



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

Université BLIDA 1

جامعة بليدة 1

Faculté des Sciences de la Nature et de la

كلية علوم الطبيعة و الحياة

Département : Biologie et Physiologie des Organismes

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biologie et physiologie de la reproduction

Intitulé :

Maîtrise du cycle œstral de la jument à des fins d'insémination artificielle

Présenté et soutenu par : *Mlle BOURABRAB Roumaïssa*

Mlle DJEDDOUR Abir

Le : 10-07-2019

Jury d'évaluation :

| | | | |
|-------------------|------------------------------|-----|--------------------|
| Président du jury | Mr. LARBI DOUKARA Kamel | MCB | Université Blida 1 |
| Examinatrice | Mme. BENMANSOUR Nabahat | MCB | Université Blida 1 |
| Promoteur | Mr. BESSAAD Mohamed El Amine | MCB | Université Blida 1 |
| Co.promoteur | Mr. KAIDI Rachid | Pr | Université Blida 1 |

Année universitaire

2018/2019

Remerciements

Tout d'abord nous remercions Dieu qui nous a donné la force et la patience afin de réaliser ce modeste travail le tout puissant qui nous éclaire le bon chemin.



On tient à adresser nos remerciements à notre Co-encadreur Pr KAIDI Rachid, Professeur au département des sciences vétérinaires à l'université Blida 1, Pour nous avoir proposé de travailler sur ce projet de thèse, pour la confiance qu'il nous a accordée dans la réalisation de ce travail et d'avoir accepté la direction de ce projet de fin d'étude et de nous avoir fait bénéficier de sa compétence et ses conseils, son aide et de sa disponibilité sans aucune limite. Qu'il agrée ici l'expression de notre plus grande et sincère gratitude.

Nous tenons à exprimer nos remerciements les plus vifs à notre encadreur Mr BESSAAD Mohamed El Amine, Maître de conférences B au département des sciences biologiques à l'université Blida 1, qui a su nous guider et nous aider dans ce travail avec beaucoup de tact et de gentillesse et qui nous a permis de découvrir un domaine très intéressant. Merci de nous avoir montré les clés du succès : avoir confiance en soi et en ses capacités, croire en soi et toujours tenter de se dépasser. Qu'il trouve ici notre estime et notre profond respect.

A Mr. Larbi Doukara Kamel, Maître de conférences B au département des sciences biologiques à l'université Blida 1, qui nous a fait l'honneur De présider notre jury et d'avoir fait partie de nos chers enseignants.

A Mme. Benmansour Nabahat, Maître de conférences B au département des sciences biologiques à l'université Blida 1, d'avoir accepté d'examiner ce travail, une chère enseignante qui nous fait profiter de ses enseignement.

Aux personnes qui ont aidé à la réalisation de cette thèse, merci :

Mr. Nasri Abdelkrím Mohamed, Chef du centre de reproduction Haras Hocine El Mansour (Mostaganem), qui nous a fait l'honneur de nous accepter au sein de la jumenterie Haras Hocine El Mansour, merci également à sa famille et toute l'équipe de la jumenterie.

Mr. KALEM Amar, Maître de conférences B au département des sciences vétérinaires à l'université Blida 1, pour son aide et sa gentillesse.

Un profond remerciement aux travailleurs de laboratoire LBRA au département des sciences vétérinaires à l'université Blida 1, qui nous ont aidés et collaborés avec nous pour la réalisation de ce travail.

Enfin nous exprimons toute notre gratitude à toutes les personnes que nous n'avons pas citées ici et qui ont permis que ce travail se réalise.

UN GRAND MERCI A TOUS

Dédicace

*Les études avant tout, notre unique et seul atout
Ils représentent la lumière de notre existence
L'étoile brillante de notre réjouissance*



Je dédie cette thèse à ...

Que ce travail témoigne de mes respects :

À mes parents : Houria et Boubaker Abdelhak

Grâce à leurs tendres encouragements et leurs grands sacrifices, ils ont pu créer le climat affectueux et propice à la poursuite de mes études. Aucune dédicace ne pourrait exprimer mon respect, ma considération et mes profonds sentiments envers eux. Je prie le bon Dieu de les bénir, de veiller sur eux, en espérant qu'ils seront toujours fiers de moi.

À ma sœur Nour El Imane et à mon frère Oussama

À ma tante Malika, ma nièce Racha Tesnim et mon beau-frère Mouad

À la famille Bourabrab et Chelif, Ils vont trouver ici l'expression de mes sentiments de respect et de reconnaissance pour le soutien qu'ils n'ont cessé de me porter.

À tous mes professeurs : Leur générosité et leur soutien m'oblige de leurs témoigner mon profond respect et ma loyale considération.

À mes amies : Abir, Hanane, Wassila et Yakouta, elles vont trouver ici le témoignage d'une fidélité et d'une amitié infinie.

BOURABRAB Roumaïssa

Dédicace

*Les études avant tout, notre unique et seul atout
Ils représentent la lumière de notre existence
L'étoile brillante de notre réjouissance*



Je dédie cette thèse à ...

Que ce travail témoigne de mes respects :

À mes parents : Malika et Abdelkader

Grâce à leurs tendres encouragements et leurs grands sacrifices, ils ont pu créer le climat affectueux et propice à la poursuite de mes études. Aucune dédicace ne pourrait exprimer mon respect, ma considération et mes profonds sentiments envers eux. Je prie le bon Dieu de les bénir, de veiller sur eux, en espérant qu'ils seront toujours fiers de moi.

À ma sœur Wafa et à mes frères Ayoub et Oussama

À mon mari Abdelhadî

À la famille Djeddour et Rahou et Aoucha, Ils vont trouver ici l'expression de mes sentiments de respect et de reconnaissance pour le soutien qu'ils n'ont cessé de me porter.

À tous mes professeurs : Leur générosité et leur soutien m'oblige de leurs témoigner mon profond respect et ma loyale considération.

À mes amies : Roumaïssa, Hanane, Nesrine et wassîla, Selma, Soumia, Imene et Yakouta, elles vont trouver ici le témoignage d'une fidélité et d'une amitié infinie.

