



République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur

Et de la Recherche Scientifique

Université de Tissemsilt

Institut des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des sciences agronomiques de foresterie et environnement



Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme

De Master académique en :

Filière : Sciences agronomiques

Spécialité : Production animale

Présenté par : TIHAL FATHI

Thème

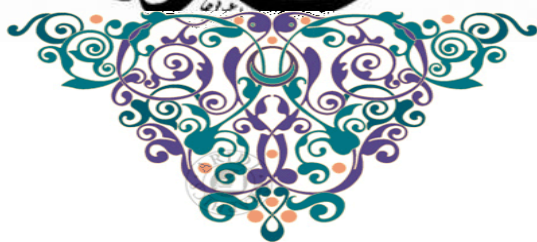
La Piroplasmose équine dans la région de Tiaret

Soutenu. juin 2026

Devant le Jury :

Mr ABDELHAMID Dj.	Président	MCA	Univ-Tissemsilt
Mr MOHAMED CHERIF A.	Promoteur	MCA	Univ-Tissemsilt
Mr BOUNOUIRA Y.	Co-Promoteur	MCA	Univ-Tissemsilt
Mr AICHOUNI A.	Examineur	Professeur	Univ-Tissemsilt

Année universitaire : 2025-2026



*R*emerciement

*Je tiens à remercier Monsieur houari hmida pour son
accompagnement, ses précieux conseils et son soutien tout au
long de ce travail , ainsi que le directeur du centre d'élevage
équin Tiaret en particulier le docteur Belmedjahed
Moustapha , Khaled mallouk (hôpital sougueur) , ben
kamla Med , mon frère chaachou Abed Elfettah ...*

Merci.

Fathi Tihal

*D*édicace

*Je dédie ce travail à mes parents, raison de mon existence dans
cette vie, à l'âme de mon père dans sa tombe, à ma mère, ma
famille, à mon épouse et à mes enfants schayb..aymen hamoud ..
fadoua . À tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin dans ce
modeste travail de recherche...*

*À mon professeur encadrant, Monsieur Mohamed Cherif ;
ainsi qu'à Messieurs*

*Bounouira, Aichouni , Abdelhamid, Gemou
et tout les enseignants de l'institutMerci*

Tihal fathi

Liste des figures

Figure I.1. Schéma d'évolution de l'élevage équin en Algérie (source : Ministère Algérien de l'Agriculture)	7
Figure I.2. Aire de répartition de l'élevage équin dans le territoire Algérien (Source : ONDEEC 2005)	7
Figure I.3. Etalon Barbe de la jumenterie de Tiaret «Haras National Chaouchaoua» 2026	9
Figure I.4. Etalon Arabe-Barbe de la jumenterie de Tiaret «Haras National Chaouchaoua» 2026	10
Figure I.5. Etalon Arabe de la jumenterie de Tiaret «Haras National Chaouchaoua» 2026	11
Figure I.6. Cheval Pur-sang Anglais de l'hippodrome Kharrouba	12
Figure I.7. Cheval Trotteur Français Pure Race PP 4 ans	13
Figure I.8. Pourcentage de nombre de juments saillies par élevage (source: ONDEEC, 2012)	14
Figure I.9. Les différents types des éleveurs équins en Algérie (source: ONDEEC, 2012)	15
Figure II.1 : Schémas des formes de <i>Babesia caballi</i> dans les érythrocytes (Rakover, 2018)	22
Figure II.2 : Schémas des formes de <i>Theileria equi</i> dans les érythrocytes (Rakover, 2018)	22
Figure II.3 : Cycle de vie de <i>Babesia caballi</i> (Wise et al., 2013)	23
Figure II.4 : Cycle de vie de <i>Theileria equi</i> (Wise et al., 2013)	25
Figure III.1: L'aspect microscopique des mérozoïtes de <i>B.caballi</i> au sein des érythrocytes coloré au Diff-Quik (Gr x100) selon Wise et al. (2013)	38
Figure III.2: L'aspect microscopique des mérozoïtes de <i>T.equi</i> au sein des érythrocytes coloré au Diff-Quik (Gr x100) selon Wise et al. (2013)	39
Figure N° (IV.1) : Lieu d'étude Chaouchaoua	47
Figure N° (IV.2) : Les animaux d'étude	48
Figure N° (IV.3) : Préparation de prélèvement sanguin	50
Figure N° (IV.4) : préparation des tubes UDTA	50
Figure N° (IV.5) : Prélèvement sanguin	51
Figure N° (IV.6) : Les produits de diagnostiques MGG	51
Figure N° (IV.7) : Colorants MGG	52
Figure N° (IV.8) : Technique de Coloration MGG	54
Figure N° (IV.9) : Technique de Rinçage 1 et 2 et Séchage	55
Figure N° (IV.10) : Les lames colorées par MGG	55
Figure N° (IV.11): Aspects microscopique d'un prélèvement coloré Par MGG de cheptel de Tiaret 24/05/2026	56

Liste des Tableaux

Tableau N° (IV.6) : Résultats parasitologiques	56
Tableau N° (IV.1) : Les animaux sélectionnés pour le prélèvement	48
Tableau N° (IV.2) : identification et rôle de MGG	52
Tableau N° (IV.3) : Matériel et Produit Nécessaire de la coloration MGG	52
Tableau N° (IV.4) : Fixation et coloration	53
Tableau N° (IV.5) : Résultats cliniques	56

Table des matières

- Remerciements
- Dédicace
- Liste des figures.
- Liste tableaux

Résumé

Introduction Générale 2

Chapitre I : Etude générale sur le cheval

I. Historique du cheval en Algérie	6
II. Effectifs de la production équine et son évolution en Algérie	6
III. Répartition géographique de l'élevage équin	6
IV. Les races équines en Algérie	8
IV.1. Races autochtones	8
IV.1.1. Race Barbe	8
IV.1.2. Race Arabe-Barbe	9
IV.2. Races induites (importées et élevées depuis plusieurs décennies en Algérie)	10
IV.2.1. Race Pur-sang Arabe	10
IV.2.2. Race Pur-sang Anglais	12
IV.2.3. Race Trotteur Français	13
V. Caractérisation des élevages de chevaux	13
VI. Organisation de la filière équine	15
VI.1. Office National du Développement des Élevages Équins et camelins	15
VI.2. Société des Courses Hippiques et du Pari Mutuel (SCHPMU)	15
VI.3. Organisation Mondiale du Cheval Barbe (OMCB)	16
VI.4. Fédération Équestre Algérienne (FEA)	16
VII. Usages des chevaux en Algérie	16
VII.1. Utilisations traditionnelles du cheval	16
VII.1.1. Fantasia	16
VII.1.2. Travail agricole	16
VII.2. Utilisations modernes du cheval	17
VII.2.1. Attelage	17
VII.2.2. Concours complet	17
VII.2.3. Dressage	17

VII.2.4. Raids d'endurance	18
VII.2.5. Saut d'obstacles	18
VII.2.6. Courses hippiques	18
VII.2.7. Tourisme équestre	19

Chapitre II : Piroplasmose Equine

I.1. Définition Piroplasmose Equine	21
I.2. Morphologie	21
I.2.1. Babesia caballi	21
I.2.2. Theileria equi	22
I.3. Cycle évolutif des piroplasmes	22
I.3.1. Babesia caballi	23
I.3.2. Theileria equi	24
I.3.2.a. Phase exo- érythrocytaire	24
I.3.2.b. Phase érythrocytaire	24
I.3.2.c. Chez la tique	24
II. Mode de transmission	25
II.1. Les Tiques	25
II.2. Les instruments chirurgicaux	26
II.3. Rôle des tiques vectrices : Dermacentor, Rhipicephalus et Hyalomma	26
II.3.1. Généralités sur le cycle des tiques ixodidées	26
II.3.1.a. Tiques à un hôte	26
II.3.1.b. Tiques à deux hôtes (ex. Hyalomma)	26
II.3.1.c. Tiques à trois hôtes (ex. Dermacentor, Rhipicephalus)	26
II.3.2. Le genre Dermacentor	27
II.3.2.a. Dermacentor reticulatus (tique des marais)	27
II.3.2.b. Dermacentor variabilis (tique du chien américain)	27
II.3.2.c. Dermacentor albipictus (tique de l'orignal)	27
II.3.3. Rôle vectoriel spécifique	27
II.3.3.a. Transmission trans-stade	27
II.3.3.b. Dynamique saisonnière	27
III. La physiopathologie de la piroplasmose équine	27
III.1. Pénétration des parasites dans le sang	27
III.1.1. Conditions nécessaires à la transmission	28

III.1.2. Devenir des sporozoïtes	28
III.2. Invasion des globules rouges	28
III.2.1. Reconnaissance et adhésion	28
III.2.2. Pénétration active via le complexe apical	28
III.3. Multiplication intra-érythrocytaire	29
III.3.1. Babesia caballi	29
III.3.2. Theileria equi	29
III.3.3. Parasitémie observée	30
III.4. Destruction des globules rouges : mécanismes de l'anémie hémolytique	30
III.4.1. Lyse directe par éclatement parasitaire	30
III.4.2. Élimination splénique des globules rouges altérés	30
III.4.3. Hémolyse immunomédiée (auto-immune)	30
III.4.4 Conséquences systémiques de l'hémolyse	31
III.4.4.1. Anémie régénérative	31
III.4.4.2. Ictère hémolytique	31
III.4.4.3. Hémoglobinurie	31
III.4.4.4. Syndrome inflammatoire systémique et défaillance multiviscérale	32
IV. Symptôme clinique	32
IV.1. Forme aiguë	32
IV.1.1. Signes généraux d'apparition brutale	32
IV.1.2. Signes de l'hémolyse (pathognomoniques lorsqu'ils sont associés)	33
IV.1.3. Signes cardiovasculaires et respiratoires	33
IV.1.4. Autres signes possibles	33
IV.1.5. Évolution et pronostic sans traitement	34
IV.2. Forme chronique	34
IV.2.1. Contexte épidémiologique	34
IV.2.2. Signes cliniques	34
IV.2.3. Diagnostic de la forme chronique	35
IV.2.4. Rôle épidémiologique majeur des porteurs chroniques	35
IV.2.5. Le portage asymptomatique	35

Chapitre III : Diagnostic, traitement et prévention de la piroplasmose équine

I. Diagnostique	37
I.1. Diagnostic clinique	37
I.1.1. Éléments d'orientation	37
I.1.2. Diagnostics différentiels	37
I.2. Diagnostic différentiel	37
I.2.1. L'anémie infectieuse équine (AIE)	37
I.2.2. Borréliose ou maladie de Lyme	38
I.3. Diagnostic de laboratoire	38
I.3.1. Frottis sanguin	38
I.3.2. Test sérologique	39
I.3.2.1. Test immuno-enzymatique (ELISA)	39
I.3.2.2. Test d'immunofluorescence indirecte (IFAT)	40
I.3.3. Réaction en chaîne par polymérase (PCR)	40
II. Prophylaxie médical et sanitaire	41
II.1. Traitement	41
II.1.1. Imidocadre dipropionate	41
II.1.2. Diamidines aromatiques	43
II.1.2.1. Diamazene diaceturate (BERENIL®)	43
II.1.2.2. L'amicarbalide	43
II.1.3. Parvaquone et buparvaquone	43
II.1.4. Tétracyclines	44
II.2. Prévention	44
II.2.1. Limiter le mouvement des chevaux porteurs	44
II.2.2. Gestion de l'environnement	45
II.2.3. Traitement des animaux	45

Chapitre IV : Partie expérimentale

I. Objectifs	47
II. MATÉRIEL ET MÉTHODES	47
II.1. Zone d'étude	47
II.2. Animaux étudiés	48
II.3. prélèvements sanguins	50

II.4. méthode de diagnostique	51
III. 5. Observation microscopique	56
III. Résultats	56
III.1.Résultats cliniques	56
III.2.Résultats parasitologiques	56
IV. Discussion	57
Conclusion Générale	61
Références bibliographiques	63

Résumé

La piroplasmose équine, causée par *Babesia caballi* et *Theileria equi*, est une maladie parasitaire transmise par les tiques et largement répandue dans les régions tropicales, subtropicales et méditerranéennes. Elle constitue une contrainte sanitaire importante chez les équidés, notamment en raison de la persistance d'infections subcliniques. La présente étude a pour objectif d'évaluer la prévalence de la piroplasmose équine dans la région de Tiaret (Algérie) et de rechercher la présence des agents étiologiques à l'aide de la technique de coloration May-Grünwald Giemsa (MGG). Un total de 59 chevaux a été examiné cliniquement et des prélèvements sanguins ont été réalisés au niveau de la veine jugulaire. Les frottis sanguins ont ensuite été préparés et analysés au microscope optique. Les résultats obtenus n'ont révélé aucun cas positif de piroplasmose équine, tant sur le plan clinique que microscopique. Ces résultats suggèrent une absence de détection des hémoparasites dans la population étudiée au moment de l'étude. Toutefois, compte tenu des limites de sensibilité de la microscopie et de la possibilité d'infections subcliniques, des investigations complémentaires utilisant des techniques sérologiques ou moléculaires sont recommandées.

Abstract

Equine piroplasmosis, caused by *Babesia caballi* and *Theileria equi*, is a tick-borne parasitic disease widely distributed in tropical, subtropical, and Mediterranean regions. It represents a significant health constraint in equids, mainly due to the persistence of subclinical infections. The aim of this study was to assess the prevalence of equine piroplasmosis in the Tiaret region (Algeria) and to detect its causative agents using the May-Grünwald Giemsa (MGG) staining technique. A total of 59 horses were clinically examined, and blood samples were collected from the jugular vein. Blood smears were prepared and examined under light microscopy. The results showed no positive cases of equine piroplasmosis, either clinically or microscopically. These findings suggest a lack of microscopic detection of hemoparasites in the studied population at the time of sampling. However, given the limited sensitivity of microscopy and the possibility of subclinical infections, further investigations using serological and/or molecular techniques are recommended.

ملخص

داء البابيزيا الخيلي، الناجم عن طفيل بابيزيا كابالي وطفيل ثيليريا إيكوي، هو مرض طفيلي ينتقل عن طريق القراد، وينتشر على نطاق واسع في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية ومنطقة البحر الأبيض المتوسط. ويمثل هذا المرض عائقًا صحيًا كبيرًا لدى الخيول، ويرجع ذلك أساسًا إلى استمرار العدوى دون ظهور أعراض سريرية. هدفت هذه الدراسة إلى تقييم مدى انتشار داء البابيزيا الخيلي في منطقة تيارت (الجزائر) والكشف عن مسبباته باستخدام تقنية تلوين ماي-غرونوالد جيمسا (MGG). خضع 59 حصانًا لفحص سريري، وجمعت عينات دم من الوريد الوداجي. أُعدت مسحات دموية وفُحصت تحت المجهر الضوئي. أظهرت النتائج عدم وجود حالات إيجابية لداء البابيزيا الخيلي، سواء سريريًا أو مجهريًا. تشير هذه النتائج إلى عدم الكشف المجهرى عن الطفيليات الدموية في المجموعة المدروسة وقت أخذ العينات. ومع ذلك، ونظرًا للحساسية المحدودة للفحص المجهرى وإمكانية وجود عدوى تحت الإكلينيكية، يوصى بإجراء المزيد من التحقيقات باستخدام التقنيات المصلية و/أو الجزيئية.



Introduction générale

Les maladies parasitaires sanguines regroupent un ensemble d'affections infectieuses causées par des hémoparasites capables d'infecter le sang ou les cellules sanguines de l'hôte. Elles touchent de nombreuses espèces animales, notamment les équidés, et représentent un problème important en médecine vétérinaire en raison de leurs répercussions sanitaires et économiques (Onyiche et al., 2019).

Parmi ces affections, les hémoparasitoses des équidés occupent une place importante, notamment la piroplasmose équine. Cette dernière est considérée comme l'une des maladies vectorielles les plus répandues chez les chevaux, en particulier dans les régions tropicales, subtropicales et méditerranéennes où les conditions climatiques favorisent le développement des tiques vectrices (Knowles, 2013; WOA, 2023).

La piroplasmose équine est causée par deux protozoaires intracellulaires : *Babesia caballi* et *Theileria equi*, transmis principalement par des tiques ixodides. Après infection, ces parasites envahissent les érythrocytes, entraînant leur destruction et provoquant différents signes cliniques tels que la fièvre, l'anémie, l'ictère, la faiblesse générale et, dans les formes sévères, la mort (Mahmoud et al., 2016).

Sur le plan épidémiologique, cette maladie est largement distribuée à travers le monde. En Afrique du Nord, plusieurs études ont confirmé la circulation des agents responsables chez les équidés, notamment en Algérie, en Tunisie et dans d'autres pays méditerranéens, avec des variations de prévalence selon les régions et les méthodes diagnostiques utilisées (Benfenatki et al, 2022).

En Algérie, les conditions climatiques, la présence de tiques ixodides et les pratiques d'élevage extensif peuvent favoriser la persistance et la circulation de la piroplasmose équine (Mechouk et al., 2022). Les genres de tiques tels que *Hyalomma* et *Rhipicephalus*, largement présents dans le pays, jouent un rôle important dans la transmission des hémoparasites (Boukhaboul, 2003; Kouidri et al., 2018).

Le diagnostic de la piroplasmose équine repose sur plusieurs approches complémentaires, incluant l'examen clinique, les techniques parasitologiques (microscopie), les tests sérologiques ainsi que les méthodes moléculaires. Toutefois, de nombreuses études montrent que la microscopie seule présente une sensibilité limitée, en particulier chez les porteurs asymptomatiques (Knowles, 2013; Onyiche et al., 2019).

La prévention repose principalement sur la lutte contre les tiques et l'amélioration des mesures de biosécurité dans les élevages. L'intérêt porté à cette maladie s'explique non seulement par ses effets sur la santé et les performances des équidés, mais également par les conséquences économiques et les restrictions sanitaires pouvant limiter les échanges internationaux d'animaux (WOAH, 2023).

Malgré les avancées des diagnostiques et les mesures de prévention, la piroplasmose équine reste une maladie largement répandue et parfois difficile à détecter, notamment en raison de la présence fréquente de porteurs asymptomatiques. Cette situation soulève des interrogations quant à la réalité de sa circulation dans certaines régions et à l'efficacité des méthodes de surveillance utilisées (Onyiche et al., 2019).

C'est dans ce contexte cette étude a été entreprise dans le but d'évaluer la prévalence de la piroplasmose équine dans la région de Tiaret et de rechercher les agents étiologiques responsables, *Babesia caballi* et *Theileria equi*, dans la région de Tiaret.



