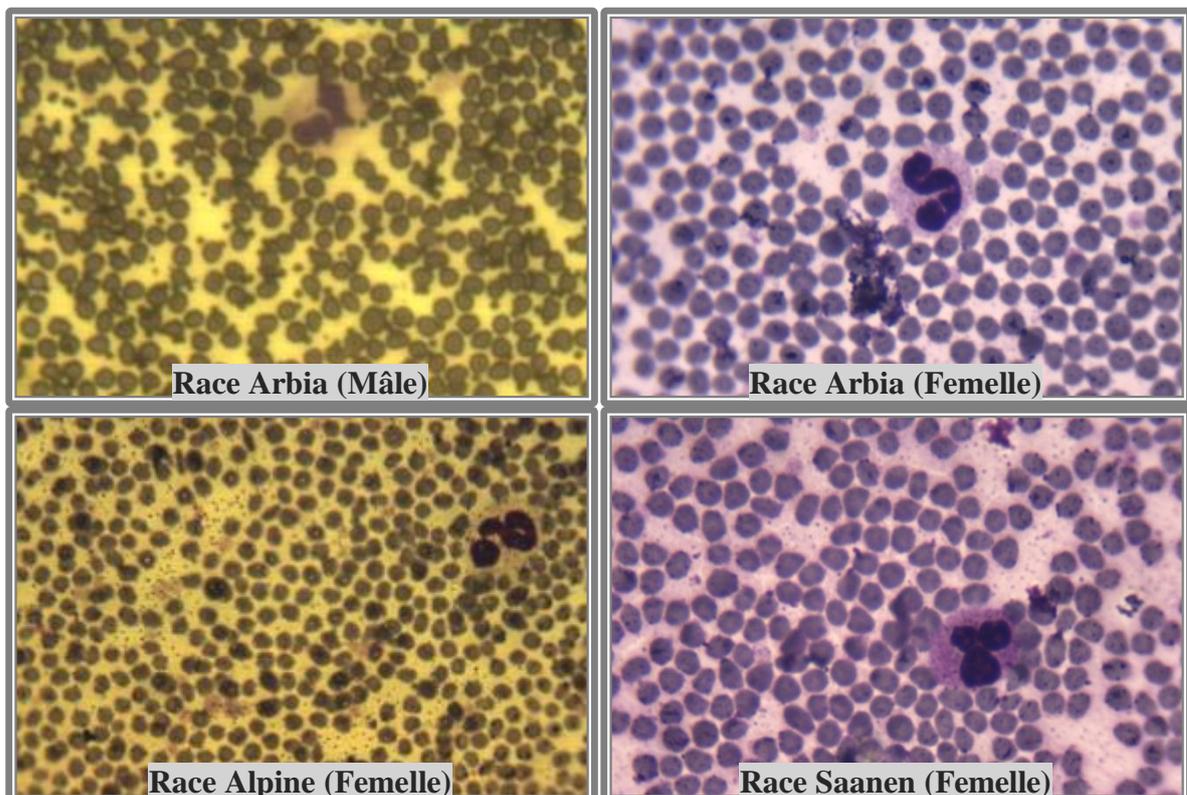


Figure N° 4.4. Les hématies des caprins des races Arbia, Alpine et Saanen (M.G.G. ; x1000).

I.4. Les globules rouges des races équinés :

Les globules rouges des chevaux Pur-Sang Arabe, Pur-Sang Anglais et Barbe apparaissent sous-forme de disques biconcaves avec une pâleur centrale plus marquée que chez les bovins, les ovins et les caprins ; on peut observer des formations en rouleaux (F.R) et des corps de Howell-Jolly (H.J), qui sont considérés comme physiologiques et normaux chez les équidés en bonne état de santé (Figure N° 4.5.).

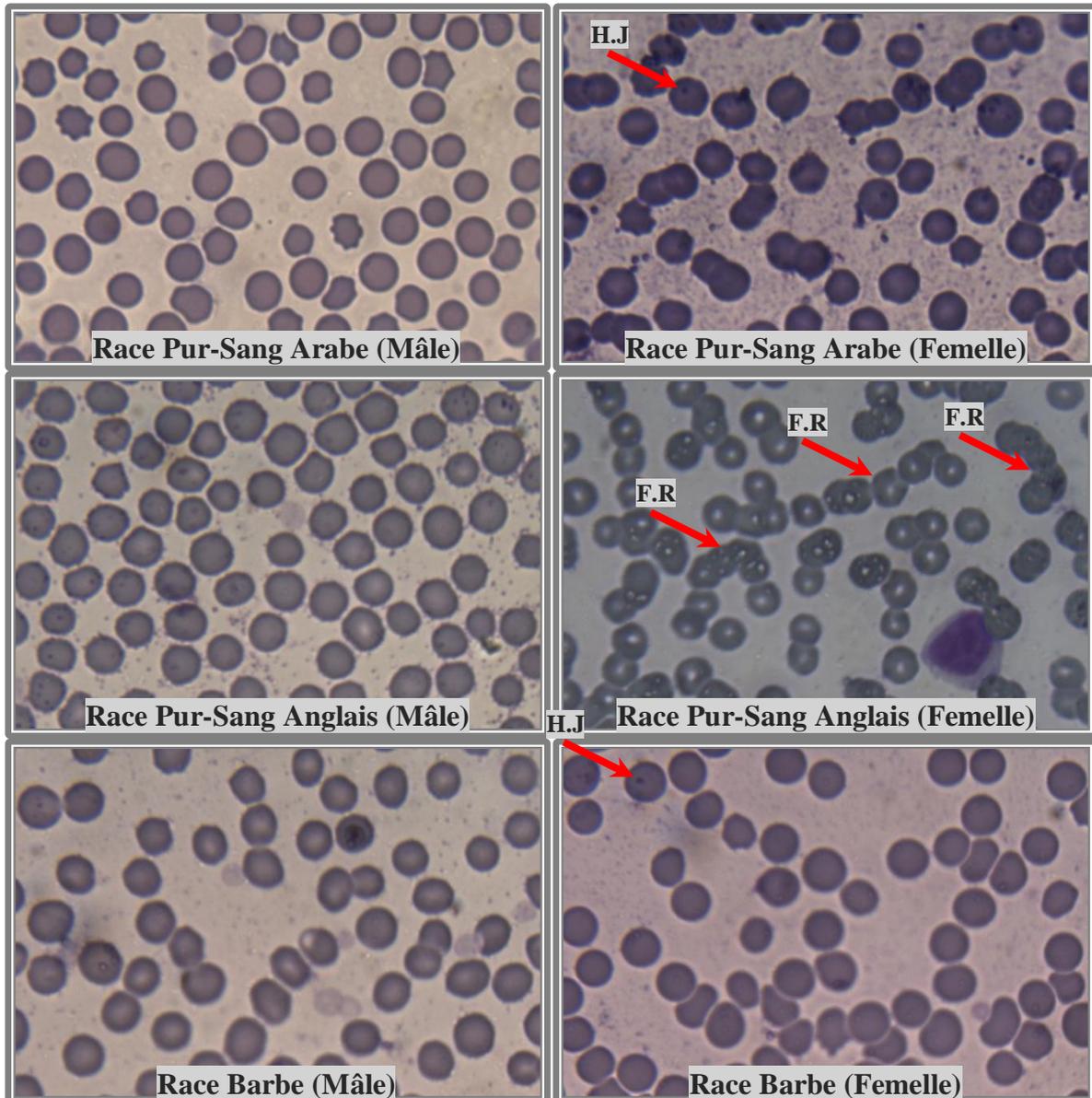


Figure N° 4.5. Les hématies des chevaux des races Pur-Sang Arabe, Pur-Sang Anglais et Barbe (M.G.G. ; x1000).

I.5. Les globules rouges des races canines :

Les érythrocytes des chiens locaux et Berger Allemand possèdent presque les mêmes caractéristiques que chez les autres animaux, mais avec des disques arrondis dont la biconcavité est plus importante et nettement accusée que chez les autres espèces, ce qui lui confèrent une pâleur centrale bien visible (Figure N° 4.6.).

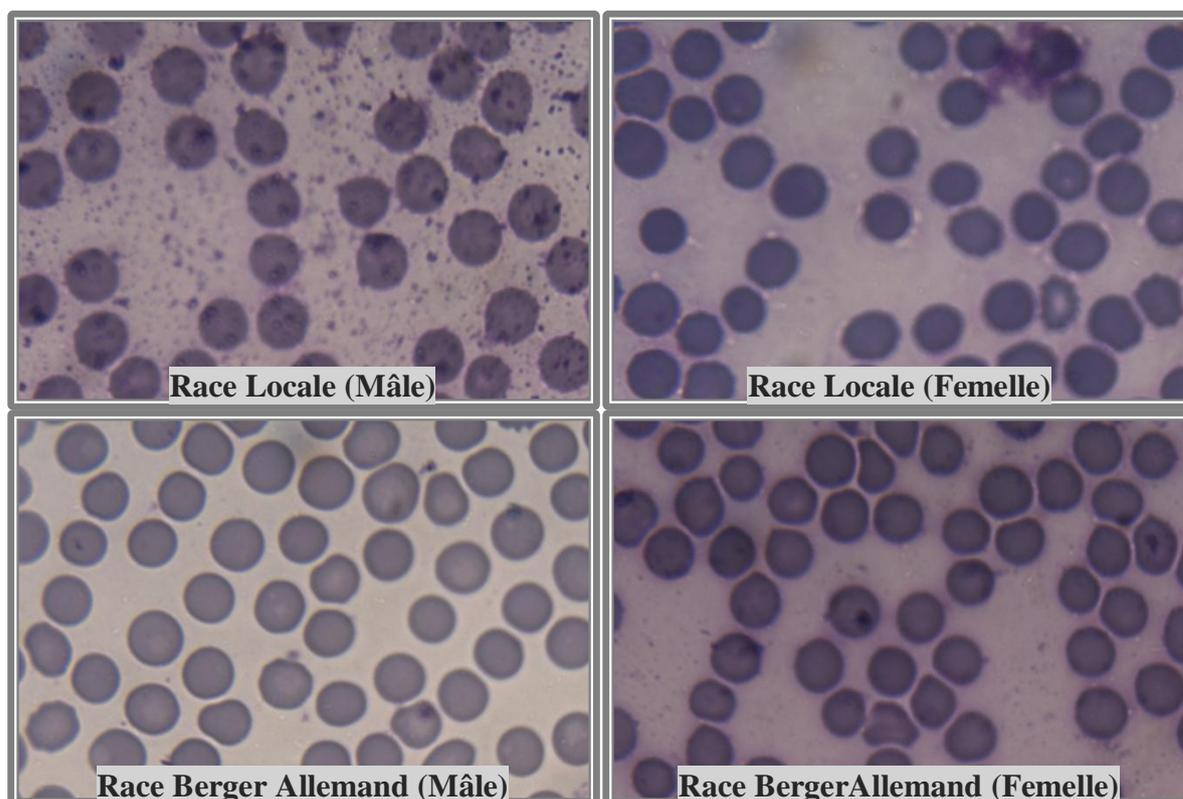


Figure N° 4.6. Les hématies des chiens de la race locale et Berger Allemand (M.G.G. ; x1000).

II/ Étude des paramètres morphométriques des globules rouges :

Pour étudier l'influence des trois paramètres morphométriques des érythrocytes sur la détermination de l'espèce, nous avons utilisé les tests T de STUDENT (comparaison des moyennes entre les différentes espèces deux à deux) et l'ANOVA ; la significativité des variations est encore présentée sous forme de boîtes à moustaches.

Afin de mettre en évidence des différences significatives entre les différentes races bovines, caprines et équines, un test T de STUDENT (comparaison des moyennes entre les différentes races deux à deux) a été aussi effectué pour chaque paramètre, les résultats sont également présentés dans des boîtes à moustaches.

L'influence des paramètres morphométriques des hématies sur la détermination de la race chez les ovins et les chiens est testée uniquement par l'épreuve de STUDENT ; de même que pour l'influence du sexe sur la morphométrie des globules rouges chez toutes les espèces.

Dans les tests analytiques (T et ANOVA), nous avons présenté pour chaque paramètre les moyennes et les écarts-types (les déviations standards) permettant de calculer les intervalles de confiances.

Les seuils de significativités retenus étaient :

- **Une différence significative** : $p < 0,05$ (5%).
- **Une différence hautement significative** : $p < 0,01$ (1%).
- **Une différence très hautement significative** : $p < 0,001$ (1‰).

Les paramètres pour lesquels une différence significative est observée entre les différentes races chez les ovins et les chiens, ainsi que pour le facteur sexe chez toutes les espèces ; sont indiqués par :

- **Une étoile (*)** : il existe une différence significative.
- **Deux étoiles (**)** : il existe une différence hautement significative.
- **Trois étoiles (***)** : il existe une différence très hautement significative.
- **N.S.** : pas de différence significative ($p > 0,05$).

II.1. Étude de l'influence de la morphométrie des globules rouges sur la détermination de l'espèce des animaux domestiques :

Pour étudier avec plus de précision les résultats enregistrés chez les différentes espèces, il paraît intéressant et d'une grande utilité de faire des comparaisons chez plusieurs races ; pour cet effet, deux groupes sont organisés, afin de mieux interpréter l'influence des trois paramètres morphométriques des globules rouges sur la détermination de l'espèce des animaux domestiques.

II.1.1. Premier groupe :

Nous comparerons ici les résultats recueillis chez :

- Les bovins autochtones Brune de l'Atlas.
- Les ovins de la race Ouled-Djellal.
- Les caprins de la race locale Arbia.
- Les chevaux Pur-Sang Arabe.
- Les chiens locaux.

II.1.1.1. Influence du diamètre des globules rouges :

Tableau N° 4.1. Influence du diamètre des globules rouges sur la détermination de l'espèce des animaux domestiques (exprimés en μm).

Espèces Sujets	Bovins locaux	Ovins Ouled- Djellal	Caprins Arbia	Chevaux Pur- Sang Arabe	Chiens locaux
Globale (N = 30)	5,12 \pm 0,20	4,46 \pm 0,19	3,39 \pm 0,12	5,56 \pm 0,27	7,12 \pm 0,28
Mâles adultes (N = 15)	5,00 \pm 0,22	4,36 \pm 0,16	3,38 \pm 0,11	5,52 \pm 0,32	7,23 \pm 0,23
Femelles adultes (N = 15)	5,23 \pm 0,10	4,55 \pm 0,17	3,40 \pm 0,13	5,59 \pm 0,21	7,01 \pm 0,30

Les résultats exprimés dans le tableau N° 4.1. montrent l'influence du diamètre des hématies sur la détermination de l'espèce, qui sont significativement plus grosses chez les chiens suivies respectivement par celles des chevaux, des bovins, les ovins et enfin les caprins (analyse par les tests T et ANOVA, $p < 0,001$) ; ces résultats sont encore bien illustrés dans les figures N° 4.7., 4.8. et 4.9.

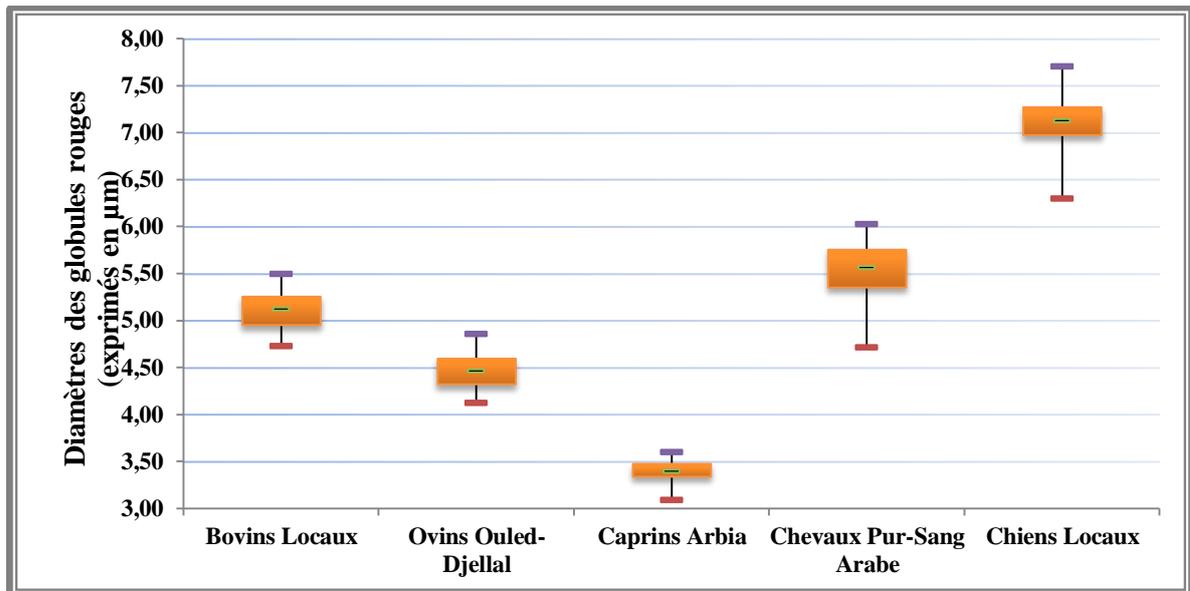


Figure N° 4.7. Boîtes à moustaches représentant l'influence du diamètre des globules rouges sur la détermination de l'espèce des animaux domestiques (Globale, N = 30).

La figure N° 4.7. indique que le diamètre des globules rouges du groupe des chiens locaux est sensiblement le plus élevé ($7,12 \pm 0,28$), suivi par les groupes des chevaux Pur-Sang Arabe ($5,56 \pm 0,27$), bovins locaux ($5,12 \pm 0,20$), ovins Ouled-Djellal ($5,12 \pm 0,20$) et finalement par le groupe des caprins Arbia ($3,39 \pm 0,12$). Les différentes boîtes ne se chevauchent pas, ce qui tend à indiquer une différence significative entre les différentes espèces.

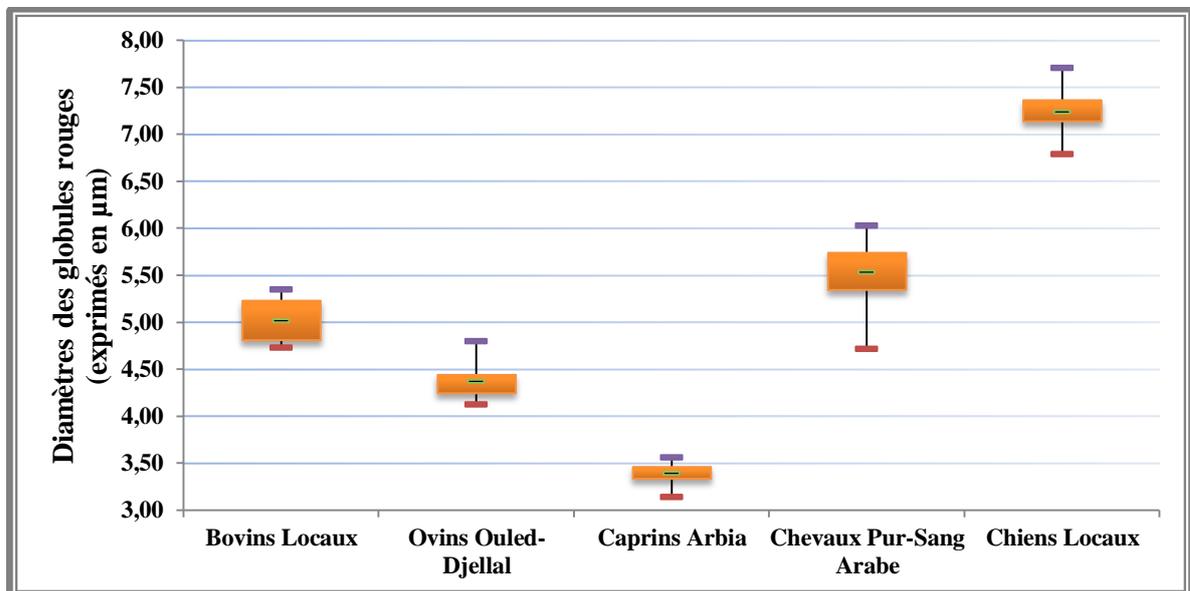


Figure N° 4.8. Boîtes à moustaches représentant l'influence du diamètre des globules rouges sur la détermination de l'espèce des animaux domestiques (Mâles adultes, N = 15).

Chez les mâles adultes, nous trouvons dans la figure N° 4.8. que la taille des hématies des chiens locaux est nettement la plus supérieure ($7,23 \pm 0,23$), suivie toujours par celles des chevaux Pur-Sang Arabe, les bovins locaux et les ovins Ouled-Djellal avec respectivement ($5,52 \pm 0,32$), ($5,00 \pm 0,22$) et ($4,36 \pm 0,16$) ; la taille la plus inférieure est observée chez les caprins de la race Arbia ($3,38 \pm 0,11$) ; on note également l'absence de chevauchement entre les cinq groupes, ce qui confirme les différences significatives.

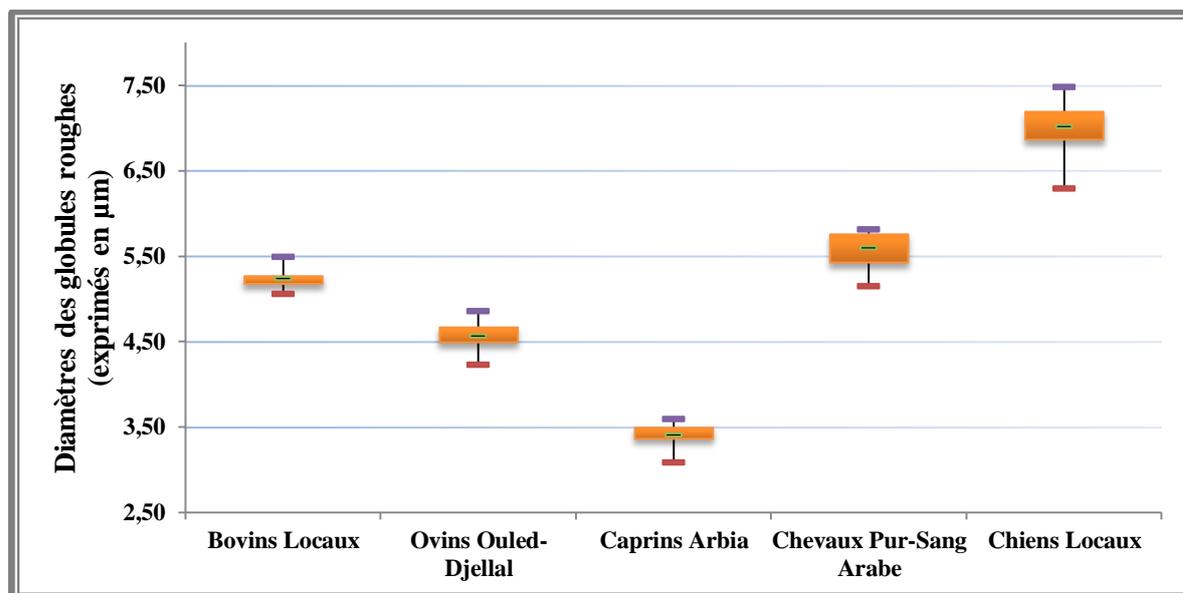


Figure N° 4.9. Boîtes à moustaches représentant l'influence du diamètre des globules rouges sur la détermination de l'espèce des animaux domestiques (Femelles adultes, N = 15).

Comme chez les mâles adultes, les mêmes variations sont rencontrées dans la figure ci-dessus (N° 4.9.) et concernent l'influence du diamètre des globules rouges sur la détermination de l'espèce chez les femelles adultes.

II.1.1.2. Influence de la circonférence des globules rouges :

Dans le tableau N° 4.2. et les figures N° 4.10., 4.11. et 4.12. sont présentés les résultats relatifs à l'influence de la circonférence des globules rouges sur la détermination de l'espèce chez les animaux domestiques.

Tableau N° 4.2. Influence de la circonférence des globules rouges sur la détermination de l'espèce des animaux domestiques (exprimées en µm).

Espèces Sujets	Bovins locaux	Ovins Ouled- Djellal	Caprins Arbia	Chevaux Pur- Sang Arabe	Chiens locaux
Globale (N = 30)	19,40 ± 1,51	16,93 ± 0,68	12,94 ± 0,72	22,77 ± 1,73	25,72 ± 1,50
Mâles adultes (N = 15)	18,15 ± 1,06	16,56 ± 0,61	12,58 ± 0,62	23,41 ± 1,97	25,57 ± 0,96
Femelles adultes (N = 15)	20,65 ± 0,55	17,31 ± 0,53	13,29 ± 0,65	22,13 ± 1,19	25,88 ± 1,92

Après comparaison des moyennes en utilisant les deux tests analytiques T de STUDENT et l'ANOVA, il ressort globalement qu'il existe des différences très hautement significatives entre les différentes espèces avec toujours un avantage pour les chiens par rapport aux autres animaux ($p < 0,001$).

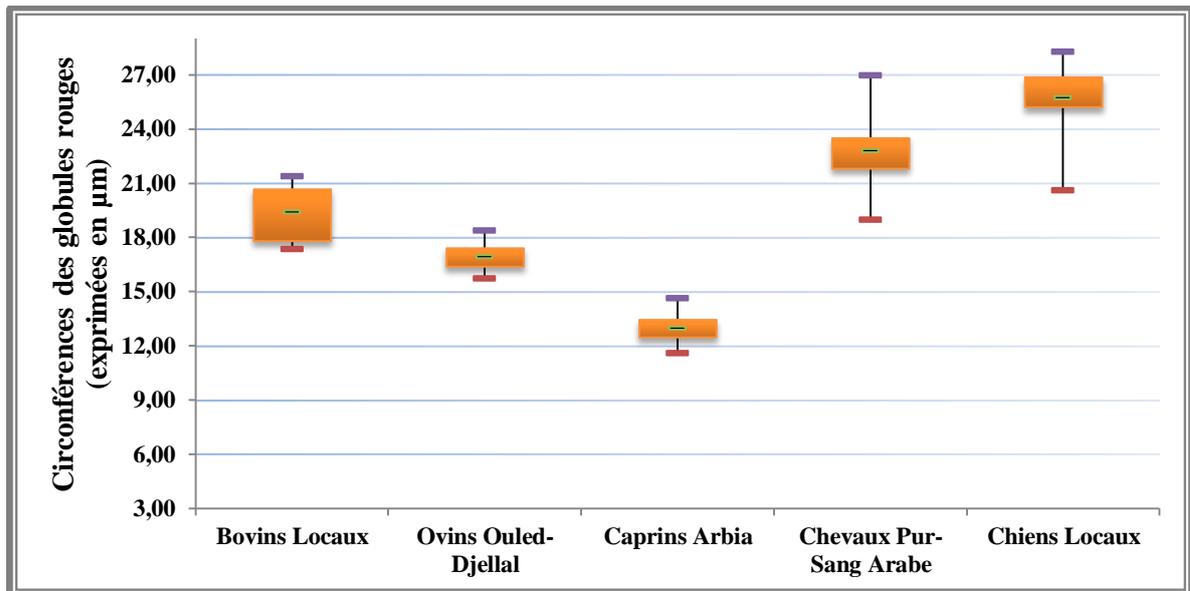


Figure N° 4.10. Boîtes à moustaches représentant l'influence de la circonférence des globules rouges sur la détermination de l'espèce des animaux domestiques (Globale, N = 30).

De l'observation des données de la figure N° 4.10., il s'avère que les différences sont très accusées entre les différents lots (pas de chevauchement entre les boîtes), la valeur la plus haute est enregistrée chez les chiens locaux ($25,72 \pm 1,50$), puis successivement chez les Pur-Sang Arabe ($25,72 \pm 1,50$), les bovins autochtones ($19,40 \pm 1,51$) et les ovins Ouled-Djellal ($16,93 \pm 0,68$), alors que les caprins locaux présentent la valeur la plus faible ($12,94 \pm 0,72$).

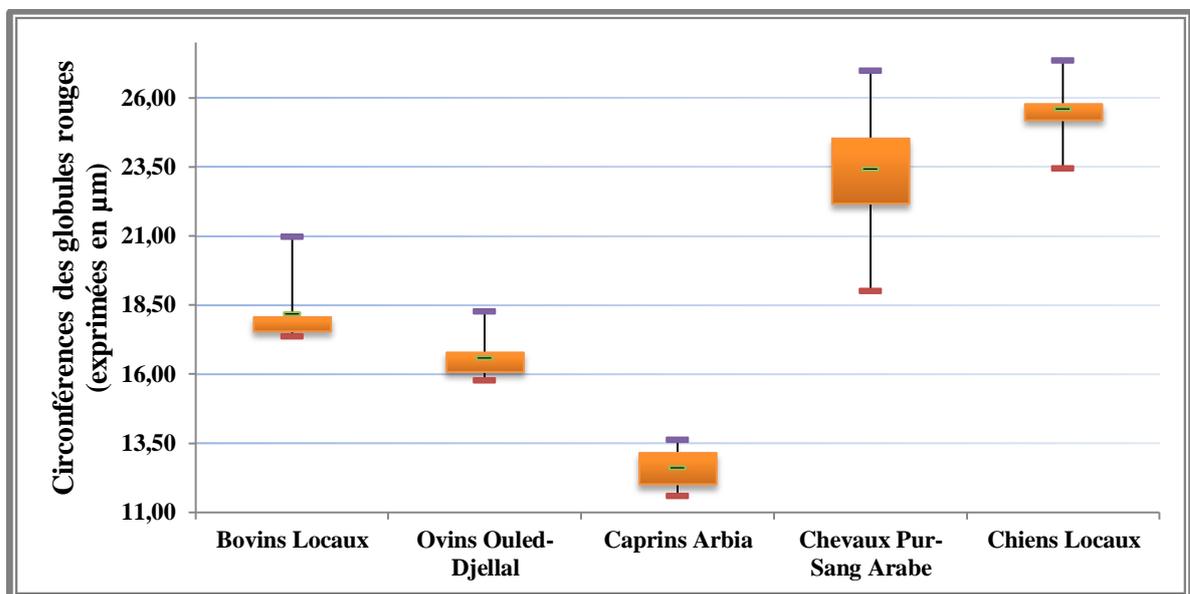


Figure N° 4.11. Boîtes à moustaches représentant l'influence de la circonférence des globules rouges sur la détermination de l'espèce des animaux domestiques (Mâles adultes, N = 15).

Nous relevons également dans le graphique N° 4.11., que chez les mâles adultes, la circonférence maximale est observée chez les chiens ($25,57 \pm 0,96$), tandis que la circonférence minimale est notée chez les caprins de la race Arbia ($12,58 \pm 0,62$). De plus, nous remarquons qu'il n'y a pas de chevauchement entre les cinq boîtes, ce qui montre clairement que ces différences sont significatives.

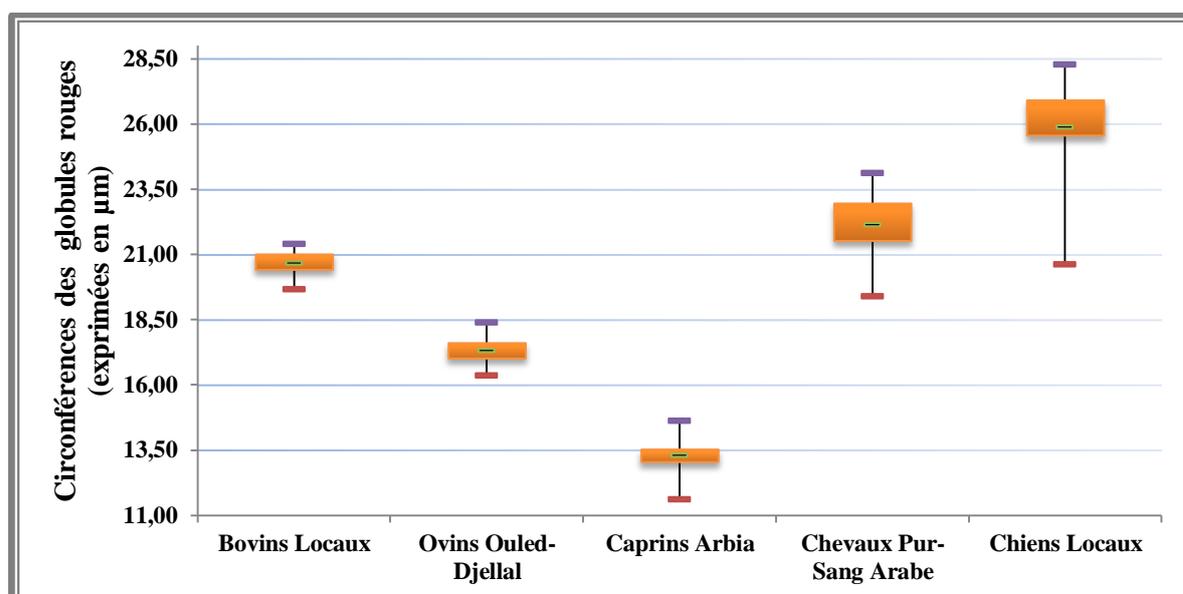


Figure N° 4.12. Boîtes à moustaches représentant l'influence de la circonférence des globules rouges sur la détermination de l'espèce des animaux domestiques (Femelles adultes, N = 15).