DJEDDOUR Abîr

RESUME

La reproduction équine demande une rigueur importante dans la gestion de la jument afin de remplir l'objectif d'obtenir un poulain par an et le plus tôt dans l'année, en prenant en compte la particularité du cycle œstral et l'ovulation chez la jument.

L'objectif de notre travail est de voir l'efficacité de l'utilisation de traitement à base de progestérone pour la maîtrise du cycle à des fins de synchronisation de l'œstrus chez les juments de course par un suivi du follicule dominant jusqu'à son ovulation à des fins d'insémination artificielle. Pour cela, plusieurs procédés ont été utilisés, entre autres : la palpation transrectale, l'échographie, le soufflage, la collecte de la semence, l'insémination fraîche ou congelée jusqu'au diagnostic de gestation.

14 juments, 05 « pur-sang arabe » et 09 « selle français », ont été suivies. Au départ 04 sont classées dans l'anoestrus et donc ont subi un traitement lumineux. Par la suite les 14 cyclées ont subi des traitements à base de progestérone pour la synchronisation de l'œstrus juments (Lot1 :06 traités par REGUMATE, lot 2 : 08 traités par ALERMATE).

A travers le soufflage et la palpation, les chaleurs, après la fin du traitement, ont été observées chez 90% des juments des 2 lots, dans les 5 jours. Nous avons également fait le suivi de la dynamique folliculaire par échographie à partir de la fin de traitement jusqu'à l'ovulation.

La majorité des juments 85.71% (12/14) ont eu une ovulation. Toutes fois nous avons noté que : Selon la race, l'ovulation chez les « selles français » 12.57 jours étaient plus précoces par rapport aux « pur-sang arabe » 14.25 jours. Ainsi que le diamètre moyen de follicule pré-ovulatoire qui est plus gros, de 48.28mm par rapport aux pur-sang arabe qui est de 46.40mm. Et selon le traitement, 47.5 mm pour les deux traitements, mais l'intervalle entre la fin de traitement et l'ovulation variait entre 12 jours pour REGUMATE et 14.6 jours pour ALTERMATE.

L'insémination artificielle la plus utilisée au haras est l'insémination congelée 50% touchant principalement la race « selle français » toutes les 24h. L'IAF est réalisée à 35.71% en inséminant les juments pur-sang arabe toutes les 48 heures. Pour les deux types d'IA, nous avons obtenus 58.33 % de taux de réussite.

La connaissance de l'activité de follicule pré-ovulatoire (follicule de De Graaf) et le moment de l'ovulation est un élément essentiel de décision de l'insémination de la jument reproductrice.

Mots-clés : Jument, Reproduction, Progestérone, Ovulation, échographie, Insémination artificiel.

ABSTRACT

Equine reproduction requires a great deal of rigor in the management of the mare in order to fulfill the objective of obtaining a foal per year and at the earliest of the year, taking into account the peculiarity of the reproduction cycle and ovulation in the Mare.

The aim of our work is to see the efficacy of using progesterone-based treatment for cycle control for estrus synchronization in race mares by monitoring the dominant follicle up to ovulation for artificial insemination. For this, several methods are used: transrectal palpation, ultrasound, blowing, semen collection, fresh or frozen insemination until diagnosis of pregnancy.

14 mares, 05 "Arab thoroughbreds" and 09 "French saddle" were followed. In beginning 04 are classified in anoestrus and therefore have undergone a light treatment. Subsequently the 14 underwent progesterone-based treatments for the synchronization of oestrus mares (Lot1: 06 treated with REGUMATE, lot 2: 08 treated with ALERMATE).

Through blowing and palpation, the heats, after the end of the treatment, were observed in 90% of the mares of the 2 lots, within 5 days. We also track follicular dynamics by ultrasound from the end of treatment to ovulation.

The majority of 85.71% (12/14) mares had ovulation. All the time we noted that According to race, ovulation in "French stool" 12.57 days was earlier compared to "thoroughbred Arabian" 14.25 days. As well as the average pre-ovulatory follicle diameter is larger, 48.28mm compared to the Arab thoroughbred 46.40mm. Depending on the treatment, 47.5 mm for both treatments, but the interval between the end of treatment and ovulation ranged from 12 days for REGUMATE and 14.6 days for ALTERMATE.

The most used artificial insemination at the stud is the 50% frozen insemination, mainly affecting the "French saddle" breed every 24 hours. The IAF is 35.71% inseminated Arab thoroughbred mares every 48 hours. For both types of AI, we achieved 58.33% success rate.

Knowledge of pre-ovulatory follicle activity (De Graaf's follicle) and the timing of ovulation is an essential part of the insemination decision of the breeding mare.

Keywords: Mare, Reproduction, Progesterone, Ovulation, Ultrasound, Artificial Insemination.

ملخص

يتطلب تكاثر الخيول قدرا كبيرا من الصرامة في إدارة الفرس من أجل تحقيق هدف الحصول على مهر في السنة وفي أقرب وقت فيها مع مراعاة خصوصية دورة البويضة والتبويض في الفرس.

الهدف من هذا العمل هو معرفة مدى فعالية استخدام العلاج القائم على هرمون البروجسترون للتحكم في دورة تزامن الشبق في فرس السباق من خلال مراقبة الجريب حتى الإباضة من خلال التلقيح الاصطناعي. لهذا، تم استخدام عدة طرق، من بين وسائل أخرى: جس المستقيم، الموجات فوق الصوتية، النفخ، جمع السائل المنوي، التلقيح الطازج أو المجد حتى تشخيص الحمل.

تمت متابعة 14 فرس من بينها 05 "أصيلة عربية" و 09 "سرج فرنسي". في البداية تم تصنيف 04 منها في حالة anoestrus، وبالتالي خضع لعلاج بالضوء. في وقت لاحق خضع 14 فرسة للعلاجات المستندة إلى هرمون البروجسترون لمزامنة الإباضة 06 باستعمال REGUMATE ، ALERMATE 08

من خلال النفخ والجس، لوحظ القابلية للتكاثر، بعد نهاية العلاج، في 90 ٪ من الفرس من المجموعتين، في غضون 5 أيام. نحن أيضا تتبعنا ديناميكية المسام عن طريق الموجات فوق الصوتية من نهاية العلاج إلى الإباضة.