Chapitre I

Etude générale sur le cheval

Introduction chapitre

Le cheval fut le dernier animal à être domestiqué avec succès par l'homme. La vigueur, la méfiance et l'agressivité des chevaux sauvages ont sans doute été longtemps dissuasives. La domestication du cheval a commencé il y a environ 4 000 à 5 000 ans dans les steppes russo-asiatiques. Elle s'est bien développée après celle du chien, des chèvres, des moutons et des bœufs. On ne sait pas si ce sont les peuples sédentaires ou les nomades qui les premiers ont domestiqué le cheval (Eisemann, 1980). Quoi qu'il en soit, l'homme du néolithique va l'employer pour des tâches quotidiennes, attelé à des traîneaux ou à des charrues (Vigneron, 1968). Des études génétiques ont montré qu'il devait exister deux types de chevaux sauvages, notamment des petits chevaux à crinière dressée, comme le tarpan (*Equus ferusferus*) qui vivaient plutôt en milieu découvert (steppes, prairies), et des chevaux plus massifs Prjevalski (*Equus ferusprzewalskii*), qui vivaient en forêt. La domestication du cheval se serait produite en différents lieux, les diverses races actuelles de chevaux domestiques (*Equus ferus caballus*) trouvant leur origine chez l'une ou l'autre de ces formes sauvages (Vigneron, 1968).

I. Historique du cheval en Algérie

L'Algérie est le pays type d'une grande et ancestrale tradition équestre. Le cheval fut le compagnon de peuples nomades cavaliers dans les tribus berbères de Syphax, Jugurtha et Massinissa, Il fut de toutes les guerres et de toutes les conquêtes des Musulman lors des épopées de l'Emir Abdelkader, d'El Mokrani et de Bouamama (Rahal et al, 2009).

L'avènement de l'Islam a renforcé et consolidé l'attachement des populations à cet animal tant conté par les historiens, sublimé par les poètes et chanté par les artistes. Il fût jadis un fidèle et glorieux compagnon de guerre. A cette haute dimension culturelle s'ajoute une dimension socio-économique non moins importante. En effet, leur utilisation prend de nombreuses formes, de l'équitation de loisir aux courses, en passant par les compétitions équestres, le travail, le spectacle et également la production de viande.

II. Effectifs de la production équine et son évolution en Algérie

Le développement de la mécanisation, au tournant du 20ème siècle, allait ramener le cheval du rang de moyen de production à celui de simple produit de divertissement. Les effectifs chuteront de manière dramatique et il faudra des années d'efforts soutenus, pour que cet élément de la biodiversité mondiale, soit réhabilité et qu'il participe à nouveau à la vie économique et sociale. Cette évolution d'effectif équin est due aux pratiques équestres des sports, des loisirs et des courses grâce au développement spectaculaire de l'équitation civile. L'effectif de notre filière équine était en constante évolution pendant un certain nombre d'années (de 1997 jusqu'à 2001). A partir d'année 2002, la situation est en nette amélioration, et les effectifs sont appelés à augmenter considérablement (Figure 6), notamment avec les dernières mesures de relance de l'économie rurale.

La filière équine connaît un développement considérable sur les dernières années, aussi bien en nombre de chevaux existants, qu'en nombre d'éleveurs et de pratiquants de l'équitation.

Plus de 256.000 chevaux vivent sur le territoire Algérien (selon les derniers recensements du Ministère Algérien de l'Agriculture en 2012). Ces données ne reflètent que partiellement la réalité puisque aujourd'hui, de nombreux équidés échappent à ce recensement. L'Algérie est ainsi classée au deuxième rang des pays du Maghreb après le Maroc, en termes d'effectifs d'équidés (Rahal et al, 2009).

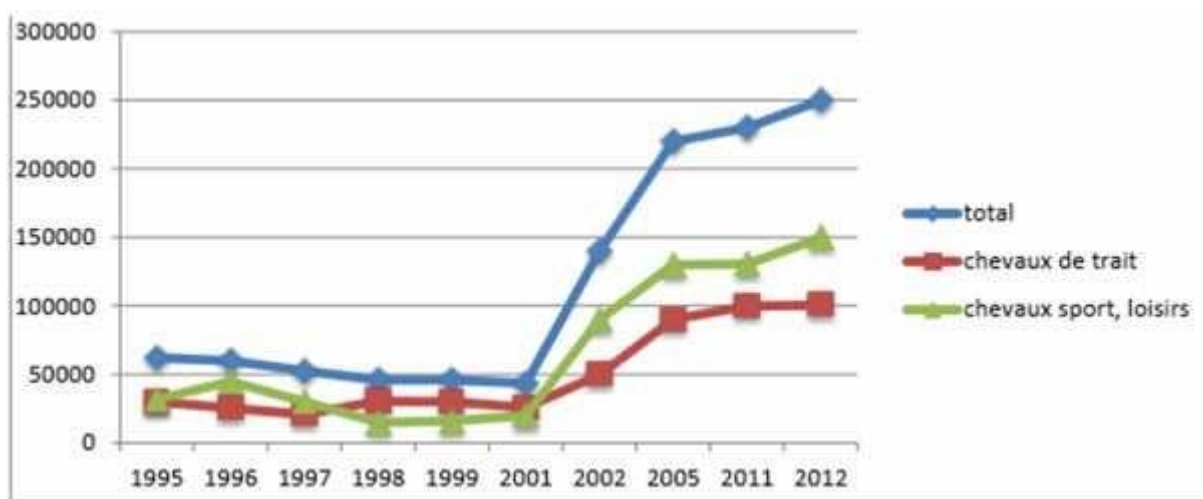


Figure I.1. Schéma d'évolution de l'élevage équin en Algérie (source : Ministère Algérien de l'Agriculture).

III. Répartition géographique de l'élevage équin

La répartition de la population équine intéresse les différentes régions de l'Algérie avec les trois quarts de l'effectif répartis essentiellement dans les hauts plateaux, à l'instar des wilayas de Tiaret, Laghouat, Djelfa, Mascara, Skikda, Saida et El-Bayadh (Figure 7). Dans ces régions, le cheval vit parmi la population et y occupe une place digne de son rang en accord avec ce qu'a recommandé le Prophète de l'Islam selon le hadith rapporté par Ibn Majah « celui qui s'occupe d'un cheval pour l'amour de Dieu et qui soigne sa nourriture de sa main, aura pour chaque grain une Hassana ».

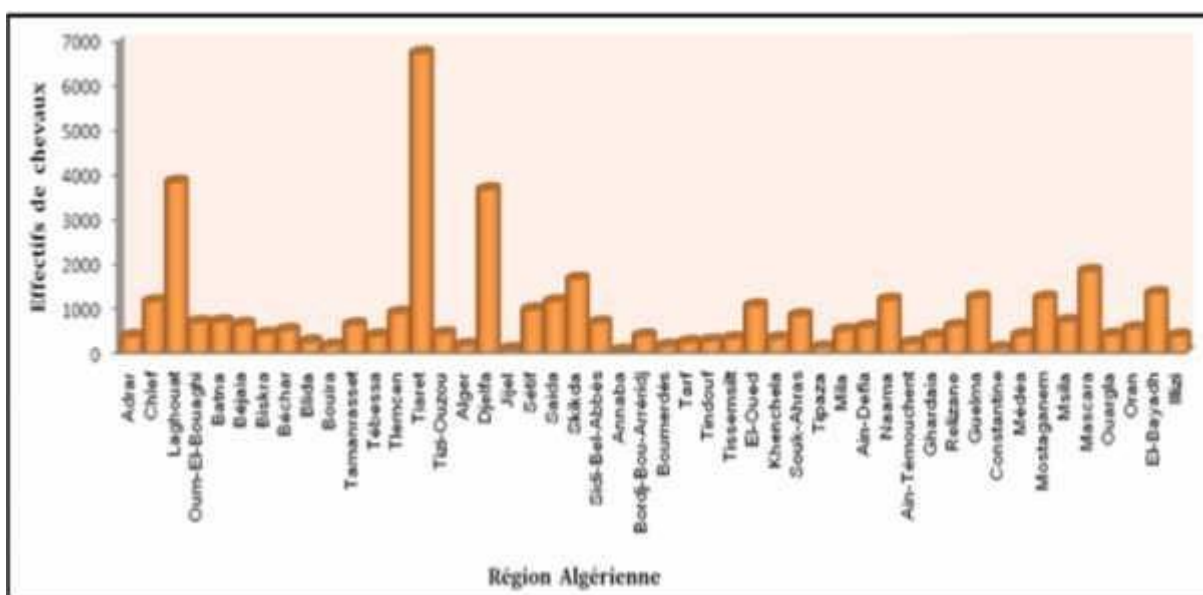


Figure I.2. Aire de répartition de l'élevage équin dans le territoire Algérien (Source : ONDEEC 2005).

IV. Les races équines en Algérie

L'Algérie abrite cinq races équines importantes de par leur utilisation et leur effectif: la race Barbe, Arabe-Barbe, Pur-sang Arabe, Pur-sang Anglais et le Trotter Français. En plus des chevaux, les ânes et les mulets sont rencontrés dans le pays. Il s'agit d'un réservoir génétique varié et qui n'est pas encore inventorié et caractérisé.

IV.1. Races autochtones

IV.1.1. Race Barbe

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

Ce n'est qu'en 1886 qu'a été institué le premier stud book algérien de la race Barbe par les militaires français désireux d'améliorer les chevaux autochtones. Les stud book tunisien et marocain ont suivi en 1896 et 1914. Le stud book français ne fut ré ouvert qu'en 1987. Actuellement, il y a une volonté internationale de réhabiliter le cheval Barbe. C'est ainsi qu'a été créé à Alger l'Organisation Mondiale du Cheval Barbe (OMCB) en juin 1987 (OMCB, 1989; El-Kohen, 2006).

L'OMCB définit le standard du cheval barbe comme un cheval eumétrique, médio ligne dont les principaux caractères sont: une taille moyenne de 1,55 m (1,50 m-1,60 m); une tête assez forte, chargée en ganache avec des naseaux effacés ; un profil céphalique convexe légèrement busqué; une encolure bien greffée, rouée, épaisse et courte; un garrot bien édifié et fortement marqué ; une poitrine large et haute avec un périmètre thoracique d'au minimum 1,70 m; un dos tendu et tranchant avec un rein court; une croupe en pupitre avec une queue attachée bas ; un tour de canon minimum de 18 cm et une robe essentiellement grise, bai, alezan avec des crins abondants et épais (OMCB, 1989; Tamzali, 1989; Chabchoub,1998).

On peut dire d'une manière générale qu'en traversant l'Algérie d'est en ouest, on constate une diminution progressive de la taille du Barbe, et qu'en se rapprochant des zones désertiques, les chevaux accusent plus de finesse, le Barbe est plus grand, plus rustique dans ses formes à l'est du pays, de taille moyenne dans les régions du centre, et plus petit, plus

élégant à l'ouest (Tamzali, 1989). On distingue ainsi trois types principaux : le Barbe des plaines littorales riches, celui de montagnes et celui des hauts plateaux et de la limite nord du Sahara (Chabchoub et al, 2004; Kadri, 2006).

Il est difficile d'évaluer le nombre exact de chevaux barbes vivant dans nos vastes contrées. Le dernier recensement du ministère de l'agriculture quantifie le nombre de chevaux dans les exploitations agricoles à 41 560 (Ministère Algérien de l'Agriculture année 2004). Les zones d'élevage se situent principalement dans les régions de Tiaret, Laghouat, Djelfa, Saida, Mascara, Tlemcen, Chlef, Khenchela et Tebessa. Ce chiffre ne tient pas compte des chevaux en dehors des exploitations agricoles, qui sont nombreux.



Figure I.3. Etalon Barbe de la jumenterie de Tiaret «Haras National Chaouchaoua» 2026.

IV.1.2. Race Arabe-Barbe

L'Arabe-Barbe constitue la race prédominante en Algérie, son effectif s'élève à environ 156 000 têtes selon les données de l'Office National du Développement de l'Élevage Équin et Camelin (ONDEEC) (Rahal et al, 2009). Ce nombre est négligeable par rapport aux produits Arabe-Barbe non-inscrits, à partir du moment où la majorité des éleveurs et propriétaires n'accorde pas une grande importance à la traçabilité de leurs chevaux.

Cette race est une création de la Jumenterie de Tiaret en 1878 par le croisement de deux races Arabe et Barbe (Kadri, 2006), durant le début du XX^{ème} siècle, et ceci pour des besoins de la cavalerie militaire, ainsi que pour l'intérêt des éleveurs qui cherchent à corriger certains défauts du cheval Barbe, la race autochtone du pays, en le croisant avec le cheval Arabe. Ceci a donné naissance au cheval Arabe-Barbe. Par la suite, les produits de ce croisement ont été accouplés entre eux ou avec l'une des races parentales.

Le cheval Arabe-Barbe constitue une véritable réussite de l'élevage équin algérien alliant la rusticité, l'endurance et la sobriété du Barbe, à l'élégance des formes et la vitesse de l'Arabe. C'est un cheval «à tout faire» et il est très prisé pour les travaux agricoles, l'équitation moderne et traditionnelle et l'attelage. L'Arabe-Barbe exprime toutes ses qualités lorsque le pourcentage de sang arabe ne dépasse pas les 50%. Cette variation de sang arabe a donné lieu à des chevaux Arabe-Barbes qui ont des mensurations variant de celles du Barbe à celles de l'Arabe. Sachant que les chevaux dont le degré de sang arabe est supérieur à 75% ne peuvent être inscrits au stud-book du cheval Barbe (Association belge du Cheval barbe, 2003).



Figure I.4. Etalon Arabe-Barbe de la jumenterie de Tiaret «Haras National Chaouchaoua» 2026.

IV.2. Races induites (importées et élevées depuis plusieurs décennies en Algérie)

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

IV.2.1. Race Pur-sang Arabe

Le cheval Pur-sang Arabe est une des plus anciennes races pures connues (Figure 8). C'est un cheval de la rude civilisation du désert sélectionné dans les pays du Proche-Orient, sur des critères de souplesse, maniabilité, résistance, légèreté et surtout beauté. Le cheval Arabe a été utilisé depuis des siècles pour améliorer les autres races, à travers le monde. Il a été introduit en Algérie dès le VII^{ème} siècle, avec l'islamisation du pays. Plus tard, le

colonisateur français, lui consacra en 1877, un Haras à Tiaret « Jumenterie de Chaouchaoua » qui produira à partir de sujets importés d'Orient (Syrie, Egypte...), des lignées mondialement célèbres. À l'indépendance de l'Algérie et jusqu'aux années 1980 des importations d'étalons et poulinières de Suède, d'Angleterre et de Pologne ont servi pour diversifier les origines et les modèles de pur-sang arabe, et éviter quelque peu la consanguinité de l'élevage national. Ce n'est qu'à partir de l'année 1983 que la situation de cette race a eu un tournant décisif avec l'instauration de courses de pur-sang arabe à l'hippodrome du Caroubier (Alger) puis d'Oran. Ces courses étaient alimentées au départ avec des chevaux arabes polyvalents, nés et élevés en Algérie, surtout par l'élevage de Tiaret qui a injecté à lui seul plus de 700 coursiers dans les hippodromes.

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

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



Figure I.5. Etalon Arabe de la jumenterie de Tiaret «Haras National Chaouchaoua» 2026.

IV.2.2. Race Pur-sang Anglais

Le Pur-sang Anglais est né de la passion des Anglais pour les courses de chevaux (Figure 11). Dès 1535, Henri VIII édicte un décret interdisant la production de chevaux de moins de 150 cm. Trois étalons (deux pur-sang arabe et un barbe) sont à l'origine de tous les pur-sang anglais actuels DarleyArabic, ByerleyTurk et GodolphinBarb (Rahal et al, 2009).

L'introduction de cette race en Algérie, remonte au 19^{ème} siècle. Sélectionné uniquement sur son aptitude à la vitesse, ce cheval rapide et nerveux. Sa physionomie est proche du celle du cheval Arabe mais en plus long et plus fort. Les effectifs actuels sont de l'ordre de 500 têtes (Rahal et al, 2009), et la production est réservée exclusivement aux courses hippiques. Bien que n'ayant pas de standard, le Pur-sang Anglais est un cheval longiligne, d'une taille moyenne de 1,65 m au garrot, donnant une impression d'ensemble très harmonieuse et athlétique. Le profil est plutôt rectiligne, le front large, la tête expressive. L'épaule est longue et oblique, permettant l'amplitude nécessaire des foulées au galop. La poitrine est ample, profonde, ogivale, le dos est droit, la croupe horizontale et longue, les avant-bras longs et les canons courts. La couleur de robe la plus fréquente est le bai; l'alezan et le gris étant aussi présents.

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



Figure I.6. Cheval Pur-sang Anglais de l'hippodrome Kharrouba.

IV.2.3. Race Trotteur Français

L'introduction de cette race en Algérie, remonte au 19^{ème} siècle. Les effectifs actuels sont de l'ordre de 500 têtes (Rahal et al, 2009), et la production est réservée exclusivement aux courses hippiques. Issue du croisement Pur-sang Anglais avec des chevaux Normande. C'est aujourd'hui une race à part entière avec un stud book semi ouvert (Rahal et al, 2009). Certaines caractéristiques de la race : une tête rectiligne, l'épaule, à l'origine assez droite, devient plus inclinée, permettant un geste d'avant-main plus étendu, la taille est moyenne. C'est un cheval à forte compacité. Les robes sont le plus souvent baies ou alezanes.

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



Figure I.7. Cheval Trotteur Français Pure Race PP 4 ans.

V. Caractérisation des élevages de chevaux

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

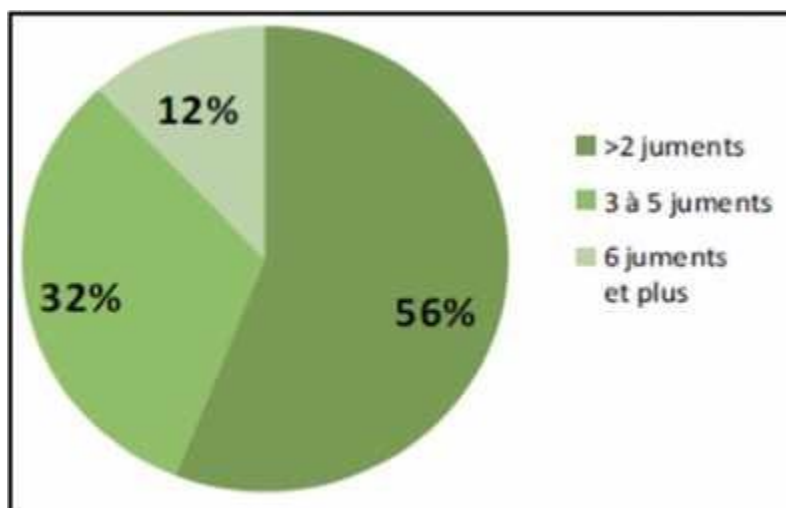


Figure I.8. Pourcentage de nombre de juments saillies par élevage (source: ONDEEC, 2012).

