



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



Institut des Sciences et 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**

Thème

LA FERTILITE DES CHALEURS DE POULINAGE

Présentée par : BELMEDJAHED Mustapha

Soutenu 27/06/2026

Devant le Jury composé de :

Mr. Mohamed Cherif	President	MCA	Univ-Tissemsilt
Mr. MAHMOUD Mohamed S	Promoteur	MAA	Univ-Tissemsilt
Mr. Rabah Hocine Fadlallah	Examineur	MCB	Univ-Tissemsilt

Année universitaire : 2025-2026

Remerciements

Je rends grâce à **Dieu Tout-Puissant** pour la force, la détermination et l'intelligence qu'Il m'a fournies tout au long de ce projet.

À Monsieur **Mohamed Cherif**, de m'avoir fait l'honneur d'accepter la présidence de mon jury de thèse, Mes sincères remerciements et hommages respectueux.

Mr **Rabah Hocine Fadlallah** pour avoir si aimablement accepté d'examiner ce travail.

Mr. MAHMOUD Mohamed Said Pour avoir accepté d'encadrer cette thèse, Mes plus sincères et respectueux remerciements

Je remercie en particulier **Mr. Hadj Boussada Yacine** pour le partage de son savoir, ses recommandations pertinentes et l'attention particulière qu'il a accordée à cette recherche.

J'exprime ma vive reconnaissance au **Dr Hani Younes**, chargé de projets scientifiques à l'ANSES (France), pour son expertise et son aide précieuse dans la conduite des analyses et des calculs statistiques présentés dans ce travail.

Dédicaces

À mes parents, pour leur amour inconditionnel, leurs sacrifices et leur confiance qui m'ont guidé(e) à chaque étape de ma vie.

À mon frère et à mes sœurs, pour leur soutien, leurs encouragements et leur présence constante.

À mes collègues de travail, qui m'ont aidé(e) tout au long de la partie expérimentale : merci pour votre aide précieuse, votre compétence et votre disponibilité.

À mes amis, pour leur soutien moral, leurs encouragements et leur fidélité durant toute la préparation de cette thèse.

Liste des figures

Figure 1: Photographie de la région périnéale d'une jument (Source : Fanny Herbert).....	7
Figure 2: Photographie du col utérin durant le diœstrus (A) et l'œstrus(B), observé au spéculum (Source : Samper et al., 2009)	8
Figure 3: Photographie d'un utérus (vue ventrale) de jument et des organes adjacents (Modifié d'après Clayton et al., 2005)	9
Figure 4: Folliculogenèse chez la jument Source (IFCE et HARAS NATIONAUX. 2019) ...	15
Figure 5: Influence de la photopériode sur l'axe hypothalamo-hypophyso-gonadique Chez les chevaux.....	17
Figure 6: Sonde échographique linéaire transrectale (Source personnelle).Le tube hépariné sert d'échelle	31
Figure 7: Schéma de l'échographie du corps utérin en coupe longitudinale (à gauche) et de la corne utérine en coupe transversale (à droite).....	31
Figure 8: Image échographique d'œdème léger (a) et intense (b) de l'endomètre (Source : Fanny Herbert).....	33
Figure 9: Image échographique d'un même follicule avant (a) et après (b) ovulation. Les deux images ont été prises à 2 heures d'intervalle (Source : Fanny Herbert)	35
Figure 10: Image échographique d'un corps jaune cavitare (Source : Fanny Herbert)	36
Figure 11: Image échographique d'un corps jaune mature (Source : Dascanio et McCue, 2014)	36
Figure 12: Image échographique d'une vésicule embryonnaire à J12 (Source : Fanny Herbert)	38
Figure 13: Image échographique d'une vésicule embryonnaire à J15 (à gauche) et d'un kyste utérin (à droite) (Source : Fanny Herbert)	39
Figure 14: Photo représentatif du Haras National Chaouchaoua	42
Figure 15: Photo représentatif d'une jument suitée.....	43
Figure 16: Photo représentatif d'échographe SonoScape	44
Figure 17: Photo représentatif d'une jument dans le travail de contention.....	45
Figure 18: Photo représentatif d'un examen échographique.....	46
Figure 19: Photo représentatif d'un ovaire avec plusieurs follicules	47
Figure 20: Photo représentatif d'une vésicule embryonnaire de 14j à gauche et vésicule embryonnaire de 20j à droite.....	47
Figure 21: Taux de conception en fonction des classes d'âge.....	53
Figure 22: Effet de l'âge sur la conception (Classes d'âge en fonction de la médiane).	56
Figure 23: Taux de conception en fonction de la race des poulinières.....	55
Figure 24: Effet de l'âge (en fonction de la médiane) sur le taux de mortalité embryonnaire précoce à J20	57
Figure 25: Effet des classes sur le taux de mortalité embryonnaire précoce à J20.	59
Figure 26: Effet de la race des poulinières sur le taux de mortalité embryonnaire précoce à J20.	60
Figure 27: Effets de la présence du LIU sur la conception (association déterminée par GLM binomial simple).....	60

Liste des tableaux

Tableau 1: Diamètre de la vésicule embryonnaire entre J11 et J16 (d'après McCue, 2019) ...	40
Tableau 2: IP1S selon la race et les groupes d'âge.....	50
Tableau 3: Statistiques descriptives de l'intervalle poulinage-1ere saillie selon l'âge et la race	50
Tableau 4: IPOV selon la race et les groupes d'âge.	51
Tableau 5: Statistiques descriptives de l'intervalle poulinage-ovulation selon l'âge et la race	52
Tableau 6: Pourcentages de conception en fonction de l'âge et de la race.	53
Tableau 7: Tests appliqués à la conception.....	53
Tableau 8: Taux de conception.	53
Tableau 9: Mortalité selon l'âge et la race (taux de mortalité calculé uniquement chez les femelles présentant une conception positive à J14).	55
Tableau 10: Tests appliqués à la mortalité.....	56
Tableau 11: Taux de mortalité embryonnaire	56
Tableau 12: Résultats des tests statistiques explorant les effets de la présence de liquide intra- utérin sur IP1S.....	60
Tableau 13: Résultats des tests statistiques explorant les effets de la présence de liquide intra- utérin sur IPOV	61
Tableau 14: Résultats des tests statistiques explorant les effets de la présence de liquide intra- utérin sur la conception	61
Tableau 15: Résultats des tests statistiques explorant les effets de la présence de liquide intra- utérin sur la mortalité embryonnaire précoce à J20 post fécondation.....	60
Tableau 16: Résultats des tests statistiques explorant les effets de la présence de liquide intra- utérin sur le maintien de gestation à J20 post-fécondation	61

Liste des abbreviations

GnRH: Gonadotropin Releasing Hormone

FSH: Follicle Stimulating Hormone

LH: Luteinizing Hormone

P4: Progestérone

E2: oestrogène

CL : Corps jaune Luteal

PGF2a : Prostaglandine F2 alpha

IP1S : Interval poulinage premier saillie

IPOV : Interval poulinage ovulation

LIU : Liquide intra-utérine

Table des Matières

Remerciements	I
Dédicaces	II
Table des Matières	
Liste des figures	III
Liste des tableaux	IV
Liste des abbreviations.....	V
Résumé	VI
Abstract.....	VII
ملخص.....	VIII
Introduction	
Introduction	2
Partie bibliographique	
Chapitre I : Anatomie de l'appareil génital de la jument.....	
1. ANATOMIE DE L'APPAREIL GENITAL DE LA JUMENT	7
1.1. Le périnée.....	7
1.2. La vulve	7
1.3. Le vagin	7
1.4. Le col utérin	8
1.5. L'utérus	9
1.6. Les oviductes.....	9
1.7. Les ovaires.....	10
Chapitre II : Physiologie du Cycle Sexuel Chez La Jument	
2. PHYSIOLOGIE DU CYCLE SEXUEL CHEZ LA JUMENT	12
2.1. Saisonnalité.....	12
2.2. Le cycle œstral.....	14
2.3. Contrôle endocrinien de la reproduction	17
Chapitre III :.....	
Le Postpartum	
3. Le POSTPARTUM.....	19
3.1. Définition.....	19
3.2. Taux de gestation et de perte de gestation	20

3.3. Considérations relatives à la reproduction pendant la période de chaleur post-partum	20
3.4. Optimiser le succès de la reproduction pendant la période de chaleur du poulain.....	25
Chapitre IV :.....	
Réalisation de l'examen échographique.....	
4. REALISATION DE L'EXAMEN ECHOGRAPHIQUE	29
4.1. Préparation pour un examen échographique transrectal.....	29
4.2. Contention et sécurité	29
4.3. Examen échographique transrectal	30
Partie expérimentale	
1. MATERIEL ET METHODES	42
1.1. Cadre de l'étude.....	42
1.2. Type et période de l'étude	43
2. Matériel	43
2.1. Animaux (population de l'étude)	43
2.2. Matériel d'examen	44
3. Méthodes.....	46
3.1. Suivi échographique post-partum.....	46
3.2. Diagnostic de gestation	47
3.3. Contrôle de maintien de la gestation.....	48
4. Analyse des données	48
4.1. Paramètres étudiés	48
5. Analyses statistiques	48
5.1. Description de l'approche statistique appliquée.....	49
5.2. Effets de la présence du liquide intra-utérin (LIU) sur les paramètres reproductifs des poulinières	49
RESULTATS.....	
6. RESULTATS.....	52
6.1. L'intervalle poulinage–1ere saillie IP1S	52
6.2. L'intervalle poulinage–ovulation IPOV	53
6.3. Conception.....	54
6.4. Mortalité embryonnaire précoce (à J20)	57

6.5. Effets de la présence du liquide intra-utérin (LIU) sur les paramètres reproductifs.....	60
6.5.1. Effets sur IP1S	60
6.5.2. Effets sur IPOV.....	60
6.5.3. Effets sur la conception.....	60
6.5.4. Effet sur la mortalité embryonnaire précoce (à J20 post fécondation).....	62
6.5.5. Effet sur le maintien de la gestation (à J20 post fécondation).....	63
6.6. Involution utérine	63
Discussion.....	
7. DISCUSSION.....	65
7.1. Intervalle poulinage-1ere saillie :	65
7.2. Intervalle poulinage-Ovulation :.....	66
7.3. Taux de conception	67
7.4. Taux de mortalité embryonnaire	68
7.5. Effets de la présence de liquide utérin sur les paramètres reproductifs des poulinières	69
7.6. Involution utérine	70
Conclusion.....	
8. Conclusion	72
9. Recommandations	73
Références Bibliographiques.....	74
Annexes	85

Résumé

Cette étude a été menée au haras national de Chaouchaoua (Tiaret) sur 41 juments suitées durant la saison de monte 2026, avec pour objectif d'évaluer leurs performances reproductives lors des chaleurs de poulinage (foal heat).

Un suivi échographique a été réalisé après chaque poulinage pour contrôler l'involution de l'utérus et détecter la présence éventuelle de liquide utérin. En parallèle, un suivi folliculaire quotidien a démarré à partir du 8^{ème} jour post-poulinage pour déterminer le moment optimal de la saillie. Une confirmation de gestation était ensuite effectuée 14 jours après l'ovulation.

Les délais entre le poulinage, la première saillie et l'ovulation varient selon l'âge et la race des juments.

Le taux de conception est comparable aux résultats publiés dans la littérature scientifique.

Le taux de mortalité embryonnaire est, en revanche, plus élevé que les valeurs habituellement rapportées, ce qui pourrait engendrer des pertes économiques importantes à court et long terme.

Les résultats obtenus démontrent que la fertilité au foal heat des juments étudiées est globalement satisfaisante, et que les lavages utérins, ainsi que les traitements ecoboliques attribués peuvent contribuer positivement au taux de conception des poulinières. Toutefois, pour les juments présentant une accumulation de liquide utérin persistante au-delà de 12 jours post-partum, il est recommandé de reporter la saillie aux cycles œstraux suivants plutôt qu'au foal heat, afin de réduire le risque d'échec de gestation et de mortalité embryonnaire précoce.

Abstract

This study was conducted at the Chaouchaoua National Stud farm (Tiaret) on 41 foaling mares during the 2026 breeding season, with the aim of assessing their reproductive performance during foal heat.

Ultrasound monitoring was carried out after each foaling to check uterine involution and detect any presence of intrauterine fluid.

In parallel, daily follicular monitoring was initiated from day 8 post-foaling to determine the optimal timing for mating. Pregnancy was then confirmed 14 days after ovulation. The intervals between foaling, first mating and ovulation vary according to mares' age and breed. The conception rate was comparable to values reported in the scientific literature.

However, the embryonic mortality rate was higher than commonly reported values, which could lead to significant economic losses in the short and long term. Overall, the results indicate that foal heat fertility in the studied mares is generally satisfactory, and that uterine flushing as well as administrated ecboic treatments may have positively contributed to the conception rate of the broodmares.

Nevertheless, for mares presenting persistent intrauterine fluid accumulation beyond 12 days post-partum, it is recommended to postpone breeding to subsequent cycles rather than foal heat, in order to reduce the risk of pregnancy failures and early embryonic mortality.

ملخص

أُجريت هذه الدراسة في مزرعة الخيول الوطنية في شوشاوا (تيارت) على 41 فرساً خلال موسم التلقيح لعام 2026، بهدف تقييم أدائهن التناسلي

تم إجراء متابعة بالموجات فوق الصوتية بعد كل ولادة للتحقق من انكماش الرحم والكشف عن أي وجود لسائل رحمي. وبالتوازي مع ذلك، بدأت متابعة يومية للجريبات اعتباراً من اليوم الثامن بعد الولادة لتحديد الوقت الأمثل للتلقيح. ثم تم تأكيد الحمل بعد 14 يوماً من الإباضة

تختلف الفترات الزمنية بين الولادة والتزاوج الأول والإباضة حسب عمر وسلالة الأفراس.

معدل الحمل مشابه للنتائج المنشورة في الأدبيات العلمية.

في المقابل، معدل نفوق الأجنة أعلى من القيم المبلغ عنها عادةً، مما يؤدي إلى خسائر اقتصادية كبيرة

الخصوبة في فترة الحرارة بعد الولادة مرضية بشكل عام. وقد ساهمت عمليات غسل الرحم والعلاجات المساعدة على الإباضة بشكل إيجابي في معدل الحمل. ومع ذلك، ينبغي تزاوج الأفراس التي تستمر في إفراز سائل رحمي لأكثر من 12 يوماً بعد الولادة خلال الدورات التالية بدلاً من فترة الحرارة الأولى بعد الولادة، وذلك للحد من حالات فشل الحمل ووفيات الأجنة المبكرة

Introduction

Introduction

La jument est une espèce à reproduction saisonnière présentant le taux de fertilité le plus faible parmi les espèces domestiquées (Sharma, Dhaliwal, et al., 2010). La sélection de la jument reproductrice est déterminée par sa lignée, ses performances en course, sa conformation physique et, occasionnellement, son tempérament (Sharman et al., 2022).

Dans l'hémisphère nord, les juments présentent une saison de reproduction comprenant une phase d'anœstrus hivernal, une transition printanière (environ de mi-février à mi-mars), une saison ovulatoire (avril-septembre) et une transition automnale conduisant à l'anœstrus (Cuervo-Arango et Clark., 2010).

La durée de la gestation chez la jument est longue. Afin d'atteindre un rythme de production d'un poulain par an et par jument, de réduire l'intervalle entre le poulinage et l'insémination (Blanchard et al., 2012) ou d'optimiser le potentiel reproducteur des juments donneuses d'embryons (Carvalho et al., 2001, Azevedo et al., 2013), le foal heat devrait être exploité comme un outil d'amélioration de la fertilité. Les chaleurs de poulinage, premier œstrus postpartum survenant 5 à 12 jours après la mise-bas, offre l'opportunité de ré-insémination précoce, cependant, la fertilité est variable en raison d'une involution utérine incomplète et de déséquilibres hormonaux (Sharma et al., 2010 ; Suchitra, 2019)

L'involution utérine de la jument est rapide en comparaison avec d'autres espèces d'animaux domestiques. En l'espace de 14 jours, l'utérus retrouve son état antérieur à la gestation, permettant ainsi la manifestation d'un œstrus fertile (Blanchard et Macpherson 2011). Néanmoins, la fertilité lors des chaleurs de poulinage demeure sujette à controverse (Blanchard et Macpherson 2011). Le taux de conception au foal heat, est soit similaire (Duarte et al., 2002 ; Azevedo et al., 2013) soit inférieur (Ishii et al., 2001) à la fertilité observée lors des chaleurs en dehors de cette période. Par ailleurs, Le taux de conception a 15 jours post insémination ainsi que le taux de mortalité embryonnaire entre le 15^{ème} et le 60^{ème} jour post saillie sont similaires chez les juments receveuses de race Mangalarga Marchador, qu'elles aient été saillies lors du foal heat, du second œstrus post-partum, ou lors d'une chaleur sans poulinage (Gomes et al., 2004).

Chez les juments saines, l'échographie transrectale révèle un liquide échogène qui commence à diminuer vers le 5^{ème} jour et devrait être indétectable au 15^{ème} jour (McKinnon et al., 1988). Les contractions utérines favorisent l'expulsion de ce contenu luminal composé de débris cellulaires et de contaminants bactériens. Les lochies normales sont inodores et leur

aspect peut varier d'une teinte rouge à exsudat mucopurulent jaunâtre. Chez les juments ayant présenté des complications durant la gestation ou la mise bas, l'involution utérine peut être retardée. (Belz et Glatzel, 1995). L'accumulation de liquide intra-utérin pendant les chaleurs de poulinage exerce une influence négative sur la gestation, car elle augmente les risques de mortalité embryonnaire chez 18,2 % des juments entre le 12^e et 45^e jour de gestation (Malschitzky et al., 2003).

Une influence saisonnière marquée sur l'occurrence et l'incidence des différents profils reproductifs chez les juments suitées au postpartum a été observée dans l'étude de Gastal et al (2021) ; la plupart des juments (75 %) ayant pouliné avant l'équinoxe de printemps présentaient un IPO (intervalle pouinage-ovulation) plus longs (> 22 jours). Ce résultat concorde avec des travaux antérieurs indiquant que la durée de l'IPO est influencée par le mois de poulinage, avec une tendance aux IPO plus longs entre janvier et mars (hémisphère nord) et aux IPO plus courts entre avril à mai (Loy, 1980 ; Nagy et al., 1998).

Dans une étude menée par Cardona-García et al (2024), aucune des poulinières ayant présenté une ovulation précoce au postpartum n'arrivait à concevoir, tandis que, toutes les juments ayant manifesté une ovulation postpartum tardive ont été diagnostiquées pleines. Ce résultat s'avère contradictoire avec une étude précédente, dans laquelle aucune différence statistiquement significative n'avait été observée entre l'ovulation précoce et l'ovulation tardive (Lemes et al., 2017).

En Algérie, la gestion de la reproduction est un volet très important et difficile à cerner, peu d'études ont été réalisées sur la fertilité des chaleurs de poulinage ; à travers ce travail, nous voulons apporter une contribution et mettre le point sur les performances reproductives des poulinières saillies au foal-heat au niveau du haras national chaouchaoua, notamment la fertilité, et cela en analysant des données prospectives de 41 juments suitées au cours de la saison de monte 2026.

La partie expérimentale visait à :

- ♣ faire un suivi échographique des juments, pour évaluer l'état de l'involution utérine après le poulinage. Ce suivi permis de voir la présence ou l'absence de liquide intra-utérin,
- ♣ réaliser un suivi quotidien de la dynamique folliculaire à partir du 8^{em} jour poste poulinage pour déterminer si la jument est prête ou non pour être saillie et connaître le jour exact de l'ovulation.

♣ Un diagnostic de gestation a été effectué 14 jours après l'ovulation, dans le but de confirmer si la jument est bien gestante, suivi d'un contrôle périodique hebdomadaire afin de détecter une éventuelle mortalité embryonnaire précoce (avant J45).

Partie bibliographique

Chapitre I : Anatomie de l'appareil génital de la jument

1. ANATOMIE DE L'APPAREIL GENITAL DE LA JUMENT

1.1. Le périnée

La région périnéale est une entité anatomique regroupant la vulve et l'anus ainsi que la peau qui les entoure. En effet, l'examen de la région périnéale est le premier pas dans l'évaluation de l'appareil génital externe de la jument en raison de son rôle protecteur sur le système génital. Un pygopage mal formé est prédisposé au pneumovagin, à l'endométrite, à la cervicite et à l'infertilité (Morel, 2008 ; Dascanio, 2011).

1.2. La vulve

Ce segment du tractus urogénital est commun à la fois à l'appareil urinaire et à l'appareil génital : il est situé ventralement à l'anus et dorsalement au plancher pelvien et les ligaments ainsi que les muscles semi-membraneux se logent latéralement par rapport à la vulve. D'une longueur moyenne de 12 à 15 cm, il se compose de deux lèvres vulvaires délimitant une commissure dorsale, localisée proche de l'anus, et une commissure ventrale, plus arrondie, définissant la région clitoridienne (Ley, 2004 ; Dascanio, 2011).