كانت غالبية الفرس 85.71 ٪ (14/12) في حالة إباضة. ولقد لا حضنا طوال الوقت ما يلي: وفقاً للعرق، تمت الإباضة في "السرج الفرنسي" 12.57 يوماً مقارنة بـ "العربية الأصيلة" 14.25 يوماً. وكذلك يبلغ متوسط قطر الجريب قبل الإباضة أكبر، 48.28 ملم مقارنة مع الأصيل العربي الذي يبلغ 46.40 ملم. ان الفترة الفاصلة بين نهاية العلاج والإباضة تراوحت بين 12 يوماً بالنسبة لـ REGUMATE و 14.6 يوماً بالنسبة لـ ALERMATE .

التلقيح الصناعي الأكثر استخداماً في ميدان سباق الخيل هو التلقيح المجد بنسبة 50٪، والذي خص به "السرج الفرنسي". ثم المنى الحديث الاستخلاص 35.71٪ والذي خص الخيول العربية الأصيلة. لكلا النوعين من التلقيح الاصطناعي، حققنا نسبة نجاح بلغت 58.33 ٪.

معرفة نشاط جريب ما قبل التبويض (جريب دي غراف) وتوقيت الإباضة هو جزء أساسي من قرار التلقيح عند الفرس.

الكلمات المفتاحية: الفرس، التكاثر، البروجسترون، الإباضة، الموجات فوق الصوتية، التلقيح الاصطناعي.

TABLE DES MATIERES

| | |
|---|----|
| INTRODUCTION..... | 1 |
| SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE | |
| I. LES EQUIDES EN ALGERIE..... | 2 |
| I. 1. Race pur-sang arabe..... | 2 |
| I. 2. Race selle français..... | 2 |
| II. RAPPELS SUR L'ANATOMIE ET LA PHYSIOLOGIE REPRODUCTIVE DES JUMENTS..... | 3 |
| II.1. Anatomie de l'appareil genital de la jument..... | 3 |
| II. 1. 1. La section glandulaire..... | 3 |
| II. 1. 2. La section tubulaire..... | 4 |
| II. 1. 3. Le sinus uro-génital | 4 |
| II.2. Principales caracteristiques de la reproduction chez la jument..... | 4 |
| II. 2. 1. La saison de reproduction..... | 5 |
| II. 2. 2. L'anoestrus saisonnier..... | 5 |
| II.3. Endocrinologie sexuelle lors du cycle œstral..... | 6 |
| II. 3. 1. Hormones hypothalamo-hypophysaires | 7 |
| II. 3. 2. Hormones stéroïdiennes..... | 7 |
| II. 4. Les variations physiologiques du cycle..... | 8 |
| II. 4. 1. L'apport nutritionnel | 8 |
| II. 4. 2. L'âge | 8 |
| II. 4. 3. La saison | 9 |
| II. 5. Modifications ovariennes..... | 9 |
| II. 5. 1. Dynamique folliculaire..... | 9 |
| II. 5. 2. Le corps jaune | 13 |
| III. LA MAITRISE DE CYCLE CHEZ LA JUMENT..... | 14 |
| III. 1. En période de cyclicité..... | 14 |
| III. 1. 1. Synchronisation de l'œstrus..... | 14 |
| III. 1. 2. Induction de l'ovulation pendant l'œstrus..... | 15 |

| | |
|--|----|
| III. 2. En période d'anoestrus..... | 15 |
| III. 2. 1. Mise sous lumière (traitement lumineux) | 16 |
| III. 2. 2. Traitement utilisant la GnRH native | 16 |
| III. 2. 3. Extraits hypophysaires | 16 |
| III. 2. 4. LH | 16 |
| IV. LE SUIVI DE L'OVULATION ET LES MODES DE REPRODUCTION..... | 17 |
| IV. 1. Suivi de l'ovulation | 17 |
| IV. 1. 1. Suivi du comportement de la jument à la barre de soufflage | 17 |
| IV. 1. 2. La palpation transrectale | 17 |
| IV. 1. 3. Le suivi échographique | 18 |
| IV. 1. 4. diagnostic de gestation | 20 |
| IV. 2. Les modes de reproduction | 20 |
| IV. 2. 1. La monte naturelle..... | 20 |
| IV. 2. 2. L'insémination artificielle..... | 20 |

MATERIEL ET METHODES

| | |
|--|----|
| I .OBJECTIF..... | 22 |
| II. LIEU ET PERIODE | 22 |
| II. 1. Lieu | 22 |
| II. 2. Période | 23 |
| III. MATERIEL ET METHODES..... | 23 |
| III. 1. Matériel | 23 |
| III. 1. 1. Matériel biologique | 23 |
| III. 1. 2. Matériel non biologique | 24 |

| | |
|---|----|
| III. 2. Méthodes | 25 |
| III. 2. 1. Constitution des lots | 25 |
| III. 2. 2. Démarches cliniques | 25 |
| III. 2. 3. Protocole expérimental | 26 |
| III. 2. 4. Suivi de l'ovulation | 27 |
| III. 2. 5. Insémination artificielle..... | 29 |
| III. 2. 6. Suivi de gestation | 31 |

RESULTATS ET DISCUSSION

| | |
|---|----|
| I. RESULTATS ET DISCUSSION..... | 32 |
| I. 1. Résultats..... | 32 |
| I. 1. 1. Détections des chaleurs par soufflage..... | 33 |
| I. 1. 2. Détection des chaleurs par examen gynécologique..... | 33 |
| I. 1. 3. Résultats de l'insémination artificielle..... | 45 |
| I. 1. 4. Résultats du diagnostic de gestation..... | 47 |
| I. 2. Discussion | 49 |
| CONCLUSION..... | 52 |
| REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES..... | 53 |
| ANNEXES | |