Chez les femelles adultes, à partir des résultats de la figure N° 4.12. nous pouvons constater que les érythrocytes des chiens locaux sont plus gros ($25,88 \pm 1,92$) que chez les chevaux Pur-Sang Arabe ($22,13 \pm 1,19$), les bovins locaux ($20,65 \pm 0,55$) et les ovins de la race Ouled-Djellal ($17,31 \pm 0,53$) ; cependant, les érythrocytes les plus petits sont ceux des caprins de la race Arbia ($13,29 \pm 0,65$) ; ces différences sont statistiquement très significatives.

II.1.1.3. Influence de la surface des globules rouges :

Les variations relatives à l'influence de la surface des globules rouges sur la détermination de l'espèce sont résumées dans le tableau N° 4.3., elles sont encore illustrées dans les figures N° 4.13., 4.14. et 4.15.

Tableau N° 4.3. Influence de la surface des globules rouges sur la détermination de l'espèce des animaux domestiques (exprimées en μm^2).

Espèces Sujets	Bovins locaux	Ovins Ouled-Djellal	Caprins Arbia	Chevaux Pur-Sang Arabe	Chiens locaux
Globale (N = 30)	$22,56 \pm 2,49$	$16,38 \pm 1,26$	$9,50 \pm 0,96$	$27,93 \pm 3,24$	$38,83 \pm 4,30$
Mâles adultes (N = 15)	$20,66 \pm 1,83$	$15,69 \pm 1,03$	$9,15 \pm 0,96$	$28,39 \pm 3,71$	$38,08 \pm 2,90$
Femelles adultes (N = 15)	$24,47 \pm 1,30$	$17,08 \pm 1,09$	$9,84 \pm 0,86$	$27,47 \pm 2,74$	$39,57 \pm 5,35$

Comme pour les deux premiers paramètres, nous notons que la surface des érythrocytes, présente également des valeurs plus grandes chez les chiens, alors que les valeurs les plus basses sont enregistrées chez les caprins ; il est à noter que toutes les différences existantes sont statistiquement très hautement significatives ($p < 0,001$).

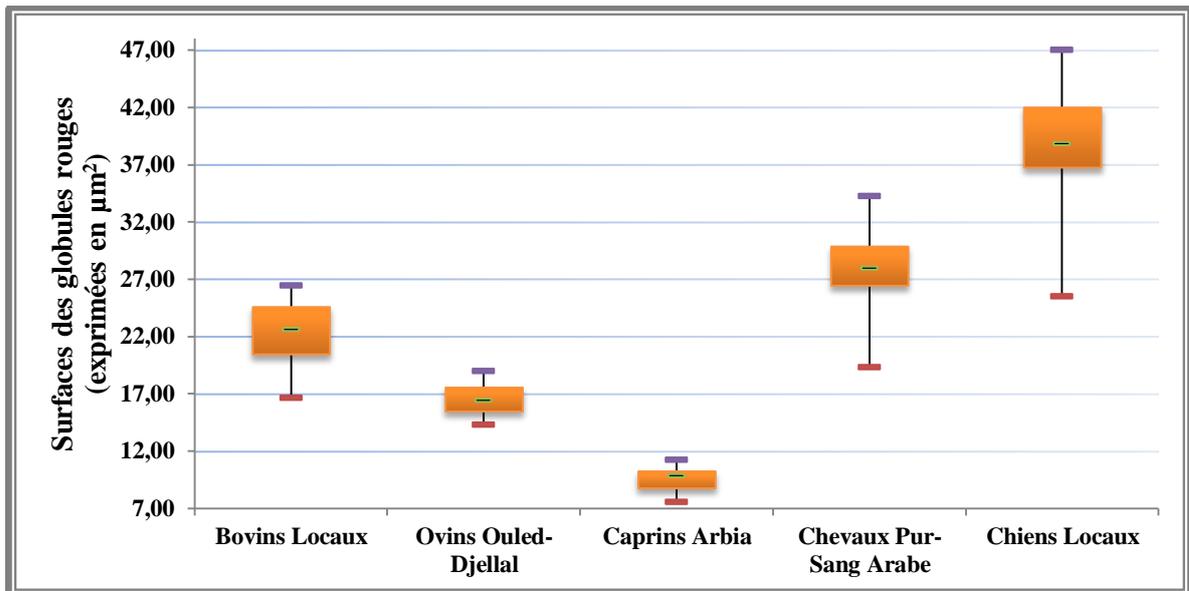


Figure N° 4.13. Boîtes à moustaches représentant l'influence de la surface des globules rouges sur la détermination de l'espèce des animaux domestiques (Globale, N = 30).

La distribution des différents groupes enregistrée dans la figure N° 4.13., relève un effet très marqué de la surface des érythrocytes ; ce paramètre montre des valeurs très élevées pour les chiens ($38,83 \pm 4,30$), ensuite les chevaux ($27,93 \pm 3,24$), puis les bovins et après les ovins avec respectivement ($22,56 \pm 2,49$) et ($16,38 \pm 1,26$) ; alors que les valeurs les très basses sont celles des caprins ($9,50 \pm 0,96$).

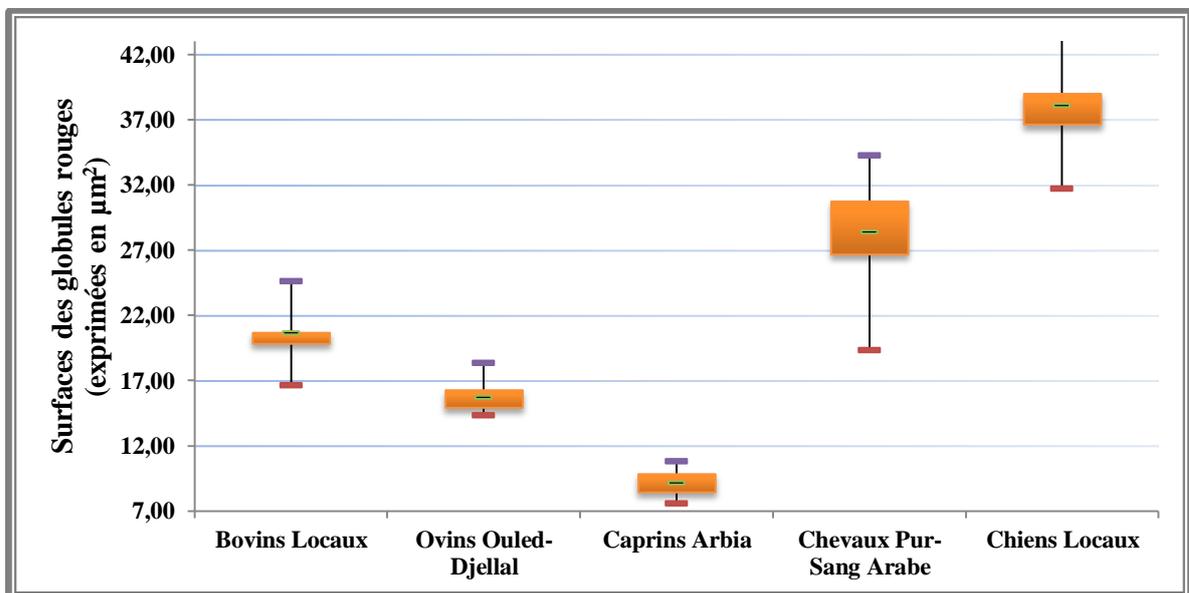


Figure N° 4.14. Boîtes à moustaches représentant l'influence de la surface des globules rouges sur la détermination de l'espèce des animaux domestiques (Mâles adultes, N = 15).

De l'observation des données du graphique N° 4.14., nous relevons principalement que chez les mâles adultes, la surface des hématies prend des valeurs plus élevées chez les chiens locaux ($38,08 \pm 2,90$) ; en effet, les valeurs les plus faibles de ce paramètre sont remarquées chez les caprins locaux ($9,15 \pm 0,96$).

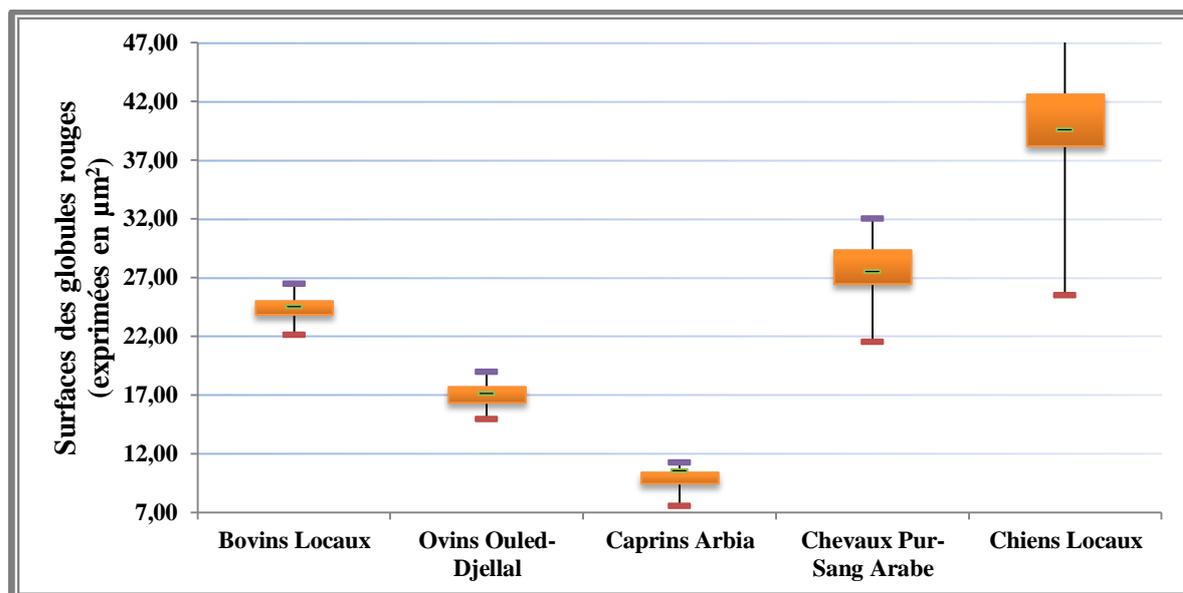


Figure N° 4.15. Boîtes à moustaches représentant l'influence de la surface des globules rouges sur la détermination de l'espèce des animaux domestiques (Femelles adultes, N = 15).

Chez les femelles adultes, l'analyse de la figure N° 4.15. permet de montrer des différences similaires et identiques que celles constatées et décrites dans les graphiques précédents, avec un avantage pour les chiens ($39,57 \pm 5,35$) par rapport aux autres espèces.

II.1.2. Deuxième groupe :

Nous allons comparer maintenant les valeurs observées chez :

- Les bovins issus de croisement.
- Les ovins locaux Hamra.
- Les caprins de la race locale Arbia.
- Les chevaux Pur-Sang Anglais.
- Les chiens Berger Allemand.

II.1.2.1. Influence du diamètre des globules rouges :

Tableau N° 4.4. Influence du diamètre des globules rouges sur la détermination de l'espèce des animaux domestiques (exprimés en μm).

Espèces Sujets	Bovins de Croisement	Ovins Hamra	Caprins Arbia	Chevaux Pur- Sang Anglais	Chiens Berger Allemand
Globale (N = 30)	$5,02 \pm 0,14$	$4,38 \pm 0,13$	$3,39 \pm 0,12$	$5,76 \pm 0,18$	$6,92 \pm 0,24$
Mâles adultes (N = 15)	$4,98 \pm 0,12$	$4,39 \pm 0,15$	$3,38 \pm 0,11$	$5,76 \pm 0,19$	$6,95 \pm 0,23$
Femelles adultes (N = 15)	$5,05 \pm 0,16$	$4,37 \pm 0,12$	$3,40 \pm 0,13$	$5,75 \pm 0,18$	$6,88 \pm 0,26$

Les résultats exprimés dans le tableau N° 4.4. montrent l'influence du diamètre des hématies sur la détermination de l'espèce, qui sont significativement plus grosses chez les chiens suivies respectivement par celles des chevaux, des bovins, les ovins et enfin les caprins (analyse par les tests T et ANOVA, $p < 0,001$) ; ces résultats sont encore bien illustrés dans les figures N° 4.16., 4.17. et 4.18.

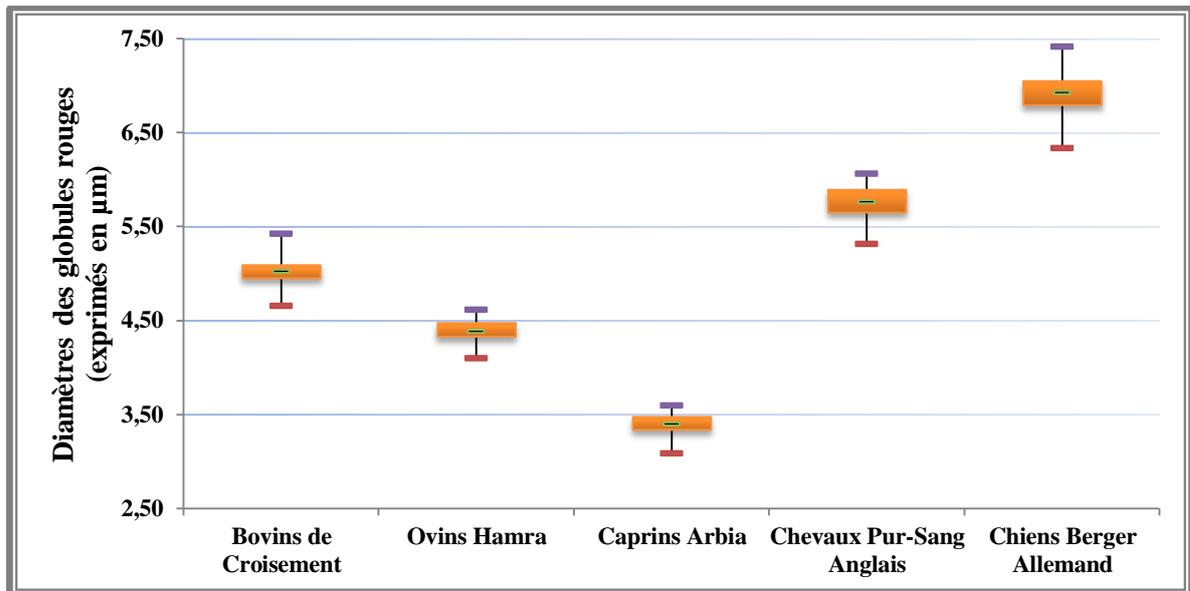


Figure N° 4.16. Boîtes à moustaches représentant l'influence du diamètre des globules rouges sur la détermination de l'espèce des animaux domestiques (Globale, N = 30).

La figure N° 4.16. indique que le diamètre des globules rouges du groupe des chiens Berger Allemand est sensiblement le plus élevé ($6,92 \pm 0,24$), suivi par les groupes des chevaux Pur-Sang Anglais ($5,76 \pm 0,18$), bovins de croisement ($5,02 \pm 0,14$), ovins du type Hamra ($4,38 \pm 0,13$) et finalement par le groupe des caprins Arbia ($3,39 \pm 0,12$). Les différentes boîtes ne se chevauchent pas, ce qui tend à indiquer une différence significative entre les différentes espèces.

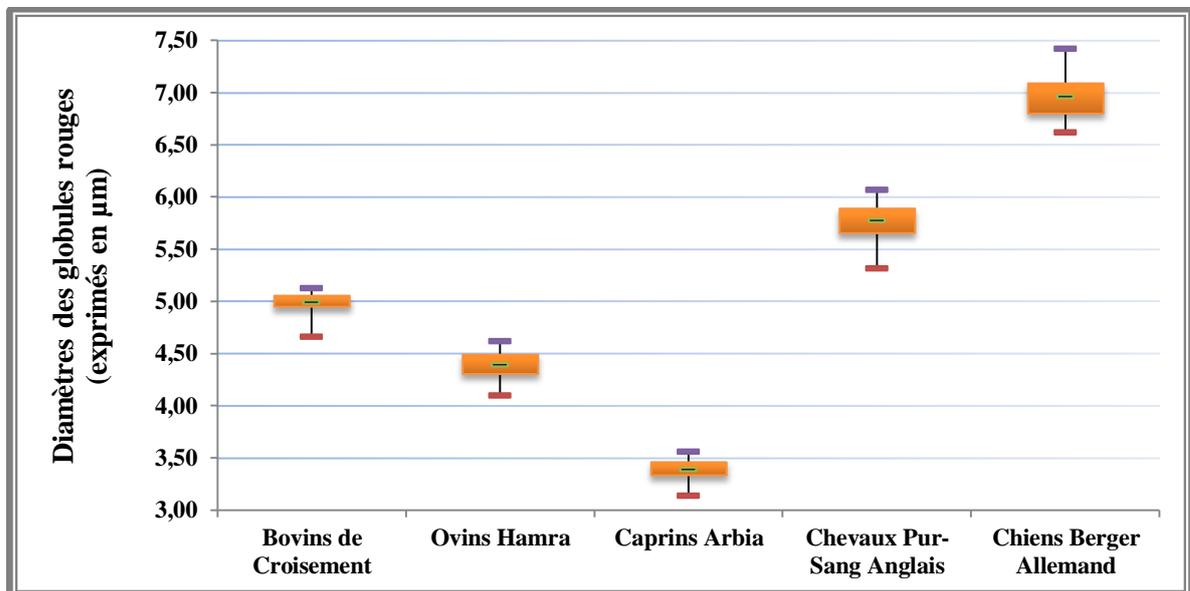


Figure N° 4.17. Boîtes à moustaches représentant l'influence du diamètre des globules rouges sur la détermination de l'espèce des animaux domestiques (Mâles adultes, N = 15).

Chez les mâles adultes, nous observons dans la figure N° 4.17. que la taille des hématies des chiens Berger Allemand est nettement la plus supérieure ($6,95 \pm 0,23$), suivie toujours par celles des chevaux Pur-Sang Anglais, les bovins de croisement et les ovins Hamra avec respectivement ($5,76 \pm 0,19$), ($4,98 \pm 0,12$) et ($4,39 \pm 0,15$) ; la taille la plus inférieure est observée chez les caprins de la race Arbia ($3,38 \pm 0,11$) ; on note également l'absence de chevauchement entre les cinq groupes, ce qui confirme les différences significatives.

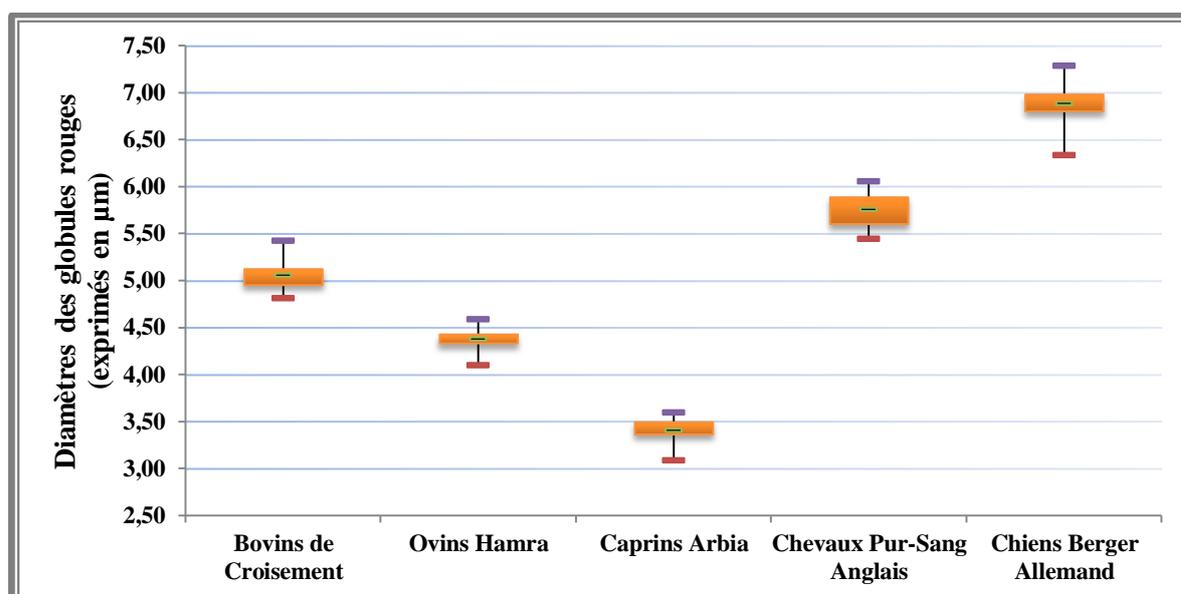


Figure N° 4.18. Boîtes à moustaches représentant l'influence du diamètre des globules rouges sur la détermination de l'espèce des animaux domestiques (Femelles adultes, N = 15).

Comme les mâles adultes, les mêmes variations sont rencontrées dans la figure N° 4.18. et concernent l'influence du diamètre des globules rouges sur la détermination de l'espèce chez les femelles adultes.

II.1.2.2. Influence de la circonférence des globules rouges :

Dans le tableau N° 4.5. et les figures N° 4.19., 4.20. et 4.21. sont présentés les résultats relatifs à l'influence de la circonférence des globules rouges sur la détermination de l'espèce chez les animaux domestiques.

Tableau N° 4.5. Influence de la circonférence des globules rouges sur la détermination de l'espèce des animaux domestiques (exprimées en µm).

Espèces Sujets	Bovins de Croisement	Ovins Hamra	Caprins Arbia	Chevaux Pur- Sang Anglais	Chiens Berger Allemand
Globale (N = 30)	18,57 ± 0,69	16,89 ± 0,72	12,94 ± 0,72	22,14 ± 0,84	25,61 ± 0,95
Mâles adultes (N = 15)	18,19 ± 0,39	16,70 ± 0,59	12,58 ± 0,62	22,54 ± 0,72	25,89 ± 0,85
Femelles adultes (N = 15)	18,95 ± 0,72	17,08 ± 0,81	13,29 ± 0,65	21,74 ± 0,78	25,33 ± 0,99

Après comparaison des moyennes en utilisant les deux tests analytiques T de STUDENT et l'ANOVA, il ressort globalement qu'il existe des différences très hautement significatives entre les différentes espèces avec toujours un avantage pour les chiens par rapport aux autres animaux ($p < 0,001$).

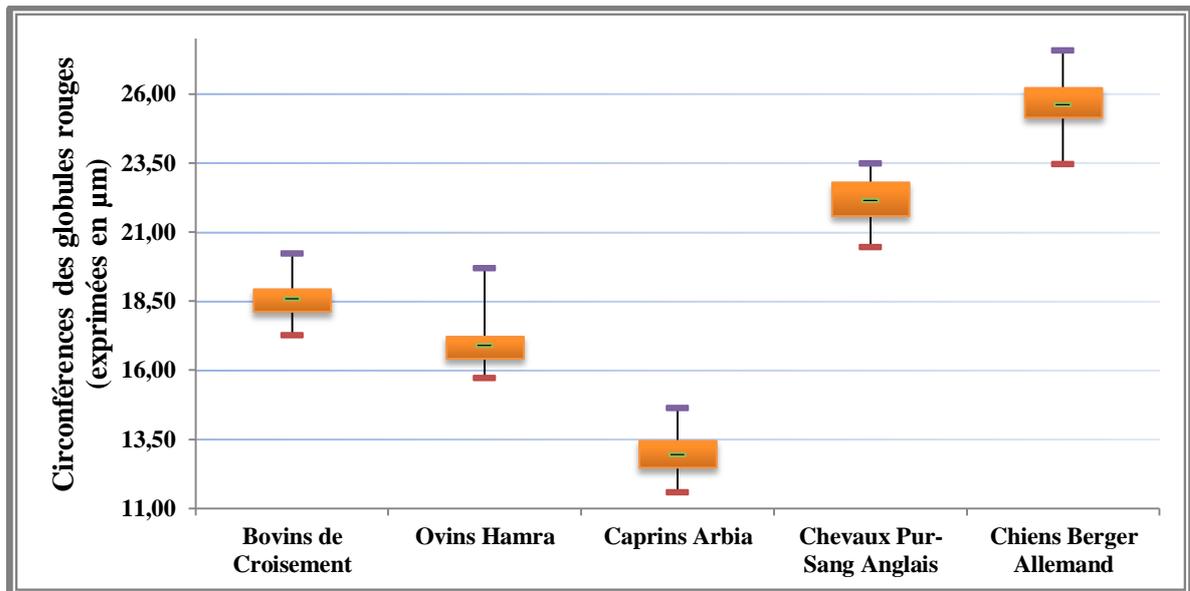


Figure N° 4.19. Boîtes à moustaches représentant l'influence de la circonférence des globules rouges sur la détermination de l'espèce des animaux domestiques (Globale, N = 30).

De l'observation des données de la figure N° 4.19., il s'avère que les différences sont très accusées entre les différents lots (pas de chevauchement entre les boîtes), la valeur la plus haute est enregistrée chez les chiens Berger Allemand ($25,61 \pm 0,95$), puis successivement chez les Pur-Sang Anglais ($22,14 \pm 0,84$), les bovins mixtes ($18,57 \pm 0,69$) et les ovins du type Hamra ($16,89 \pm 0,72$), alors que les caprins locaux de la race Arbia présentent toujours la valeur la plus faible ($12,94 \pm 0,72$).

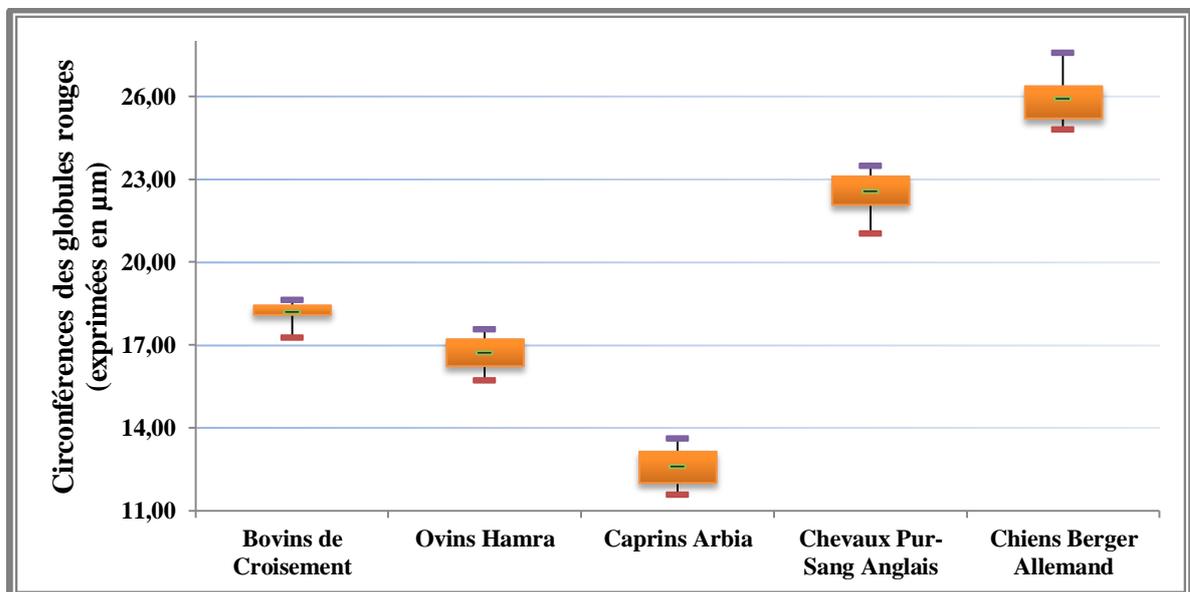


Figure N° 4.20. Boîtes à moustaches représentant l'influence de la circonférence des globules rouges sur la détermination de l'espèce des animaux domestiques (Mâles adultes, N = 15).

Nous relevons également dans le graphique N° 4.20., que chez les mâles adultes, la circonférence maximale est observée chez les chiens ($25,89 \pm 0,85$), tandis que la circonférence minimale est notée chez les caprins de la race Arbia ($12,58 \pm 0,62$). De plus, nous remarquons qu'il n'y a pas de chevauchement entre les cinq boîtes, ce qui montre clairement que ces différences sont significatives.

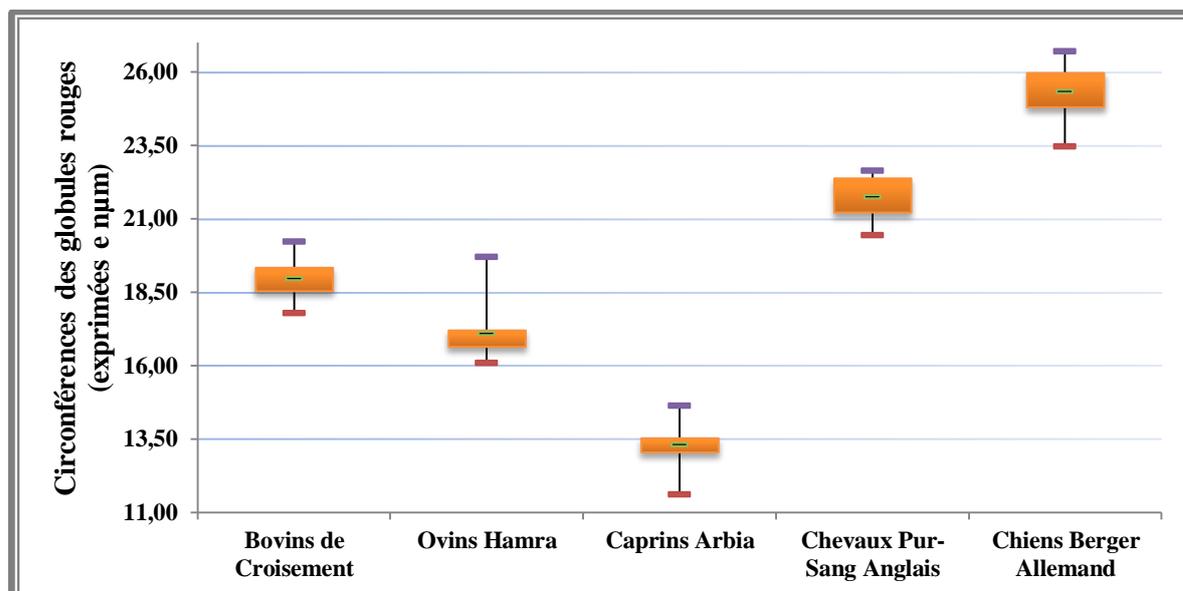


Figure N° 4.21. Boîtes à moustaches représentant l'influence de la circonférence des globules rouges sur la détermination de l'espèce des animaux domestiques (Femelles adultes, N = 15).

Chez les femelles adultes, à partir des résultats de la figure N° 4.21. nous pouvons constater que les érythrocytes des chiens Berger Allemand sont plus gros ($25,33 \pm 0,99$) que chez les chevaux de la race Pur-Sang Anglais ($21,74 \pm 0,78$), les bovins issus de croisement ($18,95 \pm 0,72$) et les ovins de la race Hamra ($17,08 \pm 0,81$) ; cependant, les érythrocytes les plus petits sont ceux des caprins de la race Arbia ($13,29 \pm 0,65$) ; ces différences sont statistiquement très significatives.

II.1.2.3. Influence de la surface des globules rouges :

Les variations relatives à l'influence de la surface des globules rouges sur la détermination de l'espèce sont résumées dans le tableau N° 4.6., elles sont encore illustrées dans les figures N° 4.22., 4.23. et 4.24.

Tableau N° 4.6. Influence de la surface des globules rouges sur la détermination de l'espèce des animaux domestiques (exprimées en μm^2).

Espèces Sujets	Bovins de Croisement	Ovins Hamra	Caprins Arbia	Chevaux Pur-Sang Anglais	Chiens Berger Allemand
Globale (N = 30)	$20,45 \pm 1,30$	$16,49 \pm 0,97$	$9,50 \pm 0,96$	$27,47 \pm 2,05$	$38,51 \pm 3,05$
Mâles adultes (N = 15)	$20,34 \pm 0,98$	$16,50 \pm 1,16$	$9,15 \pm 0,96$	$28,29 \pm 1,81$	$39,04 \pm 2,98$
Femelles adultes (N = 15)	$20,56 \pm 1,58$	$16,48 \pm 0,77$	$9,84 \pm 0,86$	$26,65 \pm 2,00$	$37,98 \pm 3,14$

Comme pour les deux premiers paramètres, nous notons que la surface des érythrocytes, présente également des valeurs plus grandes chez les chiens, alors que les valeurs les plus basses sont enregistrées chez les caprins ; il est à noter que toutes les différences existantes sont statistiquement très hautement significatives ($p < 0,001$).