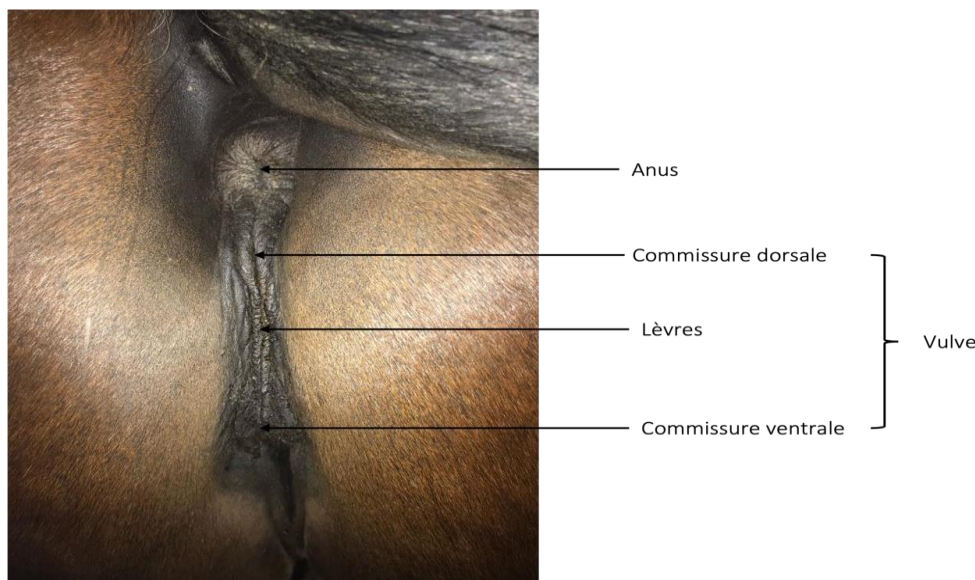


Figure 1: Photographie de la région périnéale d'une jument (Source : Fanny Herbet)

1.3. Le vagin

Le vagin de la jument a une longueur moyenne approximative de 25 centimètres. Il est situé é au centre de la cavité pelvienne, en place ventrale du rectum et dorsale par rapport à la vessie et l'urètre. Au point de vue anatomique, il constitue, dorsalement, le plancher de la région recto-génitale profonde et ventralement le toit de la région vésico-génitale bien moins développé. La

lumière vaginale présente un aplatissement dans le sens dorso-ventral. La muqueuse est pliée longitudinalement, ce qui lui accorde une capacité é de distension importante lors de la copulation ou lors de la mise bas. Dans sa région caudale, le vagin se prolonge par le vestibule au niveau d'une jonction relativement bien marqué et par des plis transversaux de la muqueuse formant l'hymen, qui sont situés sur les parois latérales et le plancher. Cette jonction est crânialement localisée par rapport à l'orifice urétral externe et repose ventralement (Budras et al., 2009) sur le muscle constricteur du vestibule.

1.4. Le col utérin

Le col de l'utérus représente la dernière barrière de protection de l'utérus aux infections ascendantes (Estrada et Samper, 2007). Ses caractéristiques morphologiques et fonctionnelles ; longueur, diamètre, tonus et niveau de perméabilité varient en fonction de l'état physiologique de la jument (Grison ,2005). Celles - ci dépend du contexte hormonal : la dominance de la progestérone pendant le dioestrus et la gestation est synonyme de fermeture et tonicité du col alors que sous l'action des œstrogènes pendant l'œstrus le col est relâché et ouvert (England, 2005). La muqueuse cervicale est aménagée en plis longitudinaux, facilitant l'accès à la lumière utérine par dilatation numérique ou par manœuvres tactiles en cette période ovulatoire. Ce type d'aménagement anatomique contraste avec les autres espèces domestiques à anneaux cervicaux plus marqués (Bergfelt, 2009).

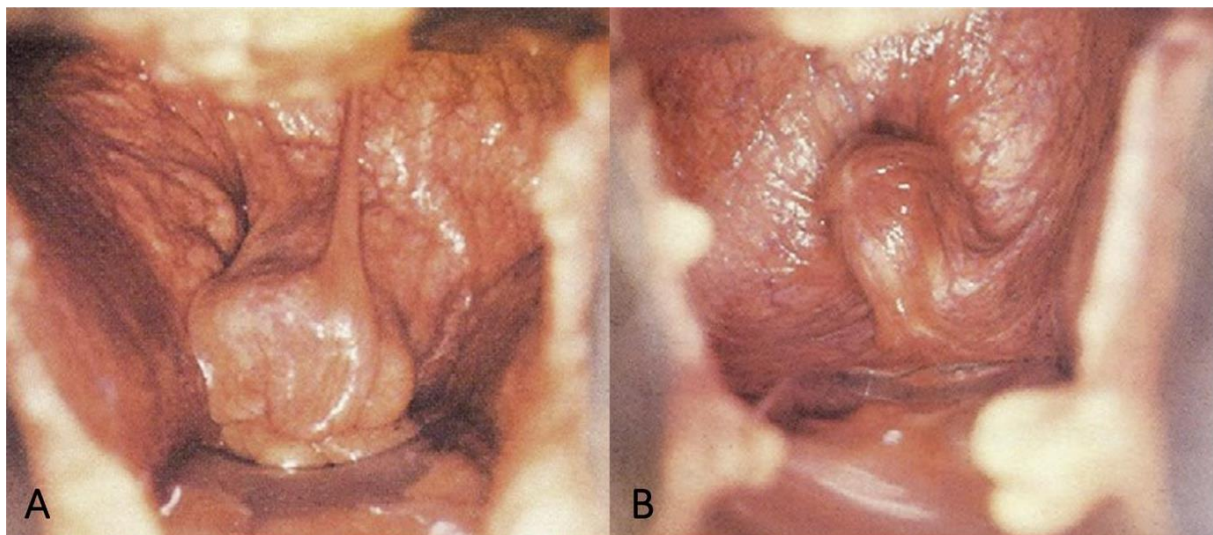


Figure 2: Photographie du col utérin durant le dioestrus (A) et l'œstrus(B), observé au spéculum (Source : Samper et al., 2009)

1.5. L'utérus

L'utérus de la jument présente une forme de type Y composé d'un corps utérin et de deux cornes utérines. Le corps utérin se présente sous une forme cylindrique et aplatie dans le sens dorso-ventral, son corps mesure entre 18 et 20 cm de longueur moyennement. La surface endométriale du corps utérin présente un degré de développement similaire à celui observé dans les cornes utérines, bien que le nombre d'orifices de la surface des glandes tubulaires y soit moins élevé. La jonction des cornes utérines droite et gauche au corps utérin est déterminée par un court septum médian qui délimite ce qu'on appelle la bifurcation utérine. La partie distale des cornes utérines présente en général un diamètre réduit qui s'accroît vers leur naissance commune avec le corps utérin en partie médiane. Le ligament large suspend le corps utérin et les cornes utérines à la paroi abdominale et pelvienne. Il prend son origine dans les paroisses sous-lombaires latérales et pelvienne latérales de la cavité abdominale pour s'achever dorsalement dans sa région d'attache (Ley, 2004).



- 1 : Ovaire droit
- 2 : Oviducte
- 3 : Corne utérine droite
- 4 : Corps utérin
- 5 : Ligament large
- 6 : Ligament rond
- 7 : Infundibulum
- 8 : Col utérin

Figure 3: Photographie d'un utérus (vue ventrale) de jument et des organes adjacents
(Modifié d'après Clayton et al., 2005)

1.6. Les oviductes

Les oviductes, ou salpinx, ou trompes utérines (trompes de Fallope) mesurant de 20 à 30 cm de longueur. Leur structure histologique est équivalente à celle de l'utérus, bien que leur paroi soit plus fine. Ils sont divisés en trois segments anatomiques qui sont l'infundibulum, l'ampoule et l'isthme (Ley, 2004). L'infundibulum, portion de l'oviducte la plus proche de l'ovaire, est étroitement lié à une dépression anatomique spécifique à la jument, appelée fosse ovulatoire,

qui représente l'unique site de libération de l'ovocyte. L'infundibulum est tapissé de nombreux plis muqueux favorisant la capture de l'ovocyte après l'ovulation ainsi que son transport vers l'ampoule (Ley, 2004 ; Morel, 2008). L'ampoule est la partie médiane de l'oviducte ; c'est le site habituel de la fécondation puis des premières divisions embryonnaires. L'isthme connecte l'ampoule à la corne utérine, permettant le transit de l'embryon vers la lumière utérine.

Il s'ouvre dans la corne utérine via un petit ostium utérin, aussi appelé papille oviductale, visible au niveau de la lumière utérine. Dans des conditions physiologiques normales, les oviductes sont peu palpables par voie rectale (Brinsko et al., 2011 ; Dascanio, 2011).

1.7. Les ovaires

Les ovaires constituent la partie la plus antérieure de l'appareil reproducteur de la jument. Ils se montrent relativement gros, en comparaison avec le volume des ovaires des autres espèces mais possèdent une forme particulière de haricot. Leur taille varie selon l'activité ovarienne, plus importante lors de la saison de reproduction (printemps, été) et réduit lors de la saison d'ancestrus hivernal : longueur moyenne 6 à 8 cm, diamètre 3 à 4 cm, poids moyen 70 à 80 g. Les ovaires sont localisés en région sous lombaire, suspendus par le ligament large et se trouvent généralement à quelques centimètres en arrière du rein correspondant, l'ovaire droit étant légèrement plus crânial que l'ovaire gauche (de 2 à 3 cm). Le bord caudal de chaque ovaire est relié à la corne utérine par le ligament ovarien.

Chez la jument, l'organisation interne de l'ovaire est particulière : la médulla, ou zone vasculaire, est superficielle, tandis que le cortex, contenant les follicules, est situé à l'intérieur. Le tissu cortical n'atteint la surface qu'au niveau d'une dépression du bord ventral, appelée fosse d'ovulation, qui constitue le site unique d'ovulation.

Les ovaires assurent à la fois une fonction exocrine, par le développement des gamètes, et une fonction endocrine, par la production d'hormones sexuelles (Barone, 2001 ; Brinsko et al., 2011)

***Chapitre II : Physiologie du Cycle
Sexuel Chez La Jument***

2. PHYSIOLOGIE DU CYCLE SEXUEL CHEZ LA JUMENT

2.1. Saisonnalité

Les mécanismes biologiques de régulation de cette saisonnalité chez la jument ne sont pas encore bien déterminés. La photopériode, et plus particulièrement la durée de la nuit, est considérée comme le facteur environnemental majeur du contrôle de l'activité reproductive de la jument. Les photorécepteurs rétiniens, en captant les signaux lumineux, transmettent l'influx nerveux à la glande pinéale. Cette dernière agit comme une horloge neurosécrétoire qui joue un rôle clé dans la régulation de l'axe reproducteur. En l'absence de lumière, la glande pinéale sécrète de la mélatonine qui inhibe le rétrocontrôle négatif de l'hypothalamus sur les sécrétions hypophysaires de GnRH (Gonadotropin Releasing Hormone). Par ailleurs, l'allongement de la photopériode au printemps entraîne une diminution de la sécrétion de mélatonine, ce qui lève l'inhibition exercée sur l'hypothalamus et favorise ainsi une augmentation de la sécrétion de GnRH. La libération de GnRH par l'hypothalamus stimule la sécrétion hypophysaire de LH (hormone lutéinisante) et de FSH (hormone de stimulation folliculaire), deux gonadotrophines essentielles à la reprise de l'activité ovarienne (Allard et al., 2019a). Chez la jument, ce mécanisme est fortement influencé par la photopériode. Ainsi, pendant la période d'anœstrus saisonnier, qui s'étend habituellement de la fin de l'automne jusqu'à l'hiver, l'axe hypothalamo-hypophyso-ovarien entre dans un état de faible activité, conduisant à une mise en veille complète de la fonction reproductive. Celle-ci reprend progressivement au printemps, lorsque l'augmentation de la durée du jour stimule la sécrétion de GnRH. Par ailleurs, d'autres paramètres sont susceptibles d'intervenir en tant que facteurs secondaires modulant cette saisonnalité :

L'alimentation et l'état corporel :

Le statut nutritionnel influence significativement la durée de l'inactivité ovarienne. Les juments présentant un état corporel insuffisant connaissent une période d'inactivité plus systématique et prolongée que celles ayant un état corporel satisfaisant. Une complémentation en concentrés durant l'hiver est associée à une reprise plus précoce de l'ovulation au printemps. De même, une ration riche en protéines de haute qualité réduit la durée de l'inactivité comparativement à une alimentation contenant des protéines de moindre qualité. Enfin, la mise à l'herbe favorise une sortie d'anœstrus plus précoce.

– La race :

Des différences raciales sont observées dans l'expression de la saisonnalité. Les ponettes présentent généralement une période d'inactivité plus longue (approximativement de septembre à mai) que les juments de selle (environ de novembre à mars). Par ailleurs, la proportion d'animaux entrant en anœstrus saisonnier est plus élevée chez les ponettes (70 à 100 %) que chez les juments de selle (50 à 70 %).

– L'âge :

Chez les juments âgées de 2 à 5 ans, l'anoestrus hivernal est en moyenne plus prolongé que chez les adultes, en raison d'une période de transition qui débute plus précocement mais s'étend davantage. À l'inverse, chez les juments de plus de 15 ans, la transition printanière tend à être allongée. Chez les individus de plus de 17 ans, une absence d'ovulation sur l'ensemble de l'année peut parfois être observée (Ginther, 1992).

– L'état physiologique lors de la saison précédente :

Les juments ayant allaité l'année précédente entrent plus fréquemment en période d'inactivité que les juments non suitées.

– L'état physiologique au cours de la saison de monte considérée :

Les juments suitées présentent une moindre incidence d'entrée en inactivité comparativement aux juments vides. Lorsque l'inactivité survient, deux situations peuvent être distinguées : soit une inactivité ovarienne immédiate après le poulinage, soit la survenue d'une ovulation post-partum suivie d'une période d'inactivité ovarienne, cette dernière situation étant la plus fréquente.

– La température :

La température ambiante intervient principalement durant la transition printanière. Des températures basses en début de printemps prolongent cette période en retardant la survenue de la première ovulation (Allard et al., 2019b ; Samper, 2009a).

Globalement, la saisonnalité de l'activité reproductive concerne environ 80 % des juments à l'échelle mondiale. Les 20 % restantes conservent une cyclicité ovarienne tout au long de

l'année, phénomène principalement observé chez des juments vivant en régions équatoriales (Samper, 2009a).

2.2. Le cycle œstral

Le cycle œstral correspond à l'intervalle séparant deux ovulations consécutives. Il comprend deux phases physiologiquement et comportementalement distinctes : la phase folliculaire et la phase lutéale.

La **phase folliculaire**, également appelée œstrus, se caractérise par la réceptivité sexuelle de la jument. C'est durant cette phase que les conditions locales générales sont particulièrement favorables à la réception, au transport et à la survie du spermatozoïde jusqu'à l'oviducte en vue de la fécondation. Elle s'achève par l'ovulation du follicule dominant.

La phase lutéale est ensuite qualifiée de diœstrus, durant laquelle la jument est non - réceptif au mâle, et le tractus génital est orienté fonctionnellement vers la préparation et le maintien d'une gestation potentielle. Cette phase s'achève par la régression du corps jaune (lutéolyse) : un nouveau cycle débute avec le retour à la phase folliculaire. (Brinsko et coll., 2011).

Le cycle œstral chez la jument a une durée moyenne de 18 à 22 jours avec une moyenne d'environ 21 jours (Pradeep, 2009). Les variations observées peuvent s'expliquer essentiellement par des durées de phases folliculaires très variables (en général 4 à 7 jours) alors que la phase lutéale est relativement plus constante (Soltner, 2001 ; Robinson et Noakes, 2019).

2.2.1. Phase folliculaire

La phase de l'œstrus aussi appelée œstrus ou phase folliculaire correspond à la phase de croissance des follicules qui sont à différents stades de leur maturation avec une augmentation de la sécrétion en œstradiol. Elle dure en moyenne 5 à 7 jours, mais sa durée est très plastique selon les saisons (on observerait des durées dans le temps pouvant aller de 3 à 9 jours) et tendrait à se prolonger en automne (7 à 10 jours) tandis qu'elle est plutôt réduite à l'approche de l'été (4 à 5 jours) en fin de printemps et au début de l'été. A la fois dans le domaine du comportement et du domaine physiologique, cette période correspond à la réceptivité sexuelle de la jument vis à vis de l'étalon. Son appareil génital est prêt à recevoir et transporter les spermatozoïdes dont l'issue finale est l'ovulation (Ginther OJ et al., 2008), (Crowell-Davis SL. 2007), (Ginther OJ et al., 2005).

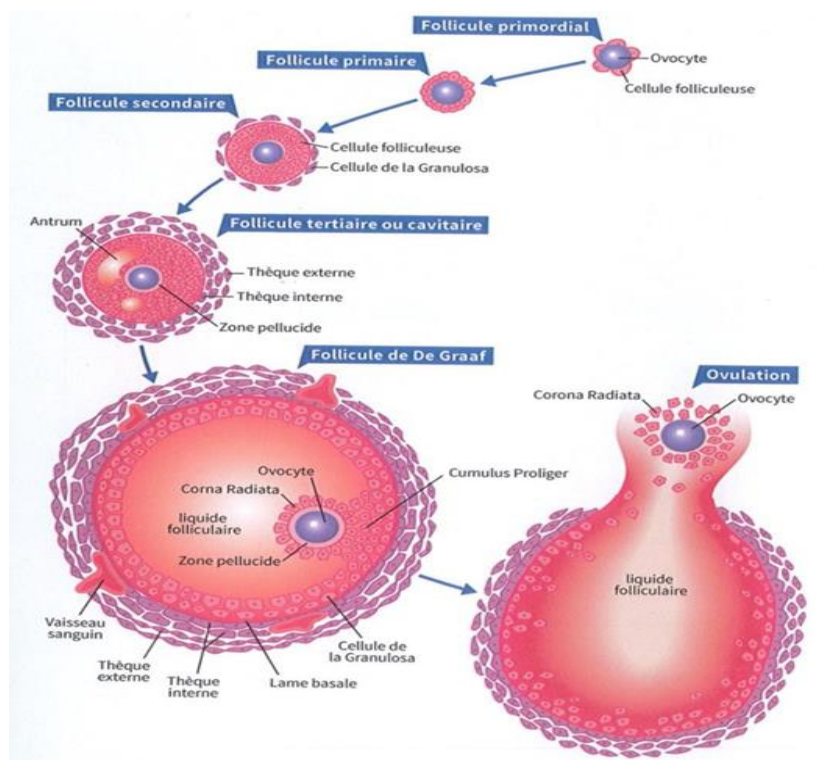


Figure 4: Folliculogénèse chez la jument Source (IFCE et HARAS NATIONAUX. 2019)

2.2.2. Phase lutéale

La phase diœstrale, ou phase lutéale, débute dès l'ovulation avec la formation du corps jaune (CL pour Corpus Luteum), structure endocrine responsable de la synthèse de la progestérone (P4). Contrairement à la phase folliculaire, la durée du diœstrus se distingue par sa relative stabilité, principalement en raison de l'insensibilité du corps jaune aux variations de la photopériode.

La littérature scientifique s'accorde généralement sur une durée moyenne de 14 à 15 jours. Néanmoins, de légères fluctuations saisonnières subsistent : la phase lutéale peut s'étendre jusqu'à 16 jours au cœur de l'été, contre environ 13 jours durant le printemps ou l'automne (Ginther OJ et al., 2008), (Crowell-Davis SL, 2007).

2.2.2.1. La Formation du corps jaune

Chez la jument, le follicule préovulatoire se caractérise par une taille plus importante que chez les autres espèces domestiques et par une ovulation qui survient au niveau d'une dépression anatomique spécifique de l'ovaire, appelée fosse ovulatoire (Aurich, 2011).

À la suite de l'ovulation, la cavité folliculaire est progressivement envahie par des vaisseaux sanguins et des fibroblastes. Le processus de lutéinisation s'accompagne de modifications morphologiques et fonctionnelles des cellules de la granulosa et de la thèque.

Les cellules initialement impliquées dans la synthèse des œstrogènes (E2) se différencient en cellules lutéales, responsables de la production de progestérone (P4) (Satué et Gardon, 2020).

Deux types de corps jaunes (CL) ont été décrits chez la jument, en fonction de la présence ou de l'absence d'un caillot sanguin central, nettement distinct du tissu lutéal périphérique. La forme caractérisée par la présence de ce caillot est désignée sous le terme de corps jaune hémorragique. Celui-ci est détectable par échographie dès le jour de l'ovulation (Jour 0) chez environ 28 % des juments, et au Jour 1 chez 62 % d'entre elles. Il atteint sa maturité vers le milieu du diœstrus. Initialement pourvu d'une cavité intra-lutéale, le corps jaune hémorragique peut évoluer vers une structure plus homogène et dépourvue de cavité, correspondant alors à un corps jaune lutéal (Bergfelt et Adams, 2011).

2.2.2.2. La lutéolyse

La lutéolyse c'est la régression naturelle du corps jaune, en absence de fécondation et de développement embryonnaire. Cette lutéolyse est précocement établie chez la jument par l'apparition simultanée de récepteurs à l'ocytocine, soit au niveau hypophysaire, ainsi que par l'acquisition de la capacité utérine pour libérer la prostaglandine F2 α (PGF2 α) lors de la stimulation par l'ocytocine, entre le 13^e et le 15^e jour post-ovulation. La sensibilité à l'ocytocine apparaît vers le 10^e jour après l'ovulation.