LISTE DES FIGURES

| | |
|--|----|
| Figure 1 : Coupe schématique d'un ovaire de jument (Konig, Liebich. 2004)...3 | 3 |
| Figure 2 : Représentation schématique du cycle annuel de reproduction chez la jument (Decourt. 2012).....4 | 4 |
| Figure 3 : Physiologie sexuelle de la jument (Oscar . 2016).....6 | 6 |
| Figure 4 : Profil hormonal du cycle œstral de la jument (England. 2005 ; Pradal. 2006).....8 | 8 |
| Figure 5 : Stades de développement des follicules ovariens (Lopez et Norris .2011).....10 | 10 |
| Figure 6 : Schéma représentant la croissance et les changements de forme folliculaire pré-ovulatoire équine (Ginther .1992).....13 | 13 |
| Figure 7 : Image échographique et schéma d'une coupe transversale d'utérus oedématié d'une jument en oestrus (Kahn .1994).....18 | 18 |
| Figure 8 : Images échographiques du suivi ovarien chez une jument cyclée (Kahn .1994).....19 | 19 |
| Figure 9 : Entrée principale du Centre équestre Haras Hocine El Mansour.....22 | 22 |
| Figure 10 : Photo 1 de la jument 009 pur-sang arabe ; Photo 2 de la jument 013 selle français.....23 | 23 |
| Figure 11 : 1- REGUMATE® Equine 2,2 mg/ml ; 2- PrALTERMATE® Solution 0.22%.....24 | 24 |
| Figure 12 : Juments gardées en box sous le traitement lumineux.....25 | 25 |
| Figure 13 : Diagramme résumant le protocole expérimental.....26 | 26 |
| Figure 14 : La récolte du sperme par le mannequin.....30 | 30 |
| Figure 15 : Le flehemen.....33 | 33 |
| Figure 16 : Exemple d'un follicule de l'une des quatre juments avec un diamètre de 45mm dans le mois de février.....34 | 34 |

| | |
|---|----|
| Figure 17 : Exemple d'un follicule de l'une des quatre juments avec un diamètre de 49 mm dans le mois de mars..... | 35 |
| Figure 18 : Histogramme représente le diamètre moyen du follicule & l'intervalle entre la fin de traitement et l'ovulation en fonction des mois..... | 36 |
| Figure 19 : Histogramme représente le diamètre moyen du follicule & l'intervalle entre la fin de traitement et l'ovulation en fonction de race..... | 37 |
| Figure 20 : Histogramme représente l'intervalle entre la fin de traitement et l'ovulation en fonction de race..... | 38 |
| Figure 21 : Histogramme représente le diamètre moyen de follicule à l'ovulation en fonction de race..... | 39 |
| Figure 22 : Courbe représente le diamètre moyen de follicule à l'ovulation par intervalle en fonction de race..... | 40 |
| Figure 23 : Exemple d'un follicule des juments avec un diamètre de 50mm..... | 40 |
| Figure 24 : Histogramme représente les résultats l'ovulation en fonction de traitements..... | 42 |
| Figure 25 : Histogramme représente les résultats l'ovulation en fonction d'âge..... | 43 |
| Figure 26 : Histogramme représente les résultats l'ovulation en fonction de BCS..... | 44 |
| Figure 27 : Image échographique d'un utérus en chaleur (État de chaleur 3 ⁺)..... | 45 |
| Figure 28 : Follicule avant l'insémination avec un diamètre minimum de 42 mm..... | 45 |
| Figure 29 : Vésicule embryonnaire de 13 ,14 et 15 jours lors d'un suivi de gestation post IA | 48 |
| Figure 30 : Vésicule embryonnaire de 19, 22 et 23 jours lors d'un suivi de gestation post IA | 48 |
| Figure 31 : Vésicule embryonnaire de 30, 35 et 45 jours lors d'un suivi de gestation post IA | 48 |

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|--|----|
| Tableau 1 : Identification des juments du lot expérimental..... | 32 |
| Tableau 2 : Les résultats de l'ovulation en fonction du mois..... | 36 |
| Tableau 3 : Les résultats de l'ovulation en fonction de race..... | 37 |
| Tableau 4 : L'intervalle entre la fin de traitement et l'ovulation en fonction de race..... | 38 |
| Tableau 5 : Diamètre moyen de follicule à l'ovulation en fonction de race..... | 39 |
| Tableau 6 : Diamètre moyen de follicule à l'ovulation par intervalle en fonction de race..... | 39 |
| Tableau 7 : Diamètre moyen de follicule à l'ovulation et durée d'ovulation post-traitement..... | 41 |
| Tableau 8 : L'insémination des juments pur-sang Arabe..... | 46 |
| Tableau 9 : L'insémination des juments selle français..... | 46 |
| Tableau 10 : Les résultats du diagnostic de la gestation..... | 47 |

LISTE DES ANNEXES

| | |
|--|----|
| Annexe 1 : Matériel biologique (Animaux)..... | 23 |
| Annexe 2 : Note d'état corporel chez la jument (Attwood, 2000)..... | 23 |
| Annexe 3 : Résumé des caractéristiques du produit 1- REGUMATE ; 2- ALTERMATE..... | 24 |
| Annexe 4 : Matériel non biologique (L'échographe)..... | 24 |
| Annexe 5 : Matériel non biologique (Matériel de l'insémination artificielle).... | 25 |
| Annexe 6 : Matériel non biologique (Autres matériels)..... | 25 |
| Annexe 7 : Fiche de suivi de la reproduction..... | 27 |
| Annexe 8 : Administration de produit..... | 27 |
| Annexe 9 : La barre de soufflage..... | 27 |
| Annexe 10 : Salle de mise en place (travail)..... | 28 |
| Annexe 11 : Le protocole de l'examen échographique..... | 29 |
| Annexe 12 : Préparation de la semence..... | 30 |
| Annexe 13 : Préparation du cathéter..... | 30 |
| Annexe 14 : L'insémination artificielle en semence congelée..... | 30 |
| Annexe 15 : Le protocole d'insémination artificielle..... | 31 |
| Annexe 16 : Résultats du suivi de la reproduction de chaque jument..... | 34 |
| Annexe 17 : Suivi de l'activité folliculaire | 34 |
| Annexe 18 : La répartition du nombre de juments en fonction du mois..... | 34 |
| Annexe 19 : Les résultats de l'ovulation du mois de février..... | 34 |
| Annexe 20 : Les résultats de l'ovulation du mois de mars..... | 35 |
| Annexe 21 : Les résultats de l'ovulation du mois d'avril..... | 35 |
| Annexe 22 : Les résultats de l'ovulation chez pur-sang arabe..... | 37 |
| Annexe 23 : Les résultats de l'ovulation chez selle français..... | 37 |
| Annexe 24 : Diamètre moyen de follicule à l'ovulation en fonction de (Reg)... | 41 |
| Annexe 25 : Diamètre moyen de follicule à l'ovulation en fonction de (Alt).... | 41 |