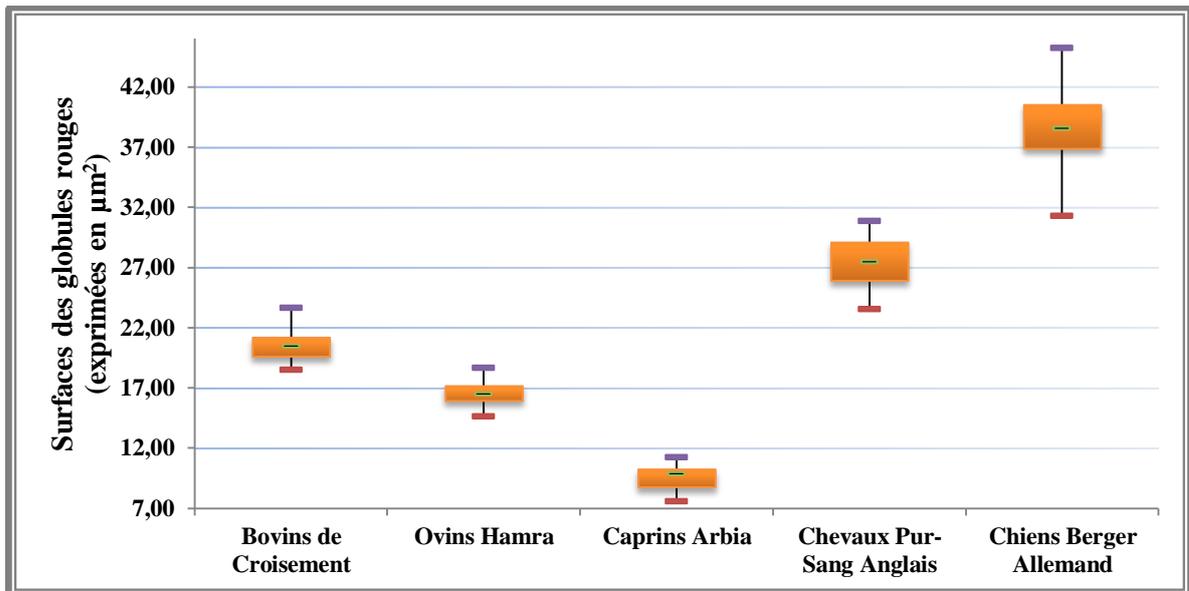


Figure N° 4.22. Boîtes à moustaches représentant l'influence de la surface des globules rouges sur la détermination de l'espèce des animaux domestiques (Globale, N = 30).

La distribution des différents groupes enregistrée dans la figure N° 4.22., relève un effet très marqué de la surface des érythrocytes ; ce paramètre montre des valeurs très élevées pour les chiens ($38,51 \pm 3,05$), ensuite les chevaux ($27,47 \pm 2,05$), puis les bovins et après les ovins avec respectivement ($20,45 \pm 1,30$) et ($16,49 \pm 0,97$) ; alors que les valeurs les très basses sont celles des caprins ($9,50 \pm 0,96$).

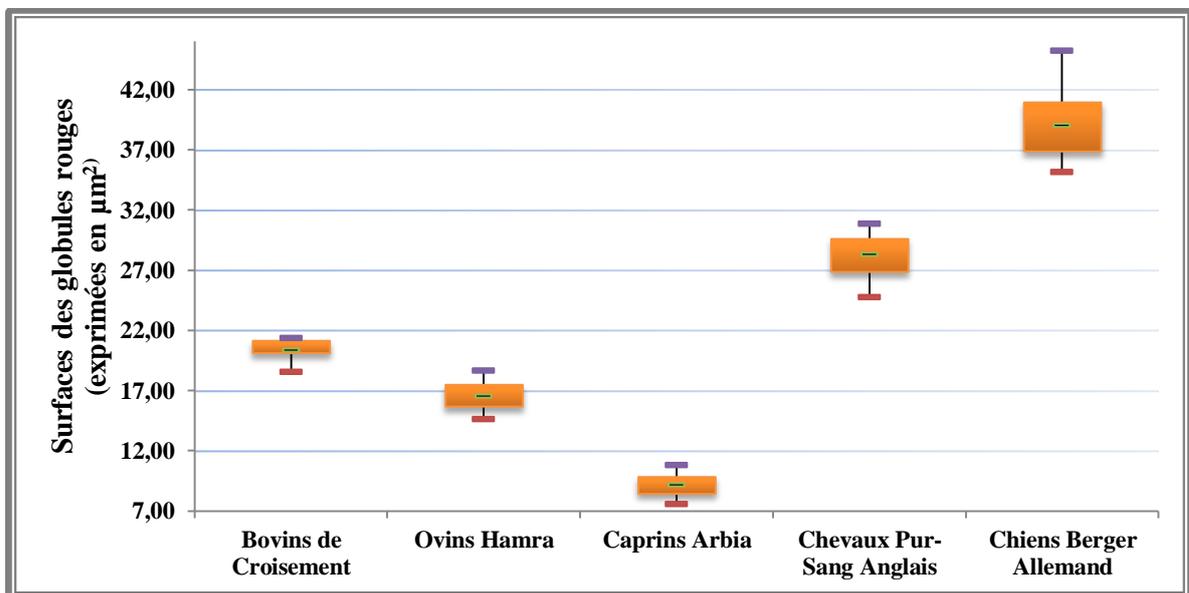


Figure N° 4.23. Boîtes à moustaches représentant l'influence de la surface des globules rouges sur la détermination de l'espèce des animaux domestiques (Mâles adultes, N = 15).

De l'observation des données du graphique N° 4.23., nous relevons principalement que chez les mâles adultes, la surface des hématies prend des valeurs plus élevées chez les chiens locaux ($39,04 \pm 2,98$) ; en effet, les valeurs les plus faibles de ce paramètre sont remarquées chez les caprins locaux ($9,15 \pm 0,96$).

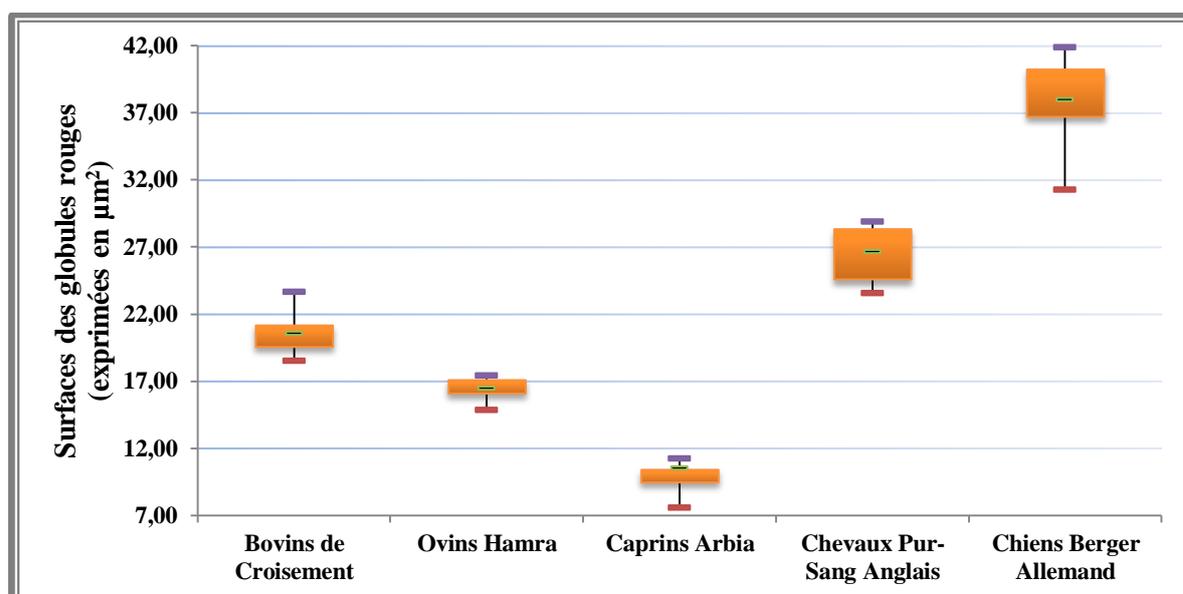


Figure N° 4.24. Boîtes à moustaches représentant l'influence de la surface des globules rouges sur la détermination de l'espèce des animaux domestiques (Femelles adultes, N = 15).

Chez les femelles adultes, l'analyse de la figure N° 4.15. permet de montrer des différences similaires et identiques que celles constatées et décrites dans les graphiques précédents, avec un avantage pour les chiens Berger Allemand ($37,98 \pm 3,14$) par rapport aux autres espèces.

II.2. Étude de l'influence de la morphométrie des globules rouges sur la détermination de la race des animaux domestiques :

II.2.1. Influence de la morphométrie des globules rouges sur la détermination de la race chez les bovins :

II.2.1.1. Influence du diamètre des globules rouges :

Les résultats relatifs à l'influence du diamètre des globules rouges sur la détermination de la race chez les bovins sont répertoriés dans le tableau N° 4.7., de même ils sont présentés dans les figures N° 4.25., 4.26. et 4.27.

Tableau N° 4.7. Influence du diamètre des globules rouges sur la détermination de la race chez les bovins (exprimés en μm).

Sujets \ Races	R.L.	R.C.	R.P.H.P.N.	R.P.H.P.R.	R.M.	R.B.A.
Globale (N = 30)	$5,12 \pm 0,20$	$5,02 \pm 0,14$	$4,82 \pm 0,21$	$4,71 \pm 0,26$	$4,81 \pm 0,18$	//
Mâles adultes (N = 15)	$5,00 \pm 0,22$	$4,98 \pm 0,12$	$4,68 \pm 0,16$	$4,61 \pm 0,16$	$4,82 \pm 0,16$	//
Femelles adultes (N = 15)	$5,23 \pm 0,10$	$5,05 \pm 0,16$	$4,96 \pm 0,16$	$4,82 \pm 0,30$	$4,79 \pm 0,21$	$5,32 \pm 0,19$

(R.L. : Race Locale ; R.C. : Race de Croisement ; R.P.H.P.N. : Race Prim'Holstein Pie-Noire ; R.P.H.P.R. : Race Prim'Holstein Pie-Rouge ; R.M. : Race Montbéliarde ; R.B.A. : Race Brune des Alpes)

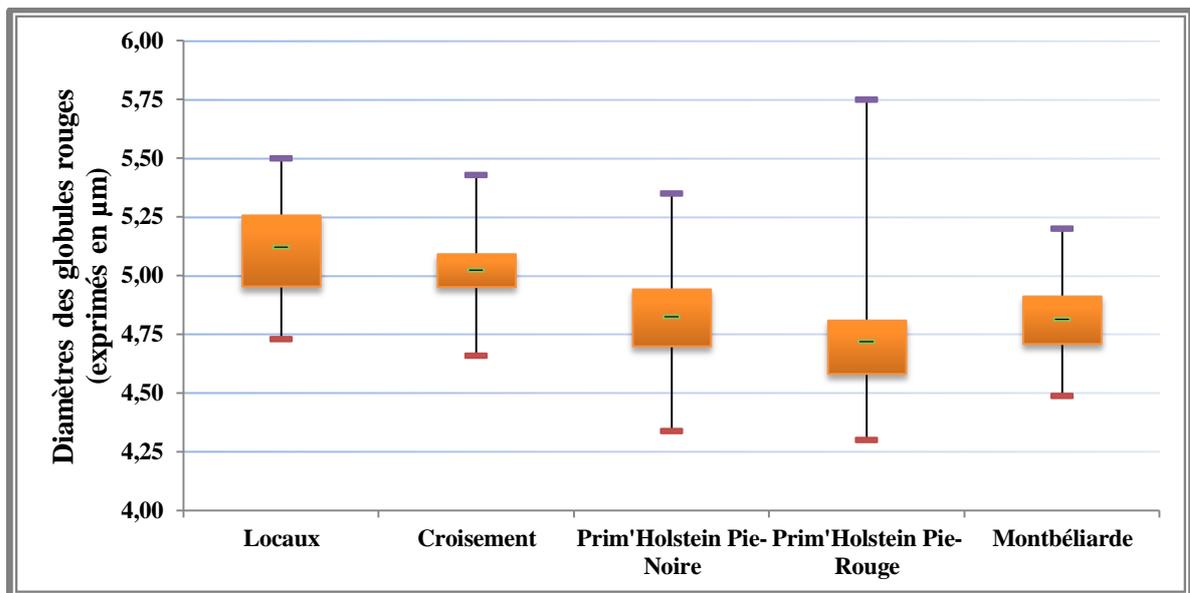


Figure N° 4.25. Boîtes à moustaches représentant l'influence du diamètre des globules rouges sur la détermination de la race chez les bovins (Globale, N = 30).

D'après les résultats illustrés dans la figure N° 4.25., nous avons constaté que les globules rouges sont significativement plus gros (avec $p < 0,001$ par le test T) chez les bovins locaux ($5,12 \pm 0,20$) et de croisement ($5,02 \pm 0,14$) que chez les races importées Prim'Holstein Pie-Noire ($4,82 \pm 0,21$), Prim'Holstein Pie-Rouge ($4,71 \pm 0,26$) et la montbéliarde ($4,81 \pm 0,18$).

Cependant, il n'y a pas de différence significative (les boîtes ne se chevauchent pas), lors de la comparaison des hématies des bovins locaux avec celles des bovins de croisement ; et également lors de la comparaison des hématies entre les trois races importées Pie-Noire, Pie-Rouge et la montbéliarde.

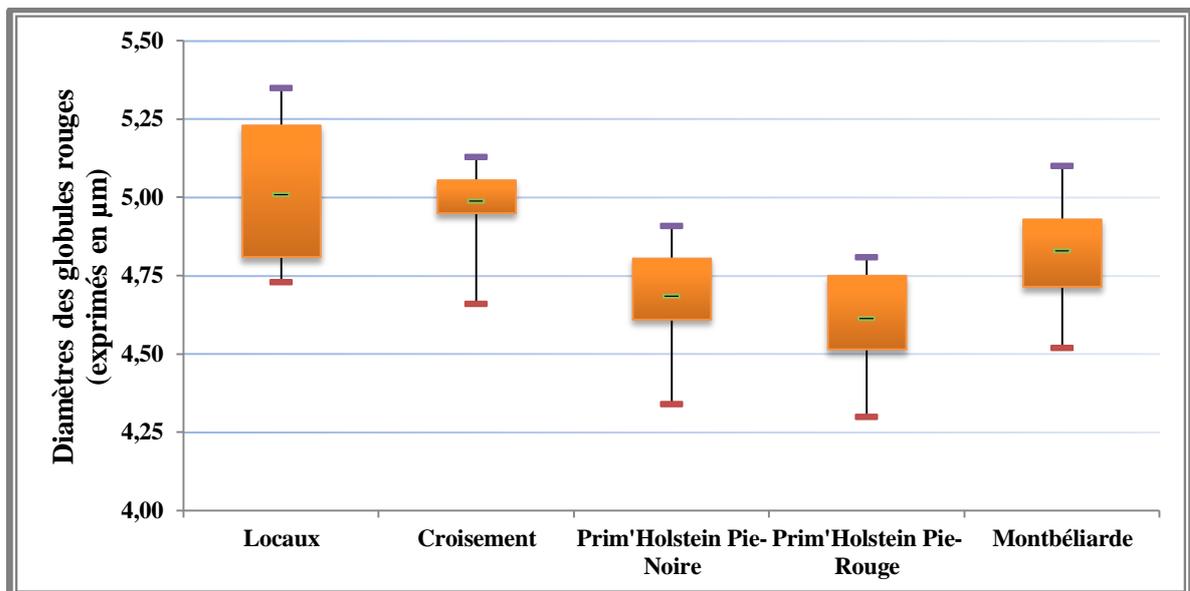


Figure N° 4.26. Boîtes à moustaches représentant l'influence du diamètre des globules rouges sur la détermination de la race chez les bovins (Mâles adultes, N = 15).

L'étude de la figure N° 4.26. relative à l'influence de la taille des hématies sur la détermination de la race uniquement chez les bovins mâles adultes, permet d'apporter les mêmes données déjà observées dans la figure précédente.

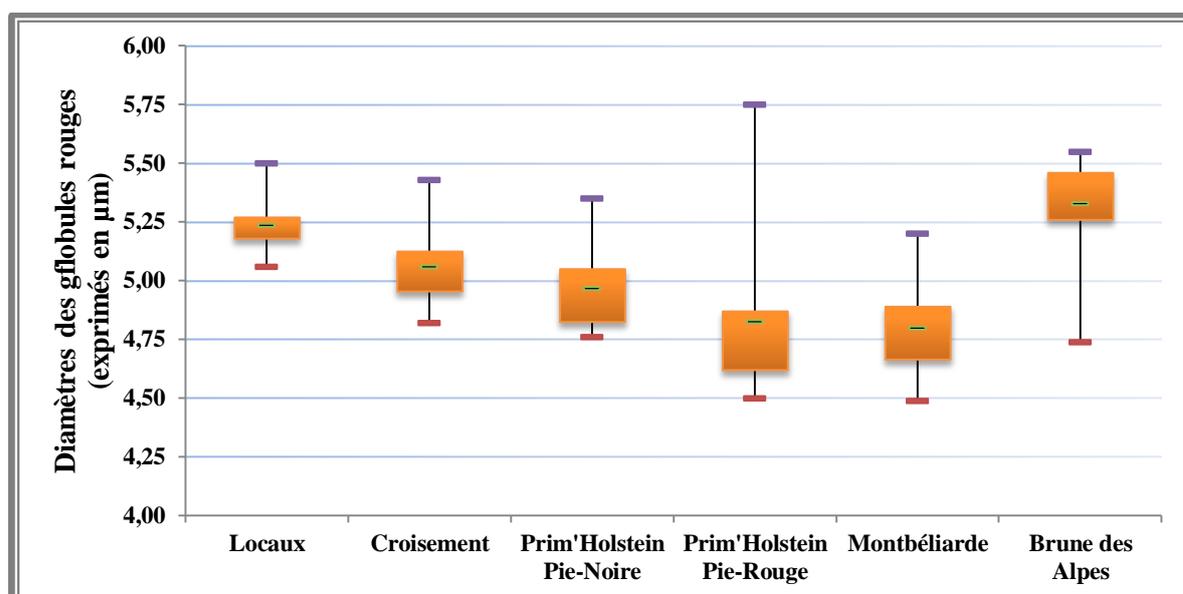


Figure N° 4.27. Boîtes à moustaches représentant l'influence du diamètre des globules rouges sur la détermination de la race chez les bovins (Femelles adultes, N = 15).

Chez les bovins femelles adultes, on retrouve dans le graphique N° 4.27., qu'il n'y a pas de différence significative (avec absence de chevauchement entre les boîtes) d'un côté entre la race locale Brune de l'Atlas ($5,23 \pm 0,10$) et la race importée Brune des Alpes ($5,32 \pm 0,19$) ; et d'un autre côté entre les bovins de croisement ($5,05 \pm 0,16$), Holstein noire ($4,96 \pm 0,16$), Holstein rouge ($4,82 \pm 0,30$) et la montbéliarde ($4,79 \pm 0,21$).

Cependant, les hématies des races locale et Brune des Alpes sont plus grosses que celles des autres races ; en utilisant le test T de STUDENT, il semble que cette différence est très hautement significative ($p < 0,001$).

II.2.1.2. Influence de la circonférence des globules rouges :

Le tableau N° 4.8. et les boîtes à moustaches des figures N° 4.28., 4.29. et 4.30., représentent bien l'influence de la circonférence des globules rouges sur la détermination de la race chez les bovins.

Tableau N° 4.8. Influence de la circonférence des globules rouges sur la détermination de la race chez les bovins (exprimées en µm).

Races Sujets	R.L.	R.C.	R.P.H.P.N.	R.P.H.P.R.	R.M.	R.B.A.
Globale (N = 30)	$19,40 \pm 1,51$	$18,57 \pm 0,69$	$19,50 \pm 1,15$	$18,90 \pm 0,94$	$19,55 \pm 0,81$	//
Mâles adultes (N = 15)	$18,15 \pm 1,06$	$18,19 \pm 0,39$	$19,09 \pm 1,14$	$18,48 \pm 0,83$	$19,70 \pm 0,86$	//
Femelles adultes (N = 15)	$20,65 \pm 0,55$	$18,95 \pm 0,72$	$19,90 \pm 1,03$	$19,31 \pm 0,87$	$19,41 \pm 0,75$	$19,88 \pm 0,64$

(R.L. : Race Locale ; R.C. : Race de Croisement ; R.P.H.P.N. : Race Prim'Holstein Pie-Noire ; R.P.H.P.R. : Race Prim'Holstein Pie-Rouge ; R.M. : Race Montbéliarde ; R.B.A. : Race Brune des Alpes)

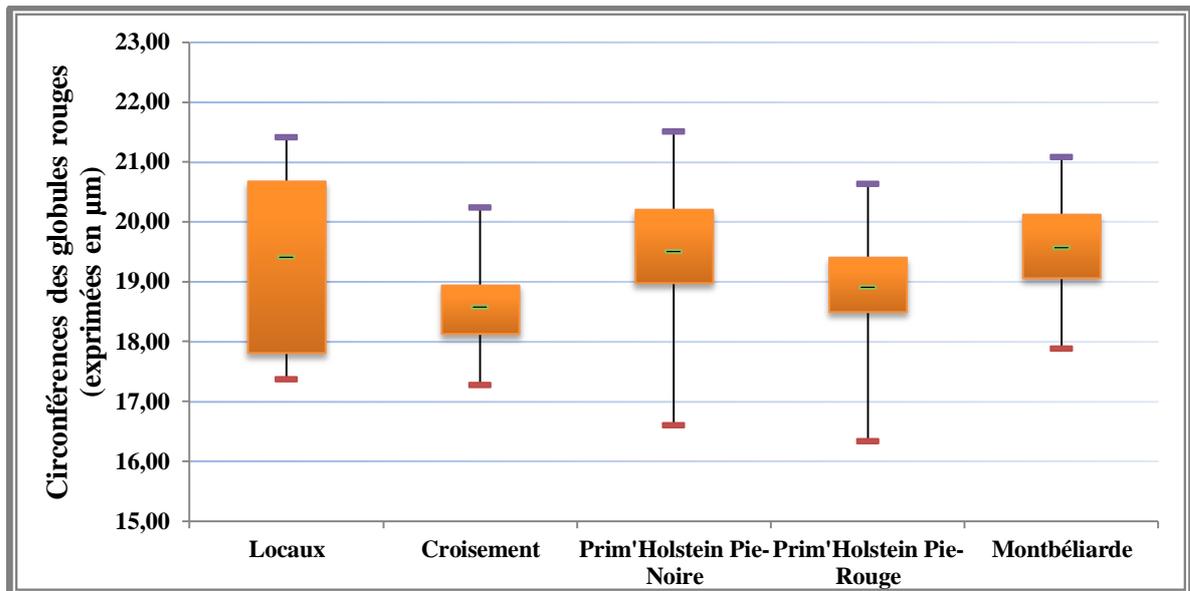


Figure N° 4.28. Boîtes à moustaches représentant l'influence de la circonférence des globules rouges sur la détermination de la race chez les bovins (Globale, N = 30).

Globalement, on peut remarquer dans la figure N° 4.28., que les valeurs de la circonférence des hématies chez les bovins issus de croisement sont plus petites ($18,57 \pm 0,69$) que chez les bovins des races Prim'Holstein Pie-Noire ($19,50 \pm 1,15$) et montbéliarde ($19,55 \pm 0,81$) ; ces différences sont statistiquement très significatives ($p < 0,001$). Pour le reste des résultats obtenus, on n'a pas mis en évidence une influence notable de ce paramètre entre les différents groupes.

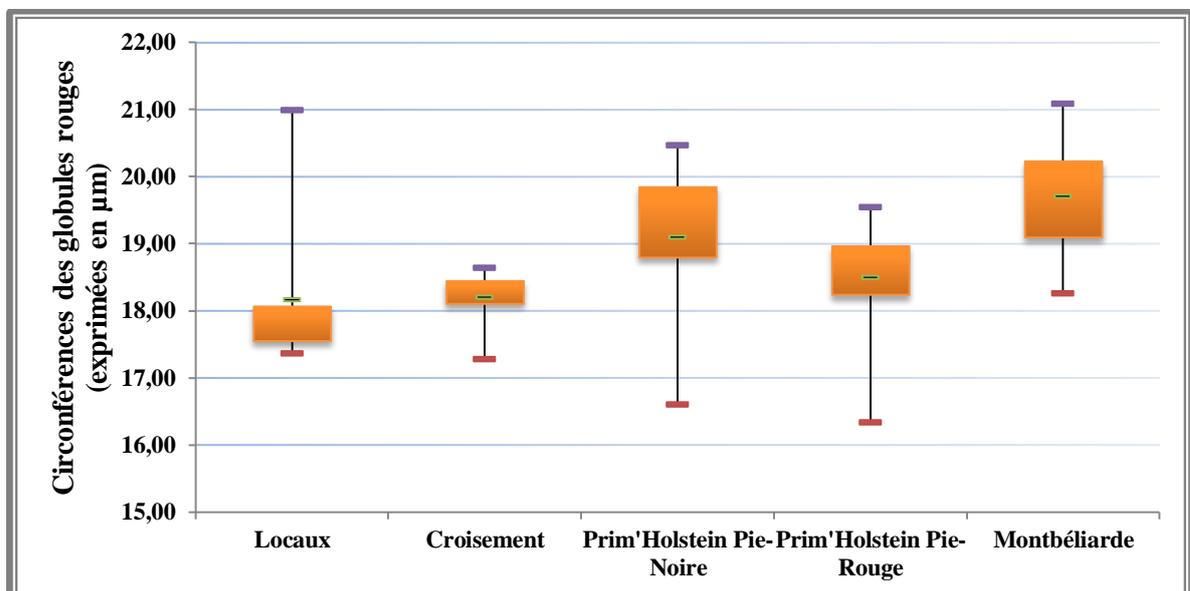


Figure N° 4.29. Boîtes à moustaches représentant l'influence de la circonférence des globules rouges sur la détermination de la race chez les bovins (Mâles adultes, N = 15).

Chez les mâles adultes, lorsqu'on compare les boîtes de la figure N° 4.29., on constate que les hématies sont plus grosses chez les deux races Prim'Holstein Pie-Noire ($19,70 \pm 0,86$) et montbéliarde ($19,70 \pm 0,86$) par rapport aux bovins locaux ($18,15 \pm 1,06$), de croisement ($18,19 \pm 0,39$) et Prim'Holstein Pie-Rouge ($18,48 \pm 0,83$). Ces différences sont très hautement significatives ($p < 0,001$) ; il est à noter l'absence de différence entre le groupe de la Pie-Noire et la Montbéliarde ; et de même entre les trois races locale, mixte et la Pie-Rouge.

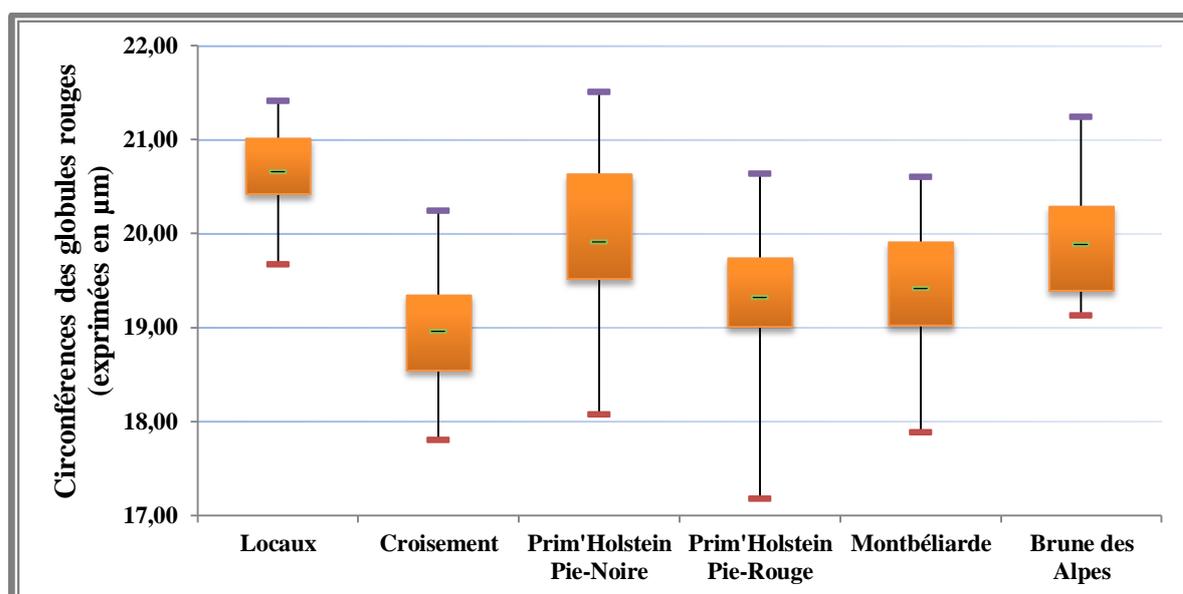


Figure N° 4.30. Boîtes à moustaches représentant l'influence de la circonférence des globules rouges sur la détermination de la race chez les bovins (Femelles adultes, N = 15).

Dans la figure N° 4.30., on observe chez les femelles adultes, que la circonférence des érythrocytes présente des valeurs plus élevées chez la race locale ($20,65 \pm 0,55$) ; alors que des valeurs plus basses sont signalées chez la race mixte ($18,95 \pm 0,72$).

Dans le même contexte, le test T a révélé des différences très hautement significatives (avec $p < 0,001$) lors de la comparaison des globules rouges de la race locale avec les races de croisement, Prim'Holstein Pie-Rouge, Montbéliarde et la Brune des Alpes ; et aussi entre les bovins issus de croisement avec les races Prim'Holstein Pie-Noire et la Brune des Alpes.

II.2.1.3. Influence de la surface des globules rouges :

Le tableau N° 4.9. rassemble les résultats relatifs à l'influence de la surface des érythrocytes sur la détermination de la race chez les bovins, de plus les figures N° 4.31., 4.32. et 4.33. montrent bien ces variations.

Tableau N° 4.9. Influence de la surface des globules rouges sur la détermination de la race chez les bovins (exprimées en μm^2).

Races Sujets	R.L.	R.C.	R.P.H.P.N.	R.P.H.P.R.	R.M.	R.B.A.
Globale (N = 30)	$22,56 \pm 2,49$	$20,45 \pm 1,30$	$22,11 \pm 2,62$	$20,03 \pm 1,89$	$22,03 \pm 1,65$	//
Mâles adultes (N = 15)	$20,66 \pm 1,83$	$20,34 \pm 0,98$	$21,18 \pm 2,28$	$19,28 \pm 1,71$	$22,18 \pm 1,76$	//
Femelles adultes (N = 15)	$24,47 \pm 1,30$	$20,56 \pm 1,58$	$23,05 \pm 2,66$	$20,78 \pm 1,80$	$21,88 \pm 1,58$	$23,13 \pm 1,46$

(R.L. : Race Locale ; R.C. : Race de Croisement ; R.P.H.P.N. : Race Prim'Holstein Pie-Noire ; R.P.H.P.R. : Race Prim'Holstein Pie-Rouge ; R.M. : Race Montbéliarde ; R.B.A. : Race Brune des Alpes)

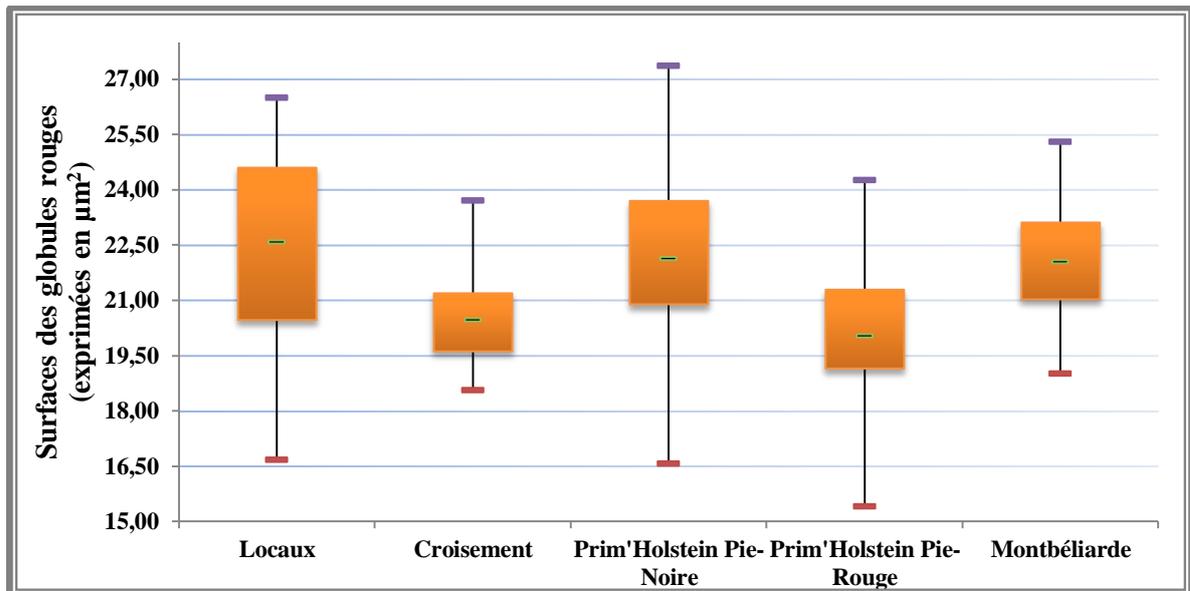


Figure N° 4.31. Boîtes à moustaches représentant l'influence de la surface des globules rouges sur la détermination de la race chez les bovins (Globale, N = 30).