La PGF2 α représente un facteur clé dans la dégradation du corps jaune. Néanmoins, il n'existe pas encore de compréhension totale des facteurs cellulaire et moléculaire liés à ce processus. Parmi ses signes distinctifs, on note la régression graduelle du tissu lutéal avec une baisse de la vascularisation et une présence d'infiltration leucocytaire, qui contribuent à l'augmentation de la production de cytokines et à l'altération structurelle cellulaire. De plus, ces cellules perdent leur capacité à produire des substances stéroïdales, c'est pourquoi les taux de sécrétion de progestérone diminuent avec pour effet final la dégradation du corps jaune (Stout, 2011 ; Vidauri et al., 2018).

2.3. Contrôle endocrinien de la reproduction

2.3.1. Axe hypothalamo-hypophyso-gonadique (HPG)

La compréhension du fonctionnement de l'axe hypothalamo-hypophyso-gonadique (HPG), y compris les hormones impliquées et les relations de rétroaction entre elles, constitue la base de l'étude de la physiologie de la reproduction.

Les organes et les hormones impliqués dans cet axe sont responsables de la stéroïdogénèse et de la spermatogenèse correctes chez le cheval, ainsi que des cycles œstral-ovulatoires chez la jument.

Les organes qui composent cet axe sont l'hypothalamus, situé à la base du cerveau, l'hypophyse, divisé en adénohypophyse et neurohypophyse, et les gonades (testicules ou ovaires) (Little et al., 1992). Les principales hormones impliquées dans l'axe HPG sont l'hormone de libération des gonadotrophines (GnRH), l'hormone folliculo-stimulante (FSH), l'hormone lutéinisante (LH), la testostérone, l'œstrogène, l'inhibine et la progestérone (Roser .2008).

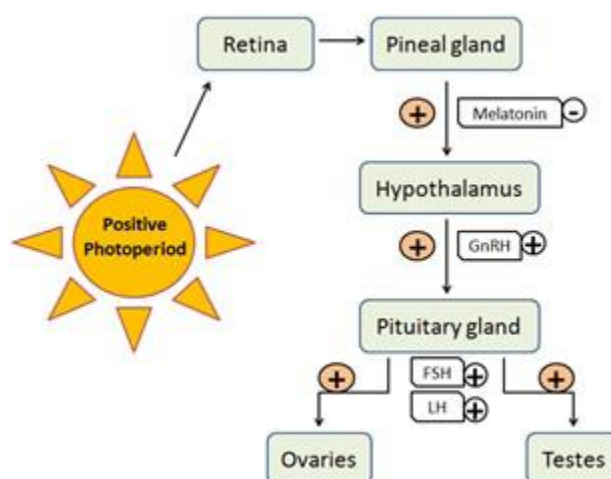


Figure 5: Influence de la photopériode sur l'axe hypothalamo-hypophyso-gonadique Chez les chevaux.

Chapitre III :

Le Postpartum

3. Le POSTPARTUM

3.1. Définition

La jument se distingue des autres animaux domestiques par son court intervalle entre le poulinage et la première ovulation. (Ginther OJ, 1992) Le terme « chaleur post-partum » désigne l'œstrus qui se manifeste dans les 20 premiers jours après le poulinage. (Matthews RG et al 1967) L'œstrus comportemental a tendance à débiter entre 5 et 12 jours après mise-bas, alors que l'ovulation se produit en moyenne entre 10 et 13 jours après poste partum, avec une variation de 7 à 20 jours (Ginther OJ, 1992 ; Loy, 1980 ; Koskinen et Katila , 1987 ; Lemes et al., 2017). On pense qu'environ 85 % à 95 % des juments ovulent au cours des 20 premiers jours suivant le poulinage.

La durée de la gestation chez les équidés est de 340 jours en moyenne et en ce qui concerne les juments, lorsqu'elles sont saillies à la suite de leur chaleur post-partum, l'intervalle entre mise bas et ovulation est proche de 25 jours (Ginther OJ, 1992), (Loy RG, 1980), (PD de Rosedale, et al. 1974). Ainsi, pour donner la possibilité de mettre bas tous les 12 mois afin d'assurer un poulain par an en moyenne, le propriétaire de la jument devrait considérer des opportunités de saillie lorsque la jument est en chaleur de post-partum dans la mesure où le taux de gestation des juments saillies durant cette période serait identique à celui des juments saillies lors d'un cycle de chaleur ultérieur, il n'y a donc pas de raison de la refuser (Loy RG, 1980). Des travaux ont montré que des juments saillies lors des chaleurs de post-partum multipliées par 2,04 les chances d'atteindre une gestation à la fin de la saison diffèrent à celles qui n'avaient pas été saillies ce moment. (Hanlon DW et al. 2012)

Reporter systématiquement le début de la reproduction jusqu'à la deuxième période de chaleur (30 jours) entraînera indiscutablement un allongement de l'intervalle entre le poulinage et la conception, ainsi qu'un glissement progressif vers des dates de mise-bas plus tardives chaque année. Une étude rétrospective sur des pur-sang a indiqué que 69 % des juments poulinant deux années consécutives avaient leur date de poulinage repoussée en moyenne de 13 ± 23 jours l'année suivante (Bosh KA et al 2009). Les propriétaires qui choisissent de ne pas faire saillir leurs juments pendant leur chaleur de poulinage acceptent que celles-ci doivent rester vides pendant un cycle tous les 3 à 6 ans, lorsque la date probable de poulinage n'est plus appropriée dans la saison.

3.2. Taux de gestation et de perte de gestation

La majorité des études révèlent que les juments qui sont saillies pendant la chaleur post-partum affichent des taux de gestation moins élevés ainsi qu'une augmentation des pertes embryonnaires par rapport à celles saillies lors d'une chaleur ultérieure. (Loy, 1980 ; Sullivan et al., 1975 ; Miyakoshi et al., 2012).

Cependant, certaines recherches n'ont pas relevé de distinctions entre la gestation suite à une saillie durant la chaleur post-partum et celle après une saillie lors d'un cycle ultérieur. (Saltiel, 1987 ; Camargo et al., 2017).

Certaines enquêtes ont démontré que les taux de gestation étaient supérieurs chez les juments saillies pendant la chaleur post-partum si l'ovulation se produisait après le dixième jour par rapport aux juments qui ovulaient avant ou au cours du dixième jour (Loy RG, 1980), (Ishii M et al 2001), mais d'autres études n'ont pas validé ces observations (Miyakoshi D et al 2012). (Blanchard TL et al 2012) ont rapporté un risque de mortalité embryonnaire chez les juments saillies avant le treizième jour après le poulinage. Meyers et al (Meyers PJ et al. 1991) ont indiqué que les juments saillies pendant la chaleur post-partum avaient 1,9 fois plus de risques de perdre leur poulain que celles qui étaient saillies à un moment ultérieur. La perte embryonnaire après une saillie pendant la chaleur post-partum s'avérerait moins fréquente chez les juments moins soumises au stress par rapport aux poulinières affligées par un stress plus intense. (Malschitzky E et al 2015).

3.3. Considérations relatives à la reproduction pendant la période de chaleur post-partum

3.3.1. Dystocie

La dystocie se manifeste chez environ 4 % à 11 % des naissances chez les juments. (Ginther OJ et al. 1996), (McCue PM et al.2012) La durée typique de la deuxième phase du travail est d'environ 17 minutes, la majorité des poulains naissant entre 20 et 30 minutes après que la membrane chorio-allantoïdienne se soit rompue. (McCue PM et al. 2012), (Frazer G, 2011).

Un travail qui s'étend trop longtemps, des ecchymoses sévères, des déchirures ou des hématomes dans les organes reproducteurs suite à un accouchement spontané, des blessures liées à la dystocie ou à des interventions obstétricales, ainsi que des blessures, peuvent tous engendrer des conséquences sur le retour utérin, la fertilité ou les choix d'élevage précoce dans

la période post-partum. (Steiger K et al, 2001) Réaliser un examen reproductif complet des juments qui ont pouliné dans les 7 à 8 jours qui suivent la naissance est essentiel, cela inclut l'évaluation des organes génitaux externes, l'examen vaginal avec spéculum, un toucher numérique du vagin et du col de l'utérus, ainsi que des palpations transrectales et des échographies. (Zent WW, 2007)

3.3.2. Rétention des membranes fœtales

Les membranes fœtales, que ce soit le chorioallantoïde, l'amnios ou le cordon ombilical, sont expulsées dans les 30 minutes à 2 heures suivant la naissance. En ce qui concerne la jument, un accouchement est jugé anormal si le placenta est présent plus de 3 heures après le poulain (Provencher R et al. 1988). La rétention des membranes fœtales peut apparaître dans les suites d'une dystocie, un avortement, une gestation prolongée, une induction du travail ou une intervention obstétricale avec une incidence générale de 2 à 10 % dans la population équine (Vandeplassche M et al. 1971). L'éventualité de maintenir le placenta pré dispose les juments à des maladies systémiques telles que la métrite, la fourbure perturber la fertilité dans les premiers jours post -partum (Ishii M et al. 2013).

La rétention des membranes fœtales durant plus de 3 heures pourrait être liée à un faible taux de gestation chez les juments fécondées durant la chaleur post-partum. Les travaux de Ishii et al. (Ishii M et al. 2013) montrent que les taux de gestation après chaleur sont respectivement de 50 % et de moins de 20 %, pour les juments pur-sang qui expulsaient leur placenta en moins de 3 heures et après 3 heures. De ce fait, un traitement afin de retirer les membranes fœtales retenues devrait être débuté rapidement, afin de préserver la santé de la jument et de maximiser son potentiel de reproduction. (Meijer M et al. 2015)

3.3.3. Lochies excessives

Les lochies sont constituées des liquides, des cellules inflammatoires et des débris d'origine utérine. Juste après la mise bas, les juments excrètent habituellement une petite quantité de liquide trouble, de couleur brun-rouge et inodores, pendant plusieurs jours. Lors d'une échographie effectuée entre 3 et 6 jours après le poulinage, une certaine quantité de liquide peut être relevée dans la cavité utérine, après quoi la quantité de liquide devrait diminuer de façon significative (Lemes KM et al. 2017). La présence d'un volume réduit de liquide utérin lors du premier œstrus suivant la délivrance n'a pas été associée à une baisse du taux de succès de conception dans deux études (Schilela A et al. 2001), (Malschitzky E et al., 2002).

Il n'est pas nécessaire sur le plan clinique de traiter une jument pour une quantité normale de lochies au début de la période post-partum. , une persistance prolongée des lochies, une odeur ou une consistance anormale des sécrétions, ou encore une augmentation du volume ou de l'échogénicité des lochies dans l'utérus visible à l'échographie après 5 à 7 jours suivant la mise bas sont des indicateurs anormaux qui pourraient nuire à la fertilité ou accroître les pertes embryonnaires au début de la période post-partum (Blanchard TL et al. 2004), (Malschitzky E et al.2003). Dans de telles situations, un lavage utérin thérapeutique, associé à l'administration d'ocytocine, devrait être envisagé. L'activité physique peut également se révéler bénéfique pour l'involution utérine et l'élimination du liquide utérin chez les juments en post-partum (Stanton ME, 2011).

3.3.4. Involution utérine

Le terme « involution » désigne le mécanisme par lequel l'utérus retrouve son état de fonctionnement pré-grossesse, soit l'évacuation des fluides et résidus utérins, la réduction de la taille de l'utérus, la reconstruction de la muqueuse utérine (Macpherson ML et al. 2005), (Stanton ME, 2011). Lors d'une réévaluation sept jours après la mise bas, les microcaroncules étaient absents, l'épithélium luminal était intact et les glandes endométriales étaient revenues à un état normal, transparent que l'involution utérine était achevée.

La corne qui avait été gravide demeure plus volumineuse que la corne opposée pendant environ trois semaines suivant le poulinage (Lemes KM et al, 2017), (McKinnon AO et al.1988). Histologiquement, l'endomètre redevient normal deux semaines après le poulinage (Blanchard TL, et al. 2011). Les dommages subis par l'endomètre de la jument à la suite de la grossesse, de la mise bas et de l'expulsion du placenta s'avèrent limités. Cela est lié à la nature diffuse et non invasive de la placentation épithéliochoriale chez les chevaux (Steven DH. 1988).

3.3.5. Fonction cervicale

L'examen vaginal effectué avec un spéculum au début de la période des chaleurs peut montrer un col utérin enflammé ou rougi, ainsi que des troubles de sécrétions. Chez les juments après poulinage, le col de l'utérus demeure relâché et ouvert jusqu'à ce que se produise la première ovulation, qu'elle soit survenant pendant les chaleurs post-partum ou lors d'un cycle ultérieur (Lemes KM et al.2017). La fermeture du col se produit en raison d'une augmentation des niveaux de progestérone dans le sang, qui a lieu après la première ovulation post-partum

(Stanton ME.2011). Les déchirures ou les contusions au niveau de la vulve, du vestibule, du vagin et/ou du col de l'utérus sont assez communes chez les juments après le terme de la gestation et peuvent entraîner une décision de ne pas saillir la jument lors des chaleurs de poulinage (Zent WW.2007). Fonction ovarienne

Le développement des follicules ovariens est habituellement observé chez les juments en fin de gestation, et celles-ci peuvent avoir des follicules de petites tailles (10 à 15 mm) à des tailles moyennes (20 à 25 mm) le jour de la mise bas. La fonction reproductive de la jument après poulinage peut se dérouler selon l'un des trois schémas généraux suivants :

- Formation d'un gros follicule, accompagné d'un comportement sexuel et d'un œdème utérin, suivi d'une ovulation pendant la période de chaleur post-partum, puis de cycles d'ovulation normaux de 21 jours ;
- Ovulation durant la phase de chaleur poulinage, suivie d'un retour à l'anœstrus avant un éventuel rétablissement de l'activité folliculaire ;
- Peu ou pas de développement folliculaire pendant la période post-partum, avec un retour éventuel à l'activité folliculaire et à l'ovulation.

L'anœstrus post-partum désigne un état observé chez les juments dans les deux derniers cas. La plupart des juments connaissant un anœstrus après l'accouchement retrouvent leur cycle à la fin du printemps, c'est-à-dire en avril ou mai dans l'hémisphère nord. On a constaté que jusqu'à 27 % des juments vestimentaires présentent un retard dans leur fonction reproductive pendant la période qui convient à la mise basse, en fonction de la saison. Heureusement, beaucoup de juments ovulents effectivement pendant leur période de chaleur post-partum et continuent de cycler tant qu'elles ne sont pas saillies ou ne deviennent pas gestantes durant ce même temps. Un des bénéfices d'accoupler les juments pendant leur chaleur après la mise-bas est que celles qui deviennent gestantes ne courent pas le risque d'entrer en anœstrus post-partum (Macpherson ML et al.2005).

3.1. Les causes potentielles de l'anœstrus post-partum comprennent

Photopériode ambiante/saison, lactation et nutrition/condition physique. La photopériode ambiante constitue le facteur prédominant impliqué dans l'anœstrus post-partum chez les juments (Ginther OJ.1992). La majorité des juments souffrant d'anœstrus post-partum sont

celles qui se mettent bas tôt dans l'année, avant l'équinoxe de printemps (Nagy P et al.1998). Ce phénomène d'anœstrus post-partum se présente beaucoup moins fréquemment chez les juments qui donnent naissance après l'équinoxe de printemps. Maintenir les juments en gestation qui doivent pouliner pendant l'hiver sous une photopériode artificielle stimulante pendant au moins deux mois avant la mise-bas diminue les risques d'anœstrus post-partum (Malschitzky E et al.2001). La durée d'exposition à une photopériode artificielle avant la mise-bas a été trouvée inversement proportionnellement au pourcentage de juments présentant un anœstrus post-partum (Malschitzky E et al.2001).

Parmi les diverses répercussions liées à l'hébergement des juments enceintes sous des lampes, des chercheurs ont constaté une réduction de la période de gestation (Hodge SL et al.1982), tandis que d'autres ne l'ont pas constaté (Witkowski M et al. 2000). Il a également été observé un raccourcissement du temps séparant la parturition de l'ovulation (Palmer E et al. 1983) ainsi qu'une diminution de la durée moyenne des chaleurs suivant la mise bas (Witkowski M et al. 2000).

La lactation et l'allaitement exercent une influence inhibitrice sur la reproduction dans certaines espèces domestiques, comme les chats, les porcs et les bovins de chair. Après le sevrage des jeunes dans ces espèces, la fonction ovarienne reprend son cours normal. On pense que les effets de la lactation sur la reproduction sont moins prononcés chez les juments. Néanmoins, des témoignages anecdotiques indiquent que certaines juments qui n'ont pas montré de développement folliculaire pendant la période suivant l'accouchement ou qui ont vécu un anœstrus après une ovulation post-partum montrent un développement folliculaire rapide et commencent leur œstrus dès que le poulain est sevré. Il a été observé que l'allaitement restreint était lié à une ovulation précoce dans la période post-partum comparée aux juments témoins sans restriction d'allaitement (Henneke DR et al. 1979). Cependant, prendre temporairement le poulain pendant 24 heures entre le troisième et le quatrième jour après la mise bas n'a pas d'influence sur le temps entre la mise bas et le premier œstrus ou la première ovulation (Sargent GF et al. 1988).

Une nutrition insuffisante et un état physique faible de la jument à la fin de sa grossesse et au début de la période post-partum peuvent également mener à des performances reproductives médiocres (Henneke DR et al. 1984), (Hines KK et al.1987). Les répercussions d'une alimentation inappropriée et d'une mauvaise condition physique peuvent se traduire par un retour tardif au cycle reproductif après la mise bas, une diminution du taux de gestation et une augmentation du taux de perte embryonnaire.

De plus, l'absence de signes comportementaux d'oestrus tels que les « chaleurs silencieuses », est davantage observée en période de chaleurs post-partum qu'en période de chaleurs chez une jument qui n'a pas mis bas récemment (Najjar A et al.2019). Les juments avec un poulain en accompagnement étant très protectrices elles ne montrent pas forcément d'intérêts d'oestrus envers les étalons. Il peut être nécessaire d'utiliser une combinaison d'examen échographiques et de techniques de stimulation « ajustées » pour évaluer la fonction reproductrice dans les programmes d'élevage qui impliquent ou nécessitent la reproduction naturelle. Une méthode de stimulation sûre et efficace pour un jument qui a un jeune poulain peut exiger la contention manuelle du poulain ainsi que de la jument.

3.4. Optimiser le succès de la reproduction pendant la période de chaleur du poulain

3.4.1. Conditions requises

Pour les auteurs, les juments ayant pouliné « remplissent les conditions nécessaires » à être proposées à la reproduction en chaleur post-partum dans les cas suivants :

- Poulinage normal (c'est-à-dire sans dystocie)
- Pas de lésion de l'appareil reproducteur
- Pas de rétention prolongée du placenta
- Pas d'écoulement prolongé de liquide utérin (lochie)
- Pas d'augmentation de la quantité, ni de l'échogénicité du liquide dans la cavité utérine à l'échographie transrectale entre le 7ème et le 10ème jour
- L'ovulation est notée postérieurement au 10ème jour
- La jument n'est pas âgée (c'est-à-dire qu'elle n'a pas ≥ 15 ans)

3.4.2. Options thérapeutiques possibles

Diverses approches thérapeutiques ont été mises en œuvre afin d'améliorer la capacité reproductrice des juments dans les premières phases de la période post-partum. L'application de progestérone à raison de 150 à 300 mg, associée ou non à 10 à 20 mg d'estradiol-17 β , chez des juments après la mise en bas, a été utilisée pour retarder la première ovulation, favoriser l'involution de l'utérus, synchroniser les cycles œstraux et/ou augmenter le taux de gestation

(Bruemmer JE et al.2002). Dans une recherche, l'initiation d'un traitement à base de progestérone et d'estradiol dans les 12 heures suivant la naissance et se poursuivant pendant 6 jours a permis de différer la première ovulation de l'année ($15,6 \pm 2,6$ jours contre $10,3 \pm 2,4$ jours) et d'augmenter les taux de gestation (58,5 % par rapport à 53,0 %) par rapport aux juments qui n'ont pas reçus de traitement (Loy RG et al.1982).

L'administration d'altrenogest (0,044 mg/kg) par voie orale une fois par jour pendant 8 jours, à compter du lendemain du poulinage, pourrait retarder la première ovulation post-partum à 18,2 jours et améliorer les taux de gestation par rapport aux juments non traités (Pycock JF et al. 1996).

Des agents écboliques ont été donnés à des juments après leur mise-bas pour encourager les contractions de l'utérus, évacuer les fluides et les débris, et/ou réduire la taille de l'utérus, dans le but d'améliorer les chances de conception pendant la période de chaleur suivant l'accouchement (Guinduz MC et al. 2008).

La majorité des recherches montrent que l'administration d'ocytocine ou de prostaglandines n'a eu aucun effet sur le taux d'involution utérine ou du taux de gestation. Une étude a observé une augmentation du taux de grossesse après la période de chaleur post-partum lorsqu'un analogue synthétique de la prostaglandine a été donné deux fois par jour pendant environ dix jours à compter du jour de l'accouchement (Ley WB et al. 1988).