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

- Agriculteur avec activité non professionnelle liée au cheval : ils se considèrent comme éleveurs mais pas comme professionnels en élevage équin, ont des petites structures et cherchent à produire au moins un poulain chaque année. L'élevage est une activité de temps libre. Ils ne recherchent pas vraiment la rentabilité, l'argent investi provient d'autres sources de revenus. Leur production est destinée à leur usage personnel mais aussi à la vente.
- Agriculteurs spécialisés dans le cheval : ils ont des structures importantes. Leur production est régulière. Ils produisent des chevaux destinés aux courses ou au sport amateur, mais ils considèrent l'élevage équin comme une activité secondaire, qu'ils exercent par passion, en parallèle de leur activité principale.
- Non agriculteurs professionnels du cheval : ils ont plus de quatre poulinières avec une production annuelle régulière. Ils considèrent l'élevage de chevaux comme une véritable activité professionnelle avec une recherche de rentabilité économique. Ils produisent avant tout des chevaux d'endurance, mais aussi de concours complet et de saut d'obstacles. Ils s'orientent vers plusieurs races adaptées aux disciplines visées, Ils recherchent une valeur ajoutée, par la robe, la race ou les performances sportives. Les stratégies de reproduction sont multiples. L'alimentation et la maîtrise de la santé sont assurées par un vétérinaire spécialisé.

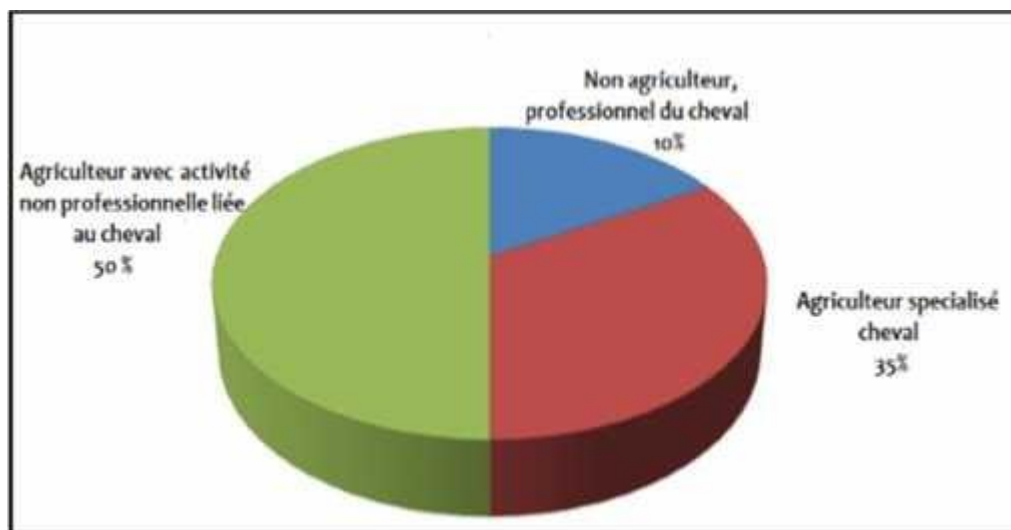


Figure I.9. Les différents types des éleveurs équins en Algérie (source: ONDEEC, 2012).

VI. Organisation de la filière équine

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

VI.1. Office National du Développement des Élevages Équins et camelins

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

VI.2. Société des Courses Hippiques et du Pari Mutuel (SCHPMU)

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

VI.3. Organisation Mondiale du Cheval Barbe (OMCB)

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

VI.4. Fédération Équestre Algérienne (FEA)

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

VII. Usages des chevaux en Algérie

On peut noter la présence d'équidés dans tout le territoire Algérien. Leur utilisation prend de nombreuses formes, le travail agricole, le spectacle, et également des disciplines équestres sportives au plus haut niveau, en passant par les compétitions équestres, les courses et le loisir.

VII.1. Utilisations traditionnelles du cheval

VII.1.1. Fantasia

C'est une tradition équestre ancestrale dans nos régions rurales, notamment dans les Hauts Plateaux. La fantasia désigne différents spectacles équestres traditionnels simulant des assauts militaires, pratiqués essentiellement au Maghreb, où elle est appelée « jeu de la poudre » ou « jeu des chevaux ». Elle prend le plus souvent la forme d'évolutions équestres au cours desquelles des cavaliers, munis de fusils à poudre noire et chevauchant des montures richement harnachées, simulent une charge de cavalerie dont l'apothéose est le tir coordonné d'une salve de leurs armes à feu .

La fantasia accompagne le plus souvent les fêtes importantes (mariages, naissances, fêtes religieuses, etc.), même si l'aspect touristique l'emporte largement de nos jours.

VII.1.2. Travail agricole

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

utilisé comme un auxiliaire de travail pour les paysans.

VII.2. Utilisations modernes du cheval

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

VII.2.1. Attelage

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

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

VII.2.2. Concours complet

Le concours complet d'équitation (CCE) est l'une des sept disciplines équestres mondiales agréées par la fédération équestre internationale et discipline olympique depuis les Jeux olympiques de Stockholm de 1912. Les différents niveaux d'épreuves, qui sont en fonction de la hauteur des obstacles et de la difficulté des tracés des parcours et reprises, permettent la progression des couples pratiquant la discipline en compétition. Le CCE demande, contrairement à d'autres disciplines, une polyvalence de la part du cheval comme de son cavalier.

VII.2.3. Dressage

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

VII.2.4. Raids d'endurance

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

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

Il existe plusieurs types d'épreuves d'endurance qui sont différenciés par le nombre de kilomètres parcourus. La pratique de la discipline est abordable par tout cavalier et tous types de chevaux. Mais pour concourir en endurance à partir d'un certain niveau, il est préférable de choisir une monture au type adapté à la discipline, comme le pur-sang arabe, et de s'équiper d'un matériel spécifique. L'endurance fait aussi l'objet de compétitions officielles internationales dont les épreuves se courent sur les distances maximales. (Jean-Marc Touzain, 2021, pp. 112–114.)

VII.2.5. Saut d'obstacles

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

VII.2.6. Courses hippiques

Les courses hippiques sont organisées depuis l'époque antique. À l'époque coloniale existaient une multitude de champs de course de Province. Le relais fut repris à partir de l'indépendance par la Société des Courses d'Alger, et dans la volée, l'année 1987 a vu la

création de l'actuelle Société SCHPM, selon le décret officiel N° 87-17. Cette société fait fonctionner pas moins de 22 hippodromes qui regroupent quelque 700 pur-sang arabes, 300 pur-sang anglais et une centaine d'Arabe Barbe et de Barbe. (Pierre Durand, 2022, pp. 78–80.)

VII.2.7. Tourisme équestre

Il s'agit de toute activité de loisir et de tourisme vert faisant appel à l'utilisation du cheval. Les centres équestres proposent des randonnées à cheval, des séjours découverts à la campagne, des circuits en calèches ouverts au public, les établissements équestres constituent donc un maillon primordial de la filière équine. (Sylvie Pickel-Chevalier, 2022, pp. 60–61)



Chapitre II

Piroplasmose Equine

I.1. Définition Piroplasmose Equine

La piroplasmose équine, également dénommée babésiose équine dans la littérature ancienne, constitue l'une des hémoparasitoses vectorielles les plus importantes chez les équidés (chevaux, poneys, ânes, mulets et zèbres). Elle est due à deux protozoaires appartenant à l'embranchement des Apicomplexa, ordre des Piroplasmida : *Babesia caballi* et *Theileria equi* (cette dernière ayant longtemps été classée sous le nom de *Babesia equi* avant que les analyses phylogénétiques ne justifient son reclassement dans le genre *Theileria*). Le terme « piroplasmose » dérive du latin *pirum* (poire) et du grec *plasma* (forme), en référence à la morphologie caractéristique des parasites observés dans les globules rouges.

La transmission de ces agents pathogènes est assurée exclusivement par des tiques dures de la famille des Ixodidae. Trois genres sont principalement incriminés : *Dermacentor*, *Rhipicephalus* et *Hyalomma*. La répartition géographique de la maladie suit celle de ses vecteurs, expliquant sa présence endémique dans les régions tropicales, subtropicales et méditerranéennes. Dans ces zones, la séroprévalence chez les chevaux adultes asymptomatiques peut dépasser 50 %, voire atteindre 80 % dans certains élevages non traités.

L'importance de la piroplasmose équine est à la fois sanitaire et économique. Sur le plan clinique, elle peut évoluer vers une forme aiguë sévère, mortelle dans 30 à 50 % des cas non traités, ou vers une forme chronique insidieuse responsable d'une baisse des performances et d'un amaigrissement progressif. Sur le plan économique, elle entraîne des restrictions aux échanges internationaux de chevaux, des coûts de dépistage (sérologique et moléculaire) et des pertes de valeur des sujets porteurs chroniques. La mondialisation des compétitions équestres a par ailleurs favorisé l'émergence de foyers dans des zones auparavant indemnes, comme certains pays d'Europe centrale ou du Nord.

L'objectif de ce chapitre est de fournir une synthèse détaillée, actualisée et critique des connaissances sur les aspects vectoriels, physiopathologiques, cliniques et diagnostiques de cette maladie. Chaque section est construite de manière à être autonome et comprend des données précises, des mécanismes explicatifs et des références bibliographiques permettant d'approfondir les sujets traités.

I.2. Morphologie

Les parasites sont observés dans les hématies à partir d'un frottis sanguin, après coloration au May–Grunwald ou au Giemsa au microscope optique.

I.2.1. *Babesia caballi* :

Babesia caballi peut prendre différentes formes au sein des hématies de l'hôte.

Au microscope optique, on peut distinguer plusieurs formes mesurant 2 à 5 μm de longueur et 1.3 à 3 μm de diamètre sous forme soit annulaire voire ovale soit piriforme (Taylor et al., 2007).

La forme bigémée est caractérisée par l'union de deux éléments piriformes par leur fine extrémité, qui permet de faire le diagnostic de *B.caballi* (Delattre S, 2014).

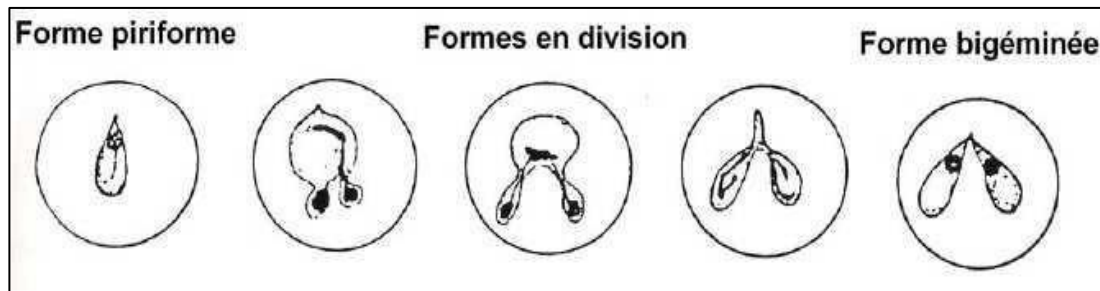


Figure II.1 : Schémas des formes de *Babesia caballi* dans les érythrocytes (Rakover, 2018)

I.2.2. Theileria equi :

Theileria equi est un protozoaire plus petit que *B.caballi* (Taylor et al., 1969), qui contrairement à ce dernier colonise les lymphocytes avant d'infecter les érythrocytes.

Au microscope, on peut observer des formes ovale ou ronde de 1 à 2 μm de diamètre, comme on peut avoir aussi des formes piriformes inférieure à 2 à 3 μm de longueur.

La disposition de quatre éléments en tétrade « croix de Malte » est caractéristique et diagnostique de *T.equi*. Néanmoins, la forme ovale ou annulaire est fréquemment observé au frottis sanguin (Mahoney et al., 1977 ; Rakover, 2018).

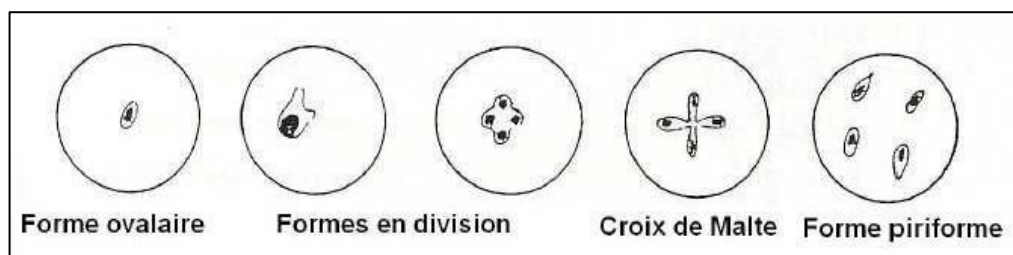


Figure II.2 : Schémas des formes de *Theileria equi* dans les érythrocytes (Rakover, 2018)

I.3. Cycle évolutif des piroplasmes

Le cycle de vie des piroplasmes comporte 03 étapes distinctes : 1) Sporogonie : caractérisé par une reproduction asexuée dans les glandes salivaires. 2) Mérogonie (reproduction asexuée) chez l'hôte vertébré. 3) La gamétogonie (reproduction sexuée) marqué par la formation et la fusion de gamètes dans l'intestin de la tique (Onyiche et al., 2019).

I.3.1. *Babesia caballi* :

Le cycle de vie débute après un repas sanguin effectué par des tiques infectées sur un hôte sensible (Rothschild, 2013). Les sporozoïtes une fois inoculé via la salive de la tique dans l'hôte, envahissent les érythrocytes et passent de trophozoïte en se divisant en deux corps piriformes

« Mérozoïtes » mesurant environ 2 à 5 µm de long et 1.3 à 3 µm de diamètre (De Waal et al., 2004).

Lorsqu'une tique naïve s'alimente de sang infecté en ingérant des érythrocytes parasités, une grande partie des parasites vont être détruits dans l'intestin moyen de la tique. Toutefois, certains mérozoïtes survivent en formant de petits corps ronds les protégeant dans le contenu intestinal de la tique.

À ce stade la gamétogénèse débute, ces corps ronds vont donner naissance par division à des corps rayonnés, ces derniers sont considérés comme des microgamètes et macrogamètes d'où leur fusion aboutit à la formation de zygotes diploïdes qui pénètrent dans les cellules épithéliales de l'intestin, se transformant par la suite en ookinètes (Ueti, 2018). Différents tissus sont envahis (selon les espèces de tiques) ; les fibres musculaires, les hémocytes, les tubules de Malpighi (Jalovecka et al., 2018) notamment les ovaires des femelles entraînant une transmission verticale (Ueti, 2008).

Les ookinètes présentent dans les tissus subissent une multiplication asexuée, conduisant à la formation d'ookinètes secondaires qui vont coloniser les glandes salivaires, là où la sporogonie aura lieu et les sporozoïtes murissent après un repas sanguin et seront transmis à la prochaine génération de tique (Holbrook, 1968).

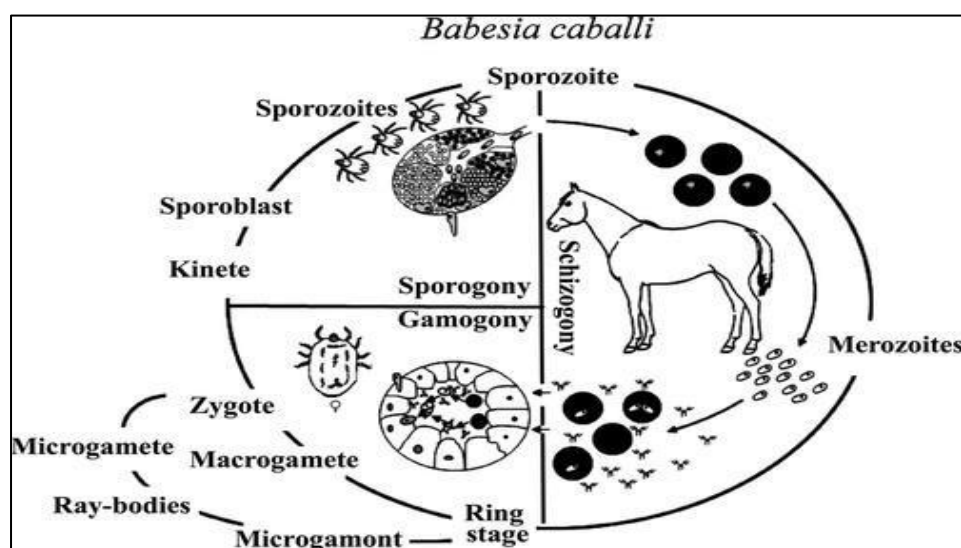


Figure II.3 : Cycle de vie de *Babesia caballi* (Wise et al., 2013)

I.3.2. *Theileria equi* :

Contrairement à *B.caballi*. Le cycle évolutif de *T.equi* comprend deux étapes successives.

I.3.2.a. Phase exo- érythrocytaire

Les sporozoïtes sont inoculées dans le sang d'un cheval naïf suite à un repas sanguin effectué par la tique vectrice. Elles envahissent rapidement les lymphocytes.

A l'intérieur des lymphocytes, les sporozoïtes doublent de volume et leurs noyaux subissent des divisions répétées, donnant des macroschizontes. Sous stimulation des parasites, les lymphocytes infectés commencent des divisions successives (elles sont dites cellules lymphoblastoïdes). Simultanément, on assiste à la division du schizonte.

Les macroschizontes se transforment en macroschizontes, ainsi les lymphocytes hyperplasiés s'éclatent pour libérer les micromérozoïtes piriformes de 1,5-2µm de diamètre dans le sang.

I.3.2.b. Phase érythrocytaire

Les micromérozoïtes libres pénètrent dans les globules rouges de l'hôte, et se multiplient par fission binaire donnant deux cellules filles piriforme de 2 à 3µm de long. Nommées mérozoïtes. Au sein des globules rouges, la multiplication asexuée donne naissance à quatre mérozoïtes sous forme de poire mesurant 2µm, associés en tétrade ou en « croix de malte », forme typique de *T.equi*.

Suite à cette multiplication, les globules rouges infectés s'éclatent et libèrent les mérozoïtes. Celles-ci pénètrent rapidement dans d'autres globules rouges et continuent leurs répliquations. Il arrive que certains mérozoïtes restent libre dans le plasma, ils peuvent subir une dégénérescence ou seront phagocytés.

Quelques mérozoïtes prennent une forme sphérique et paraissent comme des anneaux ; ils forment des gamontes (gamétocytes).

I.3.2.c. Chez la tique

Une fois ingérés par la tique, les gamontes se transforment en corps rayonnés dans l'intestin moyen de la tique. Certains corps rayonnés donnent naissance à des microgamètes et d'autres des macrogamètes. Le zygote résulte de la fusion d'un microgamète avec un macrogamète (phase sexuelle). Un kinète se forme à l'intérieur du zygote.

Ces kinètes passeront par l'hémolymph afin d'atteindre les cellules de type III des glandes salivaires. Au niveau de ces cellules, ils forment des sporontes, des sporoblastes, puis des sporozoïtes (sporogonie), qui vont être par la suite inoculés au cheval par le biais de la salive (Mehlhorn et al., 1998).