Nous avons remarqué dans la figure N° 4.31., que les surfaces érythrocytaires sont plus petites chez les bovins importés Prim'Holstein Pie-Rouge ($20,03 \pm 1,89$) et de croisement ($20,45 \pm 1,30$) que chez les bovins locaux ($22,56 \pm 2,49$) et les deux autres races importées Prim'Holstein Pie-Noire ($19,50 \pm 1,15$) et montbéliarde ($19,55 \pm 0,81$) ; ces différences sont très significatives ($p < 0,001$). En effet, pour le reste des résultats obtenus, il ne semble pas y avoir une influence marquée de la surface des globules rouges, surtout entre la Holstein rouge et la race mixte, et aussi entre le type autochtone, la Holstein noire et la Montbéliarde.

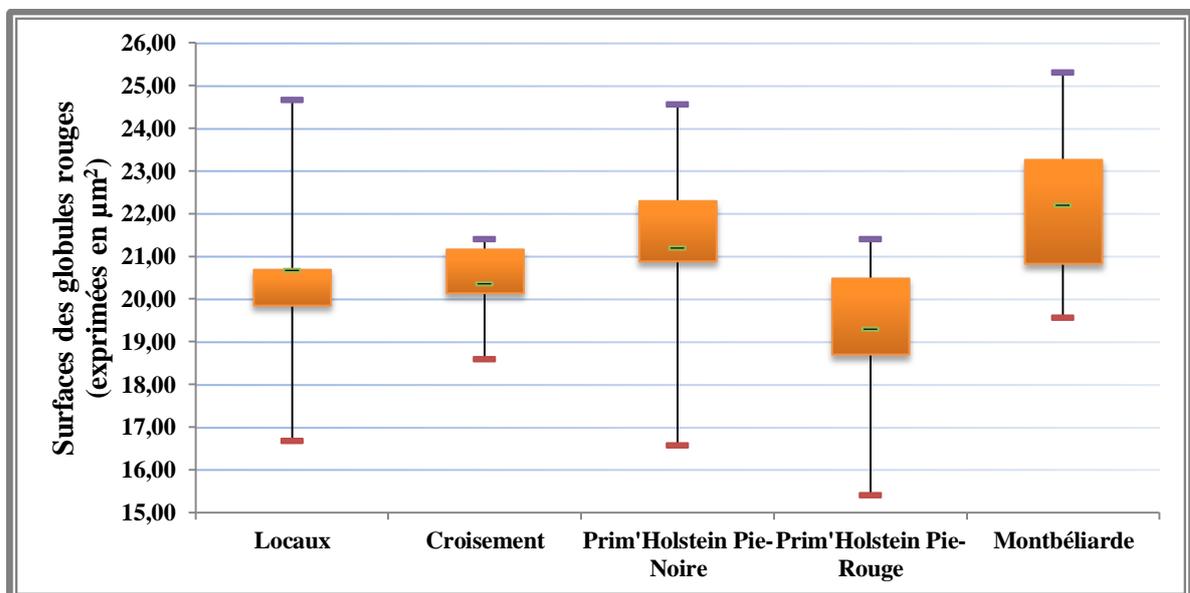


Figure N° 4.32. Boîtes à moustaches représentant l'influence de la surface des globules rouges sur la détermination de la race chez les bovins (Mâles adultes, N = 15).

Les résultats de la figure N° 4.32. montrent que chez les mâles adultes, la surface des hématies prend des valeurs significativement plus élevées ($p < 0,001$ confirmé par le test T) chez les deux races Holstein Pie-Noire ($21,18 \pm 2,28$) et montbéliarde ($22,18 \pm 1,76$) par rapport aux autres races ; cependant, les valeurs les plus faibles sont celles des bovins importés Holstein Pie-Rouge ($19,28 \pm 1,71$).

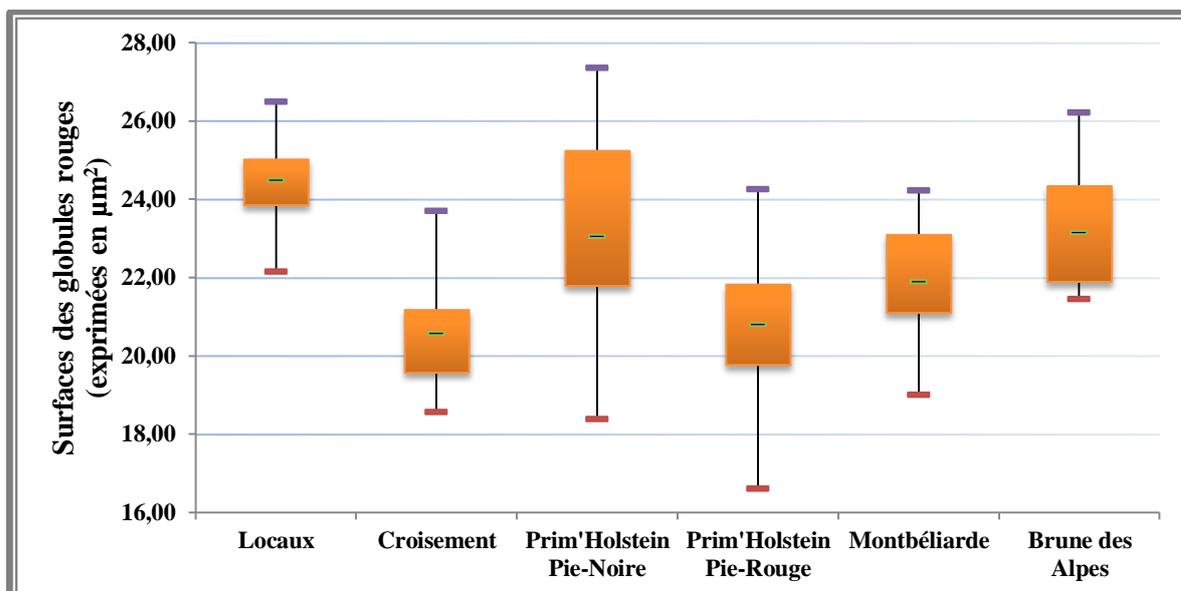


Figure N° 4.33. Boîtes à moustaches représentant l'influence de la surface des globules rouges sur la détermination de la race chez les bovins (Femelles adultes, N = 15).

L'observation de la distribution des différents groupes bovins dans la figure N° 4.33., fait apparaître que la surface des hématies est plus élevée chez les femelles de la race autochtone ($24,47 \pm 1,30$) ; tandis que la surface la plus basse est celle relevée chez les femelles de la race croisée ($20,56 \pm 1,58$) et la race importée Prim'Holstein Pie-Rouge ($20,78 \pm 1,80$).

II.2.2. Influence de la morphométrie des globules rouges sur la détermination de la race chez les ovins :

Tableau N° 4.10. Influence du diamètre, de la circonférence et de la surface des globules rouges sur la détermination de la race chez les ovins.

Paramètres		Races		
		Ouled-Djellal	Hamra	
Diamètre (exprimé en μm)	Globale (N = 30)	4,46 \pm 0,19	4,38 \pm 0,13	N.S.
	Mâles adultes (N = 15)	4,36 \pm 0,16	4,39 \pm 0,15	
	Femelles adultes (N = 15)	4,55 \pm 0,17	4,37 \pm 0,12	
Circonférence (exprimée en μm)	Globale (N = 30)	16,93 \pm 0,68	16,89 \pm 0,72	
	Mâles adultes (N = 15)	15,69 \pm 1,03	16,50 \pm 1,16	
	Femelles adultes (N = 15)	17,31 \pm 0,53	17,08 \pm 0,81	
Surface (exprimée en μm^2)	Globale (N = 30)	16,38 \pm 1,26	16,49 \pm 0,97	
	Mâles adultes (N = 15)	16,56 \pm 0,61	16,70 \pm 0,59	
	Femelles adultes (N = 15)	17,08 \pm 1,09	16,48 \pm 0,77	

(N.S. : pas de différence significative)

Les données relatives à l'influence des paramètres morphométriques des globules rouges (diamètre, circonférence et surface) sur la détermination de la race chez les ovins sont résumées dans le tableau N° 4.10. ; à partir de ces résultats nous pouvons constater l'existence de différences non significatives entre les deux races locales considérées (Ouled-Djellal et Hamra).

II.2.3. Influence de la morphométrie des globules rouges sur la détermination de la race chez les caprins :

Les résultats figurant au tableau N° 4.11. et aux graphiques N° 4.34., 4.35. et 4.36., révèlent l'influence des trois paramètres morphométriques des globules rouges sur la détermination de la race chez les chèvres.

Tableau N° 4.11. Influence du diamètre, de la circonférence et de la surface des globules rouges sur la détermination de la race chez les caprins femelles adultes (N = 15).

Races Paramètres	Arbia	Alpine	Saanen
Diamètre (exprimé en μm)	3,40 \pm 0,13	3,26 \pm 0,08	3,58 \pm 0,10
Circonférence (exprimée en μm)	13,29 \pm 0,65	11,90 \pm 0,50	13,18 \pm 0,45
Surface (exprimée en μm^2)	9,84 \pm 0,86	8,00 \pm 0,60	10,12 \pm 0,76

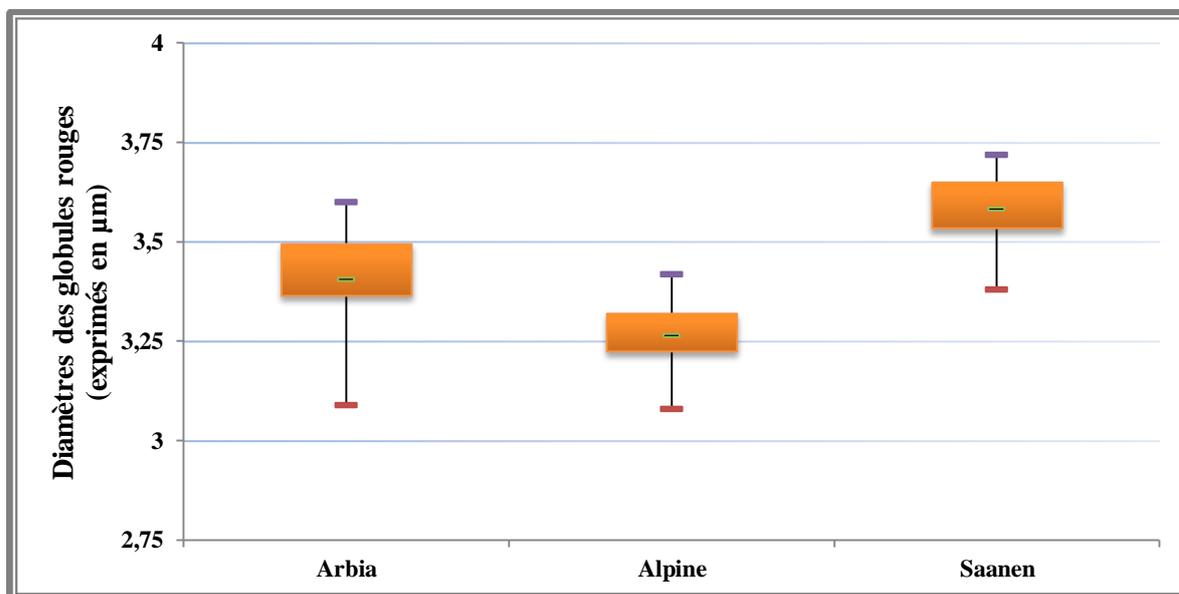


Figure N° 4.34. Boîtes à moustaches représentant l'influence du diamètre des globules rouges sur la détermination de la race chez les caprins (Femelles adultes, N = 15).

Les variations relatives à l'influence du diamètre des globules rouges sur la détermination de la race chez les chèvres, montrent que les hématies des trois lots diffèrent très significativement ($p < 0,001$ lors de la comparaison par le test T). Dans la figure N° 4.34., on observe que les chèvres importées Saanen possèdent des érythrocytes dont les diamètres sont plus élevés ($3,58 \pm 0,10$) que chez les chèvres locales Arbia ($3,40 \pm 0,13$) et les autres chèvres importées Alpine ($3,26 \pm 0,08$), cette dernière montre les diamètres les plus faibles. Enfin, il y a lieu de relever que les différentes boîtes ne se chevauchent pas ce qui confirme les différences significatives entre les trois races.

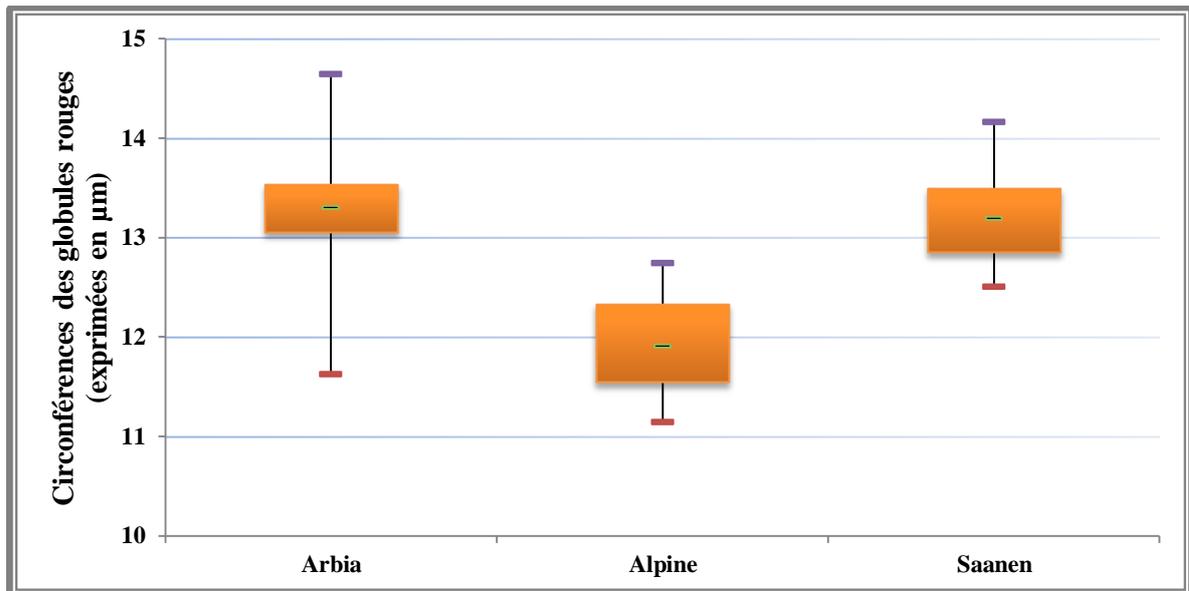


Figure N° 4.35. Boîtes à moustaches représentant l'influence de la circonférence des globules rouges sur la détermination de la race chez les caprins (Femelles adultes, N = 15).

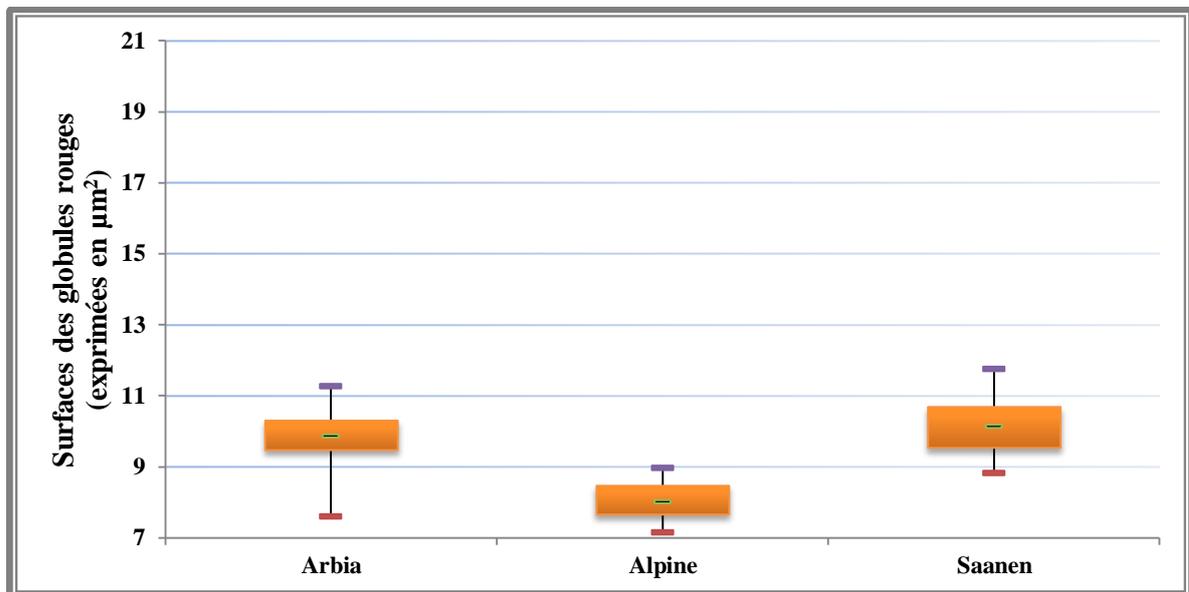


Figure N° 4.36. Boîtes à moustaches représentant l'influence de la surface des globules rouges sur la détermination de la race chez les caprins (Femelles adultes, N = 15).

Concernant la circonférence et la surface des globules rouges, le traitement statistique des données récoltées, montre qu'il y a une différence non significative entre les caprins de la race Arbia et les caprins importés Saanen ; en revanche, la différence est très hautement significative ($p < 0,001$) entre la race Arbia et la race Alpine, de même que entre la Saanen et l'Alpine. Les érythrocytes de l'Alpine sont significativement plus petits que ceux des deux autres types.

Ces différences sont bien accusées comme illustrées dans les figures N° 4.35. et 4.36., la circonférence est plus élevée chez l'Arbia ($13,29 \pm 0,65$) et la Saanen ($13,18 \pm 0,45$) que chez l'alpine ($11,90 \pm 0,50$), il en est de même pour la surface avec ($9,84 \pm 0,86$), ($10,12 \pm 0,76$) et ($8,00 \pm 0,60$) respectivement pour l'Arbia, la Saanen et l'Alpine ; il faut noter la présence de chevauchement entre les boîtes de l'Arbia et la Saanen ce qui indique l'absence de différence significative ; il faut souligner l'absence de chevauchement entre le groupe Alpine avec les deux autres les groupe, ce qui témoigne des différences significatives.

II.2.4. Influence de la morphométrie des globules rouges sur la détermination de la race chez les chevaux :

II.2.4.1. Influence du diamètre des globules rouges :

Tableau N° 4.12. Influence du diamètre des globules rouges sur la détermination de la race chez les chevaux (exprimés en μm).

Races Sujets	Pur-Sang Arabe	Pur-Sang Anglais	Barbe
Globale (N = 30)	5,56 \pm 0,27	5,76 \pm 0,18	5,65 \pm 0,32
Mâles adultes (N = 15)	5,52 \pm 0,32	5,76 \pm 0,19	5,83 \pm 0,21
Femelles adultes (N = 15)	5,59 \pm 0,21	5,75 \pm 0,18	5,46 \pm 0,31

L'analyse comparative des résultats du tableau N° 4.12., effectuée au moyen du test de STUDENT, n'a pas montré une influence significative du diamètre des globules rouges (avec $p > 0,05$) entre les trois races équinées considérées qui sont : les Pur-Sang Arabe, les Pur-Sang Anglais et les chevaux Barbe.

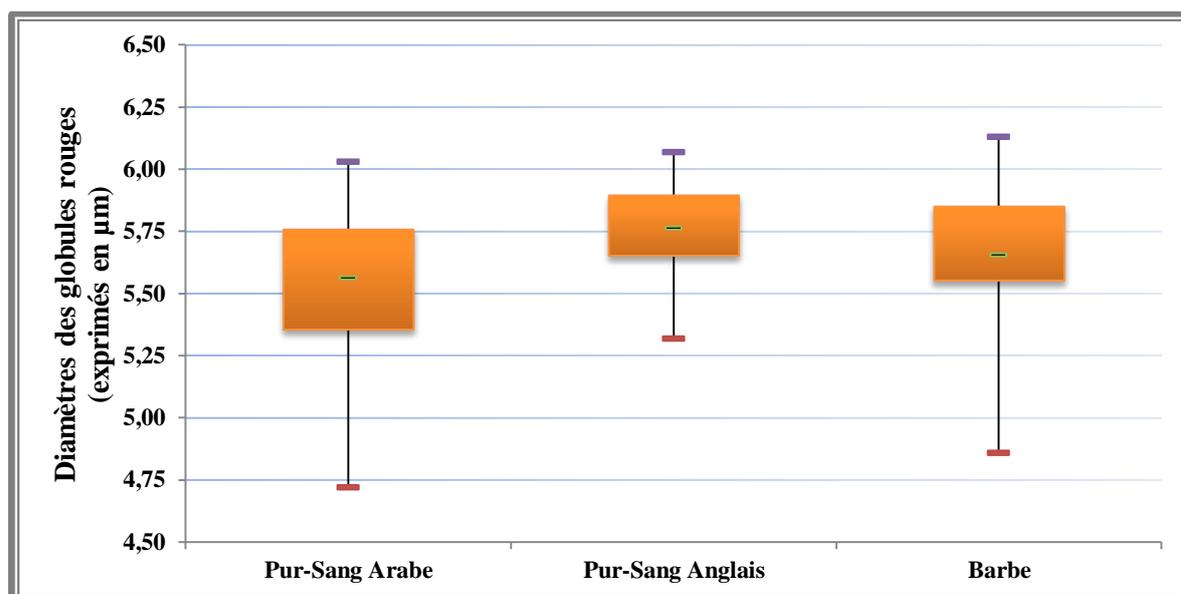


Figure N° 4.37. Boîtes à moustaches représentant l'influence du diamètre des globules rouges sur la détermination de la race chez les chevaux (Globale, N = 30).

On trouve dans les figures N° 4.37., 4.38. et 4.39., l'existence de chevauchement entre les trois boîtes ; il est à noter que chez les mâles adultes le diamètre des globules rouges est légèrement plus élevé chez les chevaux Barbe (5,83 \pm 0,21) par rapport aux chevaux Arabes (5,52 \pm 0,32) et Anglais (5,76 \pm 0,19) ; alors que chez les femelles adultes la taille des érythrocytes est légèrement plus grande chez les juments anglaises (5,75 \pm 0,18) que celles des juments Arabes (5,59 \pm 0,21) et Barbe (5,46 \pm 0,31), ces différences ne semblent pas montrer une réelle influence du paramètre diamètre sur les races équinées.

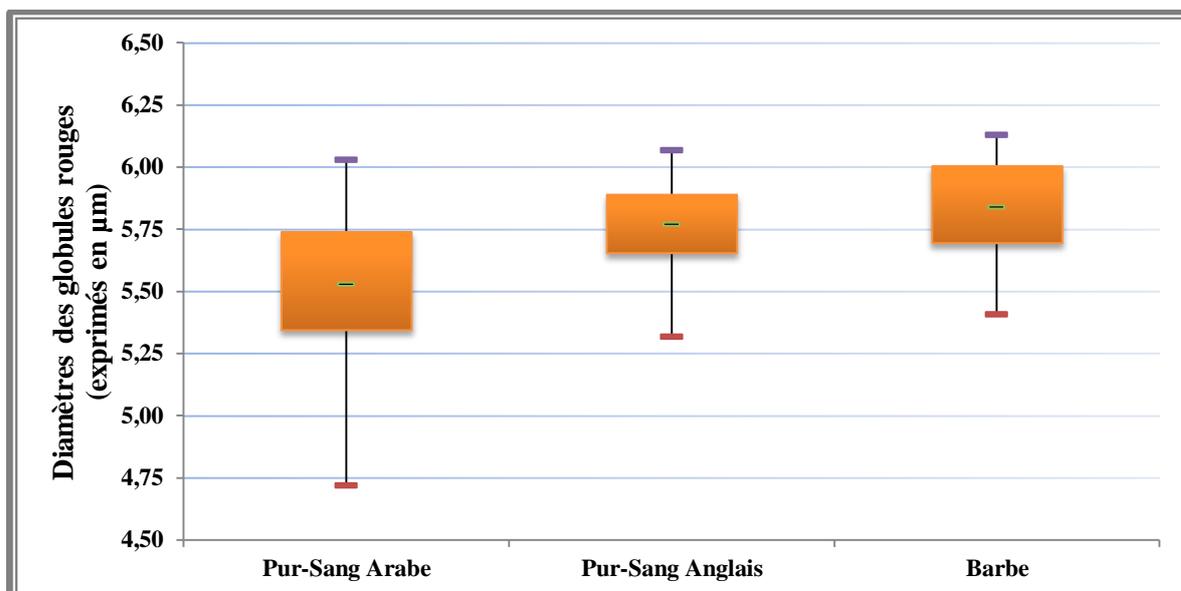


Figure N° 4.38. Boîtes à moustaches représentant l'influence du diamètre des globules rouges sur la détermination de la race chez les chevaux (Mâles adultes, N = 15).

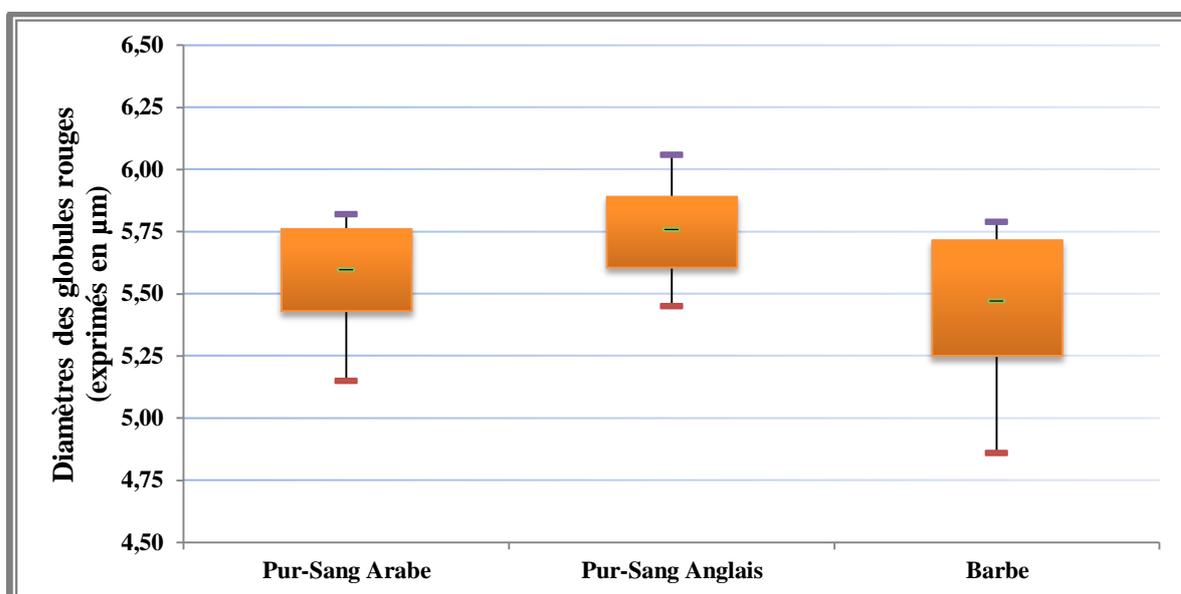


Figure N° 4.39. Boîtes à moustaches représentant l'influence du diamètre des globules rouges sur la détermination de la race chez les chevaux (Femelles adultes, N = 15).

II.2.4.2. Influence de la circonférence et de la surface des globules rouges :

Tableau N° 4.13. Influence de la circonférence des globules rouges sur la détermination de la race chez les chevaux (exprimées en μm).

Sujets \ Races	Pur-Sang Arabe	Pur-Sang Anglais	Barbe
Globale (N = 30)	22,77 \pm 1,73	22,14 \pm 0,84	20,64 \pm 0,83
Mâles adultes (N = 15)	23,41 \pm 1,97	22,54 \pm 0,72	21,00 \pm 0,56
Femelles adultes (N = 15)	22,13 \pm 1,19	21,74 \pm 0,78	20,28 \pm 0,92

Tableau N° 4.14. Influence de la surface des globules rouges sur la détermination de la race chez les chevaux (exprimées en μm^2).

Sujets \ Races	Pur-Sang Arabe	Pur-Sang Anglais	Barbe
Globale (N = 30)	27,93 \pm 3,24	27,47 \pm 2,05	24,51 \pm 2,07
Mâles adultes (N = 15)	28,39 \pm 3,71	28,29 \pm 1,81	24,99 \pm 1,65
Femelles adultes (N = 15)	27,47 \pm 2,74	26,65 \pm 2,00	24,03 \pm 2,37

Dans les tableaux N° 4.13. et 4.14. sont reportées les valeurs relatives à l'influence de la circonférence et de la surface des globules rouges sur la détermination de la race chez les chevaux. Les données obtenues sont aussi représentées dans les figures N° 4.40., 4.41. et 4.42. pour les circonférences, de même que dans les figures N° 4.43, 4.44 et 4.45. pour les surfaces.

La comparaison des hématies des chevaux Pur-Sang Arabes avec celles des Pur-Sang Anglais, indique qu'il n'y a pas non plus de différence significative entre ces deux races. Cependant, il semble que les valeurs observées chez les chevaux Barbe soient significativement très basses (avec $p < 0,001$) que celles des chevaux Arabe et Anglais.

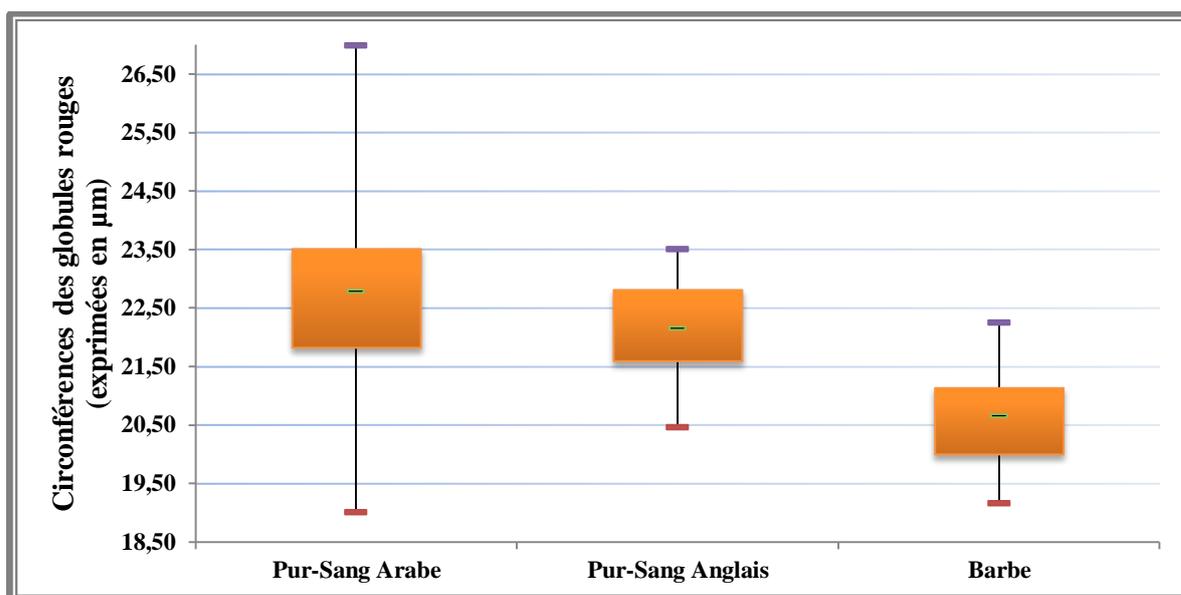


Figure N° 4.40. Boîtes à moustaches représentant l'influence de la circonférence des globules rouges sur la détermination de la race chez les chevaux (Globale, N = 30).

L'observation de la distribution des trois groupes illustrée dans la figure N° 4.40., permet de noter que la circonférence des hématies des chevaux de la race Barbe est sensiblement la plus faible ($24,51 \pm 2,07$) que les circonférences constatées chez les chevaux Pur-Sang Arabe ($27,93 \pm 3,24$) et Anglais ($27,47 \pm 2,05$) ; de plus, la boîte de la race Barbe ne se chevauche pas avec les deux autres boîtes, ce qui explique la significativité de la différence.