Le lavage utérin chez les juments après la délivrance a été utilisé pour favoriser le processus d'involution utérine, éliminer les restes de placenta, diminuer l'inflammation, réduire la population bactérienne et/ou accroître le taux de grossesse post-partum (Webb GW.1983). Cependant, des essais cliniques contrôlés ont révélé qu'il n'y avait pas de bénéfice à pratiquer un lavage utérin systématique sur les juments en période post-partum ayant accouché normalement, sans rétention de placenta ni écoulement lochial anormal ou prolongé (Blanchard TL et al.1989). Un lavage utérin à visée thérapeutique peut être bénéfique pour les juments souffrant de rétention placentaire, de lochies prolongées ou dont le liquide utérin est anormal en quantité ou en qualité pendant la période postnatale (Macpherson ML et al. 2005).

Le respect des règles de gestion des antibiotiques exige que l'usage d'agents antimicrobiens soit justifié. Les antibiotiques à action systémique peuvent être justifiés chez les juments présentant une rétention de placenta, une métrite-septicémie, et/ou des lésions sévères sur l'appareil reproducteur (Stout TA.2012). L'administration intra-utérine d'antibiotiques, si elle est pratiquée, doit être précédée d'un lavage utérin pour éliminer les débris inflammatoires qui

pourraient se fixer aux antibiotiques et les rendre inactifs. Cependant, certaines recherches cliniques ont observé une augmentation du taux de grossesse post-partum suite à une perfusion intra-utérine d'antibiotiques combinée avec soit une perfusion de plasma autologue (Pascoe DR.1995), soit un traitement systémique par ocytocine.

Chapitre IV :

Réalisation de l'examen échographique

4. REALISATION DE L'EXAMEN ECHOGRAPHIQUE

4.1. Préparation pour un examen échographique transrectal

Lors de l'examen transrectal d'une jument, il est essentiel que l'animal demeure aussi immobile que possible. Le vétérinaire doit procéder avec délicatesse et attention pour minimiser les risques de complications, comme une déchirure rectale ou une atteinte à la grossesse provoquée par une lésion accidentelle de la vésicule embryonnaire. Des problèmes de ce type peuvent notamment survenir lors de la réduction manuelle de jumeaux. Effectivement, une jument qui s'agite ou qui se défend représente un risque pour l'animal et constitue un facteur de risque pour le maintien de la gestation de l'embryon qui est conservé, surtout lorsque les deux vésicules embryonnaires se trouvent à proximité de l'une de l'autre (Holder, 2014b).

Pour éviter de telles complications, l'opérateur doit suivre plusieurs directives importantes. Il est crucial d'appliquer une quantité adéquate de gel lubrifiant sur le gant utilisé pour la palpation. Les manipulations doivent être effectuées avec soin, sans jamais imposer de pression contre les contractions rectales de la jument. En cas d'agitation notable de l'animal, il peut être envisagé d'administrer un spasmolytique, tel que l'ESTOCELAN®. Cependant, cette décision doit être fondée sur une évaluation attentive du rapport entre bénéfice et risque, car la sécurité de ce produit chez les juments gestantes n'a pas été formellement prouvée, bien qu'il soit fréquemment utilisé dans ce cadre (Brinsko et al., 2011 ; Holder, 2014a).

Avant de procéder à l'insertion de la sonde échographique, l'opérateur effectue systématiquement une palpation transrectale de l'appareil reproducteur interne. Cette phase débute par le retrait des fèces présente dans le rectum, suivie d'une palpation minutieuse de l'utérus et des ovaires. En plus d'habituer progressivement la jument à l'examen, cette étape permet à l'opérateur de mieux s'orienter au niveau anatomique, d'évaluer le tonus utérin, et d'identifier d'éventuelles anomalies. Après cette exploration préalable, l'examen par ultrasons peut être réalisé (Brinsko et al., 2011 ; Holder, 2014a).

4.2. Contention et sécurité

L'exécution d'une échographie chez une jument gestante constitue une pratique qui peut nuire à l'opérateur à cause de sa proximité avec l'animal, étant donné que pour faire de l'échographie transrectale, le vétérinaire se trouve derrière la jument, alors que pour l'échographie trans-abdominale, il est situé près de l'arrière train de l'animal, notamment lors de la région inguinale. Il est donc primordial de se placer en sécurité afin d'effectuer entre deux, l'examen dans des

conditions qui assurent la sécurité de l'opérateur et du bien-être du cheval. Dans un établissement clinique équipé, l'opérateur peut opter pour un outil de contention spécifique, qualifié de « barre de gynécologie », qui stimule la palpation transrectale et donc par conséquent l'échographie transrectale qui favorise notamment les accidents possibles que l'opérateur pourrait provoquer en se plaçant derrière la jument. Quand l'accès à l'abdomen est possible, l'échographie trans-abdominale est également réalisable avec cet appareil. Mais ce dernier n'est pas toujours nécessaire si la jument est coopérative et tolérante à la manipulation (Bucca et al., 2005).

Face à une jument peu coopérative, différentes approches peuvent être appliquées pour faciliter l'examen. Une simple diversion, comme offrir une eau de nourriture, peut parfois être suffisante.

Dans d'autres situations, des méthodes de contention additionnelles peuvent s'avérer nécessaires, telles que l'emploi d'un tord-nez ou l'administration d'une sédation (Turner et al., 2006 ; McKinnon, Squires et Vaala, 2010).

Il est important de noter que les réactions des juments peuvent varier considérablement, certaines étant moins tolérantes à certains dispositifs de contention. Par conséquent, l'opérateur doit rester attentif et ajuster les techniques utilisées en fonction du caractère et des réponses de chaque animal (Brinsko et al., 2011).

4.3. Examen échographique transrectal

En général, le recours à une sonde linéaire dont la fréquence va de 5 à 10 MHz est préconisé lors de l'examen transrectal de la jument. Afin de minimiser le risque de lésion de la muqueuse rectale, la sonde est pourvue de bords arrondis (fig. 6). Elle doit être maintenue de manière à ce qu'aucune partie rigide ne soit en contact direct avec la paroi rectale car cela pourrait entraîner une perforation (Schweizer, 2014 ; Bucca, 2014)



Figure 6: Sonde échographique linéaire transrectale (Source personnelle). Le tube hépariné sert d'échelle

L'échographie de l'utérus est pratiquée avec un échographe orienté selon un axe de haut en bas. L'appréciation du corps utérin est d'abord faite selon un axe longitudinal, l'instrument est ensuite progressivement ramené le long de l'une des cornes utérines vers son extrémité pour examiner l'ovaire correspondant à la corne étudiée, avec la possibilité d'un repositionnement et d'un changement d'angle de la sonde pour explorer tout le tissu ovarien.

Cette sonde est ensuite repositionnée sur la corne étudiée et est ensuite amenée vers la région de bifurcation utérine avant d'explorer la corne utérine opposée, qui est étudiée jusqu'à son extrémité, afin d'éventuellement examiner l'autre ovaire par la suite.

Les cornes utérines sont généralement vues sous forme de coupe transversale de façon conventionnelle, alors que le corps utérin est examiné sous une coupe longitudinale (fig. 7) (Brinsko et al., 2011).

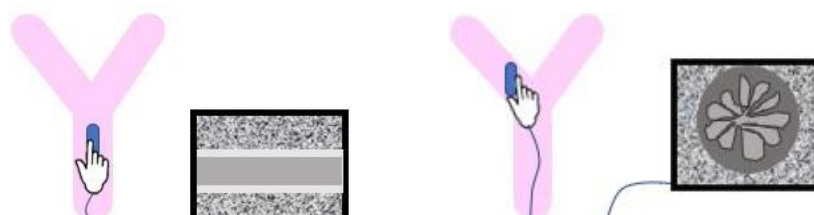


Figure 7: Schéma de l'échographie du corps utérin en coupe longitudinale (à gauche) et de la corne utérine en coupe transversale (à droite)

La mise en œuvre systématique de l'échographie s'avère cruciale pour sa meilleure efficacité, une diminution des oublis de structures anatomiques et pour une plus grande facilité à repérer les éléments anormaux (Schweizer, 2014). Murase et al. (2014) se sont intéressés à l'utilisation de la sonde convexe pour l'examen transrectal chez la jument, réputée pour son champ large, tandis que la sonde linéaire a une meilleure capacité de mouvement mais un champ plus étroit, qui permet de visualiser la taille du fœtus jusqu'à environ 13 semaines de gestation, alors qu'avec la sonde linéaire ce diagnostic est difficile avant environ 6 semaines. L'échographie transrectale permet de réaliser le contrôle et l'évaluation du statut gestationnel de la jument durant toute la gestation (Bucca, 2014), mais au cours des premiers mois, elle est le seul accès. Pour les juments où la palpation rectale s'avère impossible ou peu judicieuse, le seul moyen de contrôle est par voie transabdominale (Renaudin, 2000) à condition que l'expérience du clinicien en échographie permette de poser le diagnostic de gestation à ce stade précoce comme avec l'examen transrectal.

4.3.1. Suivi folliculaire et prédiction de l'ovulation

Dans la gestion reproductive de l'animal, il apparaît indispensable de mener une prévision du moment de l'ovulation car il permet de mieux cibler le moment de l'insémination artificielle ou de la mise au service, pour augmenter les chances de conception, et que les tests réalisés seuls, ne suffisent pas à détecter l'ovulation ni ne permettent de la différencier entre les juments au cours du cycle œstral. Il est donc nécessaire de combiner et d'analyser plusieurs paramètres cliniques et échographiques en simultané pour améliorer la fiabilité de la prévision de l'ovulation (McCue, 2019, p. 20).

4.3.2. Échographie transrectale

L'échographie transrectale est devenue un examen incontournable de la prédiction d'ovulation dans le cadre du suivi du follicule dominant au cours du cycle œstral. De nombreux critères sont à prendre en compte.

4.3.2.1. État de l'utérus

L'évaluation de l'utérus constitue un aspect fondamental du suivi des follicules. En effet, des vagues de follicules peuvent se produire même pendant le diœstrus, ce qui permet d'observer des follicules mesurant plus de 35 mm pendant cette étape du cycle. Ainsi, même si une jument en œstrus présente habituellement un follicule dominant, la simple présence d'un follicule de grande taille ne signifie pas obligatoirement que la jument est en œstrus.

Les follicules pré-ovulatoires observés en diœstrus ne répondent pas aux traitements visant à induire l'ovulation. De plus, à cette période du cycle, le système reproducteur n'est pas préparé de manière physiologique pour subir une insémination. Pratiquer une insémination à ce stade pourrait donc engendrer des problèmes, en particulier en raison d'un risque élevé d'endométrite (Allard et al., 2019a).

Lors de l'examen échographique réalisé par voie transrectale, il est essentiel d'examiner non seulement les ovaires, mais également l'utérus, en prêtant une attention particulière à l'éventuelle présence d'œdème endométrial. Ce phénomène peut varier en fonction du niveau d'œstrogènes dans l'organisme : il est généralement absent durant la phase de diœstrus, commence à apparaître et à se renforcer progressivement pendant l'œstrus, atteignant son maximum un à deux jours avant l'ovulation, puis il diminue par la suite. L'ovulation se produit généralement lorsque cet œdème commence à s'atténuer, voire lorsqu'il est presque totalement résorbé (McCue, 2019 ; Ley, 2014 ; Samper, 2009).

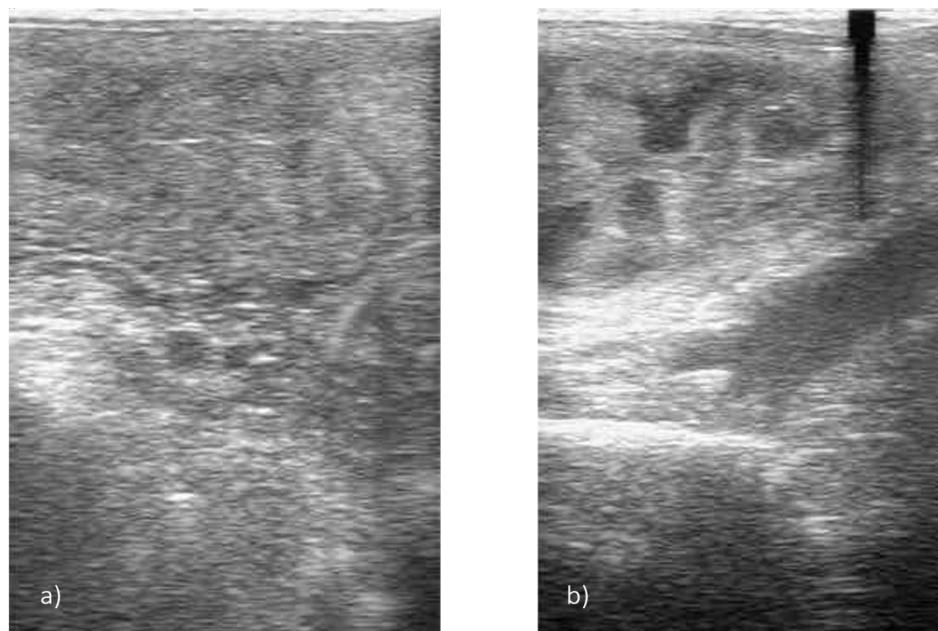


Figure 8: Image échographique d'œdème léger (a) et intense (b) de l'endomètre (Source : Fanny Herbet)

4.3.2.2. Historique de la jument

Pour la plupart des juments, le follicule préovulatoire a un diamètre assez constant au moment de l'ovulation d'un cycle à l'autre. Ainsi, les informations des cycles antérieurs peuvent souvent être utilisées pour évaluer la taille du follicule au moment de l'ovulation dans les cycles suivants. Cependant, cette méthode ne s'applique pas à tous les juments. En effet, certaines montrent une grande variation dans la taille du follicule préovulatoire d'une ovulation à l'autre. Dans ces situations, anticiper le moment de l'ovulation devient plus difficile (McCue, 2019 ; Dascanio et McCue, 2014).

4.3.2.3. Croissance folliculaire

Lors de l'évaluation par ultrasons, le follicule se manifeste comme une formation ronde possédant une cavité hypoéchogène qui représente le liquide folliculaire, et entourée d'une paroi hyperéchogène symbolisant la paroi folliculaire, dont la composition varie durant le développement du follicule (McCue, 2019 ; Palmer et Driancourt, 1980).

En règle générale, le follicule dominant voit son diamètre augmenter d'environ 3 à 5 mm chaque jour lors de l'œstrus. Il atteint ensuite une taille maximale, puis peut maintenir une dimension relativement constante pendant environ deux jours avant d'entraîner l'ovulation. Dans certains cas, une légère réduction du diamètre du follicule, d'environ 2 à 3 mm, peut survivre dans les 12 heures précédant l'ovulation (McCue, 2019 ; Pierson et Ginther, 1985).

4.3.2.4. Constatation de l'ovulation

L'échographie est l'examen le plus précis pour valider l'ovulation. Pendant cet événement, le follicule se contracte, ce qui peut être observé directement par échographie (fig. 9). Si l'examen n'est pas effectué au moment précis de l'ovulation, celle-ci peut être inférée par l'absence du follicule préovulatoire qui avait été précédemment repéré. Environ 6 à 12 heures après l'ovulation, l'espace laissé par le follicule ovulé se remplit de sang, créant ainsi un corps hémorragique. Deux à cinq jours plus tard, cette structure hémorragique se transforme lentement en corps jaune (Dascanio et McCue, 2014).

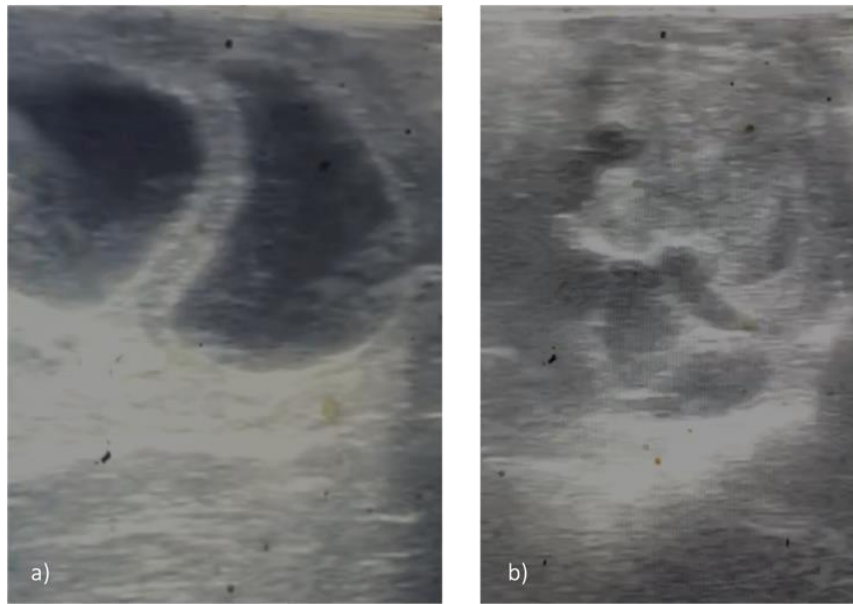


Figure 9: Image échographique d'un même follicule avant (a) et après (b) ovulation. Les deux images ont été prises à 2 heures d'intervalle (Source : Fanny Herbert)

4.3.2.5. Caractéristiques échographiques du corps jaune

Le corps jaune (CJ) apparaît à l'échographie comme une structure dont l'échogénicité varie, ce qui permet de le distinguer aisément d'un follicule entièrement anéchogène. Deux types d'images échographiques peuvent être observés, en fonction de la composante hémorragique de la cavité centrale (fig. 10 et 11) :

- Environ 50 % des corps jaunes apparaissent hyperéchogènes et présentent une texture homogène.
- Les 50 % restants présentent une cavité centrale hypoéchogène, qui se réduit progressivement au fur et à mesure de la formation du caillot. Ces corps jaunes sont généralement plus volumineux que les CJ homogènes (Pierson et Ginther, 1985).

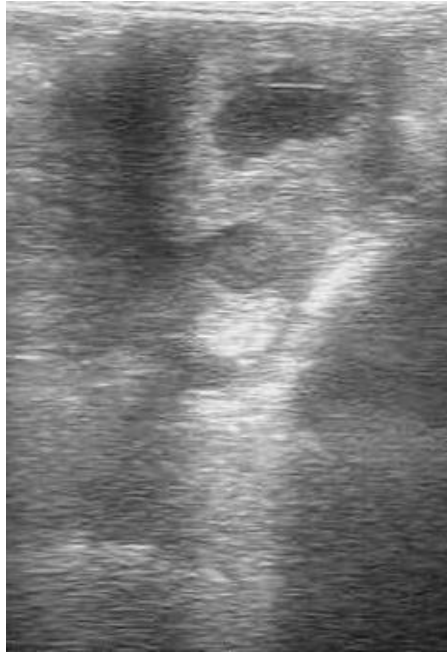


Figure 10: Image échographique d'un corps jaune cavitare (Source : Fanny Herbert)

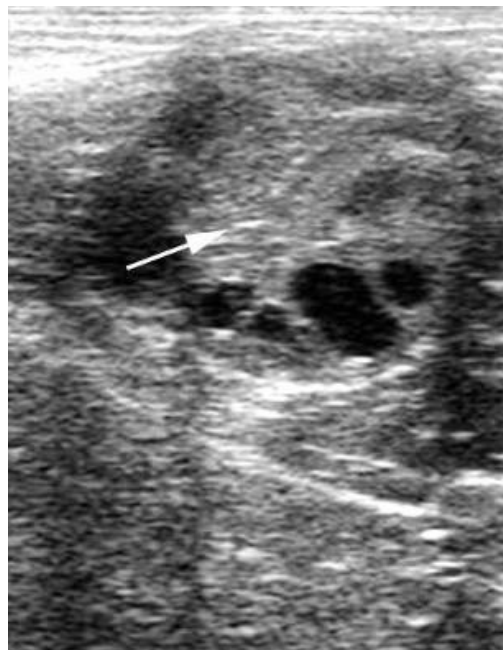


Figure 11: Image échographique d'un corps jaune mature (Source : Dascanio et McCue, 2014)

Le corps jaune mature présente, à l'échographie, une échogénicité similaire à celle du reste du tissu ovarien. Néanmoins, il peut être distingué du stroma grâce à un contour plus ou moins circulaire (Allard et al., 2019).

4.3.2.6. Follicule anovulatoire persistant

Certains follicules qui n'ovulent pas se résorbent d'eux-mêmes, cependant, la plupart évoluent vers une hémorragie. Au début, ces follicules se distinguent par la présence de nombreuses particules réfléchissantes dans le liquide qui les composent. Au fil du temps, ils tendent fréquemment à présenter des filaments échogènes dispersés dans toute leur cavité, avant de se remplir entièrement de substances échogènes. (Dascanio et McCue, 2014 ; Brinsko et al., 2011).

Après un certain temps, il s'avère compliqué de faire la distinction entre un follicule lutéinisé et un corps jaune hémorragique provenant d'une ovulation. Comme ces événements ne se manifestent pas toujours, le seul moyen fiable pour identifier un follicule normal d'un follicule anovulatoire est d'observer son développement : un follicule normal continue de se développer, alors qu'un follicule anovulatoire reste identique ou diminue. Cette constatation met en évidence l'importance de pratiquer des échographies régulières pour surveiller la progression de la croissance des follicules variés (Allard et al., 2019).