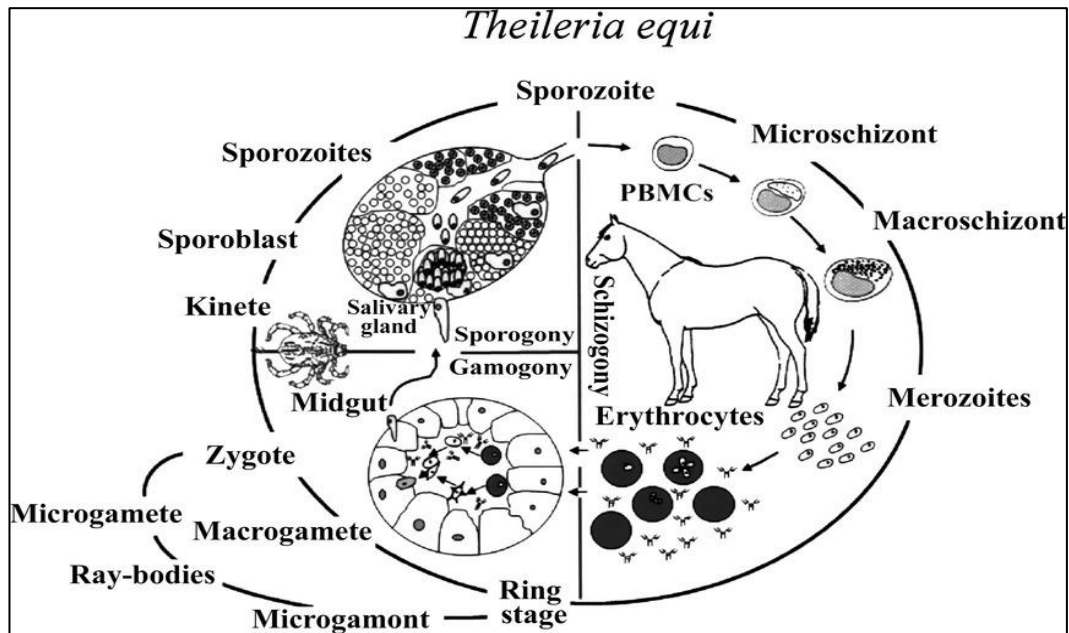


Figure II.4 : Cycle de vie de *Theileria equi* (Wise et al., 2013)

Contrairement à *B.caballi*, la transmission de *T.equi* est uniquement transtadiale. De plus, les chevaux infectés par *T.equi* demeurent très longtemps porteurs et sont considérés comme étant des réservoirs si un traitement adéquat n'est pas mis en place (Tamzali, 2013).

II. Mode de transmission

II.1. Les Tiques :

La transmission de ces agents pathogènes est assurée exclusivement par des tiques dures de la famille des Ixodidae. Trois genres sont principalement incriminés : Dermacentor, Rhipicephalus et Hyalomma. La répartition géographique de la maladie suit celle de ses vecteurs, expliquant sa présence endémique dans les régions tropicales, subtropicales et méditerranéennes. Dans ces zones, la séroprévalence chez les chevaux adultes asymptomatiques peut dépasser 50 %, voire atteindre 80 % dans certains élevages non traités.

La piroplasmose est largement répandue dans le monde, et l'infection est maintenue au sein de la population équine par la présence de vecteurs compétents (Rothschild, 2013). De plus les chevaux infectés d'une façon persistante pour *T. equi* et les transferts sanguins constituent une source de contamination (Wise et al., 2013). Egalement la transmission

transplacentaire à partir d'une jument infectée à sa progéniture est possible, ce qui peut engendrer soit un avortement(en fin de gestation le plus souvent) soit une piroplasmose néonatale, ou la naissance d'un poulain porteurs mais apparemment asymptomatique (Allsopp et al., 2007).

II.2. Les instruments chirurgicaux

L'utilisation d'instruments chirurgicaux, aiguilles et seringues contaminées constituent un moyen de transmission de la maladie (De Waal et al., 2004).

Le sperme d'étalon infecté n'est pas considéré comme moyen de contamination (Metcalf, 2001).

Les tiques ixodidées sont des arthropodes hématophages stricts. Elles jouent un rôle central dans la transmission de la piroplasmose équine en tant que vecteurs biologiques, c'est-à-dire

II.3. Rôle des tiques vectrices : Dermacentor, Rhipicephalus et Hyalomma

Que le parasite effectue une partie de son cycle de développement à l'intérieur de la tique. Il est essentiel de distinguer trois genres principaux, dont les caractéristiques écologiques, le territoire géographique et la compétence vectorielle diffèrent significativement.

II.3.1. Généralités sur le cycle des tiques ixodidées

Les tiques dures passent par quatre stades : œuf, larve (hexapode), nymphe (octopode) et adulte (mâle et femelle). À l'exception du stade œuf, chaque stade nécessite un repas sanguin sur un hôte vertébré. Selon le nombre d'hôtes nécessaires pour boucler le cycle, on distingue :

II.3.1.a. Tiques à un hôte : larves, nymphes et adultes se gorgent sur le même animal. Peu fréquentes chez les vecteurs de piroplasmose équine.

II.3.1. b. Tiques à deux hôtes (ex. Hyalomma) : les larves et nymphes se gorgent sur un premier hôte (souvent un petit mammifère), puis les adultes se fixent sur un deuxième hôte (généralement un grand mammifère, dont l'équidé).

II.3.1.c. Tiques à trois hôtes (ex. Dermacentor, Rhipicephalus) : chaque stade (larve, nymphe, adulte) se gorge sur un hôte différent. Ce mode de vie favorise la dispersion géographique du parasite.

La transmission des piroplasmes à l'équidé s'effectue lors du repas sanguin de la femelle adulte (ou parfois de la nymphe). La tique injecte sa salive contenant les formes infectantes (sporozoïtes ou mérozoïtes) après un temps de fixation minimal, généralement compris entre 24 et 48 heures. Une tique retirée précocement ne transmet pas la maladie.

II.3.2. Le genre *Dermacentor*

Le genre *Dermacentor* comprend plusieurs espèces, mais les plus pertinentes pour la piroplasmose équine sont :

II.3.2.a. *Dermacentor reticulatus* (tique des marais) : largement répandue en Europe occidentale et centrale, de la France à l'ouest de la Russie, mais absente des régions méditerranéennes arides. Elle affectionne les prairies humides, les forêts claires et les zones ripicoles.

II.3.2.b. *Dermacentor variabilis* (tique du chien américain) : commune dans l'est et le centre des États-Unis, ainsi que sur la côte pacifique. On la trouve surtout dans les zones herbeuses ouvertes et le long des chemins forestiers.

II.3.2.c. *Dermacentor albipictus* (tique de l'orignal) : présente en Amérique du Nord, particulièrement au Canada. Elle infeste occasionnellement les chevaux dans les régions boréales.

II.3.3. Rôle vectoriel spécifique

Dermacentor est le vecteur majeur de *Babesia caballi*. Son rôle a été démontré dès les années 1930 par des expériences de transmission expérimentale. Les points clés sont les suivants :

II.3.3.a. Transmission trans-stade : une larve ou une nymphe qui se gorge sur un cheval infecté acquiert le parasite et le conserve après la mue. La nymphe (issue d'une larve infectée) peut transmettre l'infection à un nouveau cheval ; de même, l'adulte (issu d'une nymphe infectée) est compétent.

II.3.3.b. Dynamique saisonnière : les adultes de *D. reticulatus* sont actifs au printemps (avril-juin) et à l'automne (septembre-octobre). Les pics de cas cliniques de piroplasmose à *B. caballi* coïncident avec ces périodes.

III. La physiopathologie de la piroplasmose équine :

La physiopathologie de la piroplasmose équine est dominée par la destruction massive des globules rouges (anémie hémolytique) et par la réponse inflammatoire systémique qui en découle. Les mécanismes seront décrits séquentiellement, depuis l'inoculation du parasite jusqu'aux défaillances d'organes.

III.1. Pénétration des parasites dans le sang :

L'infection débute par la piqure d'une tique infectée. Lorsque la tique se fixe sur un cheval, elle insère ses pièces buccales (chélicères et hypostome) dans le derme, ce qui provoque une micro-caverne sanguine (sinus d'alimentation). La salive de la tique, sécrétée par les glandes salivaires, contient des sporozoïtes (dans le cas de *Theileria equi*) ou

des mérozoïtes directement infectants (dans le cas de *Babesia caballi*). Cette salive possède également des substances anticoagulantes, anti-inflammatoires et immunosuppressives qui facilitent le repas et la transmission.

III.1.1. Conditions nécessaires à la transmission :

La tique doit rester fixée au moins 24 à 48 heures pour que les sporozoïtes aient le temps de migrer des glandes salivaires vers le site de piquûre et de pénétrer dans la circulation. Une tique retirée précocement (dans les 12 premières heures) ne transmet généralement pas l'infection.

III.1.2. Devenir des sporozoïtes :

La majorité des sporozoïtes gagne la circulation sanguine en quelques minutes à heures.

Pour *T. equi*, certains sporozoïtes pourraient transiter brièvement par les cellules lymphoïdes (une hypothèse non définitivement prouvée chez l'équidé), mais l'essentiel de l'infection est strictement érythrocytaire.

III.2. Invasion des globules rouges

L'invasion de l'érythrocyte par le mérozoïte est un processus actif, rapide et hautement spécifique.

III.2.1. Reconnaissance et adhésion

Le mérozoïte libre dans le sang exprime à sa surface des protéines de liaison spécifiques des récepteurs érythrocytaires équins. Pour *Babesia caballi*, la protéine majeure est RAP-1 (Rhoptry Associated Protein-1) ; pour *Theileria equi*, les protéines EMA-1 et EMA-2 (Equi Merozoite Antigen) sont impliquées. Ces ligands reconnaissent des récepteurs sur la membrane du globule rouge, notamment :

Les glycophorines (glycoprotéines riches en acide sialique).

La protéine de la bande 3 (principal échangeur d'anions de la membrane érythrocytaire).

Des résidus d'acide sialique d'autres glycoprotéines.

Cette interaction est spécifique de l'espèce équine : les mérozoïtes de *B. caballi* ou *T. equi* ne peuvent pas se lier aux érythrocytes d'autres mammifères (bovins, ovins, canins, humains). C'est la raison pour laquelle la piroplasmose équine est une maladie strictement des équidés. (José L. García et al, 2021, pp. 45–47.)

III.2.2. Pénétration active via le complexe apical

Le mérozoïte possède un complexe apical (rhoptries, micronèmes, granules denses, anneau polaire) qui sécrète des effecteurs moléculaires en plusieurs étapes :

Sécrétion des micronèmes : libération d'adhésines (ex. AMA-1) qui renforcent la liaison à la membrane érythrocytaire.

Sécrétion des rhoptries : libération d'enzymes protéolytiques (protéases à sérine, plasmepsines) qui digèrent localement la membrane du globule rouge.

Invagination : le mérozoïte s'engouffre dans l'invagination ainsi créée. La membrane érythrocytaire se referme derrière lui, formant une vacuole parasitophore.

Évacuation des rhoptries : le contenu des rhoptries est déchargé dans la vacuole, contribuant à la formation de la membrane parasitophore.

L'ensemble du processus d'invasion nécessite 30 à 60 secondes.

III.3. Multiplication intra-érythrocytaire

Une fois à l'intérieur du globule rouge, le parasite se multiplie à des rythmes différents selon l'espèce. (Marie Dubois, 2020, pp. 33–34.)

III.3.1. *Babesia caballi*

Mode de division : binaire simple (schizogonie de type babésien). Le noyau se divise en deux, puis le cytoplasme se sépare, formant deux mérozoïtes.

Nombre de mérozoïtes par cycle : généralement 2, parfois 4 dans des conditions de multiplication rapide.

Durée du cycle érythrocytaire : 24 à 48 heures.

Aspect au frottis : paires piriformes réunies par leur extrémité fine, avec un angle aigu entre les deux parasites.

III.3.2. *Theileria equi*

Mode de division : schizogonie multiple. Le noyau se divise plusieurs fois avant la division cytoplasmique, produisant 4 mérozoïtes simultanément.

Nombre de mérozoïtes par cycle : 4, disposés en croix autour d'un résidu cytoplasmique central (donnant l'aspect de « croix de Malte »).

Durée du cycle érythrocytaire : environ 72 heures.

Aspect au frottis : quatre petites masses chromatiniennes disposées en anneau ou en croix, ou parfois petites baguettes isolées.

III.3.3. Parasitémie observée

La parasitémie (pourcentage de globules rouges infectés) varie considérablement selon la phase de la maladie :

Stade de l'infection	<i>Babesia caballi</i>	<i>Theileria equi</i>
Phase aiguë précoce (1-3 jours)	0,5 – 2 %	1 – 5 %
Phase aiguë sévère (pic)	1 – 5 % (rarement >10 %)	5 – 10 % (peut atteindre 20-30 %)
Phase chronique	<0,01 % (souvent détectable uniquement par PCR)	<0,001 %
Porteur asymptomatique	Détectable par PCR (0,0001 – 0,001 %)	Détectable par PCR

III.4. Destruction des globules rouges : mécanismes de l'anémie hémolytique

Trois processus synergiques entraînent une chute rapide du nombre d'hématies. (Alain Morel et Sophie Bernard, 2022, pp. 91–92.)

III.4.1. Lyse directe par éclatement parasitaire

À la fin du cycle de multiplication, les mérozoïtes néoformés sont relâchés par rupture de la membrane du globule rouge (lyse). Cette lyse libère dans le plasma :

De l'hémoglobine libre.

Des débris de membrane érythrocytaire.

Des antigènes parasitaires (protéines de surface, enzymes).

Ces débris activent le système immunitaire et le complément, aggravant l'hémolyse.

III.4.2. Élimination splénique des globules rouges altérés

De nombreux globules rouges, même non lysés directement par le parasite, subissent des altérations de leur membrane (perte de déformabilité, exposition de phosphatidylsérine, agrégation de protéines parasitaires). Ils sont reconnus par les macrophages de la pulpe rouge splénique qui les phagocytent. Ce processus est à l'origine de la splénomégalie constante dans les cas aigus. À l'autopsie, la rate d'un cheval mort de piroplasmose aiguë est souvent deux à trois fois plus volumineuse que la normale, de couleur rouge noirâtre et de consistance molle.

III.4.3. Hémolyse immunomédiée (auto-immune)

La lyse parasitaire libère des antigènes érythrocytaires (protéines de la membrane du globule rouge) associés à des antigènes parasitaires. Le système immunitaire, exposé à ces complexes, peut développer des auto-anticorps (principalement des immunoglobulines de type IgG et IgM) dirigés contre les propres constituants de la membrane érythrocytaire. Ces

anticorps, en se fixant sur les hématies, activent la voie classique du complément, aboutissant à la formation du complexe d'attaque membranaire (C5b-C9) et à la lyse osmotique des globules rouges. Ce mécanisme d'hémolyse auto-immune explique pourquoi des hématies non parasitées sont également détruites, aggravant l'anémie.

Données quantitatives : dans les formes aiguës sévères, l'hématocrite peut passer de 40 % (normal) à 12-15 % en 3 à 5 jours. La durée de vie moyenne d'un globule rouge équin est normalement de 140 à 150 jours ; lors d'une piroplasmose aiguë, elle peut être réduite à quelques jours.

III.4.4 Conséquences systémiques de l'hémolyse

III.4.4.1. Anémie régénérative

Face à la destruction massive des hématies, la moelle osseuse réagit par une érythropoïèse de rattrapage. Cette réponse se traduit par l'apparition dans le sang périphérique de : (Jean-Paul Lemoine et Claire Martin, 2023, pp. 118–120.)

Polychromasie : globules rouges jeunes (réticulocytes) de couleur bleu-gris au MGG.

Anisocytose : présence d'hématies de tailles très variables (microcytes et macrocytes).

Corps de Howell-Jolly : petits fragments nucléaires résiduels dans les hématies jeunes.

Poikilocytose : globules rouges de formes anormales (en larme, en faucille, en étoile).

Cependant, la capacité régénérative de la moelle peut être dépassée. Lorsque l'hématocrite descend en dessous de 12 %, le cheval entre en insuffisance circulatoire fonctionnelle.

III.4.4.2. Ictère hémolytique

L'hémoglobine libérée lors de la lyse érythrocytaire est captée dans le plasma par l'haptoglobine. Cette protéine de transport se sature rapidement (normalement l'haptoglobine lie environ 1,5 g/L d'hémoglobine). L'excès d'hémoglobine libre est transformé par le système réticulo-endothélial (rate, foie, moelle osseuse) en bilirubine libre (non conjuguée) selon la réaction :

Hémoglobine → hème → biliverdine → bilirubine libre.

Lorsque la bilirubinémie libre dépasse 35-40 $\mu\text{mol/L}$ (normale < 17 $\mu\text{mol/L}$), les muqueuses (conjonctives, gencives, vulve, prépuce) prennent une teinte jaune orangé caractéristique (ictère). L'ictère apparaît en 24 à 48 heures après le début de l'hémolyse.

III.4.4.3. Hémoglobinurie

Lorsque la capacité de liaison de l'haptoglobine est dépassée, l'hémoglobine libre passe dans le filtrat glomérulaire. Normalement, le tubule proximal réabsorbe l'hémoglobine, mais en cas de charge massive, l'hémoglobine apparaît dans les urines. Les urines deviennent

alors rouge foncé à brun acajou. La bandelette urinaire détecte l'hémoglobine (réaction positive au réactif des hémoglobines/peroxydases) sans présence d'hématies au sédiment urinaire.

Risque rénal : l'hémoglobine libre peut précipiter dans le tubule rénal, surtout en cas de déshydratation, entraînant une nécrose tubulaire aiguë ; l'oligurie puis l'anurie sont de mauvais pronostic.

III.4.4.4. Syndrome inflammatoire systémique et défaillance multiviscérale

La libération de débris parasitaires et d'hème active les macrophages, qui sécrètent des cytokines pro-inflammatoires : TNF- α , IL-6, IL-1 β , IL-8. Ces cytokines sont responsables de :

Fièvre : action directe sur l'hypothalamus antérieur (pyrogènes endogènes).

Tachycardie et vasoplégie : libération de monoxyde d'azote (NO) par les cellules endothéliales → hypotension.

Polypnée : hyperventilation compensant l'acidose lactique due à l'hypoxie tissulaire.

Activation de la coagulation : possible coagulation intravasculaire disséminée (CID) dans les formes hyperaiguës, avec thrombopénie et consommation des facteurs de coagulation.

Pronostic : en l'absence de traitement spécifique (imidocarbe), le décès survient par collapsus cardiovasculaire, anoxie cérébrale ou insuffisance rénale dans 30 à 50 % des cas aigus.

IV. Symptôme clinique

Les manifestations cliniques de la piroplasmose équine dépendent de l'espèce parasitaire, de la dose infectante, de l'immunité préexistante et de l'état général de l'hôte. Le délai d'incubation (intervalle entre la piqûre infestante et l'apparition des signes) est de 7 à 22 jours pour *Babesia caballi* et de 12 à 19 jours pour *Theileria equi*. (Sophie Lambert et Nicolas Caron, 2022, pp. 55–57.)