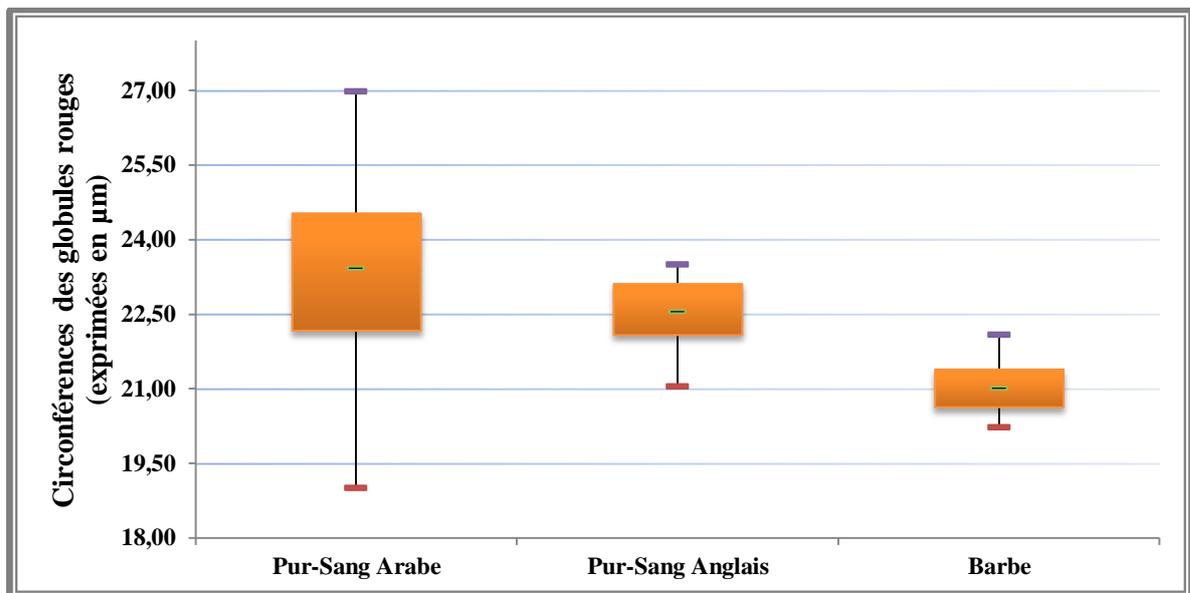


Figure N° 4.41. Boîtes à moustaches représentant l'influence de la circonférence des globules rouges sur la détermination de la race chez les chevaux (Mâles adultes, N = 15).

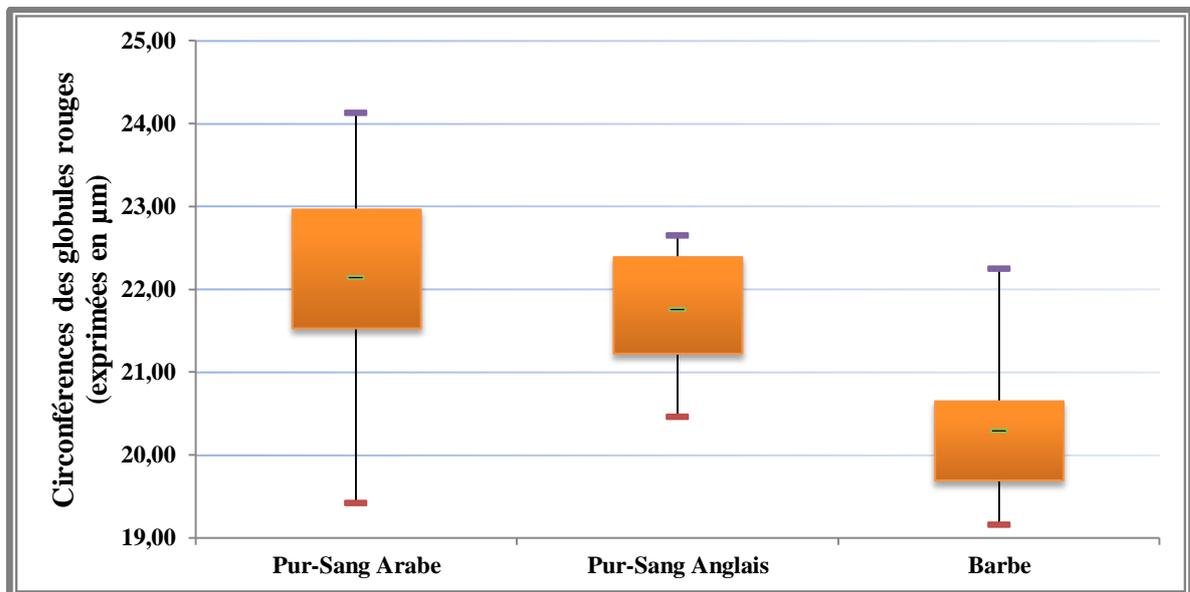


Figure N° 4.42. Boîtes à moustaches représentant l'influence de la circonférence des globules rouges sur la détermination de la race chez les chevaux (Femelles adultes, N = 15).

Les figures N° 4.41. et 4.42. permettent de comparer les circonférence des érythrocytes des trois races équinés chez les mâles adultes et les femelles adultes ; nous observons en premier, un chevauchement entre les boîtes des deux chevaux de Sang, avec des valeurs qui sont très proches ; nous observons toujours que la moyenne du groupe Barbe reste la plus basse ; ces différences sont déjà confirmées comme le montre le test de STUDENT (Tableau N° 4.13.).

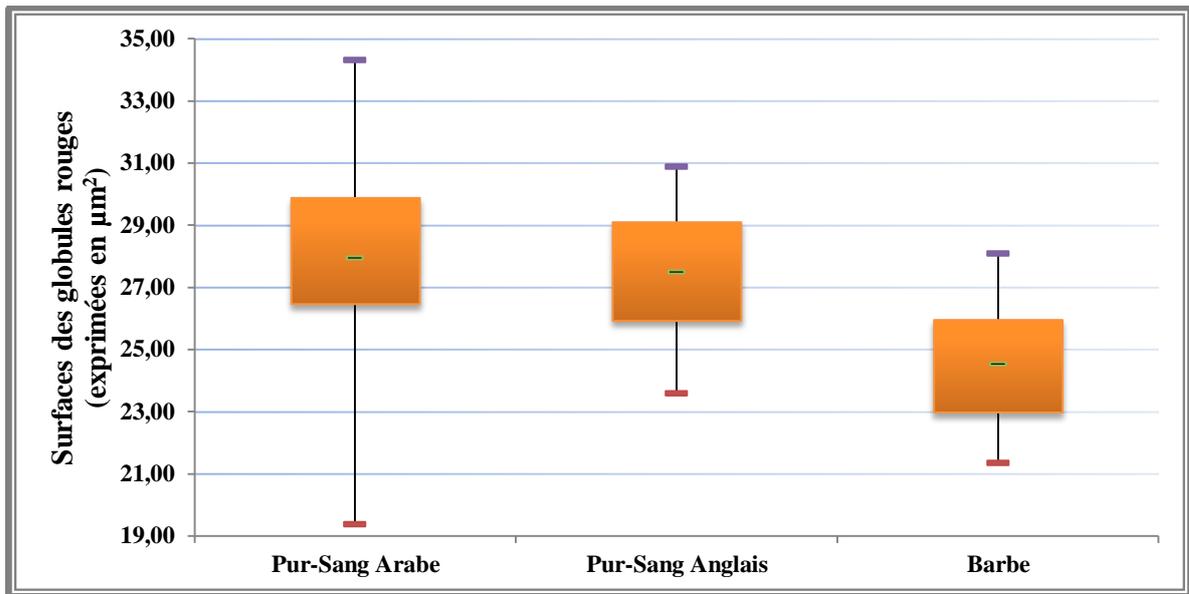


Figure N° 4.43. Boîtes à moustaches représentant l'influence de la surface des globules rouges sur la détermination de la race chez les chevaux (Globale, N = 30).

Nous présentons dans la figure N° 4.43. les variations relatives à l'influence de la surface des globules rouges sur la détermination de la race chez les chevaux ; comme la circonférence, les hématies des chevaux barbe sont plus petites ($24,51 \pm 2,07$) que celles des chevaux de sang Arabe ($27,93 \pm 3,24$) et Anglais ($27,47 \pm 2,05$).

Les mêmes différences ont été notées dans les graphiques N° 4.44. et 4.45., et concernent l'influence de la surface des globules rouges sur la détermination de la race chez les mâles adultes et également pour les femelles adultes.

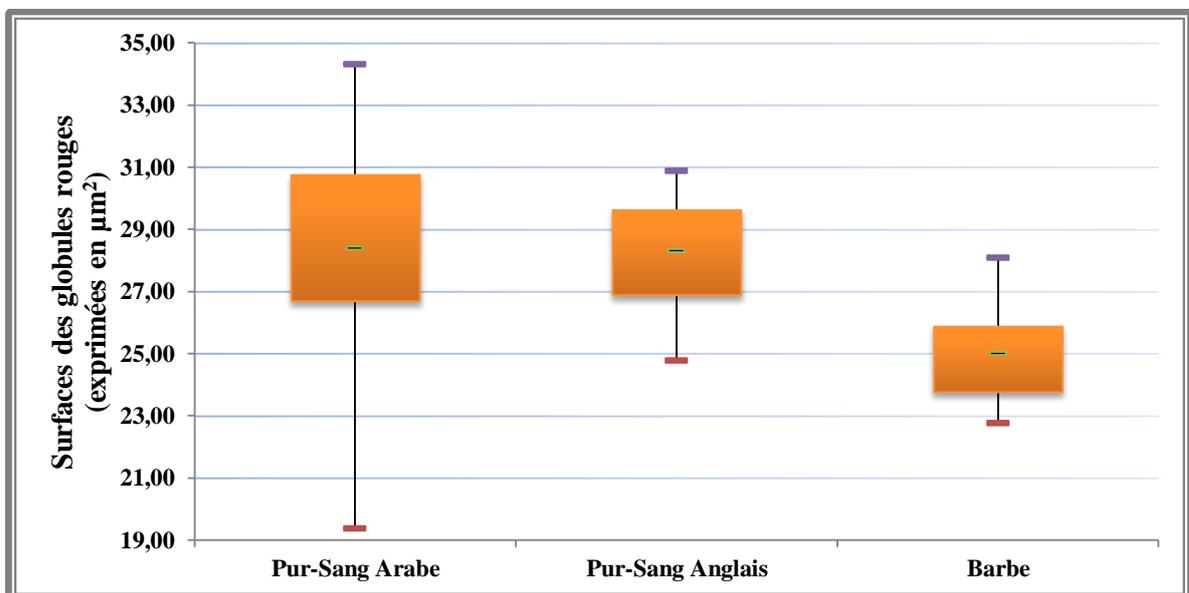


Figure N° 4.44. Boîtes à moustaches représentant l'influence de la surface des globules rouges sur la détermination de la race chez les chevaux (Mâles adultes, N = 15).

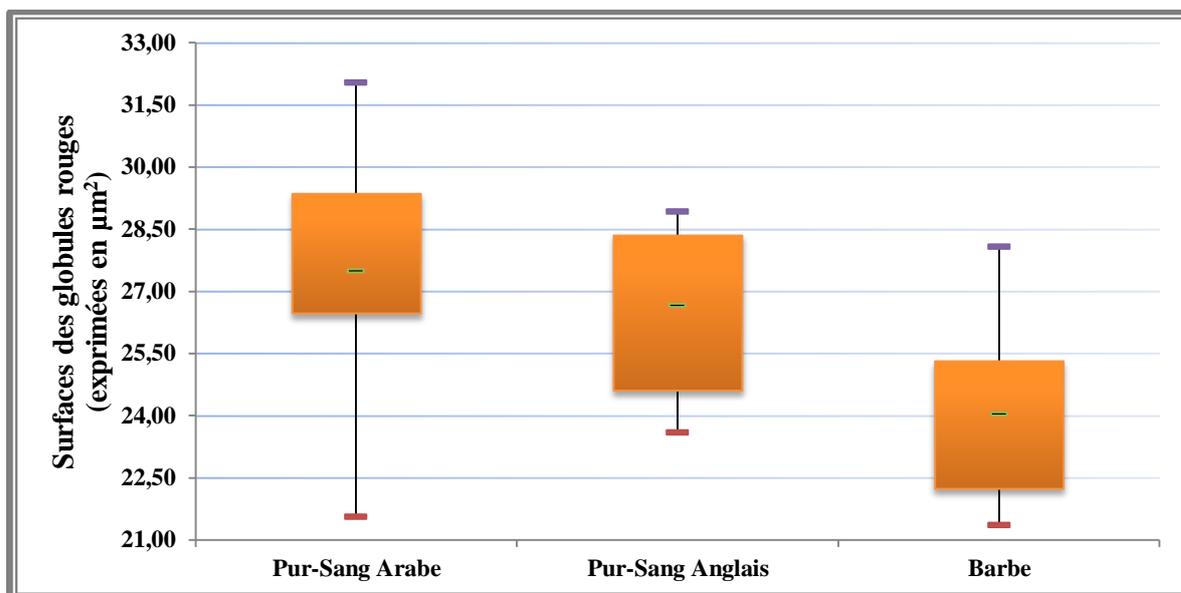


Figure N° 4.45. Boîtes à moustaches représentant l'influence de la surface des globules rouges sur la détermination de la race chez les chevaux (Femelles adultes, N = 15).

II.2.5. Influence de la morphométrie des globules rouges sur la détermination de la race chez les chiens :

Dans le tableau N° 4.15. sont répertoriées les données relatives à l'influence des trois paramètres morphométriques des globules rouges (diamètre, circonférence et surface) sur la détermination de la race chez les chiens.

Tableau N° 4.15. Influence du diamètre, de la circonférence et de la surface des globules rouges sur la détermination de la race chez les chiens.

Paramètres		Races	Locale	Berger Allemand	
Diamètre (exprimé en μm)	Globale (N = 30)		7,12 \pm 0,28**	6,92 \pm 0,24	N.S.
	Mâles adultes (N = 15)		7,23 \pm 0,23**	6,95 \pm 0,23	
	Femelles adultes (N = 15)		7,01 \pm 0,30	6,88 \pm 0,26	
Circonférence (exprimée en μm)	Globale (N = 30)		25,72 \pm 1,50	25,61 \pm 0,95	
	Mâles adultes (N = 15)		25,57 \pm 0,96	25,89 \pm 0,85	
	Femelles adultes (N = 15)		25,88 \pm 1,92	25,33 \pm 0,99	
Surface (exprimée en μm^2)	Globale (N = 30)		38,83 \pm 4,30	38,51 \pm 3,05	
	Mâles adultes (N = 15)		38,08 \pm 2,90	39,04 \pm 2,98	
	Femelles adultes (N = 15)		39,57 \pm 5,35	37,98 \pm 3,14	

(** : $p < 0,01$; N.S. : pas de différence significative)

Au vu des résultats, on constate la présence d'un effet hautement significatif du diamètre des érythrocytes ($p < 0,01$), seulement entre les mâles locaux et Berger Allemand ; les premiers ayant des hématies largement plus grosses ; inversement, les femelles adultes des deux races ont présenté des résultats sans différence significative. Pour la circonférence et la surface des globules rouges, l'analyse statistique des résultats enregistrés, n'a pas révélé d'influences significatives de ces deux paramètres sur la détermination des races canines.

II.3. Étude de l'influence du sexe sur la morphométrie des globules rouges :

II.3.1. Influence du sexe sur la morphométrie des globules rouges chez les bovins :

Tableau N° 4.16. Influence du sexe sur le diamètre des globules rouges chez les bovins (exprimés en μm).

Races	Mâles (N = 15)	Femelles (N = 15)	
Locale	5,00 \pm 0,22	5,23 \pm 0,10**	
Croisement	4,98 \pm 0,12	5,05 \pm 0,16	N.S.
Prim'Holstein Pie-Noire	4,68 \pm 0,16	4,96 \pm 0,16***	
Prim'Holstein Pie-Rouge	4,61 \pm 0,16	4,82 \pm 0,30*	
Montbéliarde	4,82 \pm 0,16	4,79 \pm 0,21	N.S.

(* : $p < 0,05$; ** : $p < 0,01$; *** : $p < 0,001$; N.S. : pas de différence significative)

Les résultats exprimés dans le tableau N° 4.16. relatif à l'influence du sexe des bovins sur la taille des globules rouges, montrent que les hématies des femelles sont très significativement plus grandes que celles des mâles chez les races : local ($p < 0,01$), Holstein Noire ($p < 0,001$) et l'Holstein Rouge ($p < 0,05$) ; et l'inverse est observé par rapport aux hématies des races de croisement et la montbéliarde, dans ce cas on relève l'absence de différences significatives entre les mâles et les femelles.

Tableau N° 4.17. Influence du sexe sur la circonférence des globules rouges chez les bovins (exprimées en μm).

Races	Mâles (N = 15)	Femelles (N = 15)	
Locale	18,15 \pm 1,06	20,65 \pm 0,55***	
Croisement	18,19 \pm 0,10	18,95 \pm 0,72	N.S.
Prim'Holstein Pie-Noire	19,09 \pm 1,14	19,90 \pm 1,03*	
Prim'Holstein Pie-Rouge	18,48 \pm 0,83	19,31 \pm 0,87*	
Montbéliarde	19,70 \pm 0,86	19,41 \pm 0,75	N.S.

(* : $p < 0,05$; *** : $p < 0,001$; N.S. : pas de différence significative)

Tableau N° 4.18. Influence du sexe sur la surface des globules rouges chez les bovins (exprimées en μm^2).

Races	Mâles (N = 15)	Femelles (N = 15)	
Locale	20,66 \pm 1,83	24,47 \pm 1,30***	
Croisement	20,34 \pm 0,98	20,56 \pm 1,58	N.S.
Prim'Holstein Pie-Noire	21,18 \pm 2,28	23,05 \pm 2,66*	
Prim'Holstein Pie-Rouge	19,28 \pm 1,71	20,78 \pm 1,80*	
Montbéliarde	22,18 \pm 1,76	21,88 \pm 1,58	N.S.

(* : $p < 0,05$; *** : $p < 0,001$; N.S. : pas de différence significative)

Sur les tableaux N° 4.17. et 4.18. sont mentionnées les données de l'influence du sexe sur la circonférence et la surface des érythrocytes bovins. A cet égard, les hématies des femelles restent significativement plus grandes que celles des mâles chez les bovins locaux ($p < 0,001$), les Prim'Holstein Pie-Noire ($p < 0,05$) et aussi la Pie-Rouge ($p < 0,05$). Pour la race mixte et la montbéliarde, il est à noter que la différence entre les mâles et les femelles, n'est jamais statistiquement significative.

II.3.2. Influence du sexe sur la morphométrie des globules rouges chez les ovins :

Tableau N° 4.19. Influence du sexe sur les paramètres morphométriques des globules rouges chez les ovins.

Paramètres	Races	Mâles (N = 15)	Femelles (N = 15)	
Diamètre (exprimé en μm)	Ouled-Djellal	4,36 \pm 0,16	4,55 \pm 0,17**	
	Hamra	4,39 \pm 0,15	4,37 \pm 0,12	N.S.
Circonférence (exprimée en μm)	Ouled-Djellal	16,56 \pm 0,61	17,31 \pm 0,53**	
	Hamra	16,70 \pm 0,59	17,08 \pm 0,81	N.S.
Surface (exprimée en μm^2)	Ouled-Djellal	15,69 \pm 1,03	17,08 \pm 1,09**	
	Hamra	16,50 \pm 1,16	16,48 \pm 0,77	N.S.

(** : $p < 0,01$; N.S. : pas de différence significative)

Dans le tableau N° 4.19. nous avons présenté les résultats relatifs à l'influence du sexe sur la morphométrie des globules rouges chez les ovins. Pour la race Ouled-Djellal, les trois paramètres morphométriques des érythrocytes sont significativement plus élevés chez les femelles que les mâles ($p < 0,01$) ; alors que lorsqu'on étudie les hématies de la race Hamra, on révèle qu'il n'y a pas de différence significative entre les mâles et les femelles.

II.3.3. Influence du sexe sur la morphométrie des globules rouges chez les caprins :

Tableau N° 4.20. Influence du sexe sur les paramètres morphométriques des globules rouges chez les caprins Arbia.

Paramètres	Mâles (N = 15)	Femelles (N = 15)	
Diamètre (exprimé en μm)	3,38 \pm 0,11	3,40 \pm 0,13	N.S.
Circonférence (exprimée en μm)	12,58 \pm 0,62	13,29 \pm 0,65	
Surface (exprimée en μm^2)	9,15 \pm 0,96	10,51 \pm 2,79	

(N.S. : pas de différence significative)

Les valeurs relatives à l'influence du sexe sur les paramètres morphométriques des globules rouges de la race caprine locale Arbia sont représentées dans le tableau N° 4.20., où on observe qu'il n'existe pas non plus de différences significatives entre les mâles et les femelles.

II.3.4. Influence du sexe sur la morphométrie des globules rouges chez les chevaux :

Tableau N° 4.21. Influence du sexe sur les paramètres morphométriques des globules rouge chez les chevaux.

Paramètres	Races	Mâles (N = 15)	Femelles (N = 15)	
Diamètre (exprimé en μm)	Pur-Sang Arabe	5,52 \pm 0,32	5,59 \pm 0,21	N.S.
	Pur-Sang Anglais	5,76 \pm 0,19	5,75 \pm 0,18	
	Barbe	5,83 \pm 0,21***	5,46 \pm 0,31	
Circonférence (exprimée en μm)	Pur-Sang Arabe	23,41 \pm 1,97	22,13 \pm 1,19	N.S.
	Pur-Sang Anglais	22,54 \pm 0,72	21,74 \pm 0,78	
	Barbe	21,00 \pm 0,56	20,28 \pm 0,92	
Surface (exprimée en μm^2)	Pur-Sang Arabe	28,39 \pm 3,71	27,47 \pm 2,74	N.S.
	Pur-Sang Anglais	28,29 \pm 1,81	26,65 \pm 2,00	
	Barbe	24,99 \pm 1,65	24,03 \pm 2,37	

(*** : $p < 0,001$; N.S. : pas de différence significative)

Le tableau N° 4.21. fait apparaître l'influence du sexe des chevaux sur les paramètres morphométriques des globules rouges ; il semble qu'il existe un effet hautement significatif de ce facteur ($p < 0,001$) chez la race Barbe, où la taille des hématies des mâles est plus grande que celle des femelles. Chez les chevaux Pur-Sang Arabe et Anglais, on ne constate pas non plus de différence statistiquement significative du diamètre entre les érythrocytes des mâles et ceux des femelles.

Quant à l'influence du sexe sur la circonférence et la surface des globules rouges chez les chevaux, la comparaison des résultats ne montre aucune différence significative, donc il y a absence d'influence du facteur sexe sur ces deux paramètres chez les chevaux.

II.3.5. Influence du sexe sur la morphométrie des globules rouges chez les chiens :

Tableau N° 4.22. Influence du sexe sur les paramètres morphométriques des globules rouges chez les chiens.

Paramètres	Races	Mâles (N = 15)	Femelles (N = 15)	
Diamètre (exprimé en μm)	Locale	7,23 \pm 0,23*	7,01 \pm 0,30	N.S.
	Berger Allemand	6,95 \pm 0,23	6,88 \pm 0,26	
Circonférence (exprimée en μm)	Locale	25,57 \pm 0,96	25,88 \pm 1,92	
	Berger Allemand	25,89 \pm 0,85	25,33 \pm 0,99	
Surface (exprimée en μm^2)	Locale	38,08 \pm 2,90	39,57 \pm 5,35	
	Berger Allemand	39,04 \pm 2,98	37,98 \pm 3,14	

(* : $p < 0,05$; N.S. : pas de différence significative)

L'influence du sexe sur la morphométrie des globules rouges chez les chiens est étudiée dans le tableau N° 4.22. ; d'après nos données, le diamètre des globules rouges est plus grand chez les mâles de la race locale que chez les femelles ($p < 0,05$) ; pour les chiens Berger Allemand, les valeurs récoltées ne présentent pas de différence entre les deux lots.

Concernant la circonférence et la surface des globules rouges ; dans tous les cas, les différences retenues sont toujours non significatives ; donc, chez les races considérées, le facteur sexe n'a aucune influence sur les deux derniers paramètres morphométriques.

III/ Discussion générale :

Notre travail consiste surtout en l'étude de l'influence des paramètres morphométriques des globules rouges sur la détermination de l'espèce et de la race chez les animaux domestiques.

Au vu des résultats acquis, il s'avère que l'étude de la morphologie des globules rouges, ne permet pas de conclure à des différences nettes entre les différents animaux, et surtout entre les différentes races au sein d'une même espèce.

Les globules rouges chez les différentes espèces et races animales ont généralement la même morphologie ; les érythrocytes sont des cellules rondes, anucléées, dépourvues d'organites cellulaires (réticulum endoplasmique, mitochondrie et appareil de Golgi) et avec une pâleur centrale, leur couleur est rouge due à la présence d'hémoglobine ; ces observations sont nettement similaires à celles rapportées par : **ARCHER (1977)**, **COLES (1979)**, **CANFIELD (1998)**, **HARVEY (2001)**, **NIINISTO & al. (2008)** et **OLVER & al. (2010)**.

Cependant, il est à noter que quelques particularités morphologiques sont observées lors de la lecture des frottis sanguins, notamment chez :

- **Chez les bovins** ; la présence d'une légère anisocytose chez toutes les races considérées, cette même caractéristique a été soulignée par : **SCHALM (1974)**, **JAIN (1986)**, **BACHA & BACHA (2000)**, **KRAMER (2000)^b** et **WOOD & QUIROZ-ROCHA (2010)**.

- **Chez les chevaux** ; la présence de formations en rouleaux avec des globules rouges qui portent parfois les corps de **Howell-Jolly**, ces particularités coïncident avec celles rapportées par : **MEDEIROS & al. (1971)**, **LOEB (1974)**, **JEFFCOTT (1977)^a**, **LUMSDEN & al. (1980)**, **SIROIS (1990)**, **LATIMER & RAKICH (1992)**, **MALIKIDES & al. (1999)**, **KRAMER (2000)^a**, **HARVEY (2001)**, **BROCKUS & ANDERASEN (2003)**, **LORDING (2008)**, **REAGAN & al. (2008)** et **GRONDIN & DEWITT (2010)**.

- **Chez les chiens** ; la pâleur centrale des hématies est plus marquée que chez les autres espèces, ce qui est en accord avec ceux rapportés par la littérature d'après : **COLES (1979)**, **BACHA & BACHA (2000)**, **HARVEY (2001)**, **MEINKOTH & CLINKENBEARD (2000)** et **RIZZI & al. (2010)**.

Enfin, d'après **COLES (1979)**, **CANFIELD (1998)**, **BACHA & BACHA (2000)**, **KRAMER (2000)^b** et **BYERS & KRAMER (2010)** : une particularité très importante et spécifique chez la race caprine Angora, où à côté des globules rouges arrondis, il existe une faible population d'érythrocytes fusiformes et anucléés souvent observés et de façon physiologique dans les frottis sanguins colorés.

Une première lecture des résultats de l'étude morphométrique des globules rouges semble montrer que le diamètre, la circonférence et la surface des érythrocytes ont une nette influence sur la détermination de l'espèce des animaux domestiques ; et permettent aussi de caractériser les différentes races au sein de chaque espèce.

Pour le diamètre des érythrocytes chez les différentes espèces, il ressort clairement que les valeurs obtenues sont similaires et correspondent toujours aux valeurs de références internationales citées par les différents auteurs dans l'étude bibliographique ; la taille des hématies est plus grande chez les chiens suivie par celle des chevaux, des bovins et les ovins respectivement, alors que les caprins possèdent les hématies les plus petites.

Chez les chevaux, on a noté dans notre étude, l'absence de différences significatives entre les érythrocytes des Pur-Sang Arabe et Anglais ; alors que **KNILL & al. (1969)** de leur côté ont relevé que chez les chevaux Pur-Sang Arabe les hématies sont plus petites que les Pur-Sang Anglais.

Concernant la circonférence et la surface des érythrocytes, les résultats enregistrés montrent également que ces deux paramètres sont aussi plus élevés chez les chiens alors que les valeurs les plus faibles sont observées chez l'espèce caprine.

De plus, comme nous n'avons pas trouvé d'études et de publication, qui renseignent sur la circonférence et la surface des globules rouges, nous avons essayé d'établir pour chaque espèce des valeurs standards et de références qui sont présentées par moyennes et intervalles dans le prochain tableau (N° 4.23.). Malgré l'obtention de résultats statistiquement interprétables ; il est à noter que pour établir des valeurs de références, le nombre idéal d'animaux doit être compris entre 100 et 120, afin d'être plus représentatif et mieux caractéristique.

Cette investigation nous a permis de relever que la méthode classique de mesure du diamètre des globules rouges basée sur l'utilisation d'un micromètre oculaire et une lame microscopique, est une technique estimative, imprécise et assez difficile. Il s'avère que l'usage du logiciel **OPTIKA™ Vision Pro** permet d'effectuer des études morphométriques beaucoup plus précises en limitant le facteur humain qui intervient lors des études réalisées avec le micromètre oculaire en choisissant le meilleur endroit.

Les mesures de la circonférence et de la surface en utilisant ce type de logiciels, sont plus appropriées et encore plus précises pour des études comparatives surtout en face des cellules avec des tailles variables. Dans ce contexte, on peut citer comme exemples :

- **Chez les caprins** ; le diamètre des érythrocytes est significativement plus grand chez les femelles de la race Saanen que les femelles de la race Arbia ($p < 0,001$) ; alors que pour la circonférence et la surface, nous avons constaté l'absence de différence significative entre les deux races.

- **Chez les chevaux de la race Barbe** ; le facteur sexe n'intervient que sur le diamètre des érythrocytes, où on a enregistré que les mâles ont les hématies les plus grosses que les femelles ($p < 0,001$). Pour la circonférence et la surface des globules rouges, l'analyse des résultats n'a révélée aucune influence du sexe.

- **Chez les chiens** ; le diamètre des hématies est largement plus grand chez les mâles locaux que chez les mâles Berger Allemand ($p < 0,01$) ; il est à noter aussi que chez les chiens locaux, la taille des hématies est légèrement plus grande chez les mâles que chez les femelles ($p < 0,05$). En ce qui concerne la circonférence et la surface, aucune différence n'ait pu être mise en évidence entre les mâles locaux et Berger Allemand ; et encore entre les mâles et les femelles de la race locale.

Dans cette étude nous avons constaté que le facteur sexe peut avoir une influence sur les paramètres morphométriques des globules rouges notamment chez les bovins et les ovins :

- **Chez les bovins** ; les paramètres morphométriques des globules rouges des races locale, Prim'Holstein Pie-Noire et Prim'Holstein Pie-Rouge, sont significativement plus élevés chez les femelles que chez les mâles ; cependant, chez les races de croisement et montbéliarde, il n'y a pas de différence entre les mâles et les femelles.

- *Chez les ovins* ; les érythrocytes des femelles de la race Ouled-Djellal, sont plus grands que ceux des mâles ; cependant, chez la race Hamra, il n'existe pas de différence entre les mâles et les femelles.

- *Chez les caprins de la race Arbia* ; on ne constate pas de différence significative entre les mâles et les femelles.

- *Chez les chevaux et les chiens* ; l'étude n'a pas permis de conclure une différence significative entre les mâles et les femelles.

Enfin, nous devons souligner que l'étude morphométrique des globules rouges basée sur l'utilisation du logiciel **OPTIKA™ Vision Pro**, est plus pratique et directe ; de plus cette nouvelle méthode de mesure est facile à réaliser, rapide et très peu coûteuse.

Tableau N° 4.23. Récapitulatif des nouvelles valeurs de références des paramètres morphométriques des globules rouges des animaux domestiques.

Espèces	Diamètres (en μm)		Circonférences (en μm)		Surfaces (en μm^2)	
	Moyennes	Ranges	Moyennes	Ranges	Moyennes	Ranges
Bovins	5,02	4,30-5,75	18,92	16,34-21,51	21,39	15,42-27,37
Ovins	4,48	4,10-4,86	17,72	15,73-19,72	16,70	14,37-19,03
Caprins	3,40	3,08-3,72	12,90	11,15-14,65	9,45	7,15-11,76
Équidés	5,42	4,72-6,13	23,00	19,01-26,99	26,85	19,38-34,32
Chiens	7,00	6,30-7,71	24,47	20,63-28,31	36,30	25,55-47,05

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

CONCLUSION

L'étude de la morphologie des globules rouges chez les différentes espèces et races, n'a pas conclu à des différences nettes ; chez tous les animaux, les hématies sont généralement rondes et biconcave avec une pâleur centrale, elles sont anucléées et dépourvues d'organites cellulaires.

Les résultats relatifs à l'étude morphométrique des globules rouges ont permis de montrer des variations très intéressantes et des différences inter-spécifiques (entre les espèces) et intra-spécifiques (entre les races) très importantes.

Le diamètre, la circonférence et la surface des globules rouges ont une grande influence sur la détermination de l'espèce ; ces paramètres sont significativement plus grands chez les chiens, suivis respectivement par ceux des chevaux, les bovins et les ovins, alors que les caprins possèdent les paramètres les plus bas.

L'analyse des résultats obtenus, semble montrer l'existence de nettes différences et variations inter- raciales (différences entre les races) en particulier chez les bovins, les caprins et les chevaux.

Chez les bovins, généralement les globules rouges sont plus gros chez notre race locale la petite Brune de l'Atlas ; alors que les érythrocytes les plus petits sont observés chez les bovins mixtes. En ce qui concerne les races importées, les paramètres morphométriques sont plus faibles chez les bovins Prim'Holstein Pie-Rouge par rapport aux races Prim'Holstein Pie-Noire, la Montbéliarde et la Brune des Alpes.

Chez les caprins, la race importée Alpine présente les hématies les plus petites que chez les races Arbia et Saanen ; il n'y a pas de différence significative dans la morphométrie des érythrocytes entre les deux dernières races.

Chez les chevaux, les paramètres morphométriques sont généralement plus faibles chez les chevaux de la race Barbe par rapport aux chevaux de sang ; cependant, on note une différence non significative entre le cheval Arabe et Anglais.