4.3.3. Suivi du développement embryonnaire

4.3.3.1. Diagnostic de gestation précoce

La vésicule embryonnaire est identifiable à l'échographie à partir du 10^e-11^e jour de gestation. Au cours de l'examen échographique, elle apparaît comme une structure sphérique hypoéchogène entourée dorsalement et ventralement par deux zones hyperéchogènes (voir figure 12). Ces zones hyperéchogènes sont dues à des artéfacts issus de la réflexion des ultrasons sur la surface de la vésicule embryonnaire. Dans le cas de la sphère, les deux pôles hyperéchogènes se chevauchent. En revanche, si le kyste non sphérique, les pôles sont décalés l'un par rapport à l'autre (voir figure 13) (Samper, Pycoc, McKinnon 2007a ; Brinsko et al. 2011d). En pratique, le diagnostic de gestation est habituellement réalisé entre le 12^e et le 16^e jour suivant l'ovulation. Cette période permet de déceler dès le départ une éventuelle gestation gémellaire, il facilite la remise à reproduction si le diagnostic est négatif tout en permettant de dépister éventuellement très tôt des anomalies embryonnaires (McCue 2019h).

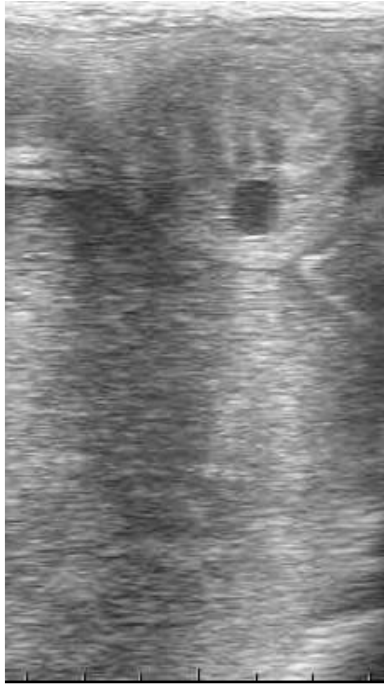


Figure 12: Image échographique d'une vésicule embryonnaire à J12 (Source : Fanny Herbert)

Pour permettre le bon diagnostic précoce de la gestation chez la jument, il faut s'assurer de faire la différence entre la vésicule embryonnaire et le kyste endométrial. En effet, chez les juments avec de très nombreux kystes endométriaux, on peut repérer leur emplacement et mesurer leur taille lors du suivi du follicule avant saillie ou insémination. La distinction entre le kyste endométrial et la vésicule embryonnaire repose seulement sur trois critères : la forme, la mobilité utérine et l'évolution de la taille. En cas de doute à l'échographie, l'échographie réalisée 24 heures plus tard est généralement déterminante. En effet, la vésicule embryonnaire grandit et change de place dans l'utérus pour sa mobilité, alors qu'un kyste est de taille stable et en place fixe. Cette distinction est déterminante pour le diagnostic rigoureux de la gestation mais aussi pour la détection précoce d'une éventuelle gestation gémellaire (McCue 2019h ; Dascanio, McCue 2014t ; Chevalier, Palmer 1982).

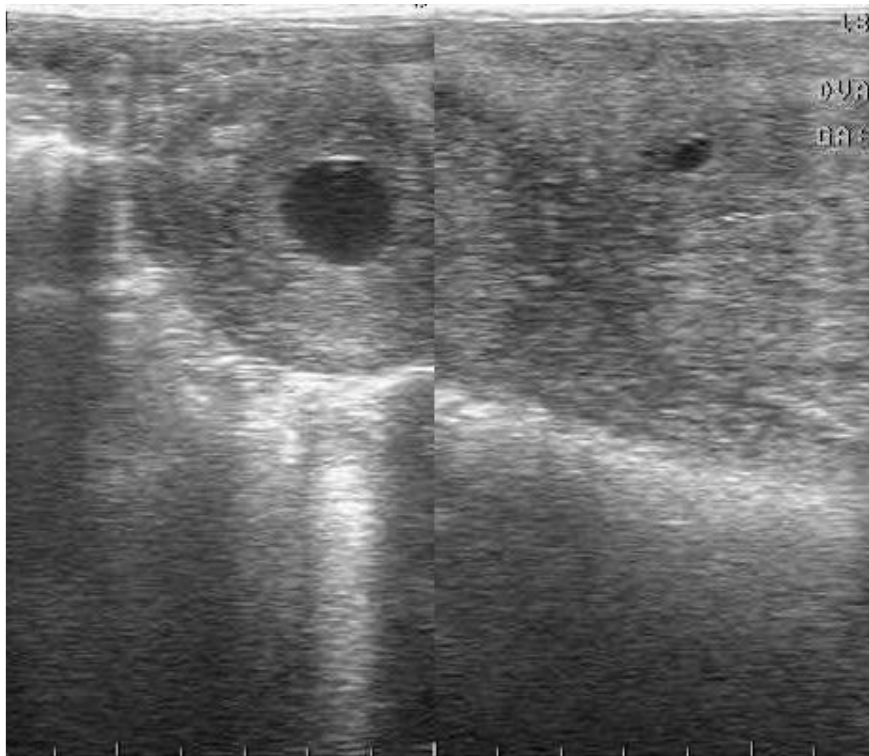


Figure 13: Image échographique d'une vésicule embryonnaire à J15 (à gauche) et d'un kyste utérin (à droite) (Source : Fanny Herbert)

4.3.3.2. Suivi de la croissance de la vésicule embryonnaire

Au milieu de la période entre le 11^e jour et le 16^e jour de la gestation, le diamètre de la vésicule embryonnaire croît, de manière relativement rapide, de 3 à 5 mm par jour, tout en conservant une forme sphérique caractéristique, jusqu'au 16^e jour de la gestation (McCue 2019h).

À partir du 17^e jour jusqu'au 21^e jour, la vésicule embryonnaire commence à perdre cette morphologie sphérique habituellement, pour obtenir de manière progressive une forme triangulaire, souvent décrit comme une forme en poire ou en guitare, avec un diamètre qui n'évolue plus. Puis entre le 25^e jour et le 35^e jour de gestation, la vésicule embryonnaire acquiert une forme plus irrégulière. Ainsi, cet étalonnage échographique de la gestation permet d'évaluer la croissance normale de la vésicule embryonnaire, entre J11 et 16 notamment, son diamètre en fonction de l'âge gestationnel mais aussi les modifications morphologiques attendues entre J17 et 21. La non croissance ou non changement morphologique peut être un indicateur d'un risque de mortalité embryonnaire précoce (McCue 2019h).

Tableau 1: Diamètre de la vésicule embryonnaire entre J11 et J16 (d'après McCue, 2019)

Jour de gestation	Diamètre de la vésicule embryonnaire (mm)
11	$5,5 \pm 0,1$
12	$8,5 \pm 0,1$
14	$14,9 \pm 0,2$
16	$23,5 \pm 0,2$

Partie expérimentale

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Cadre de l'étude

1.1.1. Présentation du site d'étude

L'étude a été réalisée au sein du Haras National Chaouchaoua, situé à 6 km du chef-lieu de la wilaya de Tiaret. Créé en 1877 par l'armée française, cet établissement a pour mission principale la préservation et l'amélioration génétique du cheval Barbe algérien. Il assure également la production et la commercialisation de chevaux Arabes destinés aux courses, ainsi que de chevaux issus de croisements (Arabe-Barbe et Anglo-Arabe) pour diverses activités sportives et utilitaires.

Le haras compte un effectif total d'environ 110 chevaux répartis en 10 étalons, 40 juments poulinières et d'autres chevaux de différentes catégories d'âge.



Figure 14: Photo représentatif du Haras National Chaouchaoua

1.2. Type et période de l'étude

Il s'agit d'une étude prospective observationnelle réalisée durant la saison de monte 2026 (du 01 février au 31 Mai). L'objectif principal était l'évaluation de la fertilité des juments en post-partum au cours des chaleurs de poulinage.

2. Matériel

2.1. Animaux (population de l'étude)

Les animaux inclus dans l'étude étaient des juments poulinières suitées (Arabe et Barbe) du nombre de 41, dont 20 appartenant au haras en plus des 21 juments privées mises à la reproduction au même haras. Les critères d'inclusion concernaient les juments présentant un post-partum normal sans complications obstétricales majeures. Les juments présentant une rétention placentaire prolongée, une métrite sévère ou des pathologies systémiques ont été exclues de l'étude.



Figure 15: Photo représentatif d'une jument suitée

2.2. Matériel d'examen

Le suivi reproductif a été réalisé à l'aide d'un échographe portable de type SonoScape équipé d'une sonde linéaire transrectale (5–7,5 MHz). Le matériel complémentaire comprenait des gants obstétricaux, du gel lubrifiant et des fiches individuelles de suivi pour l'enregistrement des paramètres utérins et ovariens.



Figure 16: Photo représentatif d'échographe SonoScape

Afin de réaliser l'examen dans les meilleures conditions la jument est positionnée dans un travail de contention pour protéger l'examineur. La queue de la jument est tondue et attachée en l'air à l'aide d'une cordelette ceci pour faciliter la manipulation et éviter d'introduire les crins dans le rectum.



Figure 17 : Photo représentatif d'une jument dans le travail de contention

3. Méthodes

3.1. Suivi échographique post-partum

Un suivi échographique transrectal quotidien a été instauré à partir du 8^e jour post-partum.



Figure 18 : Photo représentatif d'un examen échographique

3.1.1. Évaluation de l'involution utérine

Le suivi des poulinières durant leurs passages à l'examen échographique nous a permis de noter différents paramètres, à savoir :

La tonicité utérine

La présence ou l'absence de liquide intra-utérin

L'évolution de ces paramètres a permis d'apprécier la progression de l'involution utérine et de détecter d'éventuelles anomalies.

3.1.2. Suivi folliculaire

Un suivi quotidien de la croissance folliculaire a été effectué par la mesure du diamètre des follicules ovariens afin d'identifier le follicule dominant et de déterminer le moment optimal de la saillie. L'ovulation a été confirmée par la disparition du follicule dominant et/ou par la visualisation d'un corps jaune en formation.



Figure 19 : Photo représentatif d'un ovaire avec plusieurs follicules

3.2. Diagnostic de gestation

Un diagnostic précoce de gestation a été réalisé au 14^e jour post-ovulation par échographie transrectale afin de détecter la présence d'une vésicule embryonnaire et de confirmer la fécondation.

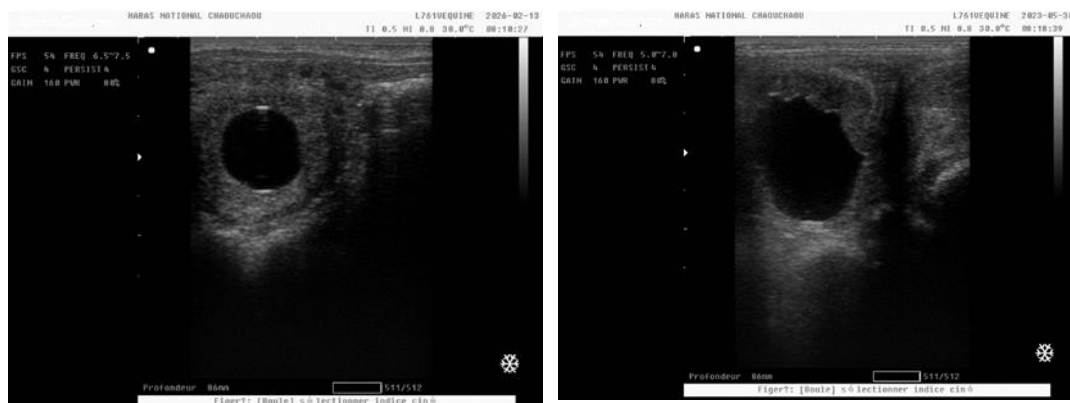


Figure 20 : Photo représentatif d'une vésicule embryonnaire de 14j à gauche et vésicule embryonnaire de 20j à droite

3.3. Contrôle de maintien de la gestation

Un contrôle périodique hebdomadaire a été réalisé après le constat de gestation à J14 afin de confirmer l'état gravide des poulinières et de détecter la présence d'une éventuelle mortalité embryonnaire.

4. Analyse des données

Les différentes données collectées au cours de notre étude ont été saisies dans des tableaux Excel afin de mesurer par la suite les différents paramètres à étudier.

Les données recueillies ont été consignées sur des fiches individuelles puis regroupées pour une analyse descriptive comprenant le calcul des moyennes, des écarts-types et du pourcentage de gestation.

4.1. Paramètres étudiés

Les paramètres étudiés comprenaient :

- Le délai d'involution utérine
- L'intervalle poulinage–1^{ere} saillie : Calculé à partir de la date de la mise bas et la date de la 1^{ere} saillie post poulinage
- L'intervalle poulinage–ovulation : Calculé à partir de la date de la mise bas et la date de l'ovulation post-partum.
- Le taux de conception à 14 jours, 20 jours, post saillie
- Le taux de mortalité embryonnaire
- Effet de la présence du liquide intra-utérin sur les paramètres reproductifs des poulinières.

5. Analyses statistiques

L'analyse statistique a été conduite sur le logiciel R Studio v 2024.04.2. L'approche adoptée vise à évaluer l'influence de l'âge et de la race sur plusieurs paramètres clés de la reproduction de poulinières multipares de race Barbe et pure sang arabe (étude sur un seul cycle). Les variables étudiées comprennent des indicateurs binaires, à savoir la conception, la mortalité embryonnaire précoce (à J20), ainsi que deux indicateurs continus : IP1s et IPOV.

Vue la faible taille de l'échantillon étudié (n=41), une attention particulière a été portée à la robustesse des conclusions, en confrontant systématiquement les résultats issus de modèles

paramétriques, non paramétriques et de modélisations multivariées. Ainsi, l'objectif n'a pas été uniquement d'identifier d'éventuelles différences statistiques, mais également d'apprécier la cohérence des résultats obtenus à travers les approches statistiques complémentaires appliquées.

5.1. Description de l'approche statistique appliquée

L'analyse statistique a été conduite en deux étapes. L'âge a d'abord été considéré comme une variable continue afin d'évaluer son association avec les différents paramètres de reproduction. Dans un second temps, l'âge a été catégorisé en classes afin de faciliter la présentation des résultats et d'en proposer une lecture clinique. Des tests de robustesse adaptés à la nature des variables (t-test de Welch, test de Wilcoxon et test exact de Fisher) ont été également appliqués.

L'approche statistique repose sur l'adéquation des méthodes à la nature des variables étudiées. Les variables binaires (conception, mortalité) ont été analysées à l'aide de modèles linéaires généralisés binomiaux (GLM binomial), permettant d'estimer l'effet de l'âge ou de la race sur la probabilité de survenue de l'événement étudié. Pour les variables continues (IP1s et IPOV), des modèles de régression linéaire (LM) ont été utilisés.

L'analyse de l'effet de l'âge comme variable continue a été suivie par la création de classes d'âge (considéré comme variable catégorielle). Cette deuxième étape de l'analyse a été réalisée d'abord via une dichotomisation autour de la médiane, puis via des classes d'âge basées sur les quantiles de la distribution. Cette double lecture permet de détecter aussi bien des tendances linéaires (âge comme variable continue) que des effets de seuil potentiels (âge comme variable catégorielle). Les comparaisons de groupes ont été conduites à l'aide de tests paramétriques (t-test de Welch) et non paramétriques (Wilcoxon), ainsi que du test exact de Fisher pour les données binaires.

Enfin, des comparaisons post-hoc avec ajustement de type Tukey (via emmeans) ont été réalisées lorsqu'une structure de groupes était définie.

5.2. Effets de la présence du liquide intra-utérin (LIU) sur les paramètres reproductifs des poulinières

Le liquide intra-utérin (LIU) a été considéré comme une variable explicative binaire (présence/absence) et analysé afin d'évaluer son association avec les différents paramètres reproductifs étudiés (i.e. conception, mortalité embryonnaire précoce, IP1S et IPOV). La stratégie statistique

appliquée consistait en une analyse hiérarchisée, reposant sur l'utilisation de modèles univariés (effet du LIU seul), de modèles ajustés sur l'âge (effet LIU + âge) et/ou la race (effet LIU + race), ainsi que de modèles interactionnels (effet LIU x âge). Les variables binaires (i.e. conception, mortalité embryonnaire) ont été analysées à l'aide de modèles linéaires généralisés à distribution binomiale (GLM binomial), et les variables continues (IP1S, IPOV) à l'aide de modèles linéaires (LM).

RESULTATS

6. RESULTATS

6.1. L'intervalle poulinage-1ere saillie IP1S

Les analyses portant sur IP1S ne mettent en évidence aucune relation significative ni avec l'âge ni avec la race. Les modèles de régression linéaire (LM) indiquent des résultats non significatifs ($p=0.156$, voir tableau 2), tandis que les comparaisons entre groupes d'âge, qu'elles soient paramétriques ou non paramétriques, aboutissent systématiquement à la même conclusion ($p=0.156$ à 0.4036 , voir tableau 2).

Tableau 2: IP1S selon la race et les groupes d'âge.

Groupe	IP1s	Test	p-value
Barbe	10.21 ± 0.89	—	—
Pure sang arabe	10.29 ± 1.13	—	—
Âge continu	—	Régression linéaire (LM)	0.156
Groupe d'âge (par médiane)	—	t-test de Welch	0.4940
Groupe d'âge (par médiane)	—	Wilcoxon	0.4036

Tableau 3 : Statistiques descriptives de l'intervalle poulinage-1ere saillie selon l'âge et la race.

Facteurs	IP1S (jour) MOY + ECT
Age	
17 ans et plus	10.41 ± 1.16
11 ans -17 ans	10.35 ± 1.08
06 ans - 10 ans	10 ± 1
Race	
Pur-sang arabe	10.29 ± 1.13
Barbe	10.21 ± 0.89
Totale	10.26 ± 1.04

6.2. L'intervalle poulinage-ovulation IPOV

Les résultats obtenus pour IPOV sont analogues à ceux observés pour IP1S. Les analyses ne montrent aucun effet significatif de l'âge (voir tableau 4), que celui-ci soit considéré comme variable continue ($p=0.415$) ou catégorielle ($p=0.4984$ et 0.8103). De même, aucune différence significative n'est détectée entre les races ($p<0.05$).

Tableau 4 : IPOV selon la race et les groupes d'âge.

Groupe	IPOV	Test	p-value
Barbe	13.4 ± 2.4	—	—
Pure sang arabe	14.5 ± 2.4	—	—
Âge continu	—	Régression linéaire (LM)	0.415
Groupe d'âge (par médiane)	—	t-test de Welch	0.4984
Groupe d'âge (par médiane)	—	Wilcoxon	0.8103

Tableau 5 : Statistiques descriptives de l'intervalle poulinage-ovulation selon l'âge, le mois de saillie et la race.

Facteurs	IPOV (jour) MOY + ECT
Age	
17 ans et plus	14.83 ± 3.43
11 ans - 17ans	14 ± 1.75
06 ans - 10ans	14 ± 1.88
Race	
Pur-sang arabe	14.25 ± 2.65
Barbe	14.21 ± 1.8
Totale	14.24 ± 2.37

En conclusion, cette analyse met en évidence une influence déterminante de l'âge sur le maintien de la gestation et la mortalité embryonnaire précoce, tandis que la conception et les indices IP1S et IPOV semblent globalement indépendants de l'âge et de la race. La forte

convergence des résultats obtenus par différentes approches statistiques confère une robustesse assez significative aux conclusions.

6.3. Conception

L'analyse de la conception en fonction de l'âge ne met pas en évidence d'effet statistiquement significatif ($p < 0.05$). La régression logistique (GLM binomial) ajustée sur l'âge continu n'a pas mis en évidence d'association entre l'augmentation de l'âge et la probabilité de conception ($p = 0.292$, voir tableau 7). Cette observation est confirmée par les analyses par classes d'âge, qui révèlent une diminution progressive des taux de conception avec l'âge, mais sans que ces différences ne soient statistiquement significatives ($p = 0.0766$ à 0.1152 , voir tableau 7 et figure 21).

Tableau 6 : Pourcentages de conception en fonction de l'âge et de la race.

Groupe	Conception % [IC 95%]
Par race	
Barbe	78.6 [52.4; 92.4]
Pure sang arabe	88.9 [71.9; 96.1]
Par classes d'âge	
[6,9]	92.9 [68.5; 98.7]
[9,16]	85.7 [60.1; 96.0]
[16,22]	76.9 [49.7; 91.8]

Tableau 7 : Tests appliqués à la conception.

Analyse	Test	p-value
Âge continu	Régression logistique (GLM)	0.292
Groupe d'âge (par médiane)	t-test de Welch	0.0853
Groupe d'âge (par médiane)	Wilcoxon	0.0766
Groupe d'âge (par médiane)	Fisher	0.1152
Race	Régression logistique (GLM)	0.3828

Tableau 8 : Taux de conception

<i>Nombre de juments saillies</i>	<i>Nombre de juments Négatives</i>	<i>Nombre de juments gestantes a J14</i>	<i>Nombre de juments gestantes a J45</i>	<i>Nombre de juments confirmées gestantes En fin de saison</i>	<i>Taux de conception Global</i>
41	06	35	27	27	65.85%

Ce tableau montre le taux de conception global des poulinières saillies au foal heat qui est de 65.85%.