IV.1. Forme aiguë

La forme aiguë correspond classiquement à la primo-infection chez un cheval naïf (non antérieurement exposé) ou à une réactivation brutale chez un porteur chronique lors d'un stress sévère.

IV.1.1. Signes généraux d'apparition brutale

Fièvre élevée : la température rectale s'élève rapidement à 40 – 41,5 °C, souvent avec un pic vespéral (température plus élevée en fin de journée). La fièvre peut être continue (persiste sans osciller) ou rémittente (avec des variations de 1-2 °C). En l'absence de traitement, elle dure de 5 à 10 jours.

Anorexie totale : le cheval cesse de s'alimenter complètement. La prise d'eau peut être diminuée ou conservée selon le stade. Une anorexie prolongée >48 heures entraîne un risque de déshydratation et de lipidose hépatique.

Abattement profond : l'animal se tient la tête basse, les oreilles tombantes, le regard terne. Il recherche le décubitus sternal puis latéral. La prostration est telle que le cheval ne se lève que s'il est violemment sollicité.

IV.1.2. Signes de l'hémolyse (pathognomoniques lorsqu'ils sont associés)

Muqueuses : initialement pâles (anémie), elles deviennent rapidement ictériques (jaune franc). On observe cet ictère sur les conjonctives palpébrales (signe le plus précoce), les gencives (normalement rose saumon), la face interne des babines, la vulve (chez la jument) ou le prépuce (chez l'étalon).

Pétéchies : petits piquetés rouges à rouges-bruns sur les muqueuses nasales (fosses nasales), buccales (palais) et génitales. Elles sont dues à une thrombopénie (chute des plaquettes sous 80 000/ μ L, normale 100-300 000/ μ L) et à une fragilité capillaire.

Hémoglobinurie : les urines prennent une couleur **

IV.1.3. Signes cardiovasculaires et respiratoires

Tachycardie : la fréquence cardiaque au repos s'élève à 60-80 battements par minute (normale: 28-44). Le pouls est filant, c'est-à-dire difficile à palper, irrégulier parfois, reflétant une baisse du débit cardiaque et une hypovolémie relative.

Polypnée : la fréquence respiratoire dépasse 30 mouvements par minute (normale : 8-16). La respiration est superficielle et rapide, sans effort expiratoire marqué. Il s'agit d'une dyspnée mixte, à la fois par anémie (mauvais transport d'oxygène) et par acidose métabolique (compensation respiratoire).

Souffle cardiaque anémique : à l'auscultation cardiaque, on perçoit souvent un souffle systolique doux, dit « souffle anémique », secondaire à la baisse de viscosité sanguine et à l'accélération du flux. Ce souffle disparaît avec la correction de l'anémie.

IV.1.4. Autres signes possibles

Œdèmes déclives : un œdème ferme, prenant le godet, peut apparaître au niveau des membres postérieurs, du ventre (ligne blanche) et du fourreau chez l'étalon. Ces œdèmes résultent d'une hypoprotidémie (albumine et globulines diminuées par fuite capillaire et malnutrition).

Faiblesse musculaire : le cheval titube, croise les membres, et peut tomber lors de la marche. Les muscles sont parfois douloureux à la palpation. (Hélène Marchand et Karim Benali, 2021, pp. 88–90.)

Coliques modérées : une hépatomégalie ou une splénomégalie douloureuse peut provoquer des signes de coliques (regard au flanc, grattage du sol, décubitus). Ces coliques sont généralement non obstructives et répondent aux antispasmodiques.

IV.1.5. Évolution et pronostic sans traitement

Évolution fatale : en l'absence de traitement spécifique par les imidocarbés, la mort survient en 5 à 7 jours dans environ 30 à 50 % des cas de forme aiguë.

Cause du décès : anémie sévère (hématocrite <12 %) entraînant une hypoxie tissulaire cérébrale et cardiaque ; ou collapsus cardiovasculaire par vasoplégie et hypovolémie ; ou insuffisance rénale aiguë par nécrose tubulaire ; plus rarement, une coagulation intravasculaire disséminée (CID) avec hémorragies internes.

Traitement curatif : l'administration d'imidocarbe dipropionate (2,2-4,4 mg/kg par voie intramusculaire, deux injections à 24 heures d'intervalle) permet une amélioration clinique en 24-48 heures. La fièvre disparaît, l'appétit revient, les urines s'éclaircissent. La guérison complète est obtenue en 10-14 jours, mais une persistance parasitaire à bas bruit (portage chronique) demeure fréquente.

IV.2. Forme chronique

La forme chronique, également dite subclinique ou de portage, est la conséquence habituelle de la guérison d'une primo-infection ou de l'exposition répétée en zone d'endémie. (Nadia Khelifi et Thomas Girard, 2022, pp. 101–103.)

IV.2.1. Contexte épidémiologique

Chevaux adultes en zone d'endémie : dans les régions où la piroplasmose est enzootique (ex. Sardaigne, Camargue, Afrique du Sud), la plupart des chevaux sont infectés dans les premiers mois de vie et développent une immunité partielle non stérilisante. Ils deviennent des porteurs chroniques asymptomatiques.

Chevaux ayant guéri d'une forme aiguë : après traitement, les parasites ne sont pas totalement éliminés ; ils persistent dans l'organisme à très faible densité, principalement dans la rate et le foie.

Facteurs immunodépresseurs : l'âge avancé, une maladie intercurrente (ex. rhinopneumonie, parasitisme digestif), un transport long, une compétition intense, ou un traitement corticoïde peuvent faire basculer un porteur chronique en poussée aiguë.

IV.2.2. Signes cliniques

Fièvre faible ou absente : parfois, seule une élévation thermique discrète à 38,5-39,5 °C est notée, durant 1 à 3 jours, avec des cycles irréguliers de 2 à 4 semaines. Cette fièvre passe souvent inaperçue.

Perte de poids progressive : le cheval maigrit lentement, malgré un appétit conservé. La perte d'état est d'abord visible au niveau de la ligne du dos, des côtes, puis de l'encolure. Le poil devient terne, rêche, piqué (aspect « mouton »). La pousse des sabots est ralentie.

Baisse des performances : chez le cheval de sport (CSO, dressage, endurance) ou de course, on observe une réduction de l'endurance, un refus ou des fautes inhabituelles, une fatigue après un effort modéré, un temps de récupération allongé.

Anémie légère à modérée : l'hématocrite se stabilise entre 20 et 28 % (normale 32-45 %). L'ictère muqueux est discret, souvent limité à une légère teinte jaune des conjonctives. Une frilosité et une intolérance au froid peuvent être notées.

Œdèmes déclives intermittents : un œdème des membres postérieurs ou du ventre peut apparaître lors des poussées fébriles puis disparaître spontanément.

IV.2.3. Diagnostic de la forme chronique

Frottis sanguin : presque toujours négatif, car la parasitémie est inférieure à 0,01 %.

Sérologie : les tests ELISA ou IFAT sont positifs à des titres élevés (ex. IFAT > 1/320). Une sérologie positive confirme l'exposition.

PCR : seule méthode capable de détecter l'ADN parasitaire à très faible concentration. Une PCR positive chez un cheval asymptomatique confirme le portage chronique.

IV.2.4. Rôle épidémiologique majeur des porteurs chroniques

Le cheval chronique asymptomatique est le réservoir silencieux de la piroplasmose. Une tique non infectée qui se gorge sur lui (même pendant quelques heures) acquiert le parasite et devient infectieuse pour un autre cheval lors d'un repas ultérieur. C'est la raison pour laquelle la piroplasmose persiste dans les zones d'endémie malgré les traitements : on ne traite que les chevaux malades, les porteurs asymptomatiques restent non détectés et alimentent le cycle vectoriel.

Conséquence réglementaire : la plupart des pays indemnes (ex. Canada, pays d'Europe du Nord) imposent un dépistage sérologique ou PCR avant toute importation de chevaux, afin de refuser les animaux porteurs.

IV.2.5. Le portage asymptomatique

Souvent, les chevaux séropositifs, PCR positifs aux deux agents de la piroplasmose, ne présentent aucun signe clinique de la maladie ; en raison de la faible parasitémie.

Cependant, ils constituent un réservoir potentiel de la piroplasmose, notamment dans les zones où résident les tiques vectrices (Rothschild, 2013).

Ils existent des juments porteuses, qui peuvent transmettre *T. equi* par voie transplacentaire tôt lors du développement fœtale, il se pourrait qu'elles donnent naissance à des poulains porteurs sains (Allsopp et al., 2007).



Chapitre III

Diagnostic, traitement et prévention de la piroplasmose équine

I. Diagnostique

I.1. Diagnostic clinique

I.1.1. Éléments d'orientation

Le vétérinaire doit évoquer la piroplasmose devant tout cheval présentant l'association suivante :

Fièvre (souvent élevée, >40 °C).

Muqueuses ictériques (jaunisse).

Hémoglobinurie (urines foncées).

Contexte épidémiologique : séjour récent en zone d'endémie, présence de tiques sur l'animal ou dans son environnement, notion de cas similaires dans l'écurie.

I.1.2. Diagnostics différentiels

Plusieurs affections peuvent miner la piroplasmose. Le tableau ci-dessous résume les principales.

Le diagnostic clinique reste présomptif ; la confirmation est toujours laboratoire.

I.2. Diagnostic différentiel

Le syndrome « Piro-like » a été mis en place par le RESPE (Réseau d'Epidémiologie Surveillance en Pathologie Equine) en 2013, désignant des chevaux présentant une forte fièvre accompagnée par un ou plusieurs signes évoquant une piroplasmose. Ce syndrome-là regroupe des maladies infectieuses qui possèdent un tableau clinique très proche de celui de la piroplasmose. Les maladies incluses dans ce syndrome sont : la piroplasmose, l'anémie infectieuse équine, l'anaplasmose, la borréliose, la fièvre de West Nile ainsi que la leptospirose et l'artérite virale équine.

I.2.1. L'anémie infectieuse équine (AIE)

Cette maladie est causée par un virus du genre *Lentivirus* appartenant à la famille des *Retroviridae*. Elle est considérée comme une maladie à déclaration obligatoire. En général, elle est transmise via une piqure d'un insecte hématophage (Taon) ou par voie iatrogène. Elle est caractérisée par une hyperthermie, l'abattement, cachexie, œdèmes des zones déclives. L'hémogramme révèle une forte anémie accompagnée d'une thrombopénie caractéristique à la maladie (Marc Lefèvre et Isabelle Roux, 2023, pp. 64–66.).

Le test Coggins est le test reconnu pour le diagnostic de la maladie. Si le test d'un équidé revient positif, ce dernier sera abattu selon les décrets et arrêtés du 23 Septembre 1992, ainsi que la mise en place de mesures sanitaires dans l'écurie (RESPE, 2021a).

I.2.2. Borréliose ou maladie de Lyme

C'est une maladie d'origine bactérienne causée par *Borrelia burgdorferi*. Elle est transmise par des tiques du genre *Ixodes*.

Comme lors de certaines formes de la piroplasmose, le tableau clinique de la maladie est polymorphe : léthargie, fièvre, anorexie, raideur, amaigrissement chronique, arthrite, boiterie sporadique, fourbure, uvéite ou encore des avortements. Des cas de méningo-encéphalite (neuro-borréliose) ont été rapportés.

Il n'est pas recommandé de traiter les sujets asymptomatiques avec une sérologie positive. Le traitement est attribué aux chevaux PCR positifs ou après avoir constitué un tableau clinique caractéristique à la maladie. Il est préconisé d'administrer un antibiotique de la famille des tétracyclines (Oxytétracycline, Doxycycline ou la Minocycline) durant 4 semaines au minimum (Dupuis-Tricaud et Depecker, 2018).

I.3. Diagnostic de laboratoire

I.3.1. Frottis sanguin

Le frottis sanguin à son intérêt dans la forme aigue de la maladie, car il peut révéler l'existence des hémoparasites par une simple réalisation d'un frottis coloré au Giemsa, ou Wright ou Diff-Quik ®. L'examen du frottis doit être fait soigneusement afin d'éviter d'avoir un faux négatif (Éric Bonnet et Sarah Meunier, 2021, pp. 39–41.).

Il est facile de faire la différence entre les deux hémoparasites. Généralement *B.caballi* apparaît dans l'érythrocyte sous forme de deux mérozoïtes piriformes, mesurant environ 2 à 5 µm de longueur.

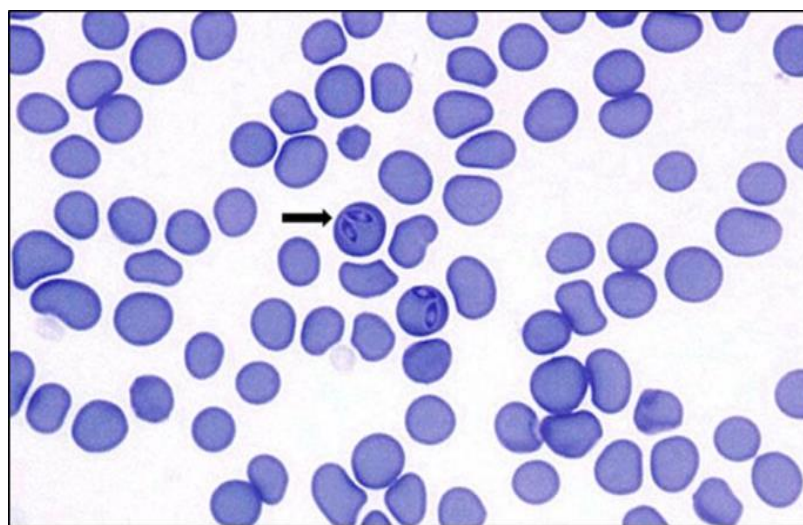


Figure III.1: L'aspect microscopique des mérozoïtes de *B.caballi* au sein des érythrocytes coloré au Diff-Quik (Gr x100) selon Wise et al. (2013).

Quant aux mérozoïtes de *T.equi*, ils sont polymorphes, on les retrouve parfois sous forme de croix de Malte dans les érythrocytes, mesurant de 2 à 3 µm de longueur.

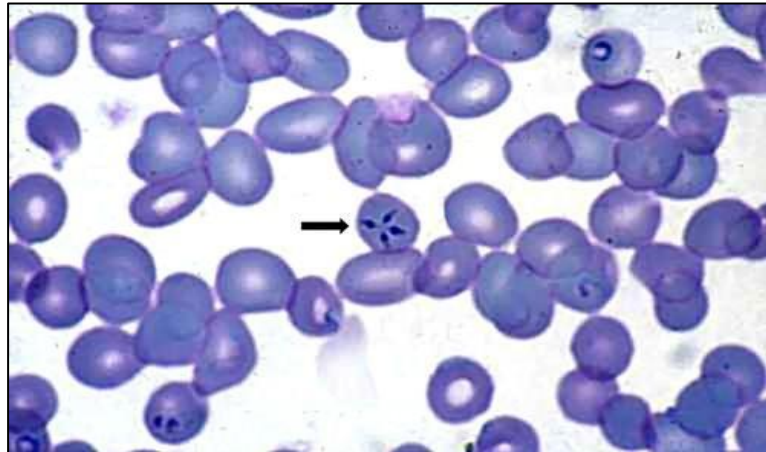


Figure III.2: L'aspect microscopique des mérozoïtes de *T.equi* au sein des érythrocytes coloré au Diff-Quik (Gr x 100) selon Wise et al. (2013).

Lors des infections aiguës par *B.caballi*, le pourcentage de globules rouges parasités est inférieur à 1%, et peut même être inférieur à 0.1% (De Waal, 1992).

Cependant, le taux d'érythrocytes infectés par *T.equi* dans la forme aiguë de la maladie se situe entre 1 à 5%, dans de graves cas peut dépasser les 20% (Wise et al., 2013).

Cette technique de diagnostic est peu sensible, encore moins pour les sujets présentant une faible parasitémie. Aussi, il est extrêmement rare de détecter les hémoparasites chez un sujet porteur sain (Rothschild, 2013).

I.3.2. Test sérologique :

I.3.2.1. Test immuno-enzymatique (ELISA)

A l'arrivée des premiers tests ELISA, certes ils étaient plus sensibles que la technique de fixation du complément mais ils avaient un seul inconvénient " le manque de spécificité" ; des réactions croisées pouvaient se produire. Une étude a démontré qu'un sérum positif à des antigènes de *T.equi*, l'était également pour ceux de *B.caballi* ainsi que ceux de *B.rodhaini* (Amel Bensalem et Pierre Laurent, 2022, pp. 52–54.).

Des recherches ont été entreprises afin d'améliorer la spécificité du test. Le but était d'avoir des antigènes spécifiques à l'espèce, immunogènes, et existant au sein des différentes souches d'une même espèce. Knowles et al. (1991) ont réussi à mettre en évidence onze protéines immunogènes majeures, et quelque temps après neuf antigènes majeurs étaient identifiés par Böse et Hentrich (1994).

Par la suite, Knowles et son équipe ont développés un anticorps monoclonal qui réagit avec une protéine de surface de 34KDa, cette dernière avait été isolée et reconnue dans pas

mal de sérums de chevaux infectés. C'est à ce moment-là que le test d'ELISA compétitif a connu le jour (Knowles et al., 1991)

Depuis 2004, l'ELISA compétitif est utilisé dans la détection de *B.caballi* et *T.equi* dans le sérum et fait partie des tests réglementaires prescrits par l'OIE pour le transport international des chevaux (Rothschild, 2013).

La protéine RAP-1 recombinée est utilisée comme antigène dans le test cELISA dans la détection des anticorps anti- *B.caballi* (Kappmeyer et al., 1999).

Pour *T.equi*, une protéine recombinante EMA-1 est utilisée comme antigène après purification.

Cependant pour *T.equi*, le cELISA utilise une protéine recombinante EMA-1 ainsi que des anticorps monoclonaux pour la détection de *T.equi* (Knowles et al., 1991). Le test cELISA EMA-1 est approuvé pour l'utilisation contre plusieurs souches de *T.equi*. De plus, il est considéré comme le test le plus sensible dans la détection des infections chroniques à *T.equi*. Les sujets infectés par *T.equi* sont détectables après infection expérimentale à j21, et 5 semaines après la transmission par les tiques (Knowles et al., 1992).

I.3.2.2. Test d'immunofluorescence indirecte (IFAT)

Le test d'immunofluorescence indirecte (l'IFAT) est très spécifique et plus sensible que le test de fixation du complément (Brüning, 1996). Le principe du test est basé sur la fluorescence des anticorps contenus dans le sérum à tester avec des antigènes liés à la lame en verre. Si une importante fluorescence est observée à une dilution de 1/8 ou plus, l'échantillon est considéré comme positif.

Dans une étude menée, des chevaux infectés expérimentalement par *T.equi* et *B.caballi* étaient IFAT positifs même 3 à 20 jours après infection (Weiland, 1986).