LISTE DES ABRÉVIATIONS

GnRH = Gonadotropin releasing hormone

FSH = Follicle stimulating Hormone

LH = Luteinizing Hormone

P4 = Progestérone

E2 = Oestradiol

PGF2 α = ProstaglandineF2 α

PGE2 = Prostaglandines E2

hCG = human chorionic gonadotropin

IA = Insémination artificielle

IAF = Insémination artificielle avec semence fraiche

IAC = Insémination artificielle avec semence congelée

IAR = Insémination artificielle avec semance réfrigérée

BCS = Body Condition Scoring

Arabe = Pur-sang arabe

SF = Selle français

L'ovaire D et G = Ovaire droite et gauche

E- = Echographie négative

E+ = Echographie positive

G- = Gestation négative

G+ = Gestation positive

Alt : ALTERMATE

Reg : REGUMATE

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Le besoin de la majorité des éleveurs de chevaux est d'obtenir un poulain par an, ce qui est déjà un objectif ambitieux de par la durée de gestation de 11 mois. Deuxièmement c'est d'obtenir un poulain le plus tôt dans l'année, notamment pour les chevaux de courses qui concourent en fonction de leur âge et donc présentent un avantage certain à être plus précoces. Or, de façon physiologique la saison de reproduction des juments dans l'hémisphère nord commence au mieux en mars/avril. Ainsi, de nombreux traitements ont été élaborés afin d'avancer cette saison (**Kherbab .2018**).

Les biotechnologies liées à la reproduction de première et deuxième génération en l'occurrence, l'insémination artificielle, puis le transfert embryonnaire se sont développés dans l'espèce équine. Toutes ces méthodes de reproduction nécessitent une parfaite connaissance du cycle œstral et la détermination la plus précise possible du moment de l'ovulation.

Les méthodes de reproduction doivent donc être adaptées à ces différentes contraintes. La mise des juments sous lumière (traitement lumineux simulant les jours longs) dès le milieu ou la fin décembre permet d'avancer la date de la première ovulation courant mars. Pendant la saison de reproduction, l'insémination artificielle est largement utilisée. Néanmoins, elle doit être effectuée de façon optimale dans les 24 heures précédant l'ovulation, et s'il s'agit de semence congelée dans les 6 heures. Or, la prédiction du moment de l'ovulation est difficile du fait de la durée de l'œstrus (**Decourt. 2012**).

Différents traitements et techniques sont donc utilisés de façon courante : traitements de synchronisation de l'œstrus, échographies transrectales pour le suivi de la croissance folliculaire, traitements d'induction de l'ovulation administrés en présence d'un follicule pré-ovulatoire, pour programmer l'ovulation en moyenne 36 heures plus tard.

Ces besoins exprimés par la filière équine ont donc contribué à l'ouverture de nouvelles voies de recherches portant sur la mise au point de traitements moins onéreux, moins contraignants, et plus efficaces, pour maîtriser le cycle de la jument.

C'est dans ce contexte que l'objectif de notre travail (réalisé au niveau du Haras Hocine El-Mansour spécialisé dans l'élevage de chevaux de courses) a consisté à faire : Un suivi du follicule dominant jusqu'à son ovulation en passant par : l'insémination artificielle. Pour cela, plusieurs approches ont été utilisées, entre autres : la palpation transrectale, l'échographie, le soufflage, traitement à la progestérone « ALTERMATE et REGUMATE », la collecte de la semence, l'insémination fraîche ou congelée jusqu'au diagnostic de gestation.

SYNTHESE
BIBLIOGRAPHIQUE

I. LES EQUIDES EN ALGERIE

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

En termes d'effectifs, les données statistiques restent peu précises et de fiabilité contestable. Néanmoins, nous pouvons soutenir que la taille des populations équines est en rétrécissement. De même que du point de vue de la conservation, la population asine est, comparativement aux chevaux, très mal conservée voire même marginalisée (Suleiman .2018)

I. 1. RACE PUR-SANG ARABE

Le cheval Pur-sang Arabe est une des plus anciennes races pures connues. C'est un cheval de la rude civilisation du désert sélectionné dans les pays du Proche-Orient, sur des critères de souplesse, maniabilité, résistance, légèreté et surtout beauté.

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

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

I. 2. RACE SELLE FRANÇAIS

Le Cheval de Selle français est une race dont l'appellation date de 1958. Il est issu du résultat de croisements entre des juments normandes et des Pur-sang anglais, d'où les anciennes appellations d'"Anglo-Normand" ou de "Demi-sang". Cette appellation regroupe maintenant toutes les races locales françaises élevées pour la selle (Vendéen, Charollais, Corlais, Angevin, etc...) ainsi que leurs croisements et ceux de trotteurs, avec les autres races de sang.

Le berceau de la race était situé dans le département de la Manche autour du Haras de Saint-Lô, et plus généralement en Basse-Normandie. On rencontre également de nombreux élevages dans tout le Centre-Ouest (circonscription de Cluny), dans l'Est et le Nord. Hormis dans la circonscription de Pau, les étalons Selle français sont maintenant représentés dans toutes les régions. Sur l'ensemble du territoire, les étalons privés représentent désormais plus du tiers du total des étalons. Enfin, l'utilisation de l'insémination artificielle en congelé permet le développement de cette race dans de nouvelles régions géographiquement éloignées de la Normandie (Rognon. 2007).