Chez les ovins, on a observé qu'il n'y a pas de différences significatives entre les deux races locales Ouled-Djellal et Hamra ; il en est de même entre les chiens locaux et les chiens Berger Allemand.

L'influence du facteur sexe sur la morphométrie des globules rouges, est observée seulement chez les bovins et les ovins ; cependant, chez les caprins, les chevaux et les chiens, le sexe n'a aucune influence sur les paramètres morphométriques des hématies.

Dans l'espèce bovine, les globules rouges des femelles sont significativement plus grands que les mâles, uniquement chez les races : locale autochtone, Prim'Holstein Pie-Noire et la Prim'Holstein Pie Rouge ; en revanche, il n'y a pas de différence significative entre les hématies des mâles et des femelles chez les bovins issus de croisement et la race importée montbéliarde.

Chez la race ovine Ouled-Djellal, les hématies des femelles sont aussi plus grosses que celles des mâles ; alors que chez la race Hamra on note l'absence de différence entre les mâles et les femelles.

Pour la circonférence et la surface des globules rouges, vu qu'il n'existait pas de travaux publiés sur ces deux derniers, nous avons essayé d'avancer et d'établir des valeurs de références pour ces deux paramètres.

Les mesures de circonférence et de surface, paraissent plus représentative et plus fiables ; et constituent des paramètres importants lors des études morphométriques, pas seulement des globules rouges, mais également pour tous les autres types de cellules.

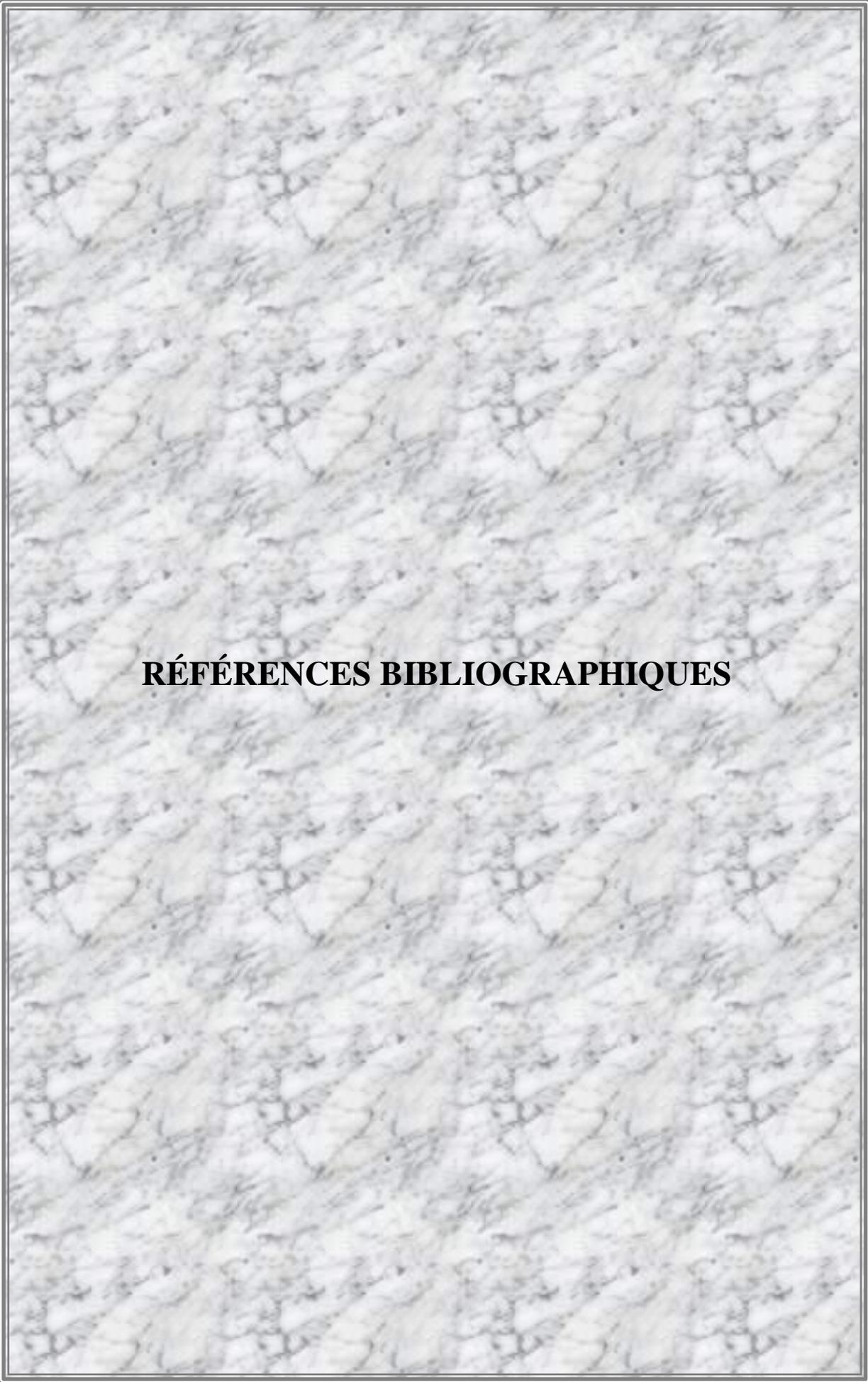
A la faveur des résultats obtenus, il s'avère que les études morphométriques des érythrocytes effectuées par ce type de logiciels sophistiqués et perfectionnés sont plus appropriées et plus précises que les mesures classiques réalisées avec le micromètre oculaire.

Enfin, grâce à cette étude on peut conclure qu'à partir d'une goutte de sang on peut avoir une idée et aussi définir des critères de sélection des espèces et des races animales, en tenant compte uniquement les paramètres morphométriques des globules rouges.

RECOMMANDATIONS

À la lumière des résultats obtenus dans ce travail, il serait plus intéressant de procéder à de nouvelles études morphométriques des globules rouges portant sur :

- Actualisation des données actuelles relatives à la taille des érythrocytes chez les différentes espèces animales en utilisant des logiciels perfectionnés comme **OPTIKA™ Vision Pro**.
- Déterminer chez toutes les espèces animales des valeurs de références pour la circonférence et la surface des globules rouges ; ces deux paramètres sont plus représentatifs surtout dont le but de la sélection avec plus de précision des espèces ou encore des races animales.
- Faire des études comparatives entre les mâles et les femelles, chez les différentes races à l'intérieur d'une même espèce ; afin, de voir l'effet exact du facteur sexe sur la morphométrie des globules rouges.
- Approfondir l'étude morphométrique à l'intérieur des espèces, afin de déterminer d'autres paramètres pouvant intervenir dans la détermination de la race.



RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] **ABDELGUERFI A. (2003)** : Evaluation des besoins en matière de renforcement des capacités nécessaires à la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité importante pour l'agriculture, Rapport de synthèse, Tome IX. Projet **ALG/97/G31 FEM/PNUD**, Plan d'action et stratégie nationale sur la biodiversité, **M.A.T.E, R.A.D.P.**
- [2] **ACEÑA M.C., GARCÍA-BELENGUER S., GASCÓN M. et PURROY A. (1995)** : Modifications hématologiques et musculaires pendant la corrida chez le taureau de combat. *Revue Méd. Vét.*, **146 (4)**, 277-282.
- [3] **ADAMS G.C. (1954)** : A technique for the measurement of erythrocyte diameters. *J. Clin. Pathol.*, **7**, 76-78.
- [4] **ADAMS R., GARRY F.B., ALDRIGE B.M., HOLLAND M.D. et ODDE K.G. (1992)** : Hematologic values in newborn beef calves. *Am. J. Vet. Res.*, **53 (6)**, 944-950.
- [5] **ADAMU L., NORANIZA M.A., RASEDEE A. et BASHIR A. (2013)** : Effect of age and performance on physical, hematological, and biochemical parameters in endurance horses. *J. Equine Vet. Sci.*, **33 (6)**, 415-420.
- [6] **ADEFEYA C.A.O., AKIRINMADE J.F. et FAJIMI J.L. (1987)** : Hematological and serum biochemical changes in polo horses in Nigeria. *Bull. Anim. Hlth. Prod. Afr.*, **35**, 350-355.
- [7] **AKPA G.N., ALPHONSUS C. et USMAN N. (2013)** : Association of haemoglobin types with age, coat colour and head profile in red Sokoto goats of Abuja Nigeria. *J. Anim. Sci. Adv.*, **3 (4)**, 171-175.
- [8] **ALLARD R.L., CARLOS A.D. et FALTIN E.C. (1989)** : Canine hematological changes during gestation and lactation. *Companion Anim. Pract.*, **19**, 3-6.
- [9] **ALLEN B.V. (1989)** : Age differences in the haemogram of the national Hunt trained race horse. *Equine Vet. J.*, **77 (9)**, 588-594.
- [10] **ALLEN B.V. et ARCHER R.K. (1973)** : Studies with normal erythrocytes of the English thoroughbred horse. *Equine Vet. J.*, **5**, 135-136.
- [11] **ALLISON R.W. et MEINKOTH J.H. (2007)** : Hematology without the numbers : In-Clinic blood film evaluation. *Vet. Clin. Small Anim. Pract.*, **37**, 245-266.
- [12] **ALSALAMI M.T. et FILIPPICH L.J. (1999)** : Haematology of foetal sheep. *Aust. Vet. J.*, **53 (8)**, 353-359.
- [13] **ANA M., CRISTINA R., PABLO T. et FRANCISCO C. (2012)** : Age and gender-related variations in hematology, clinical biochemistry, and hormones in Spanish fillies and colts. *Res. Vet. Sci.*, **93**, 943-949.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.rvsc.2011.11.009>.

- [14] **ANDREWS F.M., GEISER D.R., WHITE S.L., WILLIAMSON L.H., MAYKUTH P.L. et GREEN F.M. (1995)** : Haematological and biochemical changes in horses competing in a 3 star horse trial and 3 day event. *Equine Vet. J.*, **20**, 57-63.
- [15] **AOKI T. et ISHII H. (2012)** : Hematological and biochemical profiles in peripartum mares and neonatal foals (Heavy Draft horse). *J. Equine Vet. Sci.*, **32**, 170-176.
- [16] **ARCHER R.K. (1977)** : The nature of blood and its disorders. In : *Comparative Clinical Haematology*. Edited by : ARCHER R.K. and JEFFCOTT L.B. Blackwell Scientific Publications, Oxford, U.K. 1-12.
- [17] **AXON J.E. et PALMER J.E. (2008)** : Clinical pathology of the foal. *Vet. Clin. N. Am. Equine Pract.*, **24**, 357-385.
- [18] **AZAB M.E. et ABDEL-MAKSOUH H.A. (1999)** : Changes in some hematological and biochemical parameters during pre-partum and post-partum periods in female Baladi goats. *Small Ruminant Res.*, **34**, 77-85.
- [19] **BABO D. (1998)** : Races bovines françaises. Édition France agricole, Paris, France.
- [20] **BABO D. (2000)** : Races ovines et caprines françaises. Édition France agricole, Paris, France.
- [21] **BACHA W.J.A. et WOOD L.M. (1990)** : Bone marrow. In : *Color Atlas of Veterinary Histology*. Edited by : BACHA W.J.J. and WOOD L.M. W.B. Saunders Company, Philadelphia, U.S.A.
- [22] **BACHA W.J.J. et BACHA L.M (2000)** : Color atlas of veterinary histology, Second edition. Lippincott, Williams and Wilkins, Philadelphia, U.S.A.
- [23] **BARGER A.M. (2003)** : The complete blood cell count : A powerful diagnostic tool. *Vet. Clin. Small Anim. Pract.*, **33**, 1207-1222.
- [24] **BARGER A.M. (2010)** : Erythrocyte morphology. In : *Schalm's Veterinary Hematology, 6th edition*. Edited by : WEISS D.J. and WARDROP K.J. Wiley-Blackwell Publishing Ltd, Ames, Iowa, U.S.A. 144-151.
- [25] **BASKURT O.K., FARLEY R.A. et MEISELMAN H.J. (1997)** : Aggregation tendency and cellular properties in horse, human and rat : A comparative study. *Am. J. Physiol.*, **273**, H2604-H2610.
- [26] **BAYLY W.M. (1987)** : The interpretation of clinico-pathologic data from the equine athlete. *Vet. Clin. N. Am. Equine Pract.*, **3 (3)**, 631-647.
- [27] **BECHT J.L. et SEMRAD S.D. (1985)** : Hematology, blood typing, and immunology of the neonatal foal. *Vet. Clin. N. Am. Equine Pract.*, **1 (4)**, 116.
- [28] **BENMERAD A. (2002)** : Avant-propos. *Stud Book Algérien du Cheval Barbe*, **I**, 3-4.
- [29] **BENSALEM-BENDJELLOUL M. (1998)** : Techniques histologiques (Théorie et pratique). Office des Publications Universitaire, Alger, Algérie.

- [30] **BENYOUCEF M.T. (1994)** : Les races ovines Algériennes : Situation et perspectives. *EAAP Publication*, **68**, 100-109.
- [31] **BLUNT M.H. (1975)** : The blood of sheep : Composition and function. Springer-Verlag, U.S.A.
- [32] **BOICHARD D., MAIGNEL L. et VERRIER E. (1996)** : Analyse généalogique des races bovines laitières françaises. *INRA Prod. Anim.*, **9 (5)**, 323-335.
- [33] **BÓRNEZ R., LINARES M.B. et VERGARA H. (2009)** : Haematological, hormonal and biochemical blood parameters in lamb : Effect of age and blood sampling time. *Livest. Sci.*, **121**, 200-206.
- [34] **BOSS P.H. et WANNER M. (1997)** : Blood picture of Saanen goats. *Schweiz. Arch. Tierheilk.*, **119**, 111-119.
- [35] **BOUCLIER P. (2007)** : Pur-Sang (Fiches techniques chevaux de sang). Librairie des Haras Nationaux, France.
- [36] **BOUGLER J. (1981)** : La race et les livres généalogiques : Le concept de race en zootechnie. *Ethnozootechnie*, **29**, 69-72.
- [37] **BOUGLER J. (1982)** : Organisation actuelle des races bovines françaises : Les bovins, origine, évolution de l'élevage. *Ethnozootechnie*, **32**, 186-192.
- [38] **BOYD K.L. et BOLON B. (2010)** : Embryonic and fetal hematopoiesis. In : *Schalm's Veterinary Hematology, 6th edition*. Edited by : WEISS D.J. and WARDROP K.J. Wiley-Blackwell Publishing Ltd, Ames, Iowa, U.S.A. 3-7.
- [39] **BROBST D.F. et PARRY B.W. (1987)** : Normal clinical pathology data. In : *Current Therapy in Equine Medicine, Second edition*. Edited by : ROBINSON N.E. W.B. Saunders Company, Philadelphia, U.S.A.
- [40] **BROCKUS C.W. et ANDREASEN C.B. (2003)** : Erythrocytes. In : *Duncan and Prasse's Veterinary Laboratory Medicine : Clinical Pathology, 4th edition*. Edited by : LATIMER K.S., MAHAFFEY E.A. and PRASSE K.W. Iowa State University Press, Ames (I.A), U.S.A. 3-45.
- [41] **BRUN-HANSEN H.E., KAMPEN A.H. et LUND A. (2006)** : Hematologic values in calves during the first 6 months of life. *Vet. Clin. Path.*, **35 (2)**, 182-187.
- [42] **BULGIN M.S., MUNN S.L. et GEE W. (1970)** : Hematologic changes to 4½ years of age in clinically normal Beagles. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, **157**, 1064-1070.
- [43] **BUNN H. (1990)** : Erythropoietin : Current status. *Yale J. Biol. Med.*, **63**, 381-386.
- [44] **BUSZINSKI S. (2004)** : Analyses hémato-biochimiques courantes chez les bovins, Quelles norms bovines à la faculté de Saint-Hyacinthe ? *Le Point Vétérinaire*, **243 (3)**, 7.

- [45] **BYERS S.R. et KRAMER J.W. (2010)** : Normal hematology of sheep and goats. In : *Schalm's Veterinary Hematology, 6th edition*. Edited by : WEISS D.J. and WARDROP K.J. Wiley-Blackwell Publishing Ltd, Ames, Iowa, U.S.A. 836-842.
- [46] **CANFIELD P.J. (1998)** : Comparative cell morphology in the peripheral blood film from exotic and native animals. *Aust. Vet. J.*, **76 (12)**, 793-800.
- [47] **CAR B.D. (2000)** : Erythropoiesis and Erythrokinetics. In : *Schalm's Veterinary Hematology, 5th edition*. Edited by : FELDMAN B.F., ZINKL J.G. and JAIN N.C. Lippincott, Williams and Wilkins, Philadelphia, U.S.A. 105-109.
- [48] **CAR B.D. (2010)** : The hematopoietic system. In : *Schalm's Veterinary Hematology, 6th edition*. Edited by : WEISS D.J. and WARDROP K.J. Wiley-Blackwell Publishing Ltd, Ames, Iowa, U.S.A. 25-37.
- [49] **CAR B.D. et BLUE J.T. (2000)** : Approaches to evaluation of bone marrow function. In : *Schalm's Veterinary Hematology, 5th edition*. Edited by : FELDMAN B.F., ZINKL J.G. and JAIN N.C. Lippincott, Williams and Wilkins, Philadelphia, U.S.A. 33-37.
- [50] **CHABCHOUB A., LANDOLSI F. et JARY Y (2004)** : Étude des paramètres morphologiques de chevaux barbes de Tunisie. *Revue Méd. Vét.*, 2004, **155**, 31-37.
- [51] **CHAD-SAOUDI Y. (2006)** : Les origines d'Equus Caballus en Algérie et les origines de la domestication. *Revue de l'Organisation Mondiale du Cheval Barbe*, 46-52.
- [52] **CHARDES A. et BOUDON X. (2007)** : Arabe (Fiches techniques chevaux de sang). Librairie des Haras Nationaux, France.
- [53] **CHAVATTE P.M. (1990)** : Contribution à l'étude des paramètres hématologiques chez le poulain nouveau-né sain et malade. Thèse Docteur Vétérinaire, École Nationale Vétérinaire, Alfort, France.
- [54] **CHELLIG R. (1992)** : Les races ovines Algériennes. Office des Publications Universitaire, Alger, Algérie.
- [55] **CHRISTIAN J.A. (2000)** : Red blood cell survival and destruction. In : *Schalm's Veterinary Hematology, 5th edition*. Edited by : FELDMAN B.F., ZINKL J.G. and JAIN N.C. Lippincott, Williams and Wilkins, Philadelphia, U.S.A. 117-124.
- [56] **CHRISTIAN J.A. (2010)** : Erythrokinetics and erythrocyte destruction. In : *Schalm's Veterinary Hematology, 6th edition*. Edited by : WEISS D.J. and WARDROP K.J. Wiley-Blackwell Publishing Ltd, Ames, Iowa, U.S.A. 136-143.
- [57] **CHUZEL T. (2003)** : Hématologie du chien et du chat : Le frottis sanguin, ses aspects et ses limites. *Le Point Vétérinaire*, **235**, 28-36.
- [58] **COLE D.J., ROUSSEL A. et WHITNEY M.S. (1997)** : Interpreting a bovine CBC : Collecting a sample and evaluating the erythron. *Vet. Med.*, **25 (5)**, 460-468.

- [59] **COLES E.H. (1979)** : Le laboratoire en clinique vétérinaire. Édition Vigot Frères, Paris, France.
- [60] **COLLEAU J.J., HEYMAN Y. et RENARD J.P. (1998)** : Les biotechnologies de la reproduction chez les bovins et leurs applications réelles et potentielles en sélection. *INRA Prod. Anim.*, **11** (1), 41-56.
- [61] **COUTO G. (1994)** : Hematology and immunology. In : *Manual of Small Animal Internal Medicine*. Edited by : NELSON E. and COUTO G. Mosby Edition, Saint Louis, U.S.A. 718-770.
- [62] **COWGILL E.S., NEEL J.A. et GRINDEM C.B. (2003)** : Clinical application of reticulocyte counts in dogs and cats. *Vet. Clin. Small Anim. Pract.*, **33**, 1223-1244.
- [63] **DENICOLA D.B. (2011)** : Advances in hematology analyzers. *Top. Companion Anim. M.*, **26** (2), 52-61.
- [64] **DOXEY D.L. (1977)** : Haematology of the Ox. In : *Comparative Clinical Haematology*. Edited by : ARCHER R.K. and JEFFCOTT L.B. Blackwell Scientific Publications, Oxford, U.K. 215-269.
- [65] **DUDOUET C. (2003)** : La production du mouton, Deuxième édition. Édition France agricole, Paris, France.
- [66] **DUNCAN J.R. et PRASSE K.W. (1986)** : Veterinary laboratory medicine, Clinical pathology, Second edition. Iowa State University Press, Ames (I.A), U.S.A.
- [67] **DUROTOYE L.A. (1987)** : Effect of sex, pregnancy and lactation on the osmotic fragility of erythrocyte of the West African sheep. *Bull. Anim. Hlth. Prod. Afr.*, **35**, 29.
- [68] **EBERT B.L. et BUNN H.F. (1999)** : Regulation of the erythropoietin gene. *Blood*, **94**, 1864-1877.
- [69] **EGLI C.P. et BLUM J.W. (1998)** : Clinical, haematological, metabolic and endocrine traits during the first three months of life of suckling Simmentaler calves held in a cow-calf operation. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, **45** (2), 99-118.
- [70] **EL-KOHEN M. (2006)** : Le cheval barbe : présentation. *Revue de l'Organisation Mondiale du Cheval Barbe*, 7-8.
- [71] **EL-SHERIF M.M.A. et ASSAD F. (2001)** : Changes in some blood constituents Barki ewes during pregnancy and lactation under semi-arid conditions. *Small Ruminant Res.*, **40**, 269-277.
- [72] **EWING G., SCHALM O.W. et SMITH R.S. (1972)** : Hematologic values of normal Basenji dogs. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, **161**, 1661-1664.
- [73] **FELIACHI K. (2003)** : Rapport national sur les ressources génétiques animales en Algérie. Commission nationale AnGR, **M.A.D.R, R.A.D.P.**

- [74] **FERNANDEZ F.R. et GRINDEM C.B. (2000)** : Reticulocyte responses. In : *Schalm's Veterinary Hematology, 5th edition*. Edited by : FELDMAN B.F., ZINKL J.G. and JAIN N.C. Lippincott, Williams and Wilkins, Philadelphia, U.S.A. 110-116.
- [75] **FISHER D.D., WILSON L.L. et SCHOLZ R.W. (1980)** : Environmental and genetic effects on hematologic characteristics of beef cows. *Am. J. Vet. Res.*, **41 (9)**, 1533-1536.
- [76] **FONTAINE M. et CADORÉ J.L. (1995)** : Vade-mecum du vétérinaire, 16^{ème} Édition. Édition Vigot Frères, Paris, France.
- [77] **GABE M. (1968)** : Techniques histologiques. Édition Masson et Cie, Paris, France.
- [78] **GASPER P.W. (2000)^a** : The hemopoietic system. In : *Schalm's Veterinary Hematology, 5th edition*. Edited by : FELDMAN B.F., ZINKL J.G. and JAIN N.C. Lippincott, Williams and Wilkins, Philadelphia, U.S.A. 63-68.
- [79] **GASPER P.W. (2000)^b** : Stem cell biology. In : *Schalm's Veterinary Hematology, 5th edition*. Edited by : FELDMAN B.F., ZINKL J.G. and JAIN N.C. Lippincott, Williams and Wilkins, Philadelphia, U.S.A. 69-73.
- [80] **GASPER P.W. (2000)^c** : Hemopoietic micro-environment. In : *Schalm's Veterinary Hematology, 5th edition*. Edited by : FELDMAN B.F., ZINKL J.G. and JAIN N.C. Lippincott, Williams and Wilkins, Philadelphia, U.S.A. 74-78.
- [81] **GATNER R.J.W., CALLOW L.L., GRANZIEN C.K. et PEPPER P.M (1969)** : Variations in the concentration of blood constituents in relation to the handling of cattle. *Res. Vet. Sci.*, **10 (1)**, 7-12.
- [82] **GAUTRAND C. (2003)** : Les modalités des prélèvements sanguins. *Personnel Soignant*, **3, Supp. Prat. Méd. Chir. Anim. Cie.**, **38 (4)**, 295-296.
- [83] **GAVAZZA A., RICCI M., BRETTONI M., GUGLIUCCI B., PASQUINI A., RISPOLI D., BERNABÒ N. et LUBAS G. (2014)** : Retrospective and prospective investigations about «Quatrefoil» erythrocytes in canine blood smears. *Vet. Med. Int.*, Volume 2014, Article ID 409573. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/409573>.
- [84] **GEORGE J.W., LANE V.M. et SNIPES J.N. (2008)** : Changes in bovine hematology reference intervals from 1965 to 2001. *Vet. Clin. Path.*, **36**, 313.
- [85] **GIGER U. (1992)** : Erythropoietin and its clinical use. *Comp. Cont. Educ. Pract. Vet.*, **14**, 25-34.
- [86] **GILL J. et KOWNACKA M. (1979)** : Seasonal changes in erythrocyte, hemoglobin and leucocyte indexes in pregnant mares of thoroughbred horses. *Bull. Acad. Pol. Sci. Biol.*, **27**, 143-147.
- [87] **GILL J. et RASTAWICKA M. (1986)** : Diurnal changes in the hematological indices in the blood of racing Arabian horse. *Pol. Arch. Weter.*, **26 (12)**, 169-179.
- [88] **GREATOREX J.C. (1957)** : Observations on the hematology of calves and various breeds of adult dairy cattle. *Brit. Vet. J.*, **113**, 29-33.

- [89] GRIMES R.M., DUNCAN C.W. et LASSITER C.A. (1958) : Bovine fetal hemoglobin. 1. Post-natal persistence and relation to adult hemoglobin. *J. Dairy Sci.*, **41** (11), 1527-1533.
- [90] GRINDHEM C.D., TYLER R.D. et COWELL R.L. (2008) : The bone marrow. In : *Diagnostic Cytology and Hematology of the Dog and the Cat, Third edition*. Edited by : COWELL R.L., TYLER R.D., MEINKOTH J.H. and DENICOLA D.B. Mosby Edition, Saint Louis, U.S.A. 422-450.
- [91] GRONDIN T.M. et DEWITT S.F. (2010) : Normal hematology of the horse and donkey. In : *Schalm's Veterinary Hematology, 6th edition*. Edited by : WEISS D.J. and WARDROP K.J. Wiley-Blackwell Publishing Ltd, Ames, Iowa, U.S.A. 821-828.
- [92] GROSCLAUDE F., AUPETIT R., LEFEBURE J. et MERIAUX J. (1990) : Essais d'analyse des relations génétiques entre les races bovines françaises à l'aide du polymorphisme biochimique. *Genet. Sel. Evol.*, **22**, 317-338.
- [93] GUEDAOURA S., CABARAUX J.F., MOUMENE A., TAHRAOUI A. et NICKS B. (2011) : Évaluation morphométriques de chevaux de race barbe et dérivés en Algérie. *Ann. Méd. Vét.*, **155**, 14-22.
- [94] GUELFY J.F. (1995) : Renseignements fournis par l'examen de la morphologie des globules rouges sur un frottis sanguins chez le chien et le chat. *Prat. Méd. Chir. Anim. Cie.*, **30**, 639-646.
- [95] GUELFY J.F., TRUMEL C. et MEDAILLE C. (1994) : Hémogramme. *Le Point Vétérinaire*, **26**, 99-103.
- [96] GWALTER R.H. (1992) : Examens de laboratoire. Dans : *Pratique de la Clinique Canine*. Edité par : NIEMAND H.G. et SUTER P.F. Édition Vigot Frères, Paris, France. 45-56.
- [97] HARVEY J.W. (1990) : Normal hematologic values. In : *Equine Clinical Neonatology*. Edited by : KOTERBA A.M. and DRUMMOND W.H. Lea and Febiger, Philadelphia, U.S.A. 561-570.
- [98] HARVEY J.W. (1997) : The erythrocyte : Physiology, metabolism and biochemical disorders. In : *Clinical Biochemistry of Domestic Animals, 5th edition*. Edited by : HARVEY J.W., BRUS M.L. and KENEKO J.J. Academic Press/Elsevier, San Diego, U.S.A. 157-203.
- [99] HARVEY J.W. (2000) : Erythrocyte metabolism. In : *Schalm's Veterinary Hematology, 5th edition*. Edited by : FELDMAN B.F., ZINKL J.G. and JAIN N.C. Lippincott, Williams and Wilkins, Philadelphia, U.S.A. 125-128.
- [100] HARVEY J.W. (2001) : Atlas of veterinary hematology : Blood and bone marrow of domestic animals. W.B. Saunders Company, Philadelphia, U.S.A.
- [101] HARVEY J.W. (2008) : The erythrocyte : Physiology, metabolism, and biochemical disorders. In : *Clinical Biochemistry of Domestic Animals, 6th edition*. Edited by : KANEKO J.J., HARVEY J.W. and BRUSS M.L. Academic Press/Elsevier, San Diego, U.S.A. 173.

- [102] **HARVEY J.W. (2010)** : Erythrocyte biochemistry. In : *Schalm's Veterinary Hematology, 6th edition*. Edited by : WEISS D.J. and WARDROP K.J. Wiley-Blackwell Publishing Ltd, Ames, Iowa, U.S.A. 131-135.
- [103] **HARVEY J.W., ASQUITH R.L., M^CNULTY P.K., KIVIPELTO J. et BAUER J.E. (1984)** : Haematology of the foals up to one year old. *Equine Vet. J.*, **16 (4)**, 347-353.
- [104] **HARVEY R.B., HAMBRIGHT M.B. et ROWE L.D. (1984)** : Clinical biochemical and hematologic values of the American miniature horse : Reference values. *Am. J. Vet. Res.*, **45**, 987-990.
- [105] **HERAULT L. (1998)** : Contribution à la connaissance des paramètres hématologiques normaux du cheval. Thèse Docteur Vétérinaire, École Nationale Vétérinaire, Alfort, France.
- [106] **HOLMAN H.H. (1956)** : Changes associated with age in the blood picture of calves and heifers. *Brit. Vet. J.*, **112 (3)**, 91-104.
- [107] **HOUWEN B. (2000)** : Blood film preparation and staining procedures. *Lab. Hematol.*, **6**, 1-7.
- [108] **HUART F. et ROY S. (2011)** : Les chiens. Édition Solar, France.
- [109] **IRIADAM M. (2007)** : Variation in certain hematological and biochemical parameters during the peri-partum period in Kilis does goats. *Small Ruminant Res.*, **73**, 54-57.
- [110] **JAIN N.C. (1986)** : Schalm's veterinary hematology, 4th edition. Lea and Febiger, Philadelphia, U.S.A.
- [111] **JAIN N.C. (1993)** : Essentials of veterinary hematology. Lea and Febiger, Philadelphia, U.S.A.
- [112] **JAUSSAUD P., AUDRAN M., GAREAU R.L., SOUILLARD A. et CHAVANET J. (1994)** : Kinetics and hematological effects of erythropoietin in horses. *Vet. Res.*, **25**, 568-573.
- [113] **JEFFCOTT L.B. (1977)^a** : Haematological investigation as an aid to diagnosis. In : *Comparative Clinical Haematology*. Edited by : ARCHER R.K. and JEFFCOTT L.B. Blackwell Scientific Publications, Oxford, U.K. 13-23.
- [114] **JEFFCOTT L.B. (1977)^b** : Clinical haematology of the horse. In : *Comparative Clinical Haematology*. Edited by : ARCHER R.K. and JEFFCOTT L.B. Blackwell Scientific Publications, Oxford, U.K. 270-308.
- [115] **JEFFCOTT L.B., ROSSDALE P.D. and LEADON D.P (1982)** : Haematological changes in the neonatal period of normal and induced premature foals. *J. Reprod. Fertil. Suppl.*, **32**, 537-544.
- [116] **JELKMANN W. (1989)** : Renal erythropoietin : Properties and production. *Rev. Physiol. Biochem. Pharmacol.*, **104**, 139-215.