En général, l'IFAT est l'un des tests recommandés dans le dépistage de la piroplasmose, il est complémentaire au test de fixation du complément (Wise et al., 2013).

I.3.3. Réaction en chaîne par polymérase (PCR)

La technique de la réaction en chaîne polymérase (PCR) est extrêmement sensible dans la détection de l'ADN des piroplasmes. Généralement, elle est complémentaire à l'examen microscopique et à la sérologie permettant l'identification des deux parasites.

La PCR repose sur l'amplification des fractions spécifiques d'ADN du parasite. Plusieurs types de PCR ont été développés pour des recherches de laboratoire tels que : la PCR nichée, PCR quantitative en temps réel (Tamzali, 2013).

Il a été constaté qu'une PCR nichée pour *T.equi* employant la séquence du gène EMA-1 présente une forte sensibilité, pouvant détecter une parasitémie équivalente de 0,000006%

(Rampersad et al., 2003).

Dans une enquête menée utilisant une PCR nichée pour *T.equi*, le test a détecté 3.6 fois plus d'infections que l'examen microscopique, et 2.2 fois plus qu'avec une PCR classique. La PCR nichée a pu révéler l'existence d'infections sub-cliniques chez des chevaux apparemment sains qu'une PCR classique n'a pas pu déceler (Nicolaiewsky et al., 2001).

Cependant, la PCR nichée a été remise en question pour le diagnostic de la piroplasmose chez les chevaux d'Afrique du Sud, car après des analyses de la composition génétique de l'EMA-1, il s'est avéré que les souches du monde entier ne sont pas à 100% homologues. Cela soulève le problème de standardisation de la PCR comme étant test de diagnostic. De ce fait, la standardisation et la commercialisation d'une PCR nichée a peu de chance de voir un jour la lumière (Abebe Tsegay et al., 2021, pp. 88–90.).

II. Prophylaxie médical et sanitaire :

II.1. Traitement :

II.1.1. Imidocadre dipropionate

L'efficacité des traitements de la piroplasmose est très variable. Les stratégies de la thérapie peuvent viser soit à réduire les signes cliniques lors d'infections aiguës soit à éliminer complètement le parasite de l'organisme du cheval porteur (stérilisation) résidant dans une zone non endémique. Enfin, il a été prouvé que les chevaux infectés par *B.caballi* peuvent eux-mêmes éliminer le parasite (Rothschild, 2013).

L'imidocarbe, une molécule appartenant à la famille des diamidines est considérée comme étant le traitement de choix contre les piroplasmes.

Il est répandu qu'une stérilisation chimique des chevaux infectés par *T.equi* n'était pas possible. Des données recueillies lors d'une épidémie au Texas ont démontrés qu'une élimination totale du parasite de l'organisme du cheval était possible, en utilisant des doses convenables d'imidocarbe dipropionate (Sarah J. Wise et al, 2021, pp. 112–114.).

La cinétique de l'imidocarbe dipropionate a été déterminée après une injection de 2.4mg/Kg par voie intramusculaire.

L'imidocarbe est caractérisé par une absorption rapide, et détectable dans le sang approximativement 10 minutes après administration. La concentration plasmatique maximale est atteinte environ de 10 minutes à 1 heure post injection (cinétique avec un pic) et se stabilise pendant près de deux heures (cinétique en plateau). Une phase de distribution s'en suit, marquée par une diminution rapide de la concentration plasmatique, puis une diminution plus lente (phase d'élimination). Par conséquent, la molécule n'est plus détectable dans le plasma 12h post injection.

Par contre, elle reste détectable dans l'urine à des concentrations importantes plus de 36h après. L'élimination de la molécule dans les fèces est possible de 30 minutes à 3h post injection. Egalement, l'imidocarbe a été détecté dans le lait de jument 2h après administration (Belloli et al., 2002). De plus, elle a la capacité à traverser la barrière placentaire et est repérée dans le sang du fœtus à des concentrations égales à celles du sang de la mère (Lewis et al., 1999).

Dans les zones endémiques, l'objectif du traitement est de diminuer la sévérité des signes cliniques ainsi que d'accélérer la guérison.

Le protocole thérapeutique utilisé contre l'infection à *B.caballi* comprend deux injections d'imidocarbe dipropionate, administrées par voie intramusculaire en raison de 2mg/Kg à 24h d'intervalle (Hassan El Amrani et al., 2022, pp. 67–69.).

Bien que le traitement contre *B.caballi* soit facile et permettant au cheval de redevenir à son statut de séronégatif, ce n'est pas le cas pour l'infection à *T.equi*, qui s'avère difficile à traiter, voire impossible à éradiquer de l'organisme (Leblond, 2019 ; Pelzel-McCluskey et al., 2015 ; Wise et al., 2013).

Pour le protocole thérapeutique contre l'infection à *T.equi*, inclut quatre prises administrées par voie intramusculaire, à la dose de 4mg/Kg à 72h d'intervalle ((Hassan El Amrani et al., 2022, p.69.).

Cependant, dans les régions non endémiques, là où, il est souhaitable de garder le statut d'indemne, la stérilisation des porteurs sains de *B.caballi* est requise. Une dose de 4,4mg/Kg est administrée par voie intramusculaire toutes les 72h en raison de quatre prises (Schwint et al., 2009). Afin de précéder à la stérilisation des sujets porteurs de *T.equi*, une étude menée par Grause et al. (2013) sur 6 chevaux expérimentalement infectés par *T.equi*, après quatre prise d'imidocarbe dipropionate, seulement un sujet est resté positif. Autre étude faite, des résultats de PCR négatifs confirment l'élimination complète de *T.equi* chez 24 des 25 sujets infectés naturellement, ainsi que l'incapacité de transmission du parasite à un sujet sain après une transfusion sanguine effectué à partir d'un sujet traité (Ueti et al., 2012).

Cependant, l'imidocarbe dipropionate ne reste pas sans effets secondaires qui peuvent être : gonflement au site d'injection, colique, agitation, diarrhée (Adams, 1981 ; Meyer et al., 2005).

Lors d'une piroplasmose aigue ou suraiguë, il est déconseillé d'administrer l'imidocarbe à un cheval qui présente syndrome hémolytique sévère, une réaction inflammatoire systémique et d'une défaillance multi-organique, car l'imidocarbe peut accentuer les complications rénales et hépatiques. Il est préférable d'administrer un traitement

de support et de faire une éventuelle transfusion sanguine afin de stabiliser le cas avant de traiter la piroplasmose (Allen et al., 1975).

II.1.2. Diamidines aromatiques

II.1.2.1. Diamazene diaceturate (BERENIL®)

Le diamazene diaceturate a démontré une efficacité dans le traitement des formes aiguës de la piroplasmose. Le protocole thérapeutique prévoit deux injections, administrées en raison de 11 mg/Kg par voie intramusculaire profonde à 24h d'intervalle. Cette thérapie permet l'élimination de *B.caballi* de l'organisme (Friedhoff et al., 1996 ; De Waal, 1992).

Il s'avère que l'usage de la molécule diminazene d'aceturate à plus d'efficacité dans le traitement de la piroplasmose que la molécule diminazene diaceturate (Rashid et al., 2008).

Cependant, il a été rapporté que les deux molécules engendraient un gonflement et nécrose au site de l'injection. Il est recommandé de multiplier les sites d'injection afin de l'administrer en petits volumes. De plus, parmi les signes de toxicité au traitement on note ; une détresse respiratoire et de la dépression (M. A. Santos et al., 2020, pp. 155–157.).

II.1.2.2. L'amicarbalide

Amicarbalide est une diamidine aromatique ayant des propriétés piroplasmides. Administrée en unique dose de 9 à 10mg/Kg par voie intramusculaire. Elle a démontré une efficacité dans le traitement des formes aiguës de *B.caballi* et *T.equi*. Le traitement peut entraîner une stérilisation, lorsqu'il est administré en raison de 8,8mg/Kg pendant deux jours successifs (Karim A. El-Sayed et al., 2021, pp. 96–98.).

Egalement, il a été signalé que l'usage d'une dose de 2,2mg/Kg/ IM pendant deux jours consécutifs permettait le traitement des infections à *B.caballi*, mais cela n'entraîner pas l'élimination complète du parasite.

Cependant, parmi les effets secondaires de l'amicarbalide rapportés : un œdème périorbitaire et du museau, et un œdème sous-cutané au niveau du dos et des flancs, des troubles respiratoires et digestifs sont observés (Laura M. Hernández et al., 2022, pp. 121–123.).

II.1.3. Parvaquone et buparvaquone

Le parvaquone et le buparvaquone ont montré une efficacité dans le traitement de la forme aiguë de *T.equi* ainsi qu'une grande efficacité é contre les schizontes. La buparvaquone est administrée à raison de 4 à 6mg/Kg par voie intraveineuse lente, une prise par jour pendant 3 jours de suite.

Quant à la parvaquone, une injection à raison de 20mg/Kg est administrée par voie intramusculaire.

Il a été rapporté que la molécule peut provoquer une réaction sévère au site d'injection avec boiterie qui peut durer de 2 à 3 jours .

II.1.4. Tétracyclines

Selon le peu d'études faites, les tétracyclines ont démontrés une efficacité dans le traitement des infections à *T.equi*. Cependant, ils ne permettent pas l'élimination complète du parasite de l'organisme. Parmi ces molécules, l'oxytétracycline, administrée à la dose de 5 à 6mg/Kg par voie intraveineuse lente, une fois par jour pendant 7 jours consécutifs s'est avéré efficace dans le traitement des infections à *T.equi*, mais ne l'ai pas contre *B.caballi* (Zobba et al., 2008).

L'oxytétracycline est une substance irritante et visqueuse, il est recommandé de poser un cathéter, ainsi que la dilution du produit dans une perfusion d'NaCl à 0,9% afin d'éviter tout risque.

Un rapport de cas décrit le traitement d'un poulain nouveau- né atteint de piroplasmose. Le protocole thérapeutique prévoit 3ml d'oxytétracycline à 10% administrée par voie intraveineuse associée à une dose de 0,5mg/Kg d'imidocarbe dipropionate à 12% par voie intramusculaire. Le traitement est répété deux jours consécutifs (Belloli et al., 2002).

II.2. Prévention :

Il est pratiquement impossible de prévenir les nouvelles infections dans les pays endémiques, cependant, il a été suggéré que l'exposition des chevaux à une infection initiale leur confère une certaine immunité, qui les protégerait lors d'une infection ultérieure (Wise et al., 2013).

II.2.1. Limiter le mouvement des chevaux porteurs

Selon l'article 12.7.2 décrit par l'OIE liée au déplacement international des équidés, le pays importateur doit exiger la présentation d'un certificat sanitaire témoignant que les chevaux :

- N'exprimaient aucun symptôme de la piroplasmose équine le jour de l'embarquement ;
- Ont été soumis à une série d'épreuves de diagnostic de la piroplasmose équine (*Babesia caballi*, *Theileria equi*) 30 jours avant leur chargement, et que les résultats étaient négatifs ;
- Ne sont pas infestés par les tiques, et ayant subies un traitement acaricide préventif au besoin durant les 30 jours qui précèdent leur embarquement (OIE, 2011).

Dans les pays non-endémique à la piroplasmose, le control de l'importation des animaux depuis les régions endémique constitue un moyen de protection contre la maladie. Les animaux sont soumis à des tests sérologiques tels que l'Elisa, IFAT, CFT. Les résultats positifs entraînent le refus d'entrée des chevaux au pays, exception faite pour les chevaux de

compétition importés temporairement, ils sont dans ce cas-là minutieusement examinés afin de déceler la présence de tiques ainsi qu'une mise en quarantaine obligatoire à l'arrivée (Wise et al., 2013).

II.2.2. Gestion de l'environnement

Il est impossible d'empêcher la propagation des tiques aux pays non endémiques frontaliers avec les pays endémiques. Cependant, l'instauration d'un système de surveillance est recommandée afin de limiter le contact des tiques avec les chevaux, tels que la réduction de la végétation, limiter l'accès aux hôtes des stades immatures (rongeurs, autres animaux) ainsi que l'application systématique des acaricides (Wise et al., 2013).

II.2.3. Traitement des animaux

La prévention contre la piroplasmose équine dépend fortement du contrôle des vecteurs. Le traitement prophylactique des chevaux surtout ceux qui résident dans des zones d'endémies, a contribué à la réduction du taux d'infestation par les tiques. Parmi les molécules utilisées sur terrain figure ; les organophosphorés, les amidines, et les pyréthrinoides (Ueti et al., 2017).

Parfois il est recommandé d'administrer l'ivermectine dans le but de limiter l'infestation parasitaire par les tiques. Cependant, à ce jour l'efficacité de l'ivermectine sur les tiques chez le cheval n'a pas été démontrée scientifiquement. En revanche, son utilisation chez les chiens a donné de bons résultats (Dias et al., 2005).

L'usage des acaricides d'une manière non raisonnable peut favoriser l'apparition des résistances des tiques à ces derniers. C'est ce qui a été constaté dans des zones à forte population de tiques. De ce fait, il est souhaitable d'utiliser les acaricides en fonction de la saison d'activités des Ixodidae (Rakover, 2018).



Chapitre IV

Partie expérimentale

I. Objectifs

La présente étude a pour objectif d'évaluer la prévalence de la piroplasmose équine dans la région de Tiaret et de rechercher les agents étiologiques responsables, *Babesia caballi* et *Theileria equi*, à l'aide de la technique de coloration May-Grünwald Giemsa (MGG).

II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

II.1. Zone d'étude

La wilaya de Tiaret est située à environ 280 km au sud-ouest d'Alger. Elle couvre une superficie de 20 673 km² et se caractérise par une altitude variant entre 980 et 1 150 mètres au-dessus du niveau de la mer. Géographiquement, elle est localisée aux coordonnées 35°22'2.478" N et 1°19'19.315" E. La wilaya s'inscrit dans deux ensembles physiographiques distincts : l'Atlas tellien au nord et les hauts plateaux occupant les zones centrales et méridionales. Elle est limitée au nord par les wilayas de Tissemsilt et Relizane, au sud par Laghouat et El Bayadh, à l'ouest par Mascara et Saïda, et à l'est par Djelfa.

Sur le plan climatique, la région de Tiaret est soumise à un climat méditerranéen à tendance continentale, caractérisé par des hivers froids et rigoureux et des étés chauds et secs (Achir & Hellal, 2016). Elle appartient à l'étage bioclimatique semi-aride inférieur. Les températures moyennes atteignent environ 37,2 °C en été, contre 24 °C en hiver. Les précipitations annuelles se situent entre 300 et 400 mm, avec une répartition saisonnière irrégulière, marquée par une pluviométrie plus importante en hiver (environ 157 mm) et très faible en été (près de 31 mm).

La présente étude a été réalisée dans le hars nationale de Chaouchaoua, Tiaret



Figure N° (IV.1) : Lieu d'étude Chaouchaoua

II.2. Animaux étudiés ;

Un totale de 59 chevaux a été sélectionnés de manière aléatoire, chaque animal a subi un examen clinique (Prise de température, observation des muqueuses, fréquence respiratoire et cardiaque, recherche des tiques, ...) afin de rechercher d'éventuels signes cliniques évocateurs de la piroplasmose équine (Fièvre, anémie, ictère, amaigrissement, baisse de performance). Aucun animale n'a présenté de signes cliniques de la maladie.



Figure N° (IV.2) : Les animaux d'étude

Tableau N° (IV.1) : Les animaux sélectionnés pour le prélèvement

n	cheval	race	âge	sexe
01	ghablia	arabe	2019	femelle
02	chatouia	arabe	2015	femelle
03	El amira	arabe	2017	femelle
04	allia	arabe	2013	femelle
05	fedoua	arabe	8/3/2018	femelle
06	yasmine	arabe	24/5/2022	femelle
07	Raoudhat ch	arabe	16/10/2010	femelle
08	dyraya	arabe	10/5/2016	femelle
09	fikra	arabe	5/4/2018	femelle
10	ghizlan	arabe	1/1/2019	femelle
11	Quatar nada	arabe	24/3/2009	femelle
12	Bint sarab	Arabe	8/8/2014	femelle
13	asinet	arabe	2008	femelle
14	Thakafa	arabe	28/2/2018	femelle
15	gosra	arabe	15/5/2019	femelle
16	fadwa	arabe	2018	femelle
17	Bint monjize	arabe	19/5/2014	femelle
18	morbouha	arabe	18/2/2013	femelle
19	kifayat	barbe	16/2/2023	femelle
20	dachra	barbe	1/1/2010	femelle

21	Ghazalt sahr	barbe	2019	femelle
22	kenza	barbe	2019	femelle
23	ouilada	barbe	2009	femelle
24	naourass	barbe	2007	femelle
25	El bahria	barbe	1/2015	femelle
26	bechara	barbe	2014	femelle
27	houdama	barbe	10/1/2020	femelle
28	jana	barbe	28/1/2021	femelle
29	kafala	barbe	1/1/2004	femelle
30	basmala	Barbe/arabe	9/2/2014	femelle
31	aroua	barbe	2013	Femelle
32	fethi	barbe	2014	Male
33	ondel	Arabe/barbe	2019	Male
34	chihabe	barbe	2015	Male
35	delil	arabe	1/3/2016	Male
36	lolita	Arabe/barbe	30/1/2024	Femelle
37	Labira cha	barbe	1/1/2024	Femelle
38	lidia	barbe	1/3/2024	Femelle
39	loudjaine	barbe	7/3/2024	Femelle
40	lora	barbe	10/2/2024	Femelle
41	layali	barbe	2/1/2024	Femelle
42	lima	barbe	15/2/2024	Femelle
43	fadjar	barbe	18/4/2018	Male
44	mazafran	barbe	4/3/2006	Male
45	chami	barbe	28/4/2015	Male
46	hosine	barbe	2020	Male
47	baloubet	barbe	2006	Male
48	kahramane	barbe	2023	Male
49	jassim	barbe	2022	Male
50	soran	barbe	2010	Male
51	King cha	Arabe/barbe	2023	Male
52	ziad	Arabe/barbe	17/4/2022	Male
53	milissa	barbe	15/4/2025	Femelle
54	mabroukat	barbe	7/2/2025	Femelle
55	Molhamat ch	barbe	1/3/2025	Femelle
56	louna	barbe	18/2/2024	Femelle
57	lahibe	barbe	28/2/2024	Male
58	laith	Arabe/barbe	1/1/2024	Male
59	ladjdar	barbe	14/2/2024	Male



Figure N° (IV.3) : Préparation de prélèvement sanguin

II.3. Prélèvements sanguins

Après contention de l'animal par le personnel chargé de la manipulation, chaque cheval a subi un prélèvement sanguin au niveau de la veine jugulaire à l'aide d'une seringue stérile. Immédiatement après le prélèvement, le sang a été transféré dans un tube EDTA, puis conservé dans des conditions appropriées, à température contrôlée, jusqu'à la réalisation des frottis sanguins.