II. RAPPELS SUR L'ANATOMIE ET LA PHYSIOLOGIE REPRODUCTIVE DES JUMENTS

II. 1. ANATOMIE DE L'APPAREIL GENITAL DE LA JUMENT

L'appareil génital de la femelle a pour rôle, d'une part l'élaboration des gamètes et des hormones sexuelles, et d'autre part d'être le siège de la fécondation, de la gestation et de la mise bas. L'appareil génital peut être divisé en trois grandes parties selon leur fonction :

II. 1. 1. LA SECTION GLANDULAIRE

Elle est constituée par les **ovaires** qui produisent les ovocytes et différentes hormones. Ils sont au nombre de deux, un gauche et un droit. Ils font 7 à 8 cm de long par 3 cm de large et 3 cm d'épaisseur environ. Ils ont la particularité d'être réniforme (ou en forme d'haricot), avec une corticale très vascularisée sur toute la zone périphérique convexe et une médulla réduite à la zone centrale concave où se trouvent les organites : follicules, corps jaunes (**Figure 1**). Le mésovarium et le ligament ovarien suspendent l'ovaire au plafond de la cavité abdominale en regard de la quatrième ou cinquième vertèbre lombaire (**Kainer .2011**).

Les ovaires ont une fonction à la fois de gamétogenèse (production des ovocytes), mais aussi endocrine (synthétise des œstrogènes et de la progestérone). Lorsqu'ils sont actifs, il est observé une succession de phases lutéales avec la présence d'un corps jaune sécrétant de la progestérone, et de phases folliculaires où les follicules vont se développer (avec différentes couches cellulaires et contenant un ovocyte) jusqu'à l'ovulation du follicule dominant. Le corps jaune fait suite à l'ovulation. Il se développe en 3 à 4 jours, persiste une dizaine de jours, et régresse s'il n'y a pas de fécondation (**Charlot . 2005**).

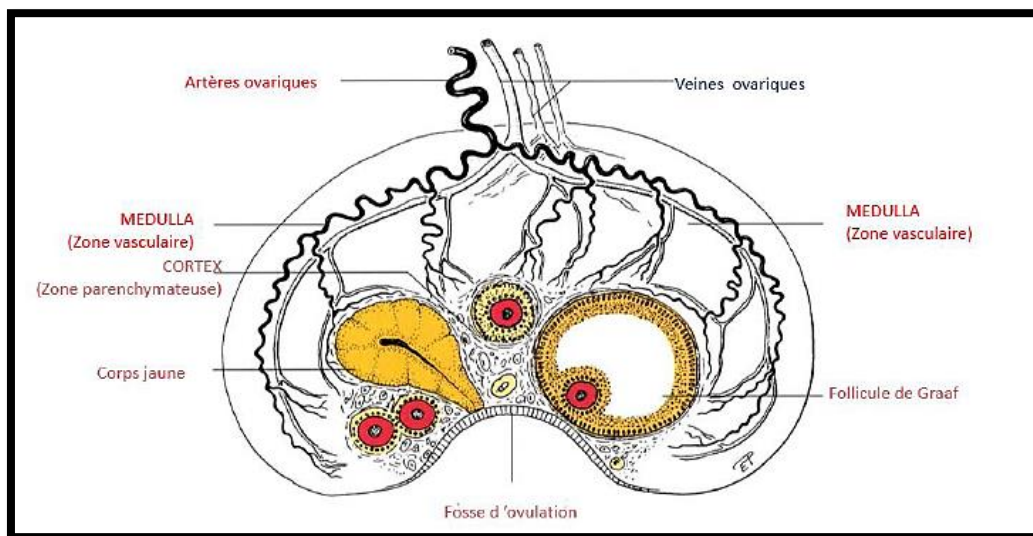


Figure 1 : Coupe schématique d'un ovaire de jument (**Konig , Liebich,. 2004**).

II. 1. 2. LA SECTION TUBULAIRE

Constituée par les voies génitales proprement dites, et qui présente trois étages : les **trompes utérines** captent les ovocytes et sont le siège de la fécondation ; l'**utérus** reçoit l'œuf fécondé, permet la mise en place du placenta puis le développement fœtal ; enfin le **col de l'utérus et le vagin** séparent le corps de l'utérus du sinus uro-génital (**Barone. 1978**).

II. 1. 3. LE SINUS URO-GENITAL

Constitué du **vestibule du vagin** et de la **vulve**, qui permettent de recevoir le pénis de l'étalon lors de la saillie ainsi que le passage du nouveau-né lors de la mise bas (**Barone. 1978**).

II. 2. PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DE LA REPRODUCTION CHEZ LA JUMENT

Dans l'espèce équine, l'activité de reproduction des femelles est saisonnée afin de permettre la naissance des poulains au printemps, lorsque les conditions alimentaires et climatiques sont les plus favorables. Cette saisonnalité est contrôlée essentiellement par la photopériode. Une photopériode de longue durée (14 h 30 à 16 h de lumière par jour) stimule la reprise de l'activité ovarienne de la jument (**Decourt. 2012**).

Le cycle annuel de reproduction chez la jument comporte 2 périodes (**Figure 2**) :

- La période de **reproduction**, caractérisée par une succession de cycles ovariens (centrée autour du solstice d'été).
- La période d'**anoestrus saisonnier**, qui peut être divisée en 3 parties :
 - La **transition vers l'inactivité ovulatoire saisonnière** (aux alentours de l'équinoxe d'automne) caractérisée par la présence de gros follicules qui n'ovulent pas à cause du déficit en LH.
 - L'**inactivité ovulatoire saisonnière** que nous appellerons **anoestrus saisonnier** caractérisée par une absence de cycles ovariens (centrée autour du solstice d'hiver).
 - La **transition vers la saison sexuelle** (aux alentours de l'équinoxe de printemps) caractérisée par une augmentation de la sensibilité folliculaire à la LH.