- [117] **JENSEN A.L., WENCK A. et KOCH J. (1994)** : Comparison of results of haematological and clinical chemical analyses of blood samples obtained from the cephalic and external jugular veins in dogs. *Res. Vet. Sci.*, **56**, 24-29.
- [118] **JONES W.E. (1989)** : Equine sport medicine. Lea and Febiger, Philadelphia, U.S.A.
- [119] **KADRI A. (2006)** : Le cheval Barbe, cheval du Nord de l'Afrique, son rôle en Algérie. *Revue de l'Organisation Mondiale du Cheval Barbe*, 09-45.
- [120] **KANEKO J.J. (2000)** : Hemoglobin synthesis and destruction. In : *Schalm's Veterinary Hematology, 5th edition*. Edited by : FELDMAN B.F., ZINKL J.G. and JAIN N.C. Lippincott, Williams and Wilkins, Philadelphia, U.S.A. 135-139.
- [121] **KAPALE P.M., JAGTAP D.G., BADUKALE D.M. et SAHATPURE S.K. (2008)** : Haematological constituents of blood of Gaolao cattle. *Vet. World*, **1** (4), 113-114.
- [122] **KÄSTNER S.B.R., FEIGE K., WEISHAUPT M.A. et AUER J.A. (1999)** : Heart and hematological responses of Quarter horses to a reining competition. *J. Equine Vet. Sci.*, **19** (2), 127-131.
- [123] **KEENAN D.M. (1980)** : Changes in packed cell volume of horse during races. *Aust. Vet. Pract.*, **10**, 125-127.
- [124] **KELLY W.R. (1971)** : Diagnostic clinique vétérinaire. Librairie Maloine S.A. Éditeur, France.
- [125] **KHAN S.A., EPSTEIN J.H., OLIVAL K.J., HASSAN M.M., HOSSAIN M.B., RAHMAN K.B.M.A., ELAHI M.F., MAMUN M.A., HAIDER N., YASIN G. et DESMOND J. (2011)** : Hematology and serum chemistry references values of stray dogs in Bangladesh. *Open Vet. J.*, **1**, 13-20.
- [126] **KITCHEN M. et BRETT J. (1974)** : Embryonic and fetal Hb in animals. *Ann. NY. Acad. Sci.*, **241**, 653-671.
- [127] **KLINE H. et FOREMAN J.H. (1991)** : Heart and spleen weights as a function of breed and somatotype. In : *Equine Exercise Physiology, Third edition*. Edited by : PERSSON S.G.R., LINDHOLM A. and JEFFCOTT L.B. ICEEP Publications, Davis Calif, U.S.A.
- [128] **KNILL L.M., M^CCONAUGHY C., CAMARENA I. et DAY M. (1969)** : Hemogram of the Arabian horse. *Am. J. Vet. Res.*, **30**, 295-299.
- [129] **KNOWLES T.G., EDWARDS J.E., BAZELEY K.J., BROWN S.N., BUTTERWORTH A. et WARRISS P.D. (2000)** : Changes in the blood biochemical and hematological profile of neonatal calves with age. *Vet. Rec.*, **147**, 593-598.
- [130] **KOLB E. (1975)** : Physiologie des animaux domestiques. Édition Vigot Frères, Paris, France.
- [131] **KRAMER J.W. (2000)^a** : Normal hematology of the horse. In : *Schalm's Veterinary Hematology, 5th edition*. Edited by : FELDMAN B.F., ZINKL J.G. and JAIN N.C. Lippincott, Williams and Wilkins, Philadelphia, U.S.A. 1069-1074.

- [132] **KRAMER J.W. (2000)^b** : Normal hematology of cattle, sheep and goats. In : *Schalm's Veterinary Hematology, 5th edition*. Edited by : FELDMAN B.F., ZINKL J.G. and JAIN N.C. Lippincott, Williams and Wilkins, Philadelphia, U.S.A. 1075-1084.
- [133] **KRANTZ S.B. (1991)** : Erythropoietin. *Blood*, **77**, 419-434.
- [134] **KUMAR B. et PACHAURI S.P (2000)** : Haematological profile of crossbred dairy cattle to monitor herd health status at medium elevation in central Himalayas. *Res. Vet. Sci.*, **69**, 141-145.
- [135] **LANGSTON C.E., REINE N.J. et KITTRELL D. (2003)** : The use of erythropoietin. *Vet. Clin. Small Anim. Pract.*, **33**, 1245-1260.
- [136] **LASSEN E.D. et WEISER G. (2004)** : Laboratory technology for veterinary medicine. In : *Veterinary Hematology and Clinical Chemistry*. Edited by : THRALL M.A. and TROY D.B. Baltimore, Lippincott, Williams and Wilkins, Philadelphia, U.S.A. 3-38.
- [137] **LATEEF A., DAS A., PANCHASARA H.H., NILUFAR H. et SANAP M.J. (2014)** : Seasonal effects on milk yield, erythrocytic and leukocytic indices of Kankrej cattle (*Bos indicus*). *Vet. World*, **7 (7)**, 472-477.
- [138] **LATIMER K.S. et RAKICH P.M. (1992)** : Peripheral Blood Smears. In : *Cytology and Hematology of the Horse, First edition*. Edited by : COWELL R.L. and TYLER R.D. American Veterinary Publications, Goleta, California, U.S.A. 191-207.
- [139] **LEDIEU D. (2003)^a** : Prélèvements en cytologie. *Encyclopédie Vétérinaire, Elsevier SAS, Biologie Clinique*, **0030**.
- [140] **LEDIEU D. (2003)^b** : Hémogramme rouge. *Encyclopédie Vétérinaire, Elsevier SAS, Biologie Clinique*, **0050**.
- [141] **LEE C.K., ODELL G.V., ELLIOT F.P., ANDERSON J.L. et JONES E.W. (1971)** : Post-natal loss of bovines fetal hemoglobin. *Am. J. Vet. Res.*, **32 (7)**, 1039-1044.
- [142] **LICART L. (1930)** : Le cheval barbe et son redressement. Édition Berger-Levrault, Paris, France.
- [143] **LOEB W.F. (1974)** : Sang et organes sanguiformateurs. Dans : *Médecine et Chirurgie du Cheval*. Edité par : CATCOTT E.J. et SMITHCORS J.F. Édition Vigot Frères, Paris, France. 413-428.
- [144] **LORDING P.M. (2008)** : Erythrocytes. *Vet. Clin. N. Am. Equine Pract.*, **24**, 225-237.
- [145] **LOYDS S. (1982)** : Goat medicine and surgery. Lea and Febiger, Philadelphia, U.S.A.
- [146] **LUMSDEN J.M., ROWE R. et MULLEN K. (1980)** : Hematology and biochemistry references values for the light horse. *Can. J. Comparat. Med.*, **44**, 32-42.

- [147] **MACARTHUR E. (2006)** : Veterinary laboratory manual, 9th Edition. NSW Department of Primary Industries, Agricultural Institute, Menangle and Regional Veterinary Laboratories, Orange and Wollangber, U.S.A.
- [148] **MALIKIDES N., KESSELL A., HODGSON J.L., ROSE R.J. et HODGSON D.R. (1999)** : Bone marrow response to large volume blood collection in the horse. *Res. Vet. Sci.*, **67**, 285-293.
- [149] **MALIKIDES N., MOLLINON P.J., REID W.J. et MURRAY M. (2000)** : Haematological responses of repeated large volume blood collection in the horse. *Res. Vet. Sci.*, **68**, 275-278.
- [150] **MALLARD J. et MOCQUOT J.C. (1998)** : Insémination artificielle et production laitière bovine : Répercussion d'une biotechnologie sur une filère de production. *INRA Prod. Anim.*, **11 (1)**, 33-39.
- [151] **MARGUET D., LENNE P.F., RIGNEAULT H. et HE H.T. (2006)** : Dynamics in the plasma membrane : How to combine fluidity and order. *EMBO. J.*, **25**, 3446-3457.
- [152] **MARIELLA J., PIRRONE A., GENTILINI F. et CASTAGNETTI C. (2014)** : Hematologic and biochemical profiles in standardbred mares during peripartum. *Theriogenology*, **81 (4)**, 526-534.
- [153] **MARTOJA R. et MARTOJA M. (1967)** : Initiation aux techniques de l'histologie animale. Édition Masson et Cie, Paris, France.
- [154] **MASONI F., LAGADIC M., PLASSIART G., GUIGAND L. et WYERS M. (1985)** : Paramètres hématologiques de la chèvre laitière : Variations physiologiques chez l'animal sain autour de la mise-bas. *Rec. Méd. Vét.*, **161 (1)**, 41-49.
- [155] **MAXIMIN K. (2010)** : Hématologie des bovins : Étude des variations de la naissance à 60 jours. Thèse Docteur Vétérinaire, École Nationale Vétérinaire, Lyon, France.
- [156] **M^CGOWAN C. (2008)** : Clinical pathology in the racing horse : The role of clinical pathology in assessing fitness and performance in the race horse. *Vet. Clin. N. Am. Equine Pract.*, **24**, 405-421.
- [157] **MÉDAILLE C. (1992)** : Prélèvement sanguin. *Encyclopédie Vétérinaire, Elsevier SAS, Biologie Clinique*, **0700**.
- [158] **MÉDAILLE C., BRIEND-MARCHAL A. et BRAUN J.P. (2005)^a** : Prélèvement sanguin (Blood sampling). *EMC-Vétérinaire*, **2**, 1-13.
- [159] **MÉDAILLE C., BRIEND-MARCHAL A. et BRAUN J.P. (2005)^b** : Prélèvement sanguin. *Encyclopédie Vétérinaire, Elsevier SAS, Biologie Clinique*, **0025**.
- [160] **MEDEIROS L.O., FERRI S., BARCELOS S.R. et MIGUEL O. (1971)** : Hematological standards for healthy newborn thoroughbred foals. *Biol. Neonate*, **17**, 351-360.

- [161] **MEINKOTH J.H. et ALLISON R.W. (2007)** : Sample collection and handling : Getting accurate results. *Vet. Clin. Small Anim. Pract.*, **37**, 203-219.
- [162] **MEINKOTH J.H. et CLINKENBEARD K.D. (2000)** : Normal hematology of the dog. In : *Schalm's Veterinary Hematology, 5th edition*. Edited by : FELDMAN B.F., ZINKL J.G. and JAIN N.C. Lippincott, Williams and Wilkins, Philadelphia, U.S.A. 1057-1063.
- [163] **MEYER D.J. et HARVEY J.W. (1998)** : Veterinary laboratory medicine, Interpretation and diagnosis, Second edition. W.B. Saunders Company, Philadelphia, U.S.A.
- [164] **MILLER R.J. et CAMPBELL R.S.F. (1983)** : Haematology of pastured horses in tropical Queensland. *Aust. Vet. J.*, **60**, 31-32.
- [165] **MILLS J.N. (1998)** : Interpreting blood smears (Or what blood smears are trying to tell you !). *Aust. Vet. J.*, **76 (9)**, 569-600.
- [166] **MOAZAMI-GOUDARZI K., FURET J.P., GROHS C., LEVEZIEL H. et MARTIN P. (1995)** : Analyse des relations génétiques entre les races bovine françaises à l'aide de marqueurs moléculaires. *Renc. Rech. Ruminants*, **2**, 171-176.
- [167] **MOHRI M., SHARIFI K. et EIDI S. (2007)** : Hematology and serum biochemistry of Holstein dairy calves, Age related changes and comparison with blood composition in adults. *Res. Vet. Sci.*, **80**, 30-39.
- [168] **MORRIS D.D. (2006)** : The hemolymphatic system. In : *The Equine Manual, Second edition*. Edited by : HIGGINS A.J. and SNYDER J.R. Elsevier Limited, Saunders, U.S.A. 485-527.
- [169] **MURRAY R.K. (2002)** : Érythrocyte et leucocytes. Dans : *Biochimie de Harper, 25^{ème} édition*. Édité par : MURRAY R.K., GRANNER D.F., RODWELL A.G. et MAYES G.F. Université De Boeck, Bruxelles, Belgique. 763-779.
- [170] **NATHAN D.G. et SYTKOWSKIA A. (1983)** : Erythropoietin and regulation of erythropoiesis. *N. Engl. J. Med.*, **308**, 520-522.
- [171] **NIEMEYER G.P et LOTHROP C.D. (2000)** : Cyclic hemopoiesis. In : *Schalm's Veterinary Hematology, 5th edition*. Edited by : FELDMAN B.F., ZINKL J.G. and JAIN N.C. Lippincott, Williams and Wilkins, Philadelphia, U.S.A. 960-964.
- [172] **NIINISTÖ K., RAEKALLIO M. et SANKARI S. (2008)** : Storage of equine red blood cells as a concentrate. *Vet. J.*, **176**, 227-231.
- [173] **NOONAN T.R., REYNOLDS R.A. et MURPHREE R.L. (1978)** : Effect of age, season and reproductive activity on hemograms of female Hereford cattle. *Am. J. Vet. Res.*, **39 (3)**, 433-440.
- [174] **OGILVIE G.K. (2000)** : Clinical use of hemopoietic growth factors. In : *Schalm's Veterinary Hematology, 5th edition*. Edited by : FELDMAN B.F., ZINKL J.G. and JAIN N.C. Lippincott, Williams and Wilkins, Philadelphia, U.S.A. 884-888.

- [175] **OLVER C.S. (2010)** : Erythropoiesis. In : *Schalm's Veterinary Hematology, 6th edition*. Edited by : WEISS D.J. and WARDROP K.J. Wiley-Blackwell Publishing Ltd, Ames, Iowa, U.S.A. 36-42.
- [176] **OLVER C.S., ANDREWS G.A., SMITH J.E. et KANEKO J.J. (2010)** : Erythrocyte structure and function. In : *Schalm's Veterinary Hematology, 6th edition*. Edited by : WEISS D.J. and WARDROP K.J. Wiley-Blackwell Publishing Ltd, Ames, Iowa, U.S.A. 123-130.
- [177] **OVERMANN J.A., MODIANO J.F. et O'BRIEN T.O. (2010)** : Stem cell biology. In : *Schalm's Veterinary Hematology, 6th edition*. Edited by : WEISS D.J. and WARDROP K.J. Wiley-Blackwell Publishing Ltd, Ames, Iowa, U.S.A. 14-19.
- [178] **PAL S.K. et MUMMED Y.Y. (2014)** : Investigation of haemoglobin polymorphism in Ogaden cattle. *Vet. World*, **7 (4)**, 229-133.
- [179] **PAROT C. (2011)** : Bilans hémato-biochimiques chez le cheval d'endurance de haut niveau : Intérêt pronostic et proposition de valeurs de références. Thèse Docteur Vétérinaire, École Nationale Vétérinaire, Alfort, France.
- [180] **PASCHOUD J.M. et TRIQUET R. (1994)** : Berger Allemand. *Standard F.C.I.*, N° 166/05.05.1994/F.
- [181] **PECHEREAU D. (1986)** : Recommandations du groupe d'étude d'hématologie et de cytologie CNVSPA pour la réalisation de l'hémogramme du chien et du chat. *Prat. Méd. Chir. Anim. Cie.*, **21**, 295-296.
- [182] **PENNEY R.H.C. et SCOFIELD A.M. (1966)** : Haematological values for the clinically normal bull. *Brit. Vet. J.*, **122 (6)**, 239-247.
- [183] **PETTERINO C., CAPURRO C. et CASTAGNARO M. (2003)** : Physiology, cytomorphological identification and criteria of evaluation of haematopoietic cells of the bone marrow. *EJCAP.*, **13 (2)**, 157-169.
- [184] **PICCIONE G., ASSENZA A., FAZIO F., GIUDICE E. et GAOLA G. (2001)** : Different periodicities of some haematological parameters in exercise-loaded athletic horses and sedentary horses. *J. Equine Vet. Sci.*, **12 (1)**, 17-23.
- [185] **PICCIONE G., VAZZANA I., GIANNETTO C., GIANESELLA M. et FERRANTELLI V. (2008)** : Modification of some haematological and haematochemical parameters in horse during long distance rides. *Res. J. Vet. Sci.*, **1 (1)**, 37-43.
- [186] **POLIZOPOULOU Z.S. (2010)** : Haematological tests in sheep health management. *Small Ruminant Res.*, **92**, 88-91.
- [187] **PORTIER K., KIRSCHVINK N., FELLMANN N., COUDERT J. et LEKEUX P. (2007)** : Paramètres influençant la structure et la fonction du globule rouge chez le cheval. *Ann. Méd. Vét.*, **151**, 101-106.
- [188] **PRICE-JONES C. (1933)** : Red blood cell diameters. Oxford University Press, London, U.K.

- [189] **PUGH D.G. (2002)** : Sheep and goat medicine. Saunders Company (W.B.), Philadelphia, U.S.A.
- [190] **QUESENBERRY P.G. (1995)** : Hemopoietic stem cells, progenitor cells and cytokines. In : *Williams Hematology, 5th edition*. Edited by : BEUTLER E., LICHTMAN M.A., COLLER B.S. and KIPPS T.J. M^CGraw-Hill, New York, U.S.A.
- [191] **RAHAL K. (2005)** : Le Barbe en Algérie, un acteur de développement durable des régions rurales. *Le Monde Hippique*, **48**, 27-29.
- [192] **RAHAL K., BENABDELMOUMEN S. et NASRI A. (2006)** : Characteristics of Barb Horse in West Algeria, First Results. *Proc. 9th World Congr. Equine Vet. Asso., Morocco*, 341-343.
- [193] **RAHAL K., GUEUDIOURA A. et OUMOUNA M. (2009)** : Paramètres morphométriques du cheval Barbe de Chaouchaoua, Algérie. *Revue Méd. Vét.*, **160 (12)**, 586-589.
- [194] **RALSTON S.L., NOCKELS C.F. et SQUIRES E.L. (1988)** : Difference in diagnostic test results and hematologic data between aged and young horses. *Am. J. Vet. Res.*, **49 (8)**, 1387-1392.
- [195] **REAGAN W.J., IRIZARRYROVIRA A.R. et DENICOLA D.B. (2008)** : Normal Red Blood Cell Morphology. In : *Veterinary Hematology Atlas Common Domestic and Non-Domestic Species, Second edition*. Wiley-Blackwell Publishing Ltd, Ames, Iowa, U.S.A. 13-16.
- [196] **REINES B.P. (2000)** : Ontogeny of the hemopoietic system. In : *Schalm's Veterinary Hematology, 5th edition*. Edited by : FELDMAN B.F., ZINKL J.G. and JAIN N.C. Lippincott, Williams and Wilkins, Philadelphia, U.S.A. 79-85.
- [197] **REVINGTON M. (1983)** : Haematology of the racing thoroughbred in Australia. 1 : References values and the effect of excitement. *Equine Vet. J.*, **15 (2)**, 141-144.
- [198] **RICORDEAU G. et LAUVERGNE J.J. (1971)** : Déterminisme héréditaire de la couleur blanche de la chèvre Saanen. *Ann. Génét. Sél. Anim.*, **3 (4)**, 425-432.
- [199] **RILEY R.S., BEN-EZRA J.M., GOEL R. et TIDWELL A. (2001)** : Reticulocytes and reticulocytes enumeration. *J. Clin. Lab. Anal.*, **15**, 267-294.
- [200] **RIZZI T.E., MEINKOTH J.H. et CLINKENBEARD K.D. (2010)** : Normal hematology of the dog. In : *Schalm's Veterinary Hematology, 6th edition*. Edited by : WEISS D.J. and WARDROP K.J. Wiley-Blackwell Publishing Ltd, Ames, Iowa, U.S.A. 799-810.
- [201] **ROBERTSON I.D., BOLTON J.R., MERCY A.R., STEWART B.J., FRY J. et SUTHERLAND J. (1996)** : Haematological and biochemical values in 12 standardbred horses during training. *Aust. Equine Vet.*, **14**, 72-76.
- [202] **ROSE R.J. et HODGSON D.R. (1994)** : Hematology and biochemistry. In : *The Athletic Horse : Principles and Practice of Equine Sports Medicine*. Edited by : ROSE R.J. and HODGSON D.R. Saunders Company (W.B.), Philadelphia, U.S.A. 63-78.

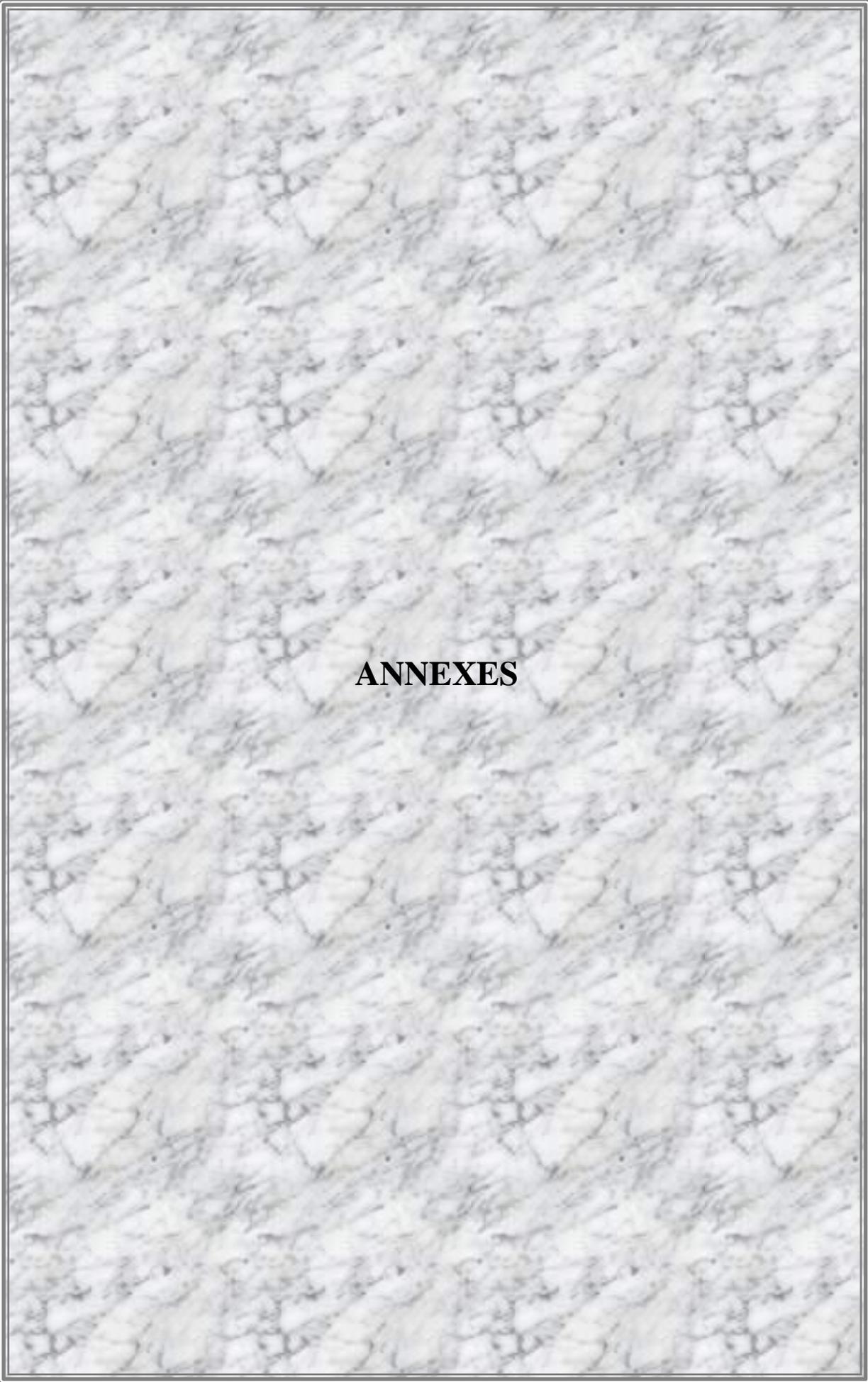
- [203] **ROY S., ROY M. et MISHRA S. (2010)** : Hematological and biochemical profile during gestation period in Sahiwal cows. *Vet. World*, **3 (1)**, 26-28.
- [204] **ROWLANDS G.J., LITTLE W., STARK A.J. et MANTSON R. (1979)** : The blood composition of cows in commercial dairy herds and its relation with season and lactation. *Brit. Vet. J.*, **135 (1)**, 64-74.
- [205] **RUBIO M.D., ESCRIBANO B.M., OROPESA A., TOVAR P., CASTEJÓN F.M. et VIVO R. (1996)** : Influence of trotting and galloping exercise on erythrogram of Andalusian horse stallions. *J. Equine Vet. Sci.*, **16 (6)**, 249-253.
- [206] **RYAN G.M. (1971)** : Blood values in cows : Erythrocytes. *Res. Vet. Sci.*, **12 (1)**, 572-575.
- [207] **SCHALM O.W. (1965)** : Veterinary hematology, Second edition. Lea and Febiger, Philadelphia, U.S.A.
- [208] **SCHALM O.W. (1974)** : Le sang et les organes de l'hématopoïèse. Dans : *Médecine et Chirurgie des Bovins*. Édité par : GIBBONS W.J., CATCOTT E.J. et SMITHCORS J.F. Édition Vigot Frères, Paris, France. 577-621.
- [209] **SCHALM O.W. (1976)** : Erythrocyte macrocytosis in miniature and foy poodles. *Canine Pract.*, **3**, 55-57.
- [210] **SCHALM O.W. et CARLSON G.P (1982)** : Equine medicine and surgery, Third edition, Volume 1. American Veterinary Publications, Goleta, California, U.S.A.
- [211] **SCHALM O.W., JAIN N.C. et CAROLL E.J. (1975)** : Veterinary hematology, Third edition. Lea and Febiger, Philadelphia, U.S.A.
- [212] **SEMENZA G.L. (1994)** : Regulation of erythropoietin production : New insights into molecular mechanism of oxygen homeostasis. *Hematol. Oncol. Clin. N. Am.*, **8**, 863-884.
- [213] **SHAIKAT A.H., HASSAN M.M., KHAN S.H., ISLAM M.N., HOQUE M.A., BARI M.S. et HOSSAIN M.E. (2013)** : Haemato-biochemical profiles of indigenous goats (*Capra hircus*) at Chittagong, Bangladesh. *Vet. World*, **6 (10)**, 789-793.
- [214] **SHARKEY L.C. et HILL S.A. (2010)** : Structure of bone marrow. In : *Schalm's Veterinary Hematology, 6th edition*. Edited by : WEISS D.J. and WARDROP K.J. Wiley-Blackwell Publishing Ltd, Ames, Iowa, U.S.A. 8-13.
- [215] **SHIFRINE M., MUNN S.L., ROSENBLATT L.S., BULGIN M.S. et WILSON F.D. (1973)** : Hematologic changes to 60 days of age in clinically normal Beagles. *Lab. Anim. Sci.*, **23**, 894-898.
- [216] **ŠIMPRAGA M., ŠMUC T., MATANOVIĆ K., RADIN L., SHEK-VUGROVEČKI A., LJUBIČIĆ I. et VOJTA A. (2013)** : Reference intervals for organically raised sheep : Effects of breed, location and season on hematological and biochemical parameters. *Small Ruminant Res.*, **112**, 1-6.

- [217] **SIROIS M. (1990)** : Mammalian blood cell morphology, Part 1 : Erythrocytes. *Vet. Tech.*, **11 (6)**, 385-392.
- [218] **SLAWIKC C. (2007)** : Barbe (Fiches techniques : Races étrangères reconnues). Librairie des Haras Nationaux, France.
- [219] **SMITH J.E., ERICKSON H.H. et DEBOWES R.M. (1989)** : Changes in circulating equine erythrocytes induced by brief, high-speed exercise. *Equine Vet. J.*, **21**, 444-446.
- [220] **SRIPAD K., KOWALI S. et METRI R. (2014)** : Hematological profile of Khillar breed of cattle in Karnataka. *Vet. World*, **7 (5)**, 311-314.
- [221] **STEWART G.A., RIDDLE C.A. et SALMON P.W. (1977)** : Haematology of the race horse. A recent study of thoroughbreds in Victoria. *Aust. Vet. J.*, **53 (8)**, 353-359.
- [222] **STOCKHAM S.L. et SCOTT M.A. (2002)** : Fundamentals of veterinary clinical pathology. Wiley-Blackwell Publishing Ltd, Ames, Iowa, U.S.A.
- [223] **STOCKHAM S.L. et SCOTT M.A. (2008)** : Fundamentals of veterinary clinical pathology, Second edition. Wiley-Blackwell Publishing Ltd, Ames, Iowa, U.S.A.
- [224] **STRAUB O.C., SCHALM O.W., HUGHES J.P. et THEILEN G.H. (1959)** : Bovine hematology II. Effect of parturition and retention of fetal membranes on blood morphology. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, **135 (12)**, 618-622.
- [225] **TAMZALI Y. (1989)** : La situation actuelle du cheval Barbe en Algérie. *Magh. Vét.*, **3 (12)**, 21-23.
- [226] **TAYLOR F.G., BRAZIL T.J. et HILLYER M.H. (2010)** : Diagnostic techniques in equine medicine, Second edition. W.B. Saunders Company, Elsevier Limited, Philadelphia, U.S.A.
- [227] **TENNANT B., HARROLD D., REINA-GUERRA M., KENDRICK J.W. et LABEN R.C. (1974)** : Hematology of the neonatal calf : Erythrocyte and leukocyte values of normal calves. *Cornell Vet.*, **64 (4)**, 516-532.
- [228] **TODD J.C. (1979)** : Clinical diagnosis by laboratory methods. W.B. Saunders Company, Philadelphia, U.S.A.
- [229] **TORTEN M. et SCHALM O.W. (1964)** : Influence of the equine spleen on rapid changes in the concentration of erythrocytes in peripheral blood. *Am. J. Vet. Res.*, **25**, 500-504.
- [230] **TUCKER E.M. (1963)** : Red cell life span in young and adult sheep. *Res. Vet. Sci.*, **4**, 11-23.
- [231] **UCHIDA N. (1993)** : Heterogenicity of hematopoietic stem cells. *Curr. Opin. Immunol.*, **5**, 177.
- [232] **VACHA J. (1983)** : Red cell life span. In : *Red Blood Cells of Domestic Mammals*. Edited by : AGER N.S. and BOARDS P.G. Amsterdam Elsevier, U.S.A. 67-132.

- [233] **VENGUST G., VENGUST A., BIDOVEC A. et KLINKON M. (2002)** : Some haematological values of farmed fallow deer (*Dama dama*). *Comp. Clin. Pathol.*, **11**, 223-228.
- [234] **VEREB G., SZOLLOSI J., MATKO J., NAGY P., FARKAS T., VIGH L., MATYUS L., WALDMANN T.A. et DAMJANOVICH S. (2003)** : Dynamic, yet structured : The cell membrane three decades after the Singer-Nicolson model. *Proc. Natl. Acad. Sci., U.S.A.*, **100**, 8053-8058.
- [235] **VIHAN V.S. et RAI P. (1987)** : Certain hematological, biochemical attributes during pregnancy, parturition and post-parturition periods in sheep and goats. *Indian J. Anim. Sci.*, **57** (11), 1200-1204.
- [236] **VILLIERS E. et DUNN J.K. (1998)** : Basic Haematology. In : *Manual of Small Animal Clinical Pathology*. Edited by : DAVIDSON M., ELSE R. and LUMDSEDEN I. BSAVA, Shurdington, U.K. 33-60.
- [237] **WEBSTER N.R. et TOOTHILL C. (1987)** : Inorganic phosphate transport across the red blood cell membrane : The effect of exposure to hyperoxia. *Clin. Chim. Acta*, **167**, 259-265.
- [238] **WEISS L. (1984)** : The blood cells and hematopoietic tissues, Second edition. Elsevier, New York, U.S.A.
- [239] **WEN D., BOISSEL J.P., TRACY T.E. et GRUNINGER R.H. (1993)** : Erythropoietin structure, function relationship : High degree of sequence homology among mammals. *Blood*, **83**, 1507-1516.
- [240] **WILLARD M.D., TVEDTEN H. et TURNWALD G.H. (1994)** : Small animal clinical diagnosis by laboratory methods, Second edition. W.B. Saunders Company, Philadelphia, U.S.A.
- [241] **WINGFIELD W.E. et TUMBLESON M.E (1973)** : Hematologic parameters, as function of age, in female dairy cattle aging and hematologic values. *Cornell Vet.*, **63** (4), 72-80.
- [242] **WOICHOWSKI D.M., MENON M.P. et SATHYANARAYANA P. (2006)** : Erythropoietin-dependent erythropoiesis : New insights and questions. *Blood Cells. Mol. Dis.*, **36**, 232-238.
- [243] **WOOD D. et QUIROZ-ROCHA G.F. (2010)** : Normal hematology of cattle. In : *Schalm's Veterinary Hematology, 6th edition*. Edited by : WEISS D.J. and WARDROP K.J. Wiley-Blackwell Publishing Ltd, Ames, Iowa, U.S.A. 829-835.
- [244] **ZOBRA R., ARDU M., NICCOLINI S., CUBEDDU F., DIMAURO C., BONELLI P., DEDOLA C., VISCO S. et PARPAGLIA M.L.P. (2011)** : Physical, hematological, and biochemical responses to acute intense exercise in polo horses. *J. Equine Vet. Sci.*, **31**, 542-548.
- [245] **ZON L. (1995)** : Developmental biology of hematopoiesis. *Blood*, **86**, 2876-2981.

RAPPORTS ADMINISTRATIFS

- [1] **Agence Nationale d'Intermédiation et de Régulation Foncière -A.N.I.R.E.F- (2011)^a** : Rubrique monographie Wilaya : Wilaya de Batna.
- [2] **Agence Nationale d'Intermédiation et de Régulation Foncière -A.N.I.R.E.F- (2011)^b** : Rubrique monographie Wilaya : Wilaya de Sétif.
- [3] **Direction de la Programmation et du Suivi Budgétaire -D.P.S.B- de la Wilaya de Batna (2012)** : Monographie de la Wilaya de Batna.
- [4] **Direction de la Programmation et du Suivi Budgétaire -D.P.S.B- de la Wilaya de Sétif (2011)** : Monographie de la Wilaya de Sétif.
- [5] **Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural -M.A.D.R- (2006)** : Rapport sur la situation du secteur agricole.