Figure N° (IV.4) :préparation des tubes UDTA

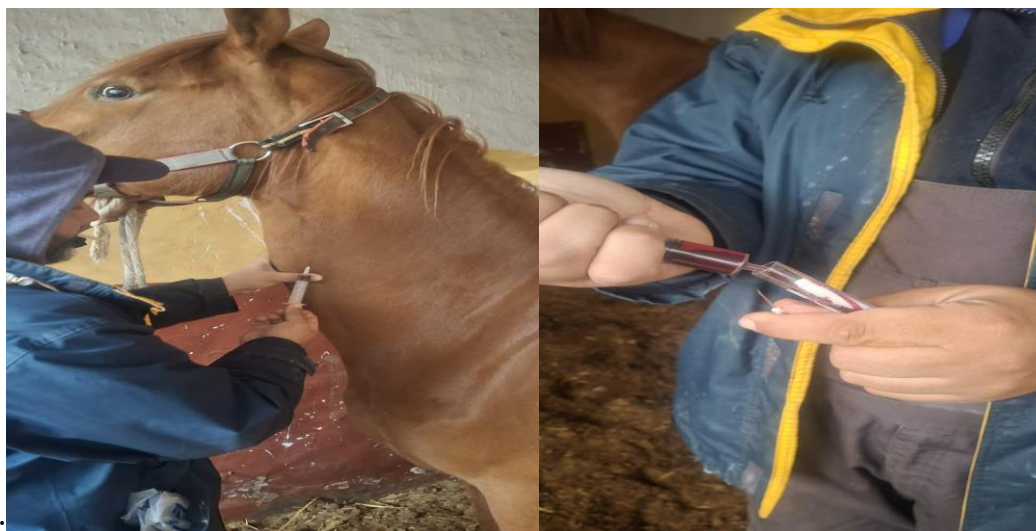


Figure N° (IV.5) : Prélèvement sanguin

II.4. Méthode de diagnostique :

a) Frottis sanguin : des frottis minces ont été réalisés puis colorés au **MAY-grunwald-giemsa** afin de rechercher : *Theileria equi*, *babesia caballi* .

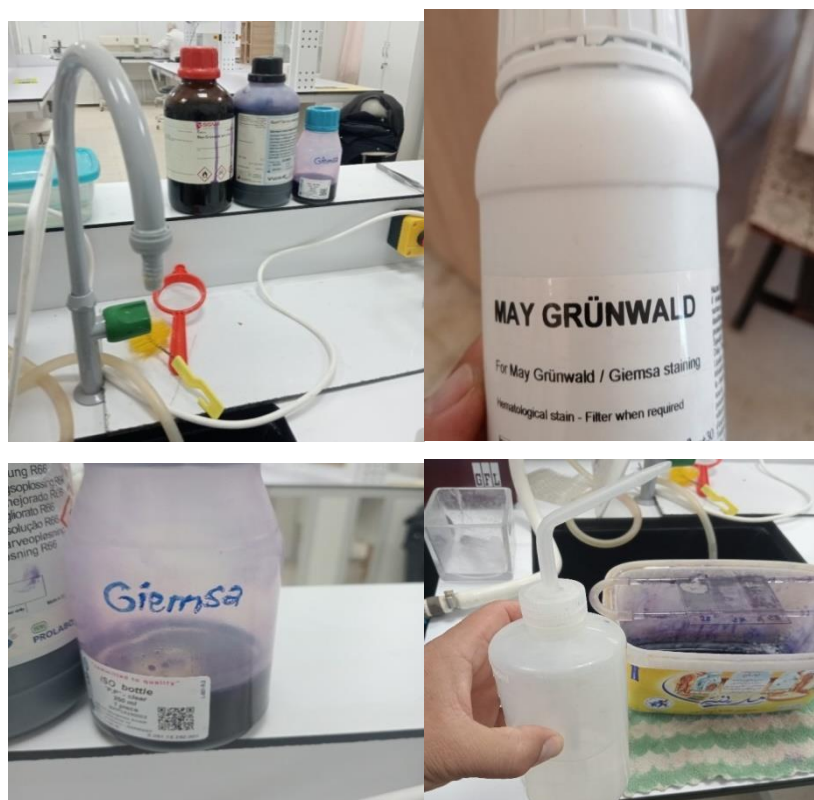


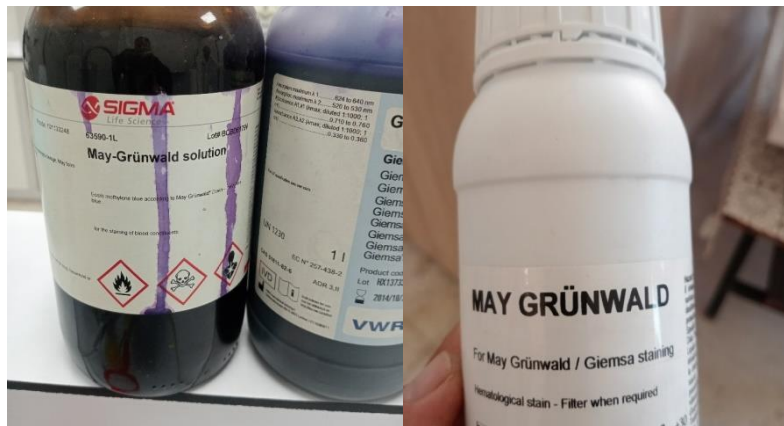
Figure N° (IV.6) : Les produits de diagnostics MGG

Principe du test MGG :

La coloration MGG est une coloration polychrome qui combine deux colorants :

Tableau N° (IV.2) : identification et rôle de MGG

Étape	Colorant	Rôle
1	May-Grünwald (méthanol + éosine + bleu de méthylène)	Fixation des cellules + coloration basique des noyaux
2	Giemsa (éosine + azur de méthylène)	Coloration fine des structures parasitaires

**Figure N° (IV.7) : Colorants MGG****Résultat colorimétrique :**

Noyaux des cellules et parasites : violet-pourpre à violet-foncé

Cytoplasme des globules rouges : rose-saumon

Cytoplasme des leucocytes : bleu pâle

Cette affinité différentielle permet de distinguer nettement les piroplasmes à l'intérieur des hématies.

Matériel nécessaire**Tableau N° (IV.3) : Matériel et Produit Nécessaire de la coloration MGG**

Élément	Spécification
Lames porte-objet	Propres, dégraissées, sans poussière
Lame étaleuse	Bord rodé ou seconde lame porte-objet
Sang	Sang frais (de préférence sans anticoagulant) ; si EDTA, utiliser dans les 4 heures
May-Grünwald	Solution commerciale prête à l'emploi
Giemsa	Solution concentrée
Tampon phosphate	pH 7,2 (indispensable pour Giemsa)

Élément	Spécification
Eau distillée	Pour les rinçages
Bac à coloration	Ou lames disposées sur une passoire
Chronomètre	Précision à la seconde
Microscope	Optique avec objectif à immersion $\times 100$
Huile à immersion	Indice de réfraction adapté

Fixation et coloration :**Tableau N° (IV.4) : Fixation et coloration**

Étape	Produit	Durée	Action
Fixation	May-Grünwald pur	3 minutes	Couvrir le frottis. Fixe les cellules et colore les noyaux.
Rinçage 1	Tampon phosphate pH 7,2 ou eau distillée	Quelques secondes	Incliner la lame, rincer doucement.
Coloration	Giemsa dilué au 1/10 (1 mL Giemsa + 9 mL tampon pH 7,2)	20 à 30 minutes	Couvrir le frottis. Température ambiante.
Rinçage 2	Eau distillée	Quelques secondes	Rincer jusqu'à ce que le liquide soit clair.
Séchage	Air libre	10-15 minutes	Face colorée vers le haut.

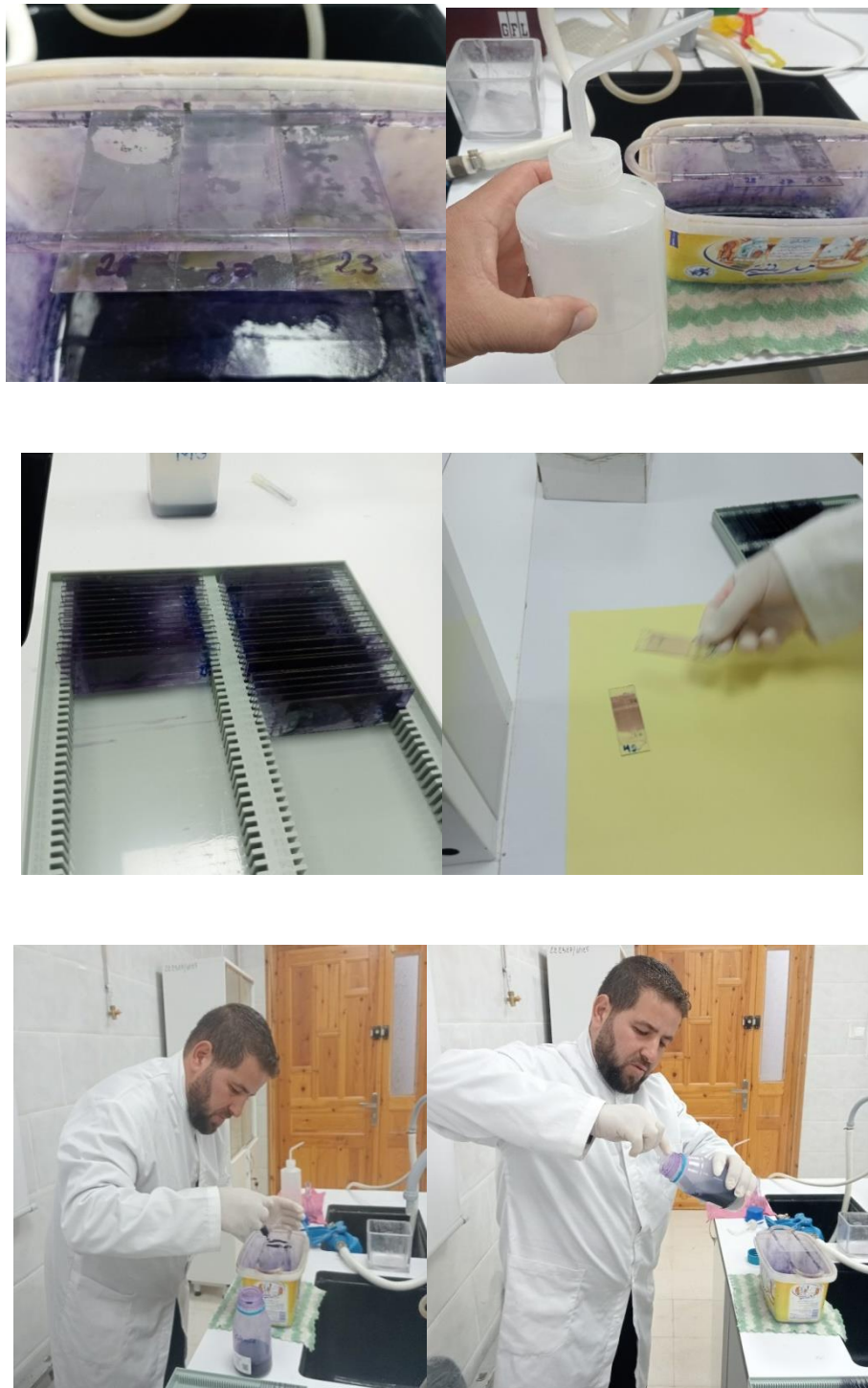


Figure N° (IV.8) : Technique de Coloration MGG dans labo anapathe d'université de Tiaret



Figure N° (IV.9) : Technique de Rinçage 1 et 2 et Séchage dans labo anapathe d'université de Tiaret

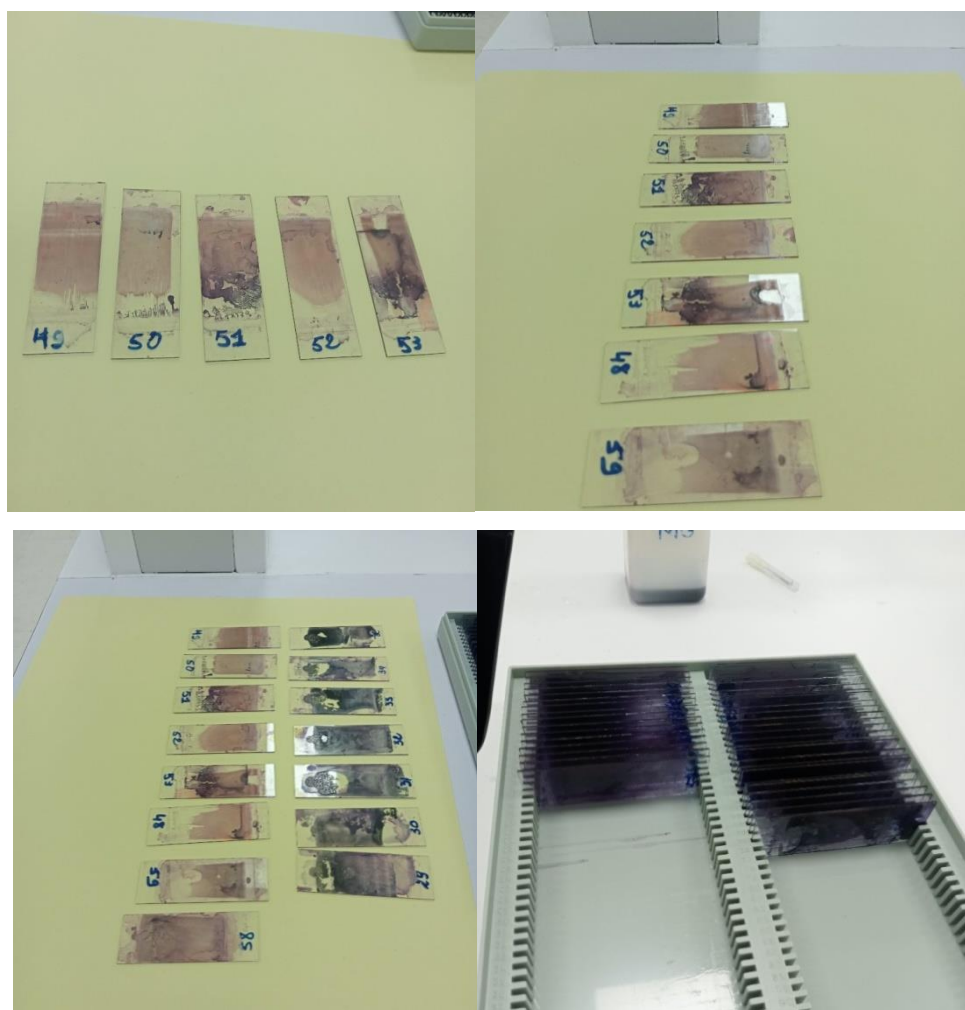


Figure N° (IV.10) : Les lames colorées par MGG

III. 5. Observation microscopique

Déposer une goutte d'huile à immersion sur la queue du frottis.

Observer à l'objectif $\times 100$ (immersion).

Parcours systématique : examiner au moins 100 champs microscopiques (recommandation OIE pour un résultat négatif fiable).

Identification : rechercher les parasites à l'intérieur des globules rouges.

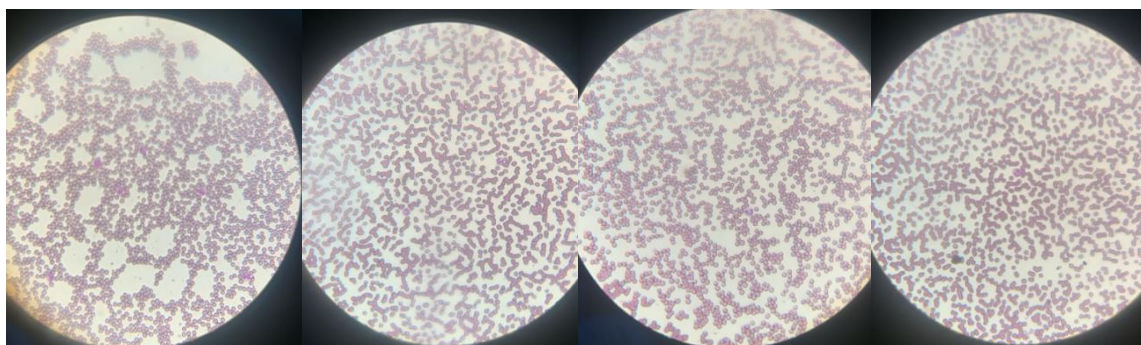


Figure N° (IV.11): Aspects microscopique d'un prélèvement coloré Par MGG de cheptel de Tiaret 24/05/2026

III. Résultats

III.1. Résultats cliniques :

Tableau N° (IV.5) : Résultats cliniques

Paramétré observé	Nombre de chevaux	pourcentage
Température normale	55	93,2%
Présence de tiques	0	0%
Muqueuses pâles	6	10,1%
Amaigrissement léger	4	6,7%
Signes cliniques sévères	0	0%

III.2. Résultats Parasitologiques :

Les examens micropiques des frottis sanguins n'ont révélé aucun parasite **intra-érythrocytaire** chez les 59 chevaux étudiés.

Tableau N° (IV.6) : Résultats parasitologiques

Résultat	nombre	pourcentage
positif	0	0 %
négatif	59	100 %

IV. Discussion

Dans la présente étude menée dans la région de Tiaret, l'analyse microscopique des frottis sanguins colorés au May-Grünwald Giemsa (MGG) n'a révélé aucun cas positif de piroplasmose équine (*Theileria equi* et *Babesia caballi*). Ces résultats négatifs peuvent, à première vue, suggérer une absence de circulation parasitaire dans la population étudiée. Toutefois, dans le contexte épidémiologique de la piroplasmose équine, une telle interprétation doit être envisagée avec prudence, car la sensibilité des méthodes directes, notamment la microscopie, est fortement limitée dans les infections subcliniques ou chroniques.

La piroplasmose équine est une maladie vectorielle largement distribuée dans les régions tropicales, subtropicales et méditerranéennes, transmise principalement par des tiques dures du genre *Dermacentor*, *Rhipicephalus* et *Hyalomma* (Knowles, 2013; Onyiche et al., 2019). L'absence de détection microscopique dans la présente étude ne signifie donc pas forcément une absence d'infection, mais peut refléter une parasitémie très faible ou intermittente, souvent en dessous du seuil de détection du MGG.

L'examen microscopique des frottis sanguins colorés au MGG reste une méthode classique, rapide et peu coûteuse, mais sa performance diagnostique est fortement conditionnée par la charge parasitaire. Dans les infections chroniques, les équidés deviennent souvent porteurs asymptomatiques avec une parasitémie extrêmement faible, rendant la détection microscopique difficile voire impossible (Knowles, 2013).