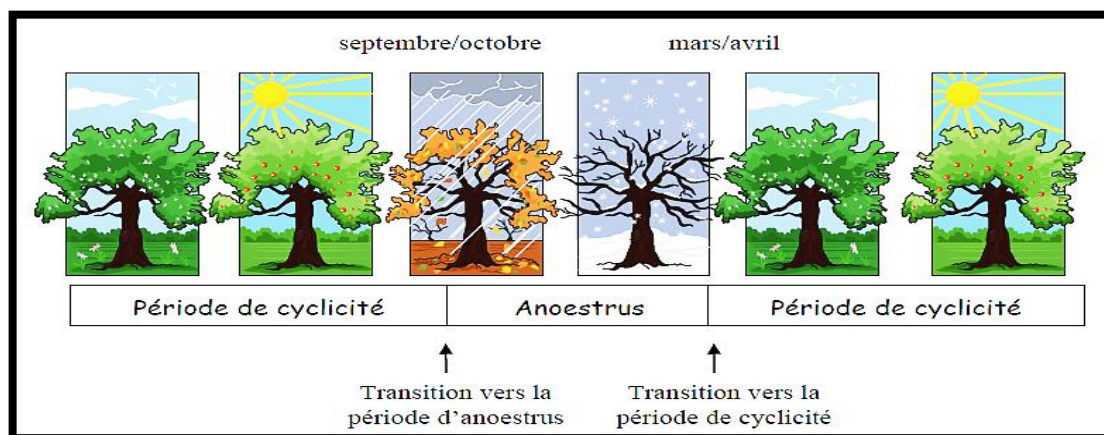


Figure 2 : Représentation schématique du cycle annuel de reproduction chez la jument (**Decourt. 2012**).

II. 2. 1. LA SAISON DE REPRODUCTION (Decourt. 2012)

La saison sexuelle est caractérisée par une succession de cycles d'une durée d'environ 22 jours chez la jument, jusqu'à l'établissement d'une gestation ou la fin de la saison sexuelle. Un cycle est défini comme l'intervalle entre deux ovulations précédées d'œstrus et/ou d'un niveau de progestérone inférieur à 1 ng/ml, et suivies d'une élévation des niveaux de progestérone.

Un cycle est conventionnellement divisé en deux phases :

- **La phase lutéale** (correspond approximativement au dioestrus), de durée relativement constante (14 à 15 jours), pendant laquelle le corps jaune formé après l'ovulation sécrète de la progestérone, hormone responsable du comportement de refus de l'accouplement envers l'étalon.
- **La phase folliculaire** (correspond approximativement à l'œstrus), de durée extrêmement variable (3 à 12 jours), pendant laquelle la jument est réceptive à l'étalon. Cette phase correspond à la croissance folliculaire terminale et aboutit à l'ovulation.

La durée du cycle ovarien chez la jument présente donc une très grande variabilité comparée aux autres mammifères (**Ginther et al. 1972**). Cette variabilité est visible entre juments mais également pour une même jument au cours de la saison. En effet, les cycles sont plus longs en début et fin de saison sexuelle, et plus courts en milieu de saison c'est-à-dire pendant l'été.

Cette variation de longueur des cycles est principalement due à la durée de l'œstrus (**Ginther, 1974**). Pour une même jument, le diamètre du follicule pré-ovulatoire varie peu (**Cuervo, Newcombe .2008**).

Le follicule pré-ovulatoire mesure 35 à 45 mm voire plus chez la jument alors qu'il ne mesure que 5 à 8 mm chez la brebis. La jument et la femme ont en commun une phase folliculaire longue qui aboutit à une mono-ovulation (**Carnevale. 2008**).

II. 2. 2. L'ANOESTRUS SAISONNIER (Brinsko et al., 2011)

La saison anovulatoire est définie par la période entre la dernière ovulation de l'année N et la première ovulation de l'année N+1. Durant cette période, aucune ovulation n'a lieu. Cette saison peut être divisée en trois phases :

- a) **L'anoestrus profond** : l'anoestrus profond correspond à l'inactivité ovarienne stricte, et s'étend normalement de novembre à janvier. Durant cette phase, l'utérus est atones et flasque, le col est dur et ferme, et les ovaires sont petits et contiennent des petits follicules inactifs entre 5 et 10 mm de diamètre. La sécrétion de GnRH par l'hypothalamus est alors quasi nulle, et les concentrations plasmatiques en hormone (FSH) et en (LH), ainsi qu'en stéroïdes ovariens (progestérone et œstrogène) sont basses.

- b) L'anoestrus superficiel :** l'anoestrus superficiel correspond au réveil ovarien. L'activité de l'ovaire reprend petit à petit et il contient des follicules entre 5 et 30mm de diamètre. L'utérus reste peu tonique et le col dur et fermé. La concentration en FSH augmente mais celle en LH reste basse.
- c) L'œstrus prolongé :** l'œstrus prolongé est la phase de transition vers la cyclicité et commence jusqu'à 2 mois avant ovulation. La jument présente alors des chaleurs plus ou moins marquées. Les ovaires sont actifs et il y a reprise du développement folliculaire ovarien. Le col se relâche légèrement. La concentration en FSH est élevée mais celle en LH reste basse jusqu'à son élévation précédant la première ovulation de la saison ovulatoire.

II. 3. ENDOCRINOLOGIE SEXUELLE LORS DU CYCLE ŒSTRAL

La photopériode gouverne la sécrétion de la mélatonine produite la nuit par la glande pinéale. Chez les espèces à reproduction saisonnée, la photopériode est un facteur environnemental prédominant pour synchroniser l'activité saisonnée de reproduction (**Decourt. 2012**).

Les hormones gonadotropes sont également soumises à un facteur saisonnier, en rapport avec la photopériode. Ainsi, hors saison de reproduction, période de jours courts, leur niveau est bas sous l'action de la production de mélatonine qui inhibe la sécrétion de (GnRH). Pendant la saison ovulatoire, période de jours longs, la concentration de mélatonine est faible et la GnRH atteint son maximum de production (**Irvine, Alexander. 1993**). (**Figure 3 et 4**)