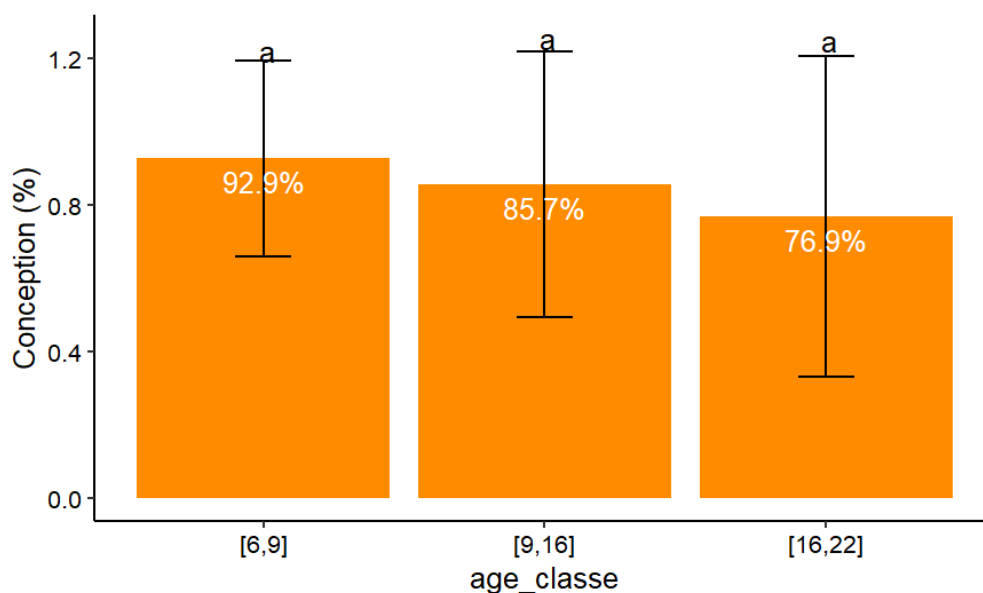


Figure 21 : Taux de conception en fonction des classes d'âge

Sur la base de la médiane d'âge des poulinières étudiées, deux groupes ont été créés (groupe Age < médiane et groupe Age > médiane). Les comparaisons dichotomiques basées sur la

médiane de l'âge conduisent aux mêmes conclusions (voir figure 22). Les moyennes observées diffèrent numériquement entre les groupes d'âge, mais les tests statistiques appliqués (t-test, ni le test de Wilcoxon, ni le test exact de Fisher) restent non significatifs ($p < 0.05$, voir tableau 4).

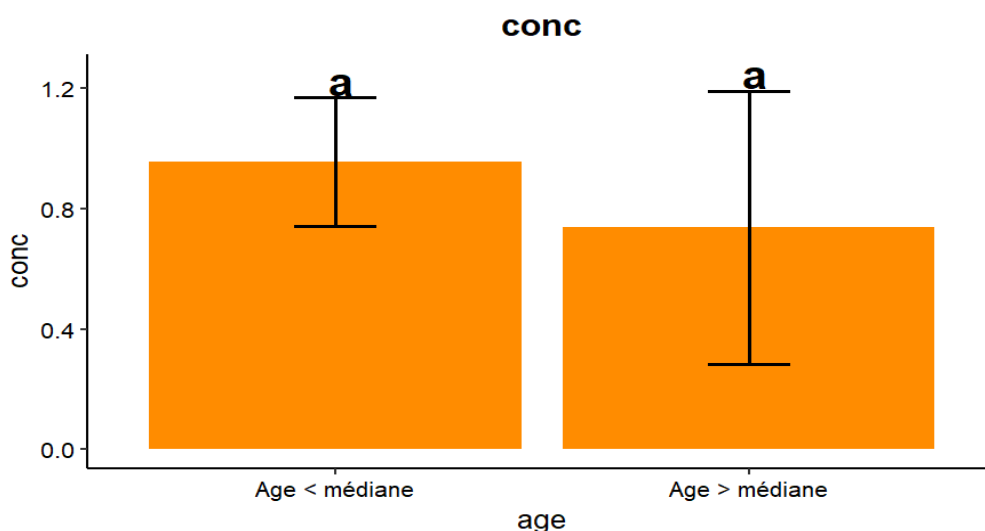


Figure 22 : Effet de l'âge sur la conception (Classes d'âge en fonction de la médiane).

L'ensemble des méthodes converge donc vers l'absence d'un effet mesurable de l'âge sur la conception.

Concernant l'effet de la race, les analyses statistiques montrent également des différences descriptives, avec un taux de conception plus élevé chez les individus de race Pure sang arabe comparativement aux individus Barbes (voir Tableau 3 et figure 23). Toutefois, cette légère différence n'atteint pas le seuil de significativité statistique ($p = 0.3828$, voir tableau 7). Ces résultats suggèrent que, dans les conditions de cette étude, la race n'exerce pas d'influence significative sur la probabilité de conception.

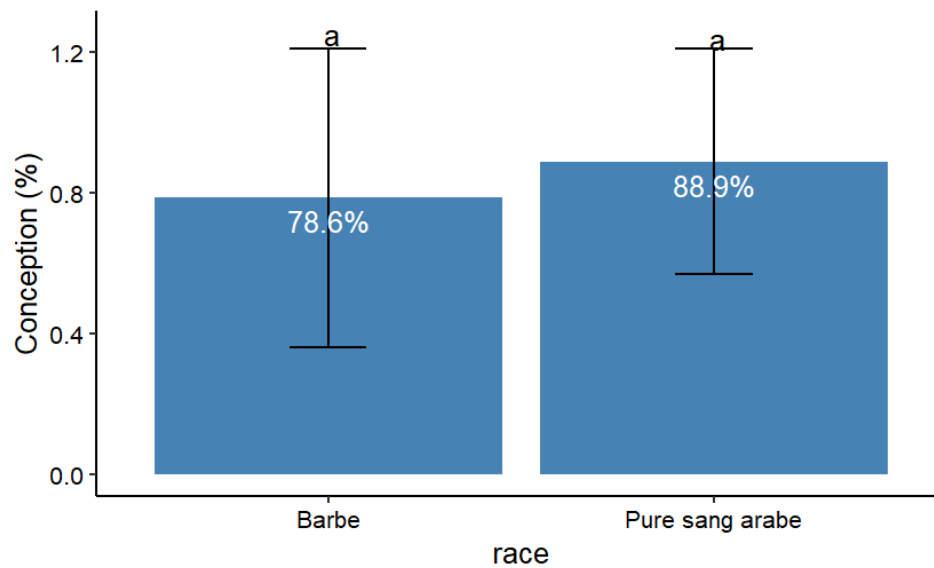


Figure 23 : Taux de conception en fonction de la race des poulinières

6.4. Mortalité embryonnaire précoce (à J20)

L'analyse de la mortalité révèle une relation inverse de celle observée pour le maintien de la gestation (voir tableau 9). La régression logistique montre une augmentation significative de la probabilité de mortalité avec l'âge ($p= 0.0271$, voir tableau 10). Ce résultat est cohérent avec les analyses par classes, lesquelles indiquent une progression régulière des taux de mortalité à mesure que l'âge augmente, avec une accentuation notable dans la classe d'âge la plus élevée (voir tableau 9).

Tableau 9 : Mortalité selon l'âge et la race (taux de mortalité calculé uniquement chez les femelles présentant une conception positive à J14).

Groupe	Conception % [IC 95%]
Par race	
Barbe	9.1% [1.6; 37.7]
Pure sang arabe	29.2% [14.9; 49.2]
Par classes d'âge	
[6,9]	7.1% [1.3; 31.5]
[9,16]	14.3% [4.0; 39.9]
[16,22]	38.5% [17.7; 64.5]

Tableau 10 : Tests appliqués à la mortalité

Analyse	Test	p-value
Âge continu	Régression logistique (GLM)	0.0271
Groupe d'âge (par médiane)	t-test de Welch	0.0853
Groupe d'âge (par médiane)	Wilcoxon	0.0766
Groupe d'âge (par médiane)	Fisher	0.1152
Race	Régression logistique (GLM)	0.1788

Tableau 11 : Taux de mortalité embryonnaire

<i>Nombre de juments gestantes a J14</i>	<i>Nombre de juments gestantes a J45</i>	<i>Nombre de juments ayant présentée une mortalité embryonnaire</i>	<i>Taux de ME</i>	<i>Nombre de juments confirmées gestantes En fin de saison</i>
35	27	08	22.85%	27

Ce tableau montre le taux de mortalité embryonnaire des juments saillies au faol heat qui est de 22.85%.

Bien que certaines comparaisons entre classes ne franchissent pas le seuil de significativité après ajustement ($p < 0.05$, voir tableau 10 et figures 24 et 25), la cohérence de la tendance observée, combinée à la significativité du modèle sur l'âge continu ($p = 0.0271$, voir tableau 10), conduit à conclure à un effet réel de l'âge sur la mortalité. En effet, cette absence de significativité reflète une puissance statistique limitée liée aux effectifs, plutôt qu'une absence totale d'effet biologique.

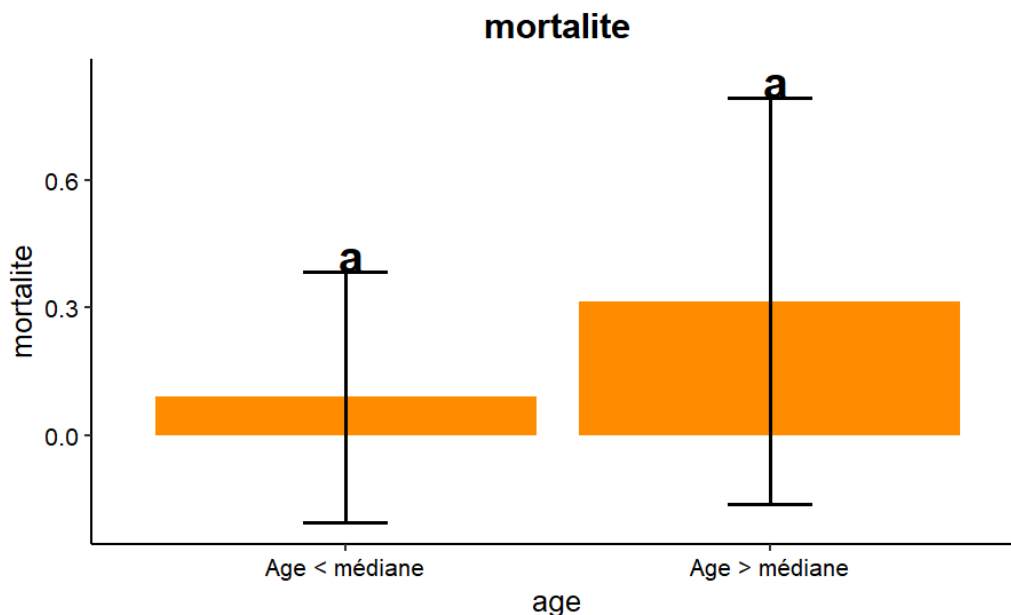


Figure 24 : Effet de l'âge (en fonction de la médiane) sur le taux de mortalité embryonnaire précoce à J20

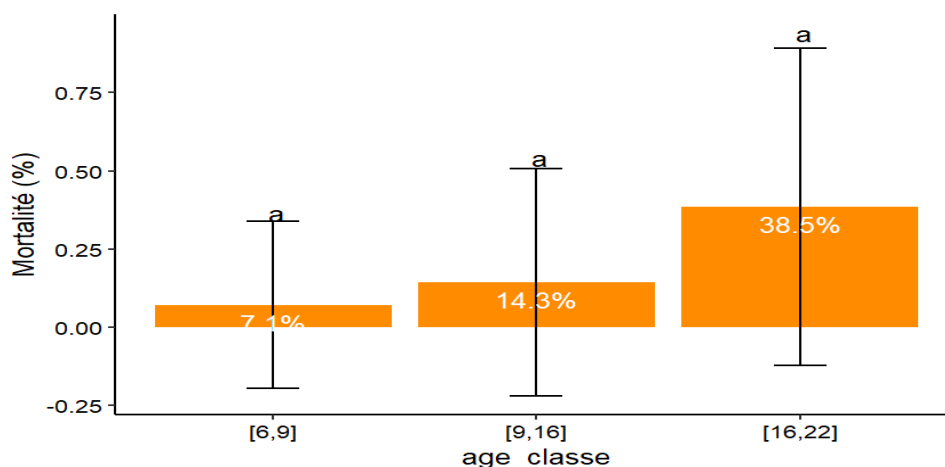


Figure 25 : Effet des classes sur le taux de mortalité embryonnaire précoce à J20.

Concernant la race, les individus de race Pure sang arabe présentent des taux de mortalité plus élevés que les Barbes. Néanmoins, comme pour les autres paramètres binaires, ces différences ne sont pas statistiquement significatives. Les intervalles de confiance larges suggèrent une incertitude importante autour des estimations, vraisemblablement liée à la taille de l'échantillon.

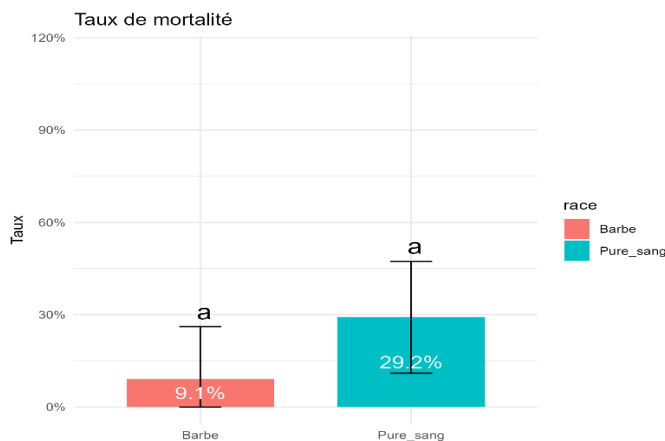


Figure 26 : Effet de la race des poulinières sur le taux de mortalité embryonnaire précoce à J20.

6.5. Effets de la présence du liquide intra-utérin (LIU) sur les paramètres reproductifs

6.5.1. Effets sur IP1S

Pour le paramètre IP1S, aucun effet significatif du LIU n'est observé. Le modèle linéaire simple (LM) indique une absence d'association ($p = 0.7800$). L'ajustement sur l'âge confirme cette conclusion ($p = 0.9580$), tout comme l'ajustement sur la race ($p = 0.7850$). Les modèles d'interaction ne suggèrent pas davantage d'effet du LIU sur ce paramètre.

Tableau 12 : Résultats des tests statistiques explorant les effets de la présence de liquide intra-utérin sur IP1S

Modèle	Terme	p-value
LM simple	LIU seul	0.7800
LM + âge	LIU + âge	0.9580
LM + race	LIU + race	0.7850
LM interaction âge	Interaction LIU x âge	0.3108

6.5.2. Effets sur IPOV

Tout comme IP1S, le paramètre IPOV ne montre pas d'association significative avec la présence de LIU en modèle GLM simple ($p = 0.9760$), ni après ajustement sur l'âge ($p = 0.8700$) ou sur la race ($p = 0.9760$). En revanche, le modèle d'interaction LIU x âge met en évidence un résultat significatif ($p = 0.0009$), suggérant que l'effet de l'âge sur IPOV dépend de si la femelle présente

ou pas du liquide intra-utérin. Ce résultat indique que le LIU pourrait probablement être un modificateur potentiel de l'effet de l'âge sur ce même paramètre.

Tableau 13 : Résultats des tests statistiques explorant les effets de la présence de liquide intra-utérin sur IPOV

Modèle	Terme	p-value
LM simple	LIU seul	0.9760
LM + âge	LIU + âge	0.8700
LM + race	LIU + race	0.9760
LM interaction âge	Interaction LIU x âge	0.0009

6.5.3. Effets sur la conception

Le modèle GLM simple met en évidence un effet fortement significatif de la présence du LIU sur la conception ($p = 0,0027$). En effet, la conception semble être négativement impactée chez les femelles présentant du LIU. L'ajustement sur l'âge ne modifie pas cet effet ($p = 0,0034$), alors l'effet de l'âge sur la conception reste non significatif, indiquant un effet indépendant du LIU sur la conception. De même, l'ajustement sur la race confirme la robustesse de cet effet ($p = 0,003$). L'absence d'interaction significative avec l'âge indique un effet constant du LIU sur la conception.

Tableau 14 : Résultats des tests statistiques explorant les effets de la présence de liquide intra-utérin sur la conception

Modèle	Terme	p-value
GLM binomial simple	LIU seul	0.0027
GLM binomial + âge	LIU + âge	0.0034
GLM binomial + race	LIU + race	0.0034
GLM binomial interaction âge	Interaction LIU x âge	0.246

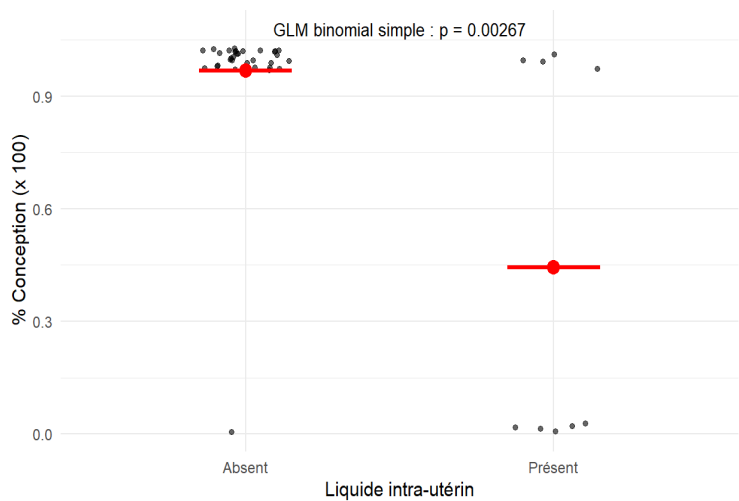


Figure 27 : Effets de la présence du LIU sur la conception (association déterminée par GLM binomial simple)

6.5.4. Effet sur la mortalité embryonnaire précoce (à J20 post fécondation)

La mortalité embryonnaire a été analysée chez les femelles ayant conçu. Dans le modèle simple (GLM binomial), la présence de LIU n’était pas associée à une augmentation significative de mortalité embryonnaire précoce, observée à J20 post-fécondation chez les femelles ayant conçu ($p = 0.9950$). Cette absence d’association persistait après ajustement sur l’âge ($p = 0.9957$) et sur la race ($p = 0.9950$). Enfin aucun effet d’interaction entre le liquide intra-utérin et l’âge n’a été mis en évidence ($p = 0.9994$).

Tableau 15 : Résultats des tests statistiques explorant les effets de la présence de liquide intra-utérin sur la mortalité embryonnaire précoce à J20 post fécondation

Modèle	Terme	p-value
GLM binomial simple	LIU seul	0.9950
GLM binomial + âge	LIU + âge	0.9957
GLM binomial + race	LIU + race	0.9950
GLM binomial interaction âge	Interaction LIU x âge	0.9994

6.5.5. Effet sur le maintien de la gestation (à J20 post fécondation)

Le maintien de gestation ne montre pas d'association robuste avec la présence de LIU. En effet, le modèle univarié simple (GLM binomial) montre que la présence de LIU n'a aucun effet significatif ($p = 0.9950$). L'ajustement sur l'âge ne modifie pas cette conclusion ($p = 0.9957$), tandis que l'âge montre une tendance négative non significative. L'ajustement sur la race confirme l'absence d'effet du LIU ($p = 0.9950$). Les modèles d'interaction ne changent pas cette interprétation ($p < 0.05$).

Tableau 16 : Résultats des tests statistiques explorant les effets de la présence de liquide intra-utérin sur le maintien de gestation à J20 post-fécondation

Modèle	Terme	p-value
GLM binomial simple	LIU seul	0.9950
GLM binomial + âge	LIU + âge	0.9957
GLM binomial interaction âge	Interaction LIU x âge	0.9994

6.6. Involution utérine

Au cours de notre étude, nous avons apprécié le degré de l'involution utérine de chaque jument par palpation transrectale grâce à l'évaluation de la tonicité et de la taille de l'utérus, et par échographie transrectale en se basant sur la présence ou l'absence de liquides utérins.

Cette évaluation nous a permis de déterminer l'aptitude à la reproduction de chaque jument afin de minimiser l'incidence des endométrites post-saillie et l'échec de la conception.

Discussion

7. DISCUSSION

7.1. Intervalle poulinage-1ere saillie :

Dans la présente étude, la moyenne de l'intervalle poulinage-1ere saillie était de 10.26 ± 1.04 jours, avec un minimum de 9 jours et un maximum de 13 jours, ce qui est inférieur à celles rapportées par Ali et al (2014) pour le pur-sang arabe en Arabie saoudite, et par Zeller (2000) qui sont de 16.73 jours et 13,54 jours respectivement.

Notre résultat est aussi inférieur à ceux rapportés par Hanlon et Firth (2012) en Nouvelle Zélande pour le pur-sang anglais avec une moyenne de 26,7 jours et par Cilek (2009) en Turquie pour les juments de race arabe qui présentaient une valeur de 24,91 jours.

L'effet de l'âge sur l'intervalle poulinage-1ere saillie était non significatif, les juments âgées sont parmi les femelles difficiles à gérer au postpartum, ainsi, le recours à des ecboliques, notamment l'ocytocine et la pgf2alpha, visant à expulser le liquide accumulé dans l'utérus et le suivi minutieux permet de réduire l'intervalle entre le poulinage et la première saillie et aide à accélérer la clairance utérine chez les poulinières âgées.