ANNEXES

Annexe N° 01 :
VALEURS DES BORNES, DES MOYENNES ET DES QUARTILES DES
PARAMÈTRES MORPHMÉTRIQUES DES GLOBULES ROUGES

I/ Étude de l'influence de la morphométrie des globules rouges sur la détermination de l'espèce des animaux domestiques :

I.1. Premier groupe :

I.1.1. Influence du diamètre des globules rouges :

Tableau N° A.1. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles du diamètre des globules rouges des animaux domestiques (Globale, N = 30 ; exprimés en μm).

Espèces Données	Bovins locaux	Ovins Ouled- Djellal	Caprins Arbia	Chevaux Pur- Sang Arabe	Chiens locaux
Valeur Minimale	4,73	4,13	3,09	4,72	6,30
Premier quartile (Q1)	4,96	4,33	3,34	5,36	6,98
Moyenne	5,12	4,46	3,39	5,56	7,13
Troisième quartile (Q3)	5,26	4,60	3,48	5,76	7,28
Valeur Maximale	5,50	4,86	3,60	6,03	7,71

Tableau N° A.2. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles du diamètre des globules rouges des animaux domestiques (Mâles adultes, N = 15 ; exprimés en μm).

Espèces Données	Bovins locaux	Ovins Ouled- Djellal	Caprins Arbia	Chevaux Pur- Sang Arabe	Chiens locaux
Valeur Minimale	4,73	4,13	3,14	4,72	6,79
Premier quartile (Q1)	4,81	4,25	3,34	5,35	7,14
Moyenne	5,01	4,37	3,38	5,53	7,24
Troisième quartile (Q3)	5,23	4,44	3,46	5,74	7,37
Valeur maximale	5,35	4,80	3,56	6,03	7,71

Tableau N° A.3. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles du diamètre des globules rouges des animaux domestiques (Femelles adultes, N = 15 ; exprimés en μm).

Espèces Données	Bovins locaux	Ovins Ouled- Djellal	Caprins Arbia	Chevaux Pur- Sang Arabe	Chiens locaux
Valeur Minimale	5,06	4,23	3,09	5,15	6,30
Premier quartile (Q1)	5,18	4,50	3,37	5,43	6,87
Moyenne	5,23	4,56	3,40	5,59	7,02
Troisième quartile (Q3)	5,27	4,67	3,50	5,76	7,20
Valeur Maximale	5,50	4,86	3,60	5,82	7,49

I.1.2. Influence de la circonférence des globules rouges :

Tableau N° A.4. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles de la circonférence des globules rouges des animaux domestiques (Globale, N = 30 ; exprimées en μm).

Espèces Données	Bovins locaux	Ovins Ouled- Djellal	Caprins Arbia	Chevaux Pur- Sang Arabe	Chiens locaux
Valeur Minimale	17,37	15,77	11,60	19,01	20,63
Premier quartile (Q1)	17,81	16,40	12,49	21,82	25,23
Moyenne	19,41	16,94	12,94	22,77	25,73
Troisième quartile (Q3)	20,68	17,42	13,46	23,51	26,89
Valeur Maximale	21,42	18,40	14,65	26,99	28,31

Tableau N° A.5. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles de la circonférence des globules rouges des animaux domestiques (Mâles adultes, N = 15 ; exprimées en μm).

Espèces Données	Bovins locaux	Ovins Ouled- Djellal	Caprins Arbia	Chevaux Pur- Sang Arabe	Chiens locaux
Valeur Minimale	17,37	15,77	11,60	19,01	23,46
Premier quartile (Q1)	17,55	16,08	12,02	22,18	25,20
Moyenne	18,16	16,56	12,59	23,41	25,58
Troisième quartile (Q3)	18,07	16,79	13,15	24,54	25,78
Valeur maximale	20,99	18,27	13,62	26,99	27,36

Tableau N° A.6. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles de la circonférence des globules rouges des animaux domestiques (Femelles adultes, N = 15 ; exprimées en μm).

Espèces Données	Bovins locaux	Ovins Ouled- Djellal	Caprins Arbia	Chevaux Pur- Sang Arabe	Chiens locaux
Valeur Minimale	19,68	16,38	11,63	19,42	20,63
Premier quartile (Q1)	20,43	17,03	13,06	21,53	25,57
Moyenne	20,65	17,31	13,30	22,13	25,88
Troisième quartile (Q3)	21,02	17,62	13,54	22,97	26,92
Valeur Maximale	21,42	18,40	14,65	24,13	28,31

I.1.3. Influence de la surface des globules rouges :**Tableau N° A.7.** Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles de la surface des globules rouges des animaux domestiques (Globale, N = 30 ; exprimées en μm^2).

Espèces Données	Bovins locaux	Ovins Ouled- Djellal	Caprins Arbia	Chevaux Pur- Sang Arabe	Chiens locaux
Valeur Minimale	16,68	14,37	7,61	19,38	25,55
Premier quartile (Q1)	20,48	15,49	8,78	26,47	36,78
Moyenne	22,57	16,39	9,83	27,94	38,83
Troisième quartile (Q3)	24,61	17,57	10,26	29,89	42,02
Valeur Maximale	26,50	19,03	11,28	34,32	47,05

Tableau N° A.8. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles de la surface des globules rouges des animaux domestiques (Mâles adultes, N = 15 ; exprimées en μm^2).

Espèces Données	Bovins locaux	Ovins Ouled- Djellal	Caprins Arbia	Chevaux Pur- Sang Arabe	Chiens locaux
Valeur Minimale	16,68	14,37	7,63	19,38	31,77
Premier quartile (Q1)	19,86	14,95	8,46	26,70	36,67
Moyenne	20,66	15,69	9,15	28,40	38,09
Troisième quartile (Q3)	20,70	16,30	9,86	30,76	39,02
Valeur maximale	24,68	18,37	10,85	34,32	43,76

Tableau N° A.9. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles de la surface des globules rouges des animaux domestiques (Femelles adultes, N = 15 ; exprimées en μm^2).

Espèces Données	Bovins locaux	Ovins Ouled- Djellal	Caprins Arbia	Chevaux Pur- Sang Arabe	Chiens locaux
Valeur Minimale	22,17	15,00	7,61	21,57	25,55
Premier quartile (Q1)	23,86	16,36	9,48	26,48	38,23
Moyenne	24,48	17,08	10,52	27,48	39,58
Troisième quartile (Q3)	25,03	17,72	10,42	29,36	42,63
Valeur Maximale	26,50	19,03	11,28	32,05	47,05

I.2. Deuxième groupe :

I.2.1. Influence du diamètre des globules rouges :

Tableau N° A.10. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles du diamètre des globules rouges des animaux domestiques (Globale, N = 30 ; exprimés en μm).

Espèces Données	Bovins de Croisement	Ovins Hamra	Caprins Arbia	Chevaux Pur- Sang Anglais	Chiens Berger Allemand
Valeur Minimale	4,66	4,10	3,09	5,32	6,34
Premier quartile (Q1)	4,95	4,33	3,34	5,65	6,80
Moyenne	5,02	4,38	3,39	5,76	6,92
Troisième quartile (Q3)	5,09	4,48	3,48	5,90	7,05
Valeur Maximale	5,43	4,62	3,60	6,07	7,42

Tableau N° A.11. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles du diamètre des globules rouges des animaux domestiques (Mâles adultes, N = 15 ; exprimés en μm).

Espèces Données	Bovins de Croisement	Ovins Hamra	Caprins Arbia	Chevaux Pur- Sang Anglais	Chiens Berger Allemand
Valeur Minimale	4,66	4,10	3,14	5,32	6,62
Premier quartile (Q1)	4,95	4,31	3,34	5,66	6,80
Moyenne	4,99	4,39	3,38	5,77	6,96
Troisième quartile (Q3)	5,06	4,49	3,46	5,89	7,09
Valeur maximale	5,13	4,62	3,56	6,07	7,42

Tableau N° A.12. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles du diamètre des globules rouges des animaux domestiques (Femelles adultes, N = 15 ; exprimés en μm).

Espèces Données	Bovins de Croisement	Ovins Hamra	Caprins Arbia	Chevaux Pur- Sang Anglais	Chiens Berger Allemand
Valeur Minimale	4,82	4,10	3,09	5,45	6,34
Premier quartile (Q1)	4,96	4,34	3,37	5,61	6,81
Moyenne	5,06	4,37	3,40	5,75	6,89
Troisième quartile (Q3)	5,13	4,43	3,50	5,89	6,99
Valeur Maximale	5,43	4,59	3,60	6,06	7,29

I.2.2. Influence de la circonférence des globules rouges :

Tableau N° A.13. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles de la circonférence des globules rouges des animaux domestiques (Globale, N = 30 ; exprimées en μm).

Espèces Données	Bovins de Croisement	Ovins Hamra	Caprins Arbia	Chevaux Pur- Sang Anglais	Chiens Berger Allemand
Valeur Minimale	17,28	15,73	11,60	20,46	23,48
Premier quartile (Q1)	18,13	16,43	12,49	21,59	25,16
Moyenne	18,57	16,90	12,94	22,15	25,61
Troisième quartile (Q3)	18,94	17,23	13,46	22,81	26,23
Valeur Maximale	20,25	19,72	14,65	23,51	27,59

Tableau N° A.14. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles de la circonférence des globules rouges des animaux domestiques (Mâles adultes, N = 15 ; exprimées en μm).

Espèces Données	Bovins de Croisement	Ovins Hamra	Caprins Arbia	Chevaux Pur- Sang Anglais	Chiens Berger Allemand
Valeur Minimale	17,28	15,73	11,60	21,05	24,82
Premier quartile (Q1)	18,11	16,25	12,02	22,09	25,22
Moyenne	18,19	16,70	12,59	22,54	25,89
Troisième quartile (Q3)	18,45	17,22	13,15	23,12	26,38
Valeur maximale	18,64	17,59	13,62	23,51	27,59

Tableau N° A.15. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles de la circonférence des globules rouges des animaux domestiques (Femelles adultes, N = 15 ; exprimées en μm).

Espèces Données	Bovins de Croisement	Ovins Hamra	Caprins Arbia	Chevaux Pur- Sang Anglais	Chiens Berger Allemand
Valeur Minimale	17,81	16,11	11,63	20,46	23,48
Premier quartile (Q1)	18,55	16,65	13,06	21,23	24,82
Moyenne	18,96	17,09	13,30	21,75	25,33
Troisième quartile (Q3)	19,35	17,21	13,54	22,39	25,98
Valeur Maximale	20,25	19,72	14,65	22,65	26,72

I.2.3. Influence de la surface des globules rouges :

Tableau N° A.16. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles de la surface des globules rouges des animaux domestiques (Globale, N = 30 ; exprimées en μm^2).

Espèces Données	Bovins de Croisement	Ovins Hamra	Caprins Arbia	Chevaux Pur- Sang Anglais	Chiens Berger Allemand
Valeur Minimale	18,57	14,70	7,61	23,60	31,33
Premier quartile (Q1)	19,63	15,95	8,78	25,93	36,89
Moyenne	20,46	16,49	9,83	27,47	38,52
Troisième quartile (Q3)	21,20	17,18	10,26	29,11	40,53
Valeur Maximale	23,71	18,68	11,28	30,89	45,26

Tableau N° A.17. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles de la surface des globules rouges des animaux domestiques (Mâles adultes, N = 15 ; exprimées en μm^2).

Espèces Données	Bovins de Croisement	Ovins Hamra	Caprins Arbia	Chevaux Pur- Sang Anglais	Chiens Berger Allemand
Valeur Minimale	18,60	14,70	7,63	24,80	35,19
Premier quartile (Q1)	20,15	15,71	8,46	26,89	36,90
Moyenne	20,35	16,51	9,15	28,30	39,04
Troisième quartile (Q3)	21,17	17,52	9,86	29,63	40,97
Valeur maximale	21,41	18,68	10,85	30,89	45,26

Tableau N° A.18. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles de la surface des globules rouges des animaux domestiques (Femelles adultes, N = 15 ; exprimées en μm^2).

Espèces Données	Bovins de Croisement	Ovins Hamra	Caprins Arbia	Chevaux Pur- Sang Anglais	Chiens Berger Allemand
Valeur Minimale	18,57	14,87	7,61	23,60	31,33
Premier quartile (Q1)	19,58	16,11	9,48	24,61	36,73
Moyenne	20,57	16,48	10,52	26,65	37,99
Troisième quartile (Q3)	21,18	17,11	10,42	28,36	40,26
Valeur Maximale	23,71	17,45	11,28	28,94	41,91

II/ Étude de l'influence de la morphométrie des globules rouges sur la détermination de la race des animaux domestiques :

II.1. Influence de la morphométrie des globules rouges sur la détermination de la race chez les bovins :

II.1.1. Influence du diamètre des globules rouges :

Tableau N° A.19. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles du diamètre des globules rouges des races bovines (Globale, N = 30 ; exprimés en μm).

Races Données	R.L.	R.C.	R.P.H.P.N.	R.P.H.P.R.	R.M.
Valeur Minimale	4,73	4,66	4,34	4,30	4,49
Premier quartile (Q1)	4,96	4,95	4,70	4,58	4,71
Moyenne	5,12	5,02	4,82	4,72	4,81
Troisième quartile (Q3)	5,26	5,09	4,94	4,81	4,91
Valeur maximale	5,50	5,43	5,35	5,75	5,20

(R.L. : Race Locale ; R.C. : Race de Croisement ; R.P.H.P.N. : Race Prim'Holstein Pie-Noire ; R.P.H.P.R. : Race Prim'Holstein Pie-Rouge ; R.M. : Race Montbéliarde)

Tableau N° A.20. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles du diamètre des globules rouges des races bovines (Mâles adultes, N = 15 ; exprimés en μm).

Races Données	R.L.	R.C.	R.P.H.P.N.	R.P.H.P.R.	R.M.
Valeur Minimale	4,73	4,66	4,34	4,30	4,52
Premier quartile (Q1)	4,81	4,95	4,61	4,52	4,72
Moyenne	5,01	4,99	4,68	4,61	4,83
Troisième quartile (Q3)	5,23	5,06	4,81	4,75	4,93
Valeur maximale	5,35	5,13	4,91	4,81	5,10

(R.L. : Race Locale ; R.C. : Race de Croisement ; R.P.H.P.N. : Race Prim'Holstein Pie-Noire ; R.P.H.P.R. : Race Prim'Holstein Pie-Rouge ; R.M. : Race Montbéliarde)

Tableau N° A.21. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles du diamètre des globules rouges des races bovines (Femelles adultes, N = 15 ; exprimés en μm).

Races Données	R.L.	R.C.	R.P.H.P.N.	R.P.H.P.R.	R.M.	R.B.A.
Valeur Minimale	5,06	4,82	4,76	4,50	4,49	4,74
Premier quartile (Q1)	5,18	4,96	4,83	4,62	4,67	5,26
Moyenne	5,23	5,06	4,96	4,82	4,80	5,33
Troisième quartile (Q3)	5,27	5,13	5,05	4,87	4,89	5,46
Valeur Maximale	5,50	5,43	5,35	5,75	5,20	5,55

(R.L. : Race Locale ; R.C. : Race de Croisement ; R.P.H.P.N. : Race Prim'Holstein Pie-Noire ; R.P.H.P.R. : Race Prim'Holstein Pie-Rouge ; R.M. : Race Montbéliarde ; R.B.A. : Race Brune des Alpes)

II.1.2. Influence de la circonférence des globules rouges :

Tableau N° A.22. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles de la circonférence des globules rouges des races bovines (Globale, N = 30 ; exprimées en μm).

Races Données	R.L.	R.C.	R.P.H.P.N.	R.P.H.P.R.	R.M.
Valeur Minimale	17,37	17,28	16,61	16,34	17,89
Premier quartile (Q1)	17,81	18,13	18,98	18,50	19,06
Moyenne	19,41	18,57	19,50	18,90	19,56
Troisième quartile (Q3)	20,68	18,94	20,21	19,41	20,13
Valeur Maximale	21,42	20,25	21,51	20,64	21,09

(R.L. : Race Locale ; R.C. : Race de Croisement ; R.P.H.P.N. : Race Prim'Holstein Pie-Noire ; R.P.H.P.R. : Race Prim'Holstein Pie-Rouge ; R.M. : Race Montbéliarde)

Tableau N° A.23. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles de la circonférence des globules rouges des races bovines (Mâles adultes, N = 15 ; exprimées en μm).

Races Données	R.L.	R.C.	R.P.H.P.N.	R.P.H.P.R.	R.M.
Valeur Minimale	17,37	17,28	16,61	16,34	18,26
Premier quartile (Q1)	17,55	18,11	18,80	18,24	19,10
Moyenne	18,16	18,19	19,09	18,49	19,70
Troisième quartile (Q3)	18,07	18,45	19,85	18,97	20,23
Valeur maximale	20,99	18,64	20,47	19,55	21,09

(R.L. : Race Locale ; R.C. : Race de Croisement ; R.P.H.P.N. : Race Prim'Holstein Pie-Noire ; R.P.H.P.R. : Race Prim'Holstein Pie-Rouge ; R.M. : Race Montbéliarde)

Tableau N° A.24. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles de la circonférence des globules rouges des races bovines (Femelles adultes, N = 15 ; exprimées en μm).

Races Données	R.L.	R.C.	R.P.H.P.N.	R.P.H.P.R.	R.M.	R.B.A.
Valeur Minimale	19,68	17,81	18,08	17,18	17,89	19,13
Premier quartile (Q1)	20,43	18,55	19,52	19,01	19,03	19,40
Moyenne	20,65	18,96	19,91	19,32	19,41	19,88
Troisième quartile (Q3)	21,02	19,35	20,64	19,74	19,91	20,29
Valeur Maximale	21,42	20,25	21,51	20,64	20,61	21,25

(R.L. : Race Locale ; R.C. : Race de Croisement ; R.P.H.P.N. : Race Prim'Holstein Pie-Noire ; R.P.H.P.R. : Race Prim'Holstein Pie-Rouge ; R.M. : Race Montbéliarde ; R.B.A. : Race Brune des Alpes)

II.1.3. Influence de la surface des globules rouges :

Tableau N° A.25. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles de la surface des globules rouges des races bovines (Globale, N = 30 ; exprimées en μm^2).

Races Données	R.L.	R.C.	R.P.H.P.N.	R.P.H.P.R.	R.M.
Valeur Minimale	16,68	18,57	16,58	15,42	19,02
Premier quartile (Q1)	20,48	19,63	20,90	19,16	21,04
Moyenne	22,57	20,46	22,12	20,04	22,03
Troisième quartile (Q3)	24,61	21,20	23,71	21,30	23,12
Valeur Maximale	26,50	23,71	27,37	24,27	25,31

(R.L. : Race Locale ; R.C. : Race de Croisement ; R.P.H.P.N. : Race Prim'Holstein Pie-Noire ; R.P.H.P.R. : Race Prim'Holstein Pie-Rouge ; R.M. : Race Montbéliarde)

Tableau N° A.26. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles de la surface des globules rouges des races bovines (Mâles adultes, N = 15 ; exprimées en μm^2).

Races Données	R.L.	R.C.	R.P.H.P.N.	R.P.H.P.R.	R.M.
Valeur Minimale	16,68	18,60	16,58	15,42	19,58
Premier quartile (Q1)	19,86	20,15	20,89	18,71	20,84
Moyenne	20,66	20,35	21,18	19,28	22,19
Troisième quartile (Q3)	20,70	21,17	22,31	20,49	23,27
Valeur Maximale	24,68	21,41	24,57	21,42	25,31

(R.L. : Race Locale ; R.C. : Race de Croisement ; R.P.H.P.N. : Race Prim'Holstein Pie-Noire ; R.P.H.P.R. : Race Prim'Holstein Pie-Rouge ; R.M. : Race Montbéliarde)

Tableau N° A.27. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles de la surface des globules rouges des races bovines (Femelles adultes, N = 15 ; exprimées en μm^2).

Races Données	R.L.	R.C.	R.P.H.P.N.	R.P.H.P.R.	R.M.	R.B.A.
Valeur Minimale	22,17	18,57	18,40	16,62	19,02	21,46
Premier quartile (Q1)	23,86	19,58	21,80	19,78	21,11	21,90
Moyenne	24,48	20,57	23,05	20,79	21,88	23,14
Troisième quartile (Q3)	25,03	21,18	25,25	21,83	23,10	24,35
Valeur Maximale	26,50	23,71	27,37	24,27	24,24	26,22

(R.L. : Race Locale ; R.C. : Race de Croisement ; R.P.H.P.N. : Race Prim'Holstein Pie-Noire ; R.P.H.P.R. : Race Prim'Holstein Pie-Rouge ; R.M. : Race Montbéliarde ; R.B.A. : Race Brune des Alpes)

II.2. Influence de la morphométrie des globules rouges sur la détermination de la race chez les caprins :

Tableau N° A.28. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles du diamètre des globules rouges des races caprines (Femelles adultes, N = 15 ; exprimés en μm).

Races Données	Arbia	Alpine	Saanen
Valeur Minimale	3,09	3,08	3,38
Premier quartile (Q1)	3,37	3,23	3,54
Moyenne	3,40	3,26	3,58
Troisième quartile (Q3)	3,50	3,32	3,65
Valeur Maximale	3,60	3,42	3,72

Tableau N° A.29. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles de la circonférence des globules rouges des races caprines (Femelles adultes, N = 15 ; exprimées en μm).

Races Données	Arbia	Alpine	Saanen
Valeur Minimale	11,63	11,15	12,51
Premier quartile (Q1)	13,06	11,55	12,86
Moyenne	13,30	11,97	13,19
Troisième quartile (Q3)	13,54	12,33	13,50
Valeur Maximale	14,65	12,75	14,17

Tableau N° A.30. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles de la surface des globules rouges des races caprines (Femelles adultes, N = 15 ; exprimées en μm^2).

Races Données	Arbia	Alpine	Saanen
Valeur Minimale	7,61	7,15	8,83
Premier quartile (Q1)	9,48	7,66	9,54
Moyenne	9,85	8,01	10,12
Troisième quartile (Q3)	10,31	8,47	10,69
Valeur maximale	11,28	8,97	11,76

II.3. Influence de la morphométrie des globules rouges sur la détermination de la race chez les chevaux :

II.3.1. Influence du diamètre des globules rouges :

Tableau N° A.31. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles du diamètre des globules rouges des races équines (Globale, N = 30 ; exprimés en μm).

Races Données	Pur-Sang Arabe	Pur-Sang Anglais	Barbe
Valeur Minimale	4,72	5,32	4,86
Premier quartile (Q1)	5,36	5,65	5,55
Moyenne	5,56	5,76	5,65
Troisième quartile (Q3)	5,76	5,90	5,85
Valeur Maximale	6,03	6,07	6,13

Tableau N° A.32. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles du diamètre des globules rouges des races équines (Mâles adultes, N = 15 ; exprimés en μm).

Races Données	Pur-Sang Arabe	Pur-Sang Anglais	Barbe
Valeur Minimale	4,72	5,32	5,41
Premier quartile (Q1)	5,35	5,66	5,70
Moyenne	5,53	5,77	5,84
Troisième quartile (Q3)	5,74	5,89	6,01
Valeur Maximale	6,03	6,07	6,13

Tableau N° A.33. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles du diamètre des globules rouges des races équines (Femelles adultes, N = 15 ; exprimés en μm).

Races Données	Pur-Sang Arabe	Pur-Sang Anglais	Barbe
Valeur Minimale	5,15	5,45	4,86
Premier quartile (Q1)	5,43	5,61	5,25
Moyenne	5,59	5,75	5,47
Troisième quartile (Q3)	5,76	5,89	5,72
Valeur Maximale	5,82	6,06	5,79

II.3.2. Influence de la circonférence des globules rouges :**Tableau N° A.34.** Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles de la circonférence des globules rouges des races équines (Globale, N = 30 ; exprimées en μm).

Races Données	Pur-Sang Arabe	Pur-Sang Anglais	Barbe
Valeur Minimale	19,01	20,46	19,16
Premier quartile (Q1)	21,82	21,59	20,00
Moyenne	22,77	22,15	20,65
Troisième quartile (Q3)	23,51	22,81	21,13
Valeur Maximale	26,99	23,51	22,25

Tableau N° A.35. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles de la circonférence des globules rouges des races équines (Mâles adultes, N = 15 ; exprimées en μm).

Races Données	Pur-Sang Arabe	Pur-Sang Anglais	Barbe
Valeur Minimale	19,01	21,05	20,23
Premier quartile (Q1)	22,18	22,09	20,64
Moyenne	23,41	22,54	21,01
Troisième quartile (Q3)	24,54	23,12	21,40
Valeur Maximale	26,99	23,51	22,10

Tableau N° A.36. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles de la circonférence des globules rouges des races équines (Femelles adultes, N = 15 ; exprimées en μm).

Races Données	Pur-Sang Arabe	Pur-Sang Anglais	Barbe
Valeur Minimale	19,42	20,46	19,16
Premier quartile (Q1)	21,53	21,23	19,70
Moyenne	22,13	21,75	20,28
Troisième quartile (Q3)	22,97	22,39	20,65
Valeur maximale	24,13	22,65	22,25

II.3.3. Influence de la surface des globules rouges :

Tableau N° A.37. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles de la surface des globules rouges des races équines (Globale, N = 30 ; exprimées en μm^2).

Races Données	Pur-Sang Arabe	Pur-Sang Anglais	Barbe
Valeur Minimale	19,38	23,60	21,36
Premier quartile (Q1)	26,47	25,93	22,98
Moyenne	27,94	27,47	24,52
Troisième quartile (Q3)	29,89	29,11	25,96
Valeur Maximale	34,32	30,89	28,10

Tableau N° A.38. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles de la surface des globules rouges des races équines (Mâles adultes, N = 15 ; exprimées en μm^2).

Races Données	Pur-Sang Arabe	Pur-Sang Anglais	Barbe
Valeur Minimale	19,38	24,80	22,77
Premier quartile (Q1)	26,70	26,89	23,77
Moyenne	28,40	28,30	25,00
Troisième quartile (Q3)	30,76	29,63	25,88
Valeur Maximale	34,32	30,89	28,10

Tableau N° A.39. Valeurs des bornes, des moyennes et des quartiles de la surface des globules rouges des races équines (Femelles adultes, N = 15 ; exprimées en μm^2).

Races Données	Pur-Sang Arabe	Pur-Sang Anglais	Barbe
Valeur Minimale	21,57	23,60	21,36
Premier quartile (Q1)	26,48	24,61	22,24
Moyenne	27,48	26,65	24,03
Troisième quartile (Q3)	29,36	28,36	25,32
Valeur Maximale	32,05	28,94	28,09

Annexe N° 02 :
PUBLICATIONS ET PRODUCTIONS SCIENTIFIQUES

I/ Liste des articles :

- **ADILI N. and MELIZI M. (2013) :** The effect of age, sex and altitude on the morphometry of red blood cells in small ruminants. *Journal of Animal Science Advances*, 3 (1) : 27-32.
- **ADILI N., MELIZI M. and BENNOUNE O. (2013) :** The influence of age, sex and altitude on the morphometry of red blood cells in dromedary camel. *Journal of Animal Science Advances*, 3 (1) : 33-36.
- **ADILI N., MELIZI M. and BENNOUNE O. (2013) :** The influence of age, sex and altitude on the morphometry of red blood cells in bovines. *Veterinary World*, 6 (8) : 476-478. [doi:10.5455/vetworld.2013.476-478](https://doi.org/10.5455/vetworld.2013.476-478)
- **ADILI N., MELIZI M., BELABBAS H. and ACHOURI A. (2014) :** Preliminary study of the influence of red blood cells size on the determinism of the breed in cattle. *Veterinary Medicine International*, Volume 2014, Article ID 429495. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/429495>
- **ADILI N. and MELIZI M. (2014) :** Preliminary study of the influence of red blood cells morphometry on the species determinism of domestic animals. *Veterinary World*, 7 (4) : 219-223. [doi:10.14202/vetworld.2014.219-223](https://doi.org/10.14202/vetworld.2014.219-223)

II/ Liste des communications :

- **MELIZI M. and ADILI N. :** The influence of age, sex and altitude on the morphometry of red blood cells of the dromedary camel. *XXV World Buiatrics Congress*, July 06-11, 2008, Budapest, HUNGARY.
- **ADILI N. and MELIZI M. :** Morphometry of red blood cells on the bovines. *XXVI World Buiatrics Congress*, November 14-18, 2010, Santiago of Chili, CHILI.
- **MELIZI M. and ADILI N. :** The influence of age, sex and altitude on the morphometry of red blood cells of the caprines. *XXVI World Buiatrics Congress*, November 14-18, 2010, Santiago of Chili, CHILI.
- **MELIZI M. and ADILI N. :** Morphometric study of red blood cells on the ovines (Ouled-Djellal breed). *XXVII World Buiatrics Congress*, June 03-08, 2012, Lisbon, PORTUGAL.

ESSAI DE DÉTERMINATION DE L'ESPÈCE ET DE LA RACE DES ANIMAUX DOMESTIQUES EN FONCTION DE LA MORPHOMÉTRIE DES GLOBULES ROUGES

Résumé :

Cette étude a été réalisée sur les bovins, les ovins, les caprins, les chevaux et les chiens, de races différentes ; dont le but de rechercher l'influence de la morphométrie des globules rouges sur la détermination de l'espèce et de la race chez les animaux concernés. Pour l'étude morphométriques trois paramètres sont pris en considérations à savoir : le diamètre, la circonférence et la surface des érythrocytes ; les mesures ont été faites tout en utilisant une nouvelle technique par le logiciel **OPTIKA™ Vision Pro**.

L'étude de la morphologie des hématies ne semble pas montrer de différences notables entre les différentes espèces et races ; en effet, les variations des paramètres morphométriques des globules rouges observées, permettent d'enregistrer des différences très importantes entre les espèces et les races. De plus, cette première investigation conduite sur la circonférence et la surface des hématies nous a permis de décrire et d'avancer des valeurs de références propres pour chaque espèce. Enfin, notre étude montre et confirme qu'à partir d'une goutte de sang, on peut avoir et constituer une idée sur les différentes espèces et races animales, en tenant compte le diamètre, la circonférence et la surface des globules rouges.

Mots clés : Globule Rouges, Bovins, Ovins, Caprins, Chevaux, Chiens, Morphométrie, Diamètre, Circonférence, Surface, **OPTIKA™ Vision Pro**.

SPECIES AND BREED DETERMINATION USING THE RED BLOOD CELLS MORPHOMETRY IN DOMESTIC ANIMALS

Abstract :

This study was performed on red blood cells of cattle, sheep, goats, horses and dogs, of different breeds. Its aim was to investigate the influence of the morphometry of red blood cells on the determination of the species and the breed of the concerned animals. For the morphometric study three parameters were taken into considerations which are the diameter, the circumference and the surface of erythrocytes. The measurements were made using a new technique called **OPTIKA™ Vision Pro**.

The study of the morphology of red blood cells does not appear to show significant differences between the various species and breeds. However, changes in morphometric parameters of red blood cells showed very significant differences between species and breeds. In addition, this initial investigation conducted on the circumference and the surface of red blood cells, has enabled to describe and advance new values of specific benchmarks for each species. Finally, our study reveals and confirms that from a drop of blood, we can build and have an idea on the different species and breeds of animals, taking into account the diameter, the circumference and the surface of the red blood cells.

Key words : Red blood cell, Cattle, Sheep, Goat, Horse, Dog, Morphometry, Diameter, Circumference, Surface, **OPTIKA™ Vision Pro**.

تحديد أصناف و سلالات الحيوانات الأليفة من خلال الدراسة المورفومترية لخلايا الدم الحمراء

الملخص :

أجريت هذه الدراسة على الأبقار، الأغنام، الماعز، الخيول و الكلاب، من سلالات مختلفة ؛ وهذا لغرض دراسة تأثير قياس أبعاد خلايا الدم الحمراء على تحديد أصناف وسلالات الحيوانات المعنية. لقياس أبعاد كريات الدم الحمراء (الدراسة المورفومترية) أخذنا بعين الاعتبار ثلاثة معايير هي : قطر، محيط ومساحة الخلايا الحمراء. أجريت القياسات باستخدام تقنية جديدة بواسطة برنامج **OPTIKA™ Vision Pro**.

أظهرت دراسة خلايا الدم الحمراء عدم وجود اختلافات كبيرة بين مختلف الأصناف والسلالات. اما بالنسبة لقياس أبعاد الكريات الحمراء، فقد لاحظنا وجود اختلافات كبيرة جدا بين الأصناف والسلالات. بالإضافة إلى ذلك، سمحت لنا هذه الدراسة الأولى التي أجريت على محيط ومساحة خلايا الدم الحمراء، بوضع وتقديم قيم و معايير محددة لكل نوع من الحيوانات. أخيرا، توضح و تؤكد النتائج المتحصل عليها، أنه من خلال قطرة دم، يمكن أن نكون ونبني فكرة على مختلف الأصناف والسلالات من الحيوانات، وذلك بالأخذ بعين الاعتبار قطر، محيط ومساحة خلايا الدم الحمراء.

الكلمات الدالة : خلايا الدم الحمراء، الأبقار، الأغنام، الماعز، الخيول، الكلاب، قياس الأبعاد، القطر، المحيط، المساحة، برنامج **OPTIKA™ Vision Pro**.