Dans une étude réalisée en Égypte, Mahmoud et al. (2016) ont démontré que la microscopie seule détectait significativement moins de cas de *T. equi* et *B. caballi* comparée aux techniques moléculaires (PCR) et sérologiques (ELISA). Les auteurs ont rapporté que de nombreux animaux négatifs en microscopie étaient positifs en PCR, confirmant ainsi la faible sensibilité de cette méthode.

De manière similaire, Onyiche et al. (2019) soulignent que la microscopie peut manquer jusqu'à 90 % des infections chroniques, particulièrement lorsque la parasitémie est inférieure à 0,01 %. Ainsi, les résultats négatifs obtenus dans notre étude ne permettent pas d'exclure la circulation de l'agent pathogène dans la population équine de Tiaret.

La période de prélèvement constitue un facteur épidémiologique important. La saison peut influencer fortement l'activité des tiques vectrices. En effet, l'activité des genres *Hyalomma* et *Rhipicephalus*, principaux vecteurs de la piroplasmose équine en Afrique du Nord, est généralement plus élevée à partir de la fin du printemps et atteint son pic en été,

lorsque les températures et l'humidité deviennent favorables à leur développement (Benfenatki et al., 2022).

Ainsi, l'absence de détection pourrait être partiellement expliquée par une activité vectorielle réduite au moment de l'échantillonnage, limitant la transmission récente et donc la présence de parasitémie détectable. Knowles (2013) indique également que la dynamique saisonnière des tiques influence directement les pics d'incidence de la piroplasmose équine.

En Algérie, plusieurs études ont confirmé la présence de la piroplasmose équine, notamment dans les régions nord et semi-arides. Benfenatki et al. (2022), ont rapporté la circulation de *T. equi* et *B. caballi* chez les équidés, avec des variations importantes selon les régions, les conditions d'élevage et l'exposition aux tiques. Ils ont montré que la prévalence sérologique était significativement plus élevée que la prévalence microscopique, ce qui confirme encore une fois la limitation des méthodes directes comme le MGG. L'absence de cas positifs dans la présente étude contraste donc avec ces résultats, mais peut s'expliquer par plusieurs facteurs : différences géographiques intra-nationales, densité et pression vectorielle variable, pratiques d'élevage et d'hygiène, et surtout sensibilité de la méthode diagnostique utilisée. Mahmoud et al. (2016), en Egypte, ont démontré une prévalence variable selon les régions, mais toujours plus élevée lorsqu'on utilise des méthodes moléculaires ou sérologiques comparées à la microscopie.

L'hygiène des infrastructures, la gestion des déjections, la densité animale et la lutte contre les arthropodes peuvent réduire significativement la population de vecteurs et limiter les cycles de transmission. Selon l'Organisation mondiale de la santé animale (WOAH, 2009), les pratiques de gestion des élevages constituent un pilier essentiel de la prévention de la piroplasmose équine. Dans ce contexte, il est possible que les bonnes pratiques d'hygiène observées dans la jumenterie aient contribué à réduire l'exposition des animaux aux tiques infestées, expliquant partiellement l'absence de cas détectés. Cependant, il est important de souligner que même dans des élevages bien gérés, l'introduction occasionnelle de tiques par des animaux de passage ou via l'environnement extérieur peut maintenir un risque d'infection latent (Onyiche et al., 2019).

Les données de la littérature montrent que le diagnostic de la piroplasmose équine nécessite souvent une combinaison de méthodes diagnostiques pour une détection fiable. Knowles (2013) insiste sur le fait que la microscopie seule est insuffisante pour établir une prévalence réelle. Les techniques moléculaires comme la PCR sont considérées comme la référence pour détecter les infections subcliniques, tandis que les tests sérologiques (ELISA, IFAT) permettent d'identifier les animaux exposés.

Aziz et Al-Barwary (2019), en Irak, ont comparé la microscopie et le cELISA et ont montré que de nombreux cas étaient détectés uniquement par sérologie. Cette discordance entre méthodes souligne la sous-estimation systématique de la prévalence lorsque seules les méthodes directes sont utilisées. Ainsi, les résultats négatifs obtenus dans la présente étude doivent être interprétés comme une absence de détection microscopique et non comme une absence d'infection réelle.

Plusieurs hypothèses peuvent être proposées pour expliquer les résultats obtenus : les chevaux peuvent être porteurs asymptomatiques avec une charge parasitaire trop faible pour être détectée par MGG, la dynamique saisonnière des tiques peut réduire la transmission au moment du prélèvement, les bonnes pratiques d'hygiène peuvent avoir limité la circulation des vecteurs, la taille de l'échantillon limitée (59 sujets) peut avoir un impact sur le nombre des cas détectés, la sensibilité insuffisante du MGG constitue probablement la principale explication.

Les études internationales confirment que la piroplasmose équine est largement distribuée mais difficile à diagnostiquer par microscopie seule. En Irak, Aziz et Al-Barwary (2019) ont montré une prévalence variable selon les méthodes diagnostiques, avec une sous-estimation importante par microscopie. En Égypte, Mahmoud et al. (2016) ont démontré que la PCR détecte significativement plus de cas que les méthodes microscopiques et même sérologiques dans certains contextes. De manière générale, Onyiche et al. (2019) concluent dans leur revue que la combinaison de méthodes de diagnostiques est indispensable pour une estimation fiable de la prévalence mondiale. Ces résultats confirment que les résultats négatifs de la présente étude ne sont pas contradictoires avec la littérature, mais reflètent plutôt les limites de la méthode utilisée.



Conclusion Générale

La piroplasmose équine reste une maladie parasitaire importante chez les chevaux, notamment dans les régions où les conditions climatiques et écologiques favorisent la présence des tiques. Même si elle peut parfois passer inaperçue sous forme subclinique, elle représente toujours un enjeu sanitaire en médecine vétérinaire, en raison de son impact potentiel sur la santé et les performances des équidés.

Dans la présente étude menée dans la région de Tiaret, nous avons cherché à évaluer la présence de *Babesia caballi* et *Theileria equi* chez les chevaux, en nous basant sur l'examen clinique et la technique microscopique MGG. Au total, 59 chevaux ont été examinés et aucun signe clinique évocateur n'a été observé. De même, l'analyse des frottis sanguins n'a révélé aucun cas positif.

Ces résultats peuvent sembler rassurants, mais ils doivent être interprétés avec prudence. En effet, la microscopie, bien qu'utile et facilement accessible, reste limitée lorsqu'il s'agit de détecter des infections chroniques ou des porteurs asymptomatiques, chez lesquels la charge parasitaire est souvent très faible. Ainsi, l'absence de cas positifs dans notre étude ne permet pas d'exclure totalement la circulation du parasite dans la région.

Par ailleurs, plusieurs éléments peuvent avoir influencé ces résultats, notamment la période de prélèvement, réalisée au début du printemps, ainsi que les conditions d'hygiène globalement satisfaisantes dans la jumenterie étudiée, pouvant contribuer à réduire l'exposition aux tiques vectrices.

Enfin, il est important de rappeler que plusieurs travaux réalisés en Algérie et dans les pays voisins ont déjà mis en évidence la présence de la piroplasmose équine, parfois à des niveaux non négligeables, en particulier lorsque des méthodes diagnostiques plus sensibles sont utilisées. Cela souligne l'intérêt de compléter ce type d'étude par des techniques sérologiques ou moléculaires afin d'obtenir une vision plus précise de la situation épidémiologique.

.



Références bibliographique

1. Abebe Tsegay et al., « Molecular diversity of *Theileria equi* EMA-1 gene and implications for PCR-based diagnosis of equine piroplasmosis », article scientifique, *Parasites & Vectors*, 2021, pp. 88–90.
2. Adams, L. G. (1981). Clinicopathological aspects of imidocarb dipropionate toxicity in horses. *Research in Veterinary Science*, 31(1), 54–61. [https://doi.org/10.1016/s0034-5288\(18\)32521-9](https://doi.org/10.1016/s0034-5288(18)32521-9)
3. Alain Morel et Sophie Bernard, « Mécanismes physiopathologiques de l'anémie hémolytique dans les piroplasmoses équine », article scientifique, *Revue de Pathologie Vétérinaire et Infectieuse*, 2022, pp. 91–92.
4. Allen, P. C., Frerichs, W. M., & Holbrook, A. (1975). Experimental acute *Babesia caballi* infections. *Experimental Parasitology*, 37(3), 373–379. [https://doi.org/10.1016/0014-4894\(75\)90006-5](https://doi.org/10.1016/0014-4894(75)90006-5)
5. Allsopp MTEP, Lewis BD, Penzhorn BL. Molecular evidence for transplacental transmission of *Theileria equi* from carrier mares to their apparently healthy foals. *Vet Parasitol.* 1 sept 2007;148(2):130-6.
6. Amel Bensalem et Pierre Laurent, « Apport et limites des tests ELISA dans le diagnostic sérologique des piroplasmoses équine : sensibilité et réactions croisées », article scientifique, *Revue de Parasitologie et Immunologie Vétérinaire*, 2022, pp. 52–54.
7. Aziz, K. J., & Al-Barwary, L. T. (2019). Epidemiological study of equine piroplasmosis by microscopic examination and cELISA in Iraq. *Iraqi Journal of Veterinary Sciences*, 33(2), 275–281.
8. Benfenatki, A., et al. (2022). Equine piroplasmosis in northern Algeria: Haematological and serological parameters. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 73(1), 3769–3778.
9. Böse, R., Jorgensen, W. K., Dalgliesh, R. J., Friedhoff, K. T., & De Vos, A. J. (1995). Current state and future trends in the diagnosis of babesiosis. *Veterinary Parasitology*, 57(1-3), 139-148.
10. Brüning, A. (1996). Equine piroplasmosis an update on diagnosis, treatment and prevention. *British Veterinary Journal*, 152(2), 139–151. [https://doi.org/10.1016/s0007-1935\(96\)80070-4](https://doi.org/10.1016/s0007-1935(96)80070-4)
11. Delattre S. Étude bibliographique et rétrospective sur des chevaux testés positifs à la piroplasmose à la clinequine [Thèse d'exercice : vétérinaire]. Lyon : Université Claude-Bernard Lyon ; 2014.
12. Dupuis-Tricaud, M., & Depecker, M. (2018). La maladie de Lyme chez le cheval : un défi

- clinique et diagnostique. Bulletin De L Academie Veterinaire De France, 171(3), 186–193.
<https://doi.org/10.4267/2042/70201>
13. Éric Bonnet et Sarah Meunier, « Intérêt du frottis sanguin dans le diagnostic des hémoparasitoses équine aiguës : techniques de coloration et limites diagnostiques », article scientifique, Revue de Diagnostic Vétérinaire et Parasitologie, 2021, pp. 39–41.
 14. Friedhoff, K. T. (1988). Transmission of Babesia equi by Hyalomma species. Parasitology Research, 74(5), 422-428.
 15. Guidi, E., Pradier, S., Lebert, I., & Leblond, A. (2015). Piroplasmosis in an endemic area: analysis of the risk factors and their implications in the control of Theileriosis and Babesiosis in horses. Parasitology Research, 114(1), 71–83. <https://doi.org/10.1007/s00436-014-4161-9>
 16. Hassan El Amrani et al., « Traitement de la babésiose équine (Babesia caballi) par l'imidocarbe dipropionate : protocoles thérapeutiques et efficacité clinique », article scientifique, Revue de Parasitologie Vétérinaire Appliquée, 2022, pp. 67–69.
 17. Hélène Marchand et Karim Benali, « Manifestations cliniques systémiques de la piroplasmose équine : œdèmes déclives, hypoprotidémie et atteintes musculaires », article scientifique, Revue de Pathologie Vétérinaire et Clinique des Équidés, 2021, pp. 88–90.
Nadia Khelifi et Thomas Girard, « Formes chroniques et portage asymptomatique dans la piroplasmose équine : aspects épidémiologiques et immunitaires », article scientifique, Revue Épidémiologie et Santé Animale, 2022, pp. 101–103.
 18. Holbrook, A. A., & Frerichs, W. M. (1998). Equine piroplasmosis. Proceedings of the Annual Meeting of the United States Animal Health Association, 72, 220–222.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/5257463>
 19. Jalovecka M, Sojka D, Ascencio M, Schnittger L. Babesia Life Cycle - When Phylogeny Meets Biology. Trends in Parasitology. mai 2019;35(5):356-68.
 20. Jean-Marc Touzain, « L'endurance équestre : évolution, organisation et exigences vétérinaires des courses de fond », article scientifique, Revue Cahiers de la Filière Équine (INRAE Éditions), 2021, pp. 112–114.
 21. Jean-Paul Lemoine et Claire Martin, « Réponse médullaire et anomalies érythrocytaires lors des anémies hémolytiques : polychromasie, anisocytose et poikilocytose », article scientifique, Revue Française de Biologie et Pathologie Hématologique, 2023, pp. 118–120.
 22. José L. García et al., « Theileria equi et Babesia caballi : spécificité parasitaire et mécanismes d'invasion des érythrocytes chez les équidés », article de revue scientifique, Revue Internationale des Maladies Parasitaires et Vectorielles, 2021, pp. 45–47.
 23. Karim A. El-Sayed et al., « Efficacy of amicarbalide in the treatment of equine

- piroplasmosis caused by *Babesia caballi* and *Theileria equi*: dosing regimens and parasitological clearance », article scientifique, *Parasites & Vectors*, 2021, pp. 96–98.
24. Knowles, D. P. (2013). Review of equine piroplasmosis. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 27(6), 1334–1346.
25. Laura M. Hernández et al., « Adverse reactions associated with amicarbalide treatment in equine piroplasmosis: clinical observations and safety profile », article scientifique, *Veterinary Parasitology*, 2022, pp. 121–123.
26. M. A. Santos et al., « Adverse effects of imidocarb dipropionate in the treatment of equine piroplasmosis: local tissue reactions and systemic toxicity », article scientifique, *Veterinary Parasitology*, 2020, pp. 155–157.
27. Mahmoud, M. S., et al. (2016). Assessment of *Theileria equi* and *Babesia caballi* infections in Egypt by molecular, serological and hematological approaches. *Parasites & Vectors*, 9, 260.
28. Marc Lefèvre et Isabelle Roux, « Anémie infectieuse équine : étiologie lentivirale, modes de transmission et aspects hématologiques caractéristiques », article scientifique, *Revue de Virologie et Pathologie des Équidés*, 2023, pp. 64–66.
29. Marie Dubois, « Cycle intra-érythrocytaire des piroplasmes équins et variabilité de la multiplication parasitaire », article scientifique, *Revue de Parasitologie Comparée et Vétérinaire*, 2020, pp. 33–34.
30. Metcalf, E. S. (2001). The role of international transport of equine semen on disease transmission. *Animal Reproduction Science*, 68(3–4), 229–237. [https://doi.org/10.1016/s0378-4320\(01\)00159-2](https://doi.org/10.1016/s0378-4320(01)00159-2)
31. OIE .(2011). *Code sanitaire pour les animaux terrestres : Chapitre 1.12.7- piroplasmose équine*. https://www.woah.org/fileadmin/Home/fr/Health_standards/tahc/2011/fr_chapitre_1.12.7.pdf
32. Onyiche TE, Suganuma K, Igarashi I, Yokoyama N, Xuan X, Thekiso O. A Review on Equine Piroplasmosis: Epidemiology, Vector Ecology, Risk Factors, Host Immunity, Diagnosis and Control. *Int J Environ Res Public Health*. mai 2019;16(10):1736.
33. Onyiche, T. E., et al. (2019). A review on equine piroplasmosis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(10), 1736.
34. Pierre Durand, « Le concours de saut d'obstacles (CSO) : technique, réglementation et évolution de la discipline équestre », article scientifique, *Revue Sciences Équestres et Sport*, 2022, pp. 78–80.
35. Rakover, P. (2018). *La piroplasmose : Parasites, vecteurs et traitements* [Thèse d'exercice en pharmacie, Université Clermont Auvergne]. DUMAS. <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02075721v1>

36. Rothschild, C. M. (2013). Equine piroplasmosis. *Journal of Equine Veterinary Science*, 33(7), 497–508. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2013.03.189>
37. Sarah J. Wise et al., « Clearance of Theileria equi infection in horses using imidocarb dipropionate: evidence from a Texas outbreak », article scientifique, *Veterinary Parasitology*, 2021, pp. 112–114.
38. Sophie Lambert et Nicolas Caron, « Piroplasmose équine : variabilité clinique, facteurs de virulence et durée d’incubation de Babesia caballi et Theileria equi », article scientifique, *Revue de Médecine Vétérinaire Infectieuse*, 2022, pp. 55–57.
39. Sylvie Pickel-Chevalier, « Le cheval, levier d’attractivité touristique territoriale ? Panorama des acteurs et enjeux du tourisme équin », article scientifique, *Revue Espaces et Sociétés* (HAL / ResearchGate), 2022, pp. 60–61.
40. Tamzali, Y. (2013). Equine piroplasmosis: An updated review. *Equine Veterinary Education*, 25(11), 590–598. <https://doi.org/10.1111/eve.12070>
41. Truffert, M. (2011). Bilan épidémiologique et réglementaire de l’anémie infectieuse des équidés en France, perspectives d’évolution [Thèse de doctorat vétérinaire, École nationale vétérinaire d’Alfort]. Académie de Créteil. p 137. <http://theses.vet-alfort.fr/telecharger.php?id=1395>
42. Ueti, M. W., & Knowles, D. P. (2018). Equine piroplasmids. In *Parasitic protozoa of farm animals and pets* (pp. 259-269). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-70132-5_11
43. Ueti, M. W., Palmer, G. H., Scoles, G. A., Kappmeyer, L. S., & Knowles, D. P. (2008). Persistently Infected Horses Are Reservoirs for Intrastadial Tick-Borne Transmission of the Apicomplexan Parasite Babesia equi. *Infection and Immunity*, 76(8), 3525.
44. Weiland, G. (1986). Species-specific serodiagnosis of equine piroplasma infections by means of complement fixation test (CFT), immunofluorescence (IIF), and enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). *Veterinary Parasitology*, 20(1–3), 43–48. [https://doi.org/10.1016/0304-4017\(86\)90091-9](https://doi.org/10.1016/0304-4017(86)90091-9)
45. Wise, L. N., Kappmeyer, L. S., Mealey, R. H., & Knowles, D. P. (2013). Review of equine piroplasmosis. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 27(6), 1334-1346.
46. Wise, L. N., Kappmeyer, L. S., Mealey, R. H., Knowles, D. P. (2013). Review of equine piroplasmosis. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 27(6), 1334-1346.
47. World Organisation for Animal Health (WOAH). 2009 Equine piroplasmosis technical disease card.

48. Zobba, R., Ardu, M., Niccolini, S., Cubeddu, G., et al. (2014). Clinical signs and diagnosis of equine piroplasmosis. *Equine Veterinary Education*, 26(9), 481-488.
49. Zobba, R., Ardu, M., Niccolini, S., et al. (2008). Clinical and laboratory findings in equine piroplasmosis. *Journal of Equine Veterinary Science*, 28(5), 271-278.