L'âge de la jument exerce une influence significative sur l'efficacité de la conception, le maintien de la gestation et la production d'un poulain vivant (Bosh et al., 2009).

L'effet de la race sur l'intervalle poulinage-1ere saillie était non significatif, les poulinières arabes et barbes présentaient un intervalle presque identique entre la mise bas et la première saillie, cela est probablement dû aux mêmes conditions d'hébergement, le climat et l'alimentation ; sans oublier l'effectif de poulinières éliminées de l'étude à cause des dystocies, des rétentions placentaires et des différentes interventions obstétricales qui sont un motif important de l'augmentation de l'intervalle entre le poulinage et la première saillie.

Il n'est pas recommandé de saillir ou d'inséminer les juments lors des chaleurs de poulinage lorsque des complications surviennent au moment de la mise bas (par exemple, dystocie, rétention placentaire, retard de l'involution utérine, fièvre) (Scoggin, 2015).

Les dystocies, la rétention placentaire et les endométrites réduisent davantage les chances de conception lors d'une saillie au faol heat. Les juments retrouvent généralement une cyclicité régulière 21 jours après les chaleurs de poulinage (McCue ,2010).

7.2. Intervalle poulinage-Ovulation :

D'après les résultats de notre étude, la moyenne de l'intervalle poulinage-ovulation était de 14.24 ± 2.37 jours avec un minimum de 11 jours et un maximum de 20 jours ce qui est similaire à celle rapportée par Winter et al (2007) qui est de 14.2 jours.

Notre résultat est inférieur à ceux enregistrés par Gastal et al (2021), qui variaient entre 18 et 22 jours.

Par contre, la moyenne enregistrée dans cette étude est supérieure à celles rapportées par Sharma et al (2010) et Cardona-García et al (2024) qui sont de 13,6 jours et 12,6 jours respectivement.

L'effet de l'âge sur l'intervalle poulinage-ovulation était non significatif, cela est probablement dû au nombre réduit de poulinières ; en effet, le ralentissement de la dynamique folliculaire chez les juments âgées peut causer un allongement de l'intervalle entre la mise bas et la première ovulation postpartum.

Les défauts d'ovulations arrivent dans 3,1 à 8,2 % des cas et leur incidence augmente avec l'âge des juments. Ainsi, chez les juments âgées de 16 à 20 ans, le taux de follicules anovulatoires durant la saison de reproduction atteint 13,1%. Ce taux est aussi supérieur chez les juments atteintes de Dysfonctionnement de la pars Intermédiaire de l'Hypophyse (Cuervo-Arango et Newcombe, 2012).

L'autre défaut d'ovulation fréquent chez les juments âgées est une absence d'activité ovulatoire liée à une croissance folliculaire insuffisante (Vanderwall et al., 1993).

L'activité folliculaire aux cours des cycles œstraux commence à diminuer à partir de l'âge de 20 ans, conduisant finalement à un arrêt de l'activité ovarienne (Carnevale et al., 1993). Les intervalles inter-ovulatoires s'allongent d'abord chez ces juments en raison de phases folliculaires prolongées, associées à l'émergence plus tardive d'une vague folliculaire primaire comptant un nombre réduit de follicules.

L'effet de la race sur l'intervalle poulinage-ovulation était non significatif, cependant, les juments barbes avaient un intervalle entre la mise bas et l'ovulation inférieure à celui des poulinières arabes ($13,4 \pm 2,4$ vs $14,5 \pm 2,4$).

Le délai entre le début de l'œstrus et l'ovulation s'est révélé significativement plus long chez les Percherons ($5,90 \pm 1,25$ jours), que chez les arabes ($4,50 \pm 1,26$ jours) et les pur-sang ($4,74 \pm$

0,96 jours). Ces résultats mettent en évidence des cycles de reproduction distincts selon les races, le Percheron présentant un œstrus notablement prolongé par rapport aux autres races (Mahmood et al.,2024).

7.3. Taux de conception

Dans la présente étude, le taux de conception global au foal heat était de 65,85%, ce qui est supérieur aux résultats rapportés par Yendim et al (2025), Vardhan et al (2025), Admin (2016) qui sont de 56.8%, 51,06 % et 46% respectivement.

Par contre, notre résultat est inférieur à celui publié par Cardona-García et al (2024) qui est de 70,8 %.

L'effet de l'âge des juments sur le taux de conception était non significatif, cependant, les poulinières âgées de 16 ans et plus ont affichées un taux de conception légèrement inférieur à celui des femelles plus jeunes, cela est probablement dû à l'excellent état de leurs utérus et à leur nombre limité par rapport aux autres classes d'âges.

L'âge a exercé une influence significative sur les taux de conception au foal-heat, les juments plus jeunes (4 à 7 ans) ont présenté un taux de conception de 100 % aux chaleurs de poulinage, tandis que les juments plus âgées (>15 ans) ont montré un début d'œstrus retardé ($8,5 \pm 0,6$ jours) et une fertilité réduite (Vardhan et al.,2025). Ces résultats concordent avec les rapports de Derisoud et al (2022) et Aurich (2011), qui ont observé une baisse marquée de la conception au-delà de 12 ans, liées à une altération de l'activité ovarienne et de la santé utérine.

Dans la présente étude, l'effet de la race sur le taux de conception était non significatif, les poulinières arabes ont présenté un taux de conception légèrement supérieur à celui des juments barbes ; ainsi, le nombre de femelles de race pur-sang arabe dans l'échantillon est supérieur à l'effectif des juments barbes, ce qui pourrait avoir un effet sur la variation du taux de conception entre les deux races.

Plusieurs facteurs peuvent influencer les taux de conception au foal-heat, notamment les conditions de logement (par exemple, pâturage versus stabulation en box) (McDonnell,2000), la race, et la période de l'année (Warriach et al.,2014).

Certaines études ont noté aucune différence en matière de taux de conception entre les saillies au foal heat et celles des cycles suivants (Camargo et al.,2017).

7.4. Taux de mortalité embryonnaire

D'après les résultats de cette étude, le taux de mortalité embryonnaire était de 22.85%, ce qui est supérieur aux valeurs rapportées par Vardhan et al (2025), Yendim et al (2025), Shono et al (2022) qui sont de 4,26 %, 7.9 % et 16.7% respectivement.

L'effet de l'âge sur le taux de mortalité embryonnaire au foal heat était significatif, les juments âgées de plus de 16 ans ont affichées une valeur supérieure par rapport aux jeunes poulinières ; les femelles âgées présentent une altération de la qualité des ovocytes ce qui pourrait avoir un impact négatif sur la survie des embryons.

L'âge et la parité exacerbent la susceptibilité, les juments multipares plus âgées présentent des taux plus élevés de mortalité embryonnaire précoce et de mortalité fœtale tardive (Knowles, 2022 ; de Souza et al., 2020)

Des chercheurs au Brésil ont conclu qu'une jument de plus de 10 ans ne devrait pas être saillie pendant les chaleurs de poulinage afin de réduire les pertes d'embryonnaires et d'optimiser les performances reproductives (de Souza et al.,2020).

Le faible développement utérin associé à une anomalie au niveau des gamètes sont généralement incompatibles avec une gestation normale et sont souvent source de perte embryonnaire précoce (Davies Morel, 2008).

L'effet de la race sur le taux de mortalité embryonnaire était non significatif, les poulinières arabes présentaient le taux de mortalité embryonnaire le plus haut par rapport aux femelles barbes, ces juments avaient de multiples kystes utérins, ce qui pourrait avoir un impact négatif sur la reconnaissance maternelle de la gestation et le développement de l'embryon.

Concernant l'impact de ces kystes utérins sur la gestation, il est montré que plus ils sont nombreux et gros, plus ils risquent d'être dommageables pour le processus de reconnaissance maternelle de la gestation, pour les échanges nutritionnels durant la longue phase libre de l'embryon et pour le développement placentaire ensuite (Brinsko et al., 2011).

7.5. Effets de la présence de liquide utérin sur les paramètres reproductifs des poulinières

Dans la présente étude, l'effet de la présence de liquide utérin sur le taux de conception était significatif, les juments présentant des liquides au-delà du 12^{ème} jour postpartum n'arrivaient pas à concevoir, la diminution de la clairance utérine de ces poulinières même avec l'utilisation des ecboliques et des lavages utérins avaient un impact négatif sur la fertilisation.

Une clairance utérine rapide ainsi qu'une involution complète sont nécessaires au rétablissement d'une nouvelle gestation, processus qui se produit généralement autour du 30^e jour postpartum (Macpherson, 2012).

La présence de liquide intra-utérin au moment de la saillie aux chaleurs de poulinage était prédictive de taux de conception plus faibles (de Souza et al., 2020).

La présence de liquide intra-utérin permet d'établir un diagnostic précis de l'état de l'endomètre et s'avère fortement associée à de faibles taux de conception (Maischberger et al., 2008 ; Parrilla Hernandez et al., 2014).

L'effet de la présence de liquide utérin sur la mortalité embryonnaire était non significatif, cependant, l'embryon ne pourra pas survivre dans l'utérus de poulinières présentant un défaut de drainage des liquides post-saillie.

Bien que des rapports indiquent que l'initiation précoce du lavage utérin post-saillie puisse réduire la mortalité embryonnaire précoce chez les juments inséminées lors au faol heat. Des données contradictoires ont démontré que la présence de liquide intra-utérin, même avec un traitement approprié lors de la monte à ce stade, est associée à baisse de performances reproductives (Malschitzky et al., 2002 ; Blanchard et al., 2004).

Un autre rapport impliquant 99 juments pur-sang ayant des poulinages eutociques et inséminées lors des chaleurs de poulinage a révélé que 18,2 % d'entre elles présentaient du liquide intra-utérin libre durant ce postpartum. Ces juments ont affiché une mortalité embryonnaire accrue entre le 15^e et le 45^e jour de gestation par rapport aux juments n'ayant pas de liquide utérin (Malschitzky et al., 2003).

7.6. Involution utérine

Malgré l'élimination des poulinières ayant présenté des dystocies, des rétentions placentaires ou autres problèmes nécessitant une intervention obstétricale, nous avons opté pour d'autres examens afin d'évaluer le degré de l'involution utérine et de vérifier que l'utérus de chaque jument était apte à mener une nouvelle gestation.

Bien que les juments soient fertiles lors des chaleurs de poulinage, les taux de conception sont environ 20 % inférieurs à ceux des cycles suivants (Lemes et al., 2017a), probablement en raison d'un environnement utérin suboptimal lié à une involution utérine incomplète. Cela peut altérer la folliculogénèse, compromettre la fertilité, entraver l'embryogénèse et augmenter le risque de mortalité embryonnaire précoce (Lemes et al., 2017b).

La réduction rapide et initiale du diamètre utérin durant les premiers jours du postpartum est suivie d'un rythme d'involution plus lent après le 11^e jour. L'endomètre retrouve son état antérieur à la gestation entre le 23^e et 24^e jour postpartum. Cette diminution rapide de la taille de l'utérus, associée à l'absence de liquide intra-utérin et la réduction de la perfusion vasculaire au cours des premières semaines post-partum, contribue à l'établissement d'un environnement utérin favorable au développement embryonnaire après la fécondation (Lemes et al., 2017a).

Les tissus de l'appareil reproducteur présentent une faible échogénicité en raison de l'accumulation de liquide lié à la croissance folliculaire et à des taux d'œstrogènes élevés, faisant souvent suite à une exposition préalable à la progestérone (Satué & Gardón, 2013). Les images hypoechogènes peuvent également être associées au processus inflammatoire inhérent à l'involution utérine. Chez la jument, cette inflammation physiologique se résout généralement dans les 24 à 72 heures suivant la saillie. Si elle persiste au-delà de trois ou quatre jours, l'environnement utérin devient impropre à la survie de l'embryon en raison de la sécrétion de prostaglandine F2-alpha, d'une baisse des taux de progestérone et d'un retour rapide en œstrus (Valacchi et al., 2018).

Chez la jument, l'utérus est flasque pendant l'œstrus et turgide pendant le diestrus, ce qui contraste avec les caractéristiques observées chez les bovins. Les taux d'œstradiol augmentent au cours de la phase ovulatoire de l'œstrus, induisant la réceptivité sexuelle et favorisant le relâchement de l'utérus, du col de l'utérus et de la vulve (Satué & Gardón, 2013). La diminution du taux de conception lors du foal heat peut être attribuable à une involution utérine incomplète (Lemes et al., 2017b).

Conclusion

8. Conclusion

Ce travail a permis d'évaluer la fertilité au foal heat des poulinières du haras national chaouchaoua dans la région de Tiaret.

L'intervalle poulinage-1^{ere} saillie et l'intervalle poulinage-ovulation sont variables et peuvent probablement être affectés par l'âge et la race des juments.

Le taux de conception au foal heat est similaire aux valeurs rapportées par plusieurs auteurs.

Le taux de mortalités embryonnaires est supérieur aux valeurs rapportées par plusieurs auteurs, l'interruption de la gestation est une cause majeure de pertes économiques, notamment, les frais de saillies et le cout élevé du consommable vétérinaire.

La fertilité des poulinières au foal heat est satisfaisante, le recours à l'utilisation des lavages utérins et des ecboliques ont eu un impact positif sur le taux de conception ; cependant, il faut prévoir de saillir les juments présentant des liquides utérins au-delà de 12 jours postpartum aux cycles suivants les chaleurs de poulinage afin de réduire les risques liés à l'échec de la conception et aux mortalités embryonnaires précoces.

9. Recommandations

- ♣ Etude de la cyclicité pour mettre en évidence l'effet de la saison dans l'année en Algérie, afin de prédire le moment de l'ovulation postpartum avant et après la transition printanière.
- ♣ Eviter de saillir les juments présentant du liquide utérin au-delà du 12^{ème} jour postpartum.
- ♣ Evaluation de la fertilité des mâles, une faible qualité reproductive de l'étalon constitue une cause fréquente de confusion, conduisant à attribuer à tort des problèmes de fertilité à la jument, alors que l'origine du trouble vient de l'étalon utilisé pour la saillie.
- ♣ Conduire une étude nationale incluant au moins 300 à 500 poulinières représentatives de l'ensemble du territoire algérien (nord, est, ouest et sud) et de différents systèmes d'élevage (haras nationaux, élevages privés). Cette approche permettrait d'identifier d'éventuelles variations géographiques et climatiques et celles en relation avec les pratiques d'élevages.

Références Bibliographiques

1. Admin, H. (2016). Should I breed my mare on foal heat. Sporthorse database. P. O. Box 8110, Mauchline, United Kingdom.
2. Ali, A., Alamaary, M., & Al-Sobayil, F. (2014). Reproductive performance of Arab mares in the kingdom of Saudi Arabia. *Tierärztliche Praxis Großtiere*, 145-149.
3. Allard, A., Barrier-Batut, I., Caillaud, M., Chavatte-Palmer, P., Deleuze, S., Goudet, G., Margat, A., Marnay-Le-Masne, L., & Provost, E. (2019a). Chapitre 1 : anatomie et physiologie. In : *Gestion de la jument : reproduction, gestation, poulinage* (8ème édition, pp. 1-160). Exmes : Institut français du cheval et de l'équitation.
4. Aurich, C. (2011). Reproductive cycles of horses. *Animal Reproduction Science*, 124(3-4), 220-228.
5. Aurich, C. (2011). Reproductive cycles of horses. *Animal Reproduction Science*, 124(3-4), pp. 220-228.
6. Azevedo, R. P., Mendonça, L. A., Lanza, J. C., Lopes, E. P., Gomes, P. S., & Valle, G. R. (2013). Reproductive efficiency in equine embryos transfer using recipients in the foal heat. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, 37, 365-370.
7. Barone, R. (2001). Appareil génital femelle. In : *Anatomie comparée des mammifères domestiques, splanchnologie II* (pp. 265-291). Vigot Frères Éditions, France.
8. Belz, J. P., & Glatzel, P. S. (1995). Fertility in mares after a disturbed as well as an undisturbed puerperium. Significance of histological and cytological examinations of the uterus. *Tierärztliche Praxis*, 23, 267-272.
9. Bergfelt, D. R., & Adams, G. P. (2011). Luteal development. In: A. O. McKinnon, E. L. Squires, W. E. Vaala, & D. D. Varner (Éds.), *Equine Reproduction* (pp. 2055-2064). John Wiley & Sons, USA.
10. Blanchard, T. L., & Macpherson, M. L. (2011). Breeding mares on foal heat. In A. O. McKinnon, E. L. Squires, W. E. Vaala, & D. D. Varner (Eds.), *Equine Reproduction* (pp. 2294-2301). Blackwell.
11. Blanchard, T. L., Thompson, J. A., Brinsko, S. P., et al. (2004). Accouplement des juments en chaleur de poulinage : étude rétrospective sur cinq ans. In: *Proceedings. Am Assoc Equine Pract*, 50, pp. 525-530.

12. Blanchard, T. L., Thompson, J. A., Brinsko, S. P., et al. (2004). Mating mares on foal heat: A five-year retrospective study. *Proceedings of the Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners*, 50, 525-530.
13. Blanchard, T. L., Thompson, J. A., Love, C. C., Brinsko, S. P., Ramsey, J., O'Meara, A., & Varner, D. D. (2012). Influence of day of postpartum breeding on pregnancy rate, pregnancy loss rate, and foaling rate in Thoroughbred mares. *Theriogenology*, 77, 1290-1296. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2011.10.034>
14. Blanchard, T. L., Thompson, J. A., Love, C. C., et al. (2012). Influence du jour de la reproduction post-partum sur le taux de gestation, le taux de perte de gestation et le taux de poulinage chez les juments pur-sang. *Theriogenology*, 77, pp. 1290–1296.
15. Bosh, K. A., Powell, D., Neibergs, J. S., et al. (2009). Impact de l'efficacité reproductive au fil du temps et de la valeur financière des juments sur les rendements économiques des juments pur-sang dans le centre du Kentucky. *Equine Vet J*, 41, pp. 889–894.
16. Bosh, K. A., Powell, D., Shelton, B., & Zent, W. (2009). Reproductive performance measures among Thoroughbred mares in central Kentucky, during the 2004 mating season. *Equine Veterinary Journal*, 41, 883-888.
17. Brinsko, S. P., Blanchard, T. L., Varner, D. D., Schumacher, J., Love, C. C., Hinrichs, K., & Hartman, D. L. (2011). Management of the pregnant mare. In: *Manual of Equine Reproduction* (pp. 114-130). Maryland Heights: Mosby Elsevier.
18. Brinsko, S. P., Blanchard, T. L., Varner, D. D., Schumacher, J., Love, C. C., Hinrichs, K., & Hartman, D. L. (2011). Pregnancy: physiology and diagnosis. In: *Manual of Equine Reproduction* (pp. 85-93). Maryland Heights: Mosby Elsevier.
19. Brinsko, S. P., Blanchard, T. L., Varner, D. D., Schumacher, J., Love, C. C., Hinrichs, K., & Hartman, D. L. (2011). Reproductive anatomy of the mare. In : *Manual of Equine Reproduction* (pp. 1-5). Elsevier. (Note : Cette référence était présente en double dans votre liste initiale).
20. Brinsko, S. P., Blanchard, T. L., Varner, D. D., Schumacher, J., Love, C. C., Hinrichs, K., & Hartman, D. L. (2011). Transrectal ultrasonography in broodmare practice. In: *Manual of Equine Reproduction* (pp. 54-72). Maryland Heights: Mosby Elsevier.
21. Bucca, S. (2014). Use of ultrasonography in fetal development and monitoring. In: J. Kidd, K. Lu, & M. Frazer (Éds.), *Atlas of Equine Ultrasonography* (pp. 341-350). Chichester: Wiley Blackwell.

22. Bucca, S., Fogarty, U., Collins, A., & Small, V. (2005). Assessment of foeto-placental well-being in the mare from mid-gestation to term: transrectal and transabdominal ultrasonographic features. *Theriogenology*, 64(3), pp. 542-557.
23. Budras, K. D., Sack, W. O., & Röck, S. (2009). Female reproductive organs. In: *Anatomy of the Horse* (pp. 82-83). Schlütersche, Germany.
24. Camargo, C. E., Kozicki, L. E., Ruda, P. C., et al. (2017). Efficacité reproductive chez les juments allaitantes inséminées tôt dans la période post-partum (< 10 jours après la mise bas) par rapport aux juments non allaitantes inséminées 180 jours après la mise bas. *Pferdeheilkunde*, 33, pp. 458-464.
25. Camargo, C. E., Kozicki, L. E., Ruda, P. C., et al. (2017). Reproductive efficiency in lactating mares inseminated early in the puerperium (10 days post-partum) versus non-lactating mares inseminated 180 days post-partum. *Pferdeheilkunde*, 33, 458-464.
26. Cardona-García, M., Jiménez-Escobar, C., Ferrer, M. S., & Maldonado-Estrada, J. G. (2024). Follicular dynamics and pregnancy rates during foal heat in Colombian Paso Fino mares bred under permanent grazing. *Animals*, 14, 760. <https://doi.org/10.3390/ani14050760>
27. Carnevale, E. M., Bergfelt, D. R., & Ginther, O. J. (1993). Aging effects on follicular activity and concentrations of FSH, LH, and progesterone in mares. *Animal Reproduction Science*, 31(3-4), 287-299.
28. Carvalho, G. R. de, Fonseca, F. A., Silva Filho, J. M. da, Ruas, J. R. M., & Borges, A. M. (2001). Evaluation of the use of foal heat in embryo collection. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 30, 1445-1450. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982001000600009>
29. Chevalier, F., & Palmer, E. (1982). Ultrasonic echography in the mare. *Journal of Reproduction and Fertility. Supplement*, Vol. 32, pp. 423-430.
30. Cilek, S. (2009). The survey of reproductive success in Arabian horse breeding from 1976-2007 at Anadolu State Farm in Turkey. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 2, 389-396.
31. Cuervo-Arango, J., & Clark, A. (2010). The first ovulation of the breeding season in the mare: The effect of progesterone priming on pregnancy rate and breeding management (hCG response rate and number of services per cycle and mare). *Animal Reproduction Science*, 118(2-4), 265-269.

32. Cuervo-Arango, J., & Newcombe, J. R. (2012). Ultrasound characteristics of experimentally induced luteinized unruptured follicles (LUF) and naturally occurring hemorrhagic anovulatory follicles (HAF) in the mare. *Theriogenology*, 77(3), 514-524. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2011.08.026>
33. Dascanio, J. J. (2011). External reproductive anatomy. In: A. O. McKinnon, E. L. Squires, W. E. Vaala, & D. D. Varner (Éds.), *Equine Reproduction*. John Wiley & Sons, USA, pp. 1577-1581.
34. Dascanio, J. J., & McCue, P. M. (2014). Chapter 58: Ultrasound examination of the pregnant mare. In: *Equine Reproductive Procedures* (1ère édition, pp. 188-192). Ames, Iowa: Wiley Blackwell.
35. Davies Morel, M. C. G. (2008). Infertility. In *Equine Reproductive Physiology, Breeding and Stud Management* (pp. 237-255). CAB International.
36. de Souza, J. R. M., Gonçalves, P. B. D., Bertolin, K., Ferreira, R., Ribeiro, A. S. S., Ribeiro, D. B., et al. (2020). Age-dependent effect of foal heat breeding on pregnancy and embryo mortality rates in Thoroughbred mares. *Journal of Equine Veterinary Science*, 90, 102982.
37. Derisoud, E., Grimard, B., Gourtay, C., & Chavatte-Palmer, P. (2022). Factors affecting post-breeding endometritis, pregnancy rate and embryonic/fetal death in sport mares in two French commercial stud farms: Special focus on age, parity and lactating status effects. *bioRxiv*, 2022, 1-24.
38. Duarte, M. B., Vieira, R. C., & Silva, F. O. C. (2002). Incidence of pregnancy loss until the 50th day in Quarter Horse mares. *Ciência Rural*, 32, 643-647. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782002000400016>
39. Frazer, G. (2011). Gestion de la dystocie. In : A. O. McKinnon, E. L. Squires, W. E. Vaala, & D. D. Varner (Éds.), *Reproduction équine* (2e éd., pp. 2479–2496). Ames, IA: Wiley-Blackwell.
40. Gastal, E. L., Pastorello, M., Godoi, D. B., & Gastal, M. O. (2021). Reproductive patterns and follicular waves in postpartum lactating versus non-postpartum cycling mares. *Journal of Equine Veterinary Science*, 107, 103732.
41. Ginther, O. J. (1992). Reproductive biology of the mare: basic and applied aspects (2e éd., pp. 475–486). Cross Plains, WI : Equiservices.
42. Ginther, O. J., & Williams, D. (1996). Incidence et nature des dystocies équines à la ferme. *J Equine Vet Sci*, 6, pp. 159-164.

43. Gomes, G. M., Jacob, J. C. F., & Domingues, I. B. (2004). Use of mares as embryo recipients after first postpartum ovulation. *Proceedings of an International Symposium: Equine Embryo Transfer* (p. 105). Reading, August 6-15, 2004.
44. Gygax, A. P., Ganjam, V. K., & Kenney, R. M. (1979). Changements cliniques, microbiologiques et histologiques associés à l'involution utérine chez la jument. *J Reprod Fertil*, 27(Suppl.), pp. 571–578.
45. Hanlon, D. W., & Firth, E. C. (2012). The reproductive performance of Thoroughbred mares treated with intravaginal progesterone at the start of the breeding season. *Theriogenology*, 77, 952-958.
46. Hanlon, D. W., Stevenson, M., Evans, M. J., et al. (2012). Performances reproductives des juments pur-sang dans la région de Waikato en Nouvelle-Zélande : 2. Analyses multivariées et sources de variation au niveau des juments, des étalons et des haras. *NZ Vet J*, 60, pp. 335–343.
47. Holder, R. (2014a). Use of ultrasonography in twin management. In: J. Kidd, K. Lu, & M. Frazer (Éds.), *Atlas of Equine Ultrasonography* (pp. 323 328). Oxford: John Wiley & Sons, Ltd.
49. Holder, R. (2014b). Use of ultrasonography in equine fetal sex determination between 55 and 200 days of gestation. In: J. Kidd, K. Lu, & M. Frazer (Éds.), *Atlas of Equine Ultrasonography* (pp. 329 340). Oxford: John Wiley & Sons, Ltd.
50. Ishii, M., Aoki, T., Yamakawa, K., et al. (2013). Relation entre le temps de rétention placentaire et les performances reproductives lors des chaleurs du poulain chez les pur-sang et comparaison avec les chevaux de trait lourds. *J Equine Sci*, 24, pp. 25–29.
51. Ishii, M., Shimamura, T., Utsumi, A., et al. (2001). Performances reproductives et facteurs réduisant le taux de gestation chez les chevaux de trait lourds élevés à la chaleur du poulain. *J Equine Vet Sci*, 21, pp. 131–136.
52. Ishii, M., Shimamura, T., Utsumi, A., Jitsukawa, T., Endo, M., Fukuda, T., & Yamanoi, T. (2001). Reproductive performance and factors that decrease pregnancy rate in heavy draft horses bred at the foal heat. *Journal of Equine Veterinary Science*, 21, 131-136. [https://doi.org/10.1016/S0737-0806\(01\)70109-8](https://doi.org/10.1016/S0737-0806(01)70109-8)
53. Knowles, J. (2022, May 29). Concerns about breeding mares on a foal heat. *High Plains Journal*. <https://hpj.com/2022/05/29/concerns-about-breeding-mares-on-a-foal-heat/>

54. Koskinen, E., & Katila, T. (1987). Involution utérine, activité ovarienne et fertilité chez la jument après la mise bas. *J Reprod Fertil*, 35(Suppl.), pp. 733-734.
55. Lemes, K. M., Silva, L. A., Alonso, M. A., Celeghini, E. C. C., Pugliesi, G., Carvalho, H. F., Affonso, F. J., Silva, D. F., Leite, T. G., & de Arruda, R. P. (2017). Follicular dynamics, ovarian vascularity and luteal development in mares with early or late postpartum ovulation. *Theriogenology*, 96, 23-30.
56. Lemes, K. M., Silva, L. A., Alonso, M. A., et al. (2017). Dynamique folliculaire, vascularisation ovarienne et développement lutéal chez les juments présentant une ovulation post-partum précoce ou tardive. *Theriogenology*, 96, pp. 23–30.
57. Ley, W. (2004). Anatomy and physiology. In: *Broodmare Reproduction for the Equine Practitioner* (pp. 55-67). CRC Press.
58. Ley, W. B. (2014a). Section 4: Anatomy and physiology. In: *Broodmare Reproduction for the Equine Practitioner* (1ère édition, pp. 55 74). Jackson, Wyoming: Teton NewMedia.
59. Little, T. V., & Holyoak, G. R. (1992). Anatomie reproductive et physiologie de l'étalon. *Vet Clin North Am Equine Pract.*, 8, pp. 1-29.
60. Loy, R. G. (1980). Caractéristiques de la reproduction post-partum chez les juments. *Vet Clin North Am Large Anim Pract*, 2, pp. 345–349.
61. Loy, R. G. (1980). Characteristics of postpartum reproduction in mares. *Veterinary Clinics of North America: Large Animal Practice*, 2, 345-349.
62. Macpherson, M. (2012). Breeding mares on foal heat. *Proceedings of the 63rd Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners*. San Antonio, Texas, USA.
63. Macpherson, M. L., & Blanchard, T. L. (2005). Reproduction des juments en chaleur. *Equine Vet Educ*, 17, pp. 44–52.
64. Mahmood, K., Hassan, M., Channa, A. A., Ghafoor, A., & Riaz, A. (2024). Comparative analysis of breeding patterns and reproductive efficiency of mares in subtropical conditions of Pakistan. *Veterinary Medicine and Science*, 10, e1582. <https://doi.org/10.1002/vms3.1582>
65. Maischberger, E., Irwin, J. A., Carrington, S. D., & Duggan, V. E. (2008). Equine post breeding endometritis: A review. *Irish Veterinary Journal*, 61(3), 163.
66. Malschitzky, E., Pimentel, A. M., Garbade, P., et al. (2015). Les stratégies de gestion visant à améliorer le bien-être des chevaux réduisent les taux de mortalité embryonnaire chez les juments. *Reprod Dom Anim*, 50, pp. 632–636.

67. Malschitzky, E., Schilela, A., Mattos, A. L. G., et al. (2002). Effect of intra-uterine fluid accumulation during and after foal-heat and of different management techniques on the post-partum fertility of thoroughbred mares. *Theriogenology*, 58, 495-498.
68. Malschitzky, E., Schilela, A., Mattos, A. L. G., Garbade, P., Gregory, R. M., & Mattos, R. C. (2003). Intrauterine fluid accumulation during foal heat increases embryonic death. *Pferdeheilkunde*, 19(6), 646-649.
69. Malschitzky, E., Schilela, A., Mattos, A. L., et al. (2002). Effet de l'accumulation de liquide intra-utérin pendant et après la chaleur post-partum et de différentes techniques de gestion sur la fertilité post-partum des juments pur-sang. *Theriogenology*, 58, pp. 495–498.
70. Malschitzky, E., Schilela, A., Mattos, A. L., et al. (2003). L'accumulation de liquide intra-utérin pendant la chaleur du poulain augmente la mortalité embryonnaire. *Pferdeheilkunde*, 19, pp. 646–649.
71. Matthews, R. G., Ropiha, R. T., & Butterfield, R. M. (1967). Le phénomène de la chaleur des pouliches chez les juments. *Aust Vet J*, 43, pp. 579–582.
72. McCue, P. M. (2010). Foal heat breeding. *Equine Reproduction Laboratory*, Colorado State University.
73. McCue, P. M. (2019h). Chapter 5: Physiology of pregnancy. In: *Clinical Equine Reproduction (Volume 2) - Pregnancy, foaling, lactation and foal care* (1ère édition, pp. 69-86). Fort Collins, Colorado: Colorado State University.
74. McCue, P. M., & Ferris, R. A. (2012). Parturition, dystocie et survie des poulains — étude rétrospective de 1 047 naissances. *Equine Vet J*, 44 (Supplement 41), pp. 22-25.
75. McCue, P. M., & Hughes, J. P. (1990). Effet du lavage utérin post-partum sur le taux de gestation après les chaleurs post-partum. *Theriogenology*, 33, pp. 1121-1129.
76. McDonnell, S. M. (2000). Reproductive behavior of stallions and mares: Comparison of free-running and domestic in-hand breeding. *Animal Reproduction Science*, 60-61, 211-219.
77. McKinnon, A. O., Squires, E. L., Harrison, L. A., et al. (1988). Ultrasonographic studies on the reproductive tract of mares after parturition: Effect of involution and uterine fluid on pregnancy rates in mares with normal and delayed post-partum ovulatory cycles. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 192, 350-353.

78. McKinnon, A., Squires, E., & Vaala, W. (Éds.). (2010). *Equine reproduction*. Oxford: Wiley Blackwell, 3288p.
79. Meijer, M., Macpherson, M. L., & Dijkman, R. (2015). Comment utiliser la perfusion d'eau dans les vaisseaux ombilicaux pour traiter la rétention des membranes fœtales chez les juments. In: *Proceedings. Am Assoc Equine Pract*, 61, pp. 478–484.
80. Meyers, P. J., Bonnett, B. N., & McKee, S. L. (1991). Quantification de la mortalité embryonnaire précoce dans trois élevages équins. *Canadian Vet J*, 32, pp. 665–672.
81. Morel, D. M. C. G. (2008). The reproductive anatomy of the mare. In : *Equine Reproductive Physiology, Breeding, and Stud Management* (pp. 1-7). CABI, London, UK.
82. Murase, H., Endo, Y., Tsuchiya, T., Kotoyori, Y., Shikichi, M., Ito, K., Sato, F., & Nambo, Y. (2014). Ultrasonographic evaluation of equine fetal growth throughout gestation in normal mares using a convex transducer. *Journal of Veterinary Medical Science*, 76(7), pp. 947-953.
83. Nagy, P., Huszenicza, G., Juhasz, J., et al. (1998). Facteurs influençant l'activité ovarienne et le comportement sexuel des juments en post-partum dans des conditions d'élevage. *Theriogenology*, 50, pp. 1109-1119.
84. Nagy, P., Huszenicza, G., Juhász, J., Kulcsár, M., Solti, L., Reiczigel, J., et al. (1998). Factors influencing ovarian activity and sexual behavior of postpartum mares under farm conditions. *Theriogenology*, 50, 1109-1119.
85. Parrilla-Hernandez, S., Ponthier, J., Franck, T. Y., Serteyn, D. D., & Deleuze, S. C. (2014). High concentrations of myeloperoxidases in the equine uterus as an indicator of endometritis. *Theriogenology*, 81(7), 936-940.
86. Provencher, R., Threlfall, W. R., Murdick, P. W., et al. (1988). Rétention des membranes fœtales chez la jument : étude rétrospective. *Can Vet J*, 29, pp. 903–910.
87. Renaudin, C. (2000). Ultrasonographic determination of equine fetal gender [en ligne]. In: B. Ball (Éd.), *Recent Advances in Equine Theriogenology*. IVIS.
88. Roser, J. F. (2008). Régulation de la fonction testiculaire chez l'étalon : un réseau complexe de systèmes endocriniens, paracrines et autocrines. *Anim Reprod Sci.*, 107, pp. 179-196.
89. Saltiel, A., Gutierrez, A., & Sosa, C. (1987). Cytologie cervico-endométriale et aspects physiologiques de la jument après le poulinage. *J Reprod Fert*, 35 (Suppl.), pp. 305-309.

90. Samper, J. C. (Éd.). (2009a). Chapter 11: Anatomy and physiology of the mare. In: *Equine Breeding Management and Artificial Insemination* (2ème édition). St. Louis, Missouri: Saunders Elsevier.
91. Samper, J. C., Pycock, J. F., & McKinnon, A. O. (2007a). Chapter 52: Pregnancy diagnosis in the mare. In: *Current Therapy in Equine Reproduction* (1ère édition, pp. 335-342). St. Louis, Missouri: Saunders Elsevier.
92. Satue, K., & Gardon, J. C. (2020). Physiological and clinical aspects of the endocrinology of the estrous cycle and pregnancy in mares. *Animal Reproduction in Veterinary Medicine*.
93. Schilela, A., Malschitzky, E., Mattos, A. G., et al. (2001). Effet de l'accumulation de liquide intra-utérin avant et après la première ovulation post-partum sur les taux de gestation chez la jument. *Pferdeheilkunde*, 17, pp. 639-643.
94. Schweizer, C. (2014). Transrectal ultrasonography of early equine gestation - the first 60 days. In: J. Kidd, K. Lu, & M. Frazer (Éds.), *Atlas of Equine Ultrasonography* (pp. 309-322). Oxford: John Wiley & Sons, Ltd.
95. Scoggin, C. F. (2015). Not just a number: Effect of age on fertility, pregnancy and offspring vigour in thoroughbred brood-mares. *Reproduction, Fertility and Development*, 27, 872-879.
96. Shantha Vardhan, M., Renukaradhya, G. J., Sudha, G., Suchitra, B. R., Naveen Kumar, S., & Srinivasa Murthy, K. M. (2025). A five-year retrospective study on reproductive performance and foal heat breeding outcomes in thoroughbred mares stud farm under a subtropical climate. *International Journal of Advanced Biochemistry Research*, 9(8), 775-777.
97. Sharma, S., Davies Morel, M. C. G., & Dhaliwal, G. S. (2010). Factors affecting the incidence of postpartum oestrus, ovarian activity and reproductive performance in Thoroughbred mares bred at foal heat under Indian subtropical conditions. *Theriogenology*, 74, 90-99. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2010.01.018>
98. Sharma, S., Dhaliwal, G., & Dadarwal, D. (2010). Reproductive efficiency of thoroughbred mares under Indian subtropical conditions: A retrospective survey over 7 years. *Animal Reproduction Science*, 117, 241-248.
99. Sharman, P., Young, A. J., & Wilson, A. J. (2022). Evidence of maternal and paternal age effects on speed in thoroughbred racehorses. *Royal Society Open Science*, 9(10), 220691.

100. Shono, H., Kudo, T., & Mizuno, S. (2022). Effects of age and foal-heat breeding on the reproductive performance of artificial insemination in Japanese Sport Horse mares in Iwate Prefecture. *Japanese Journal of Large Animal Clinics*, 13(1), 1-7.
101. Stanton, M. E. (2011). Involution utérine. In: A. O. McKinnon, E. L. Squires, W. E. Vaala, & D. D. Varner (Éds.), *Reproduction équine* (2e ed., pp. 2291–2293). Ames, IA: Wiley-Blackwell.
102. Steiger, K., Kersten, F., Aupperle, H., et al. (2001). Involution puerpérale chez la jument : comparaison des signes cliniques et de la pathologie. *Pferdeheilkunde*, 17, pp. 627–632.
103. Stout, T. A. (2012). Comment décider quand faire reproduire une jument après la mise bas. In: *Proceedings. Am Assoc Equine Pract*, 58, pp. 375–378.
104. Stout, T. A. E. (2011). Prostaglandins. In : A. O. McKinnon, E. L. Squires, W. E. Vaala, & D. D. Varner (Éds.), *Equine Reproduction* (pp. 1642-1647). John Wiley & Sons, USA.
105. Suchitra, B. R. (2019). Studies on factors influencing reproductive performance of Thoroughbred mares bred during foal heat [Doctoral dissertation, Karnataka Veterinary, Animal and Fisheries Sciences University].
106. Sullivan, J. J., Turner, PC., Self, L. C., et al. (1975). Enquête sur l'efficacité reproductive chez les Quarter Horses et les pur-sang. *J Reprod Fertil*, 23(Suppl.), pp. 315–318.
107. Turner, R., McDonnell, S., Feit, E., Grogan, E., Foglia, R., & Ross, S. (2006). How to determine gestational age of an equine pregnancy in the field using transrectal ultrasonographic measurement of the fetal eye. In: *Proceedings of the 52nd AAEP Annual Convention* (pp. 250-255). San Antonio.
108. Vandeplasseche, M., Spincemaille, J., & Bouters, R. (1971). Étiologie, pathogenèse et traitement de la rétention placentaire chez la jument. *Equine Vet J*, 3, pp. 144-147.
109. Vanderwall, D. K., Woods, G. L., Freeman, D. A., Weber, J. A., Rock, R. W., & Tester, D. F. (1993). Ovarian follicles, ovulations and progesterone concentrations in aged versus young mares. *Theriogenology*, 40(1), 21-32. [https://doi.org/10.1016/0093-691X\(93\)90338-6](https://doi.org/10.1016/0093-691X(93)90338-6)
110. Vidauri, C. Z., Arechiga-Flores, C., Rincon-Delgado, M., Rochin-Berumen, F., Lopez-Carlos, M., & Flores-Flores, G. (2018). Mare reproductive cycle: a review. *Abanico Veterinario*, 8(3), pp. 14-41.

111. Warriach, H. M., Memon, M. A., Ahmad, N., Norman, S. T., Ghafar, A., & Arif, M. (2014). Reproductive performance of Arabian and Thoroughbred mares under subtropical conditions of Pakistan. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 27, 932-936.
112. Winter, G. H. Z., Rubin, M. I. B., De La Corte, F. D., & Silva, C. A. M. (2007). Gestational length and first postpartum ovulation of Criollo mares on a stud farm in southern Brazil. *Journal of Equine Veterinary Science*, 27, 531-534. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2007.10.015>
113. Yendim, S. K., Aksen, O. U., Yildirim, S., Uzabaci, E., Sarıoglu, S., Yıldız, G. E., Keskin, A., & Yilmazbasmecitoglu, G. (2025). The evaluation of fertility following foal heat or the subsequent postpartum estrus in purebred Arabian mares. *Indian Journal of Animal Research*, 59(8), 1303-1309. <https://doi.org/10.18805/IJAR.BF-1929>
114. Zeller, D. (2000). Effect of the environmental temperature and air moisture on some reproductive parameters in foaling mares. *Czech Journal of Animal Science*, 45, 385-388.
115. Zent, W. W. (2007). La jument reproductrice après la mise bas. In : J. C. Samper, J. F. Pycock, & A. O. McKinnon (Éds.), *Traitement actuel de la reproduction équine* (pp. 455–457). St. Louis, MO : Saunders Elsevier.

Annexes