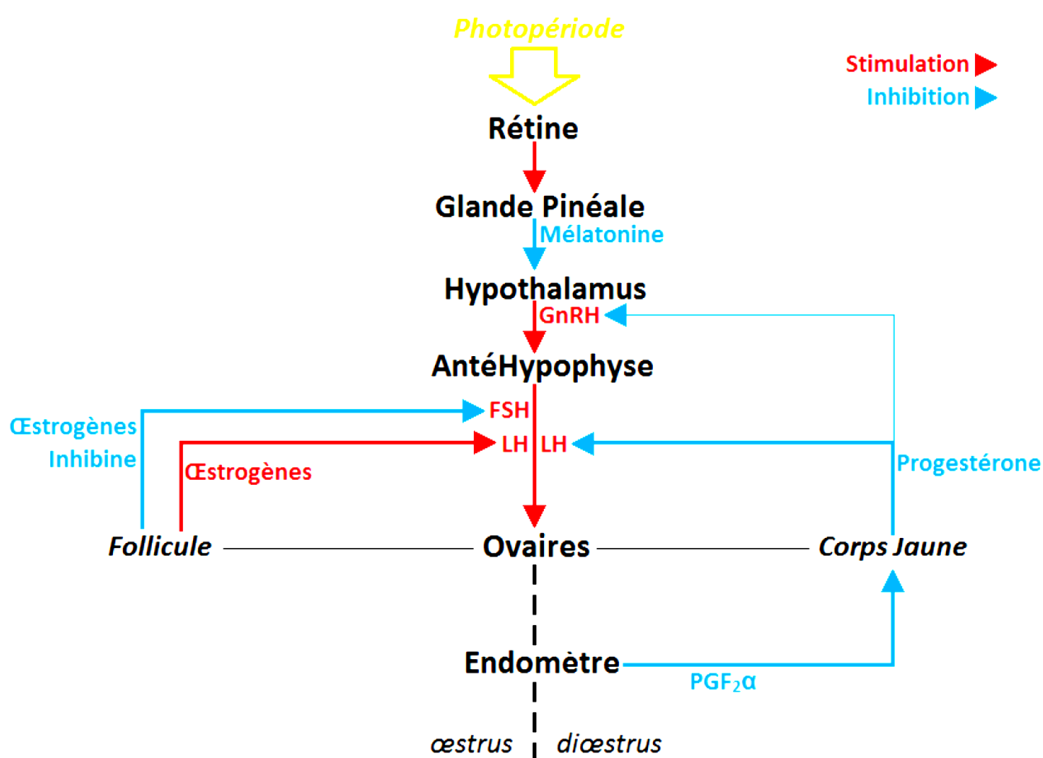


Figure 3 : Physiologie sexuelle de la jument (**Oscar. 2016**).

II. 3. 1. HORMONES HYPOTHALAMO-HYPOPHYSAIRES

- La GnRH, FSH, LH

Cela aboutit à une reprise d'activité de l'hypothalamus : la **GnRH** est alors sécrétée de façon pulsatile et agit sur l'hypophyse antérieure par l'intermédiaire du système porte hypothalamo-hypophysaire. La synthèse des gonadotrophines, **FSH** et **LH**, est ainsi stimulée. Ces dernières atteignent la circulation systémique pour agir au niveau de l'ovaire (**Evans, Irvine. 1975 ; Daels , Hughes. 1993**).

L'état nutritionnel de la jument peut modifier la fonction gonadotrope, avec un arrêt complet possible des cycles œstraux si la jument est trop maigre. Le tissu adipeux sécrète de la leptine qui induit la synthèse du neuropeptide Y qui à son tour stimule la sécrétion de GnRH par l'hypothalamus (**Daels et Hughes. 1993**).

La **FSH** est libérée pendant l'œstrus et permet la croissance folliculaire ainsi que la sélection d'un ou plusieurs follicules dominants. Elle est aussi responsable de la sécrétion d'œstrogènes par le follicule ainsi que de la formation des récepteurs à LH. Des vagues de croissance folliculaire vont se succéder au cours des cycles, avec un deuxième pic de FSH observé lors du dioestrus (**Evans , Irvine. 1975 ; Daels , Hughes. 1993**).

La **LH** provoque la synthèse d'œstrogènes par les follicules et joue un rôle majeur dans le phénomène ovulatoire. Sa sécrétion, longue et progressive, atteint un seuil élevé pendant plusieurs jours avec un seuil maximal 24 à 36 heures après l'ovulation. En phase lutéale, la LH exerce une action lutéinisante sur les cellules du corps jaune (celles de la thèque rompue car elles sont les seules à posséder des récepteurs pour cette hormone), et favorise son maintien et son fonctionnement (**Noden et al., 1975 ; Daels ,Hughes. 1993**).

II. 3. 2. HORMONES STEROÏDIENNES

a) Les œstrogènes

Pendant l'œstrus, le(s) follicule(s) dominant(s) sécrètent des **œstrogène** qui ont un effet anti-FSH sur la croissance des autres follicules et qui exercent un rétrocontrôle positif sur la sécrétion hypophysaire de LH à l'origine du « pic » de LH et donc de l'ovulation. Leur sécrétion atteint un pic 1 à 2 jours avant l'ovulation. Plus un follicule est de diamètre important, plus la sécrétion d'œstrogènes est importante, ce qui amplifie le phénomène d'inhibition de croissance des follicules voisins (**Noden et al. 1975 ; Daels , Hughes. 1993**).

b) La progestérone

Pendant le dioestrus, le corps jaune (les cellules de la granulosa et de la thèque interne) sécrète de la **progestérone** qui exerce un rétrocontrôle négatif sur l'hypothalamus et empêche le démarrage d'un nouveau cycle. La sécrétion de progestérone augmente progressivement pour se stabiliser ensuite en plateau (**Evans, Hughes. 1975 ; Daels , Hughes. 1993**). La progestérone a besoin d'une imprégnation préalable en œstrogènes pour stimuler la synthèse de ses récepteurs. Cette hormone, seule ou combinée aux œstrogènes, est responsable de modifications au niveau des sécrétions utérines avec une baisse du titre en anticorps de celles –ci et une augmentation du tonus utérin (**Daeles et Hughes. 1993 ; Squires. 1993**).

En fin de cycle, s'il n'y a pas eu de fécondation, l'utérus secrète la **prostaglandine F2 α** (PGF2 α), qui est responsable de la lutéolyse et de la contractilité utérine. Cette production de prostaglandines par l'utérus serait influencée par les œstrogènes qui agissent sur l'expression des récepteurs à l'ocytocine au niveau du muscle lisse utérin.

L'**ocytocine** stimule alors les contractions utérines et la production d'acide arachidonique, précurseur de la prostaglandine. La chute de progestérone en fin de dioestrus stimule la production de FSH par l'hypophyse et initie un nouveau cycle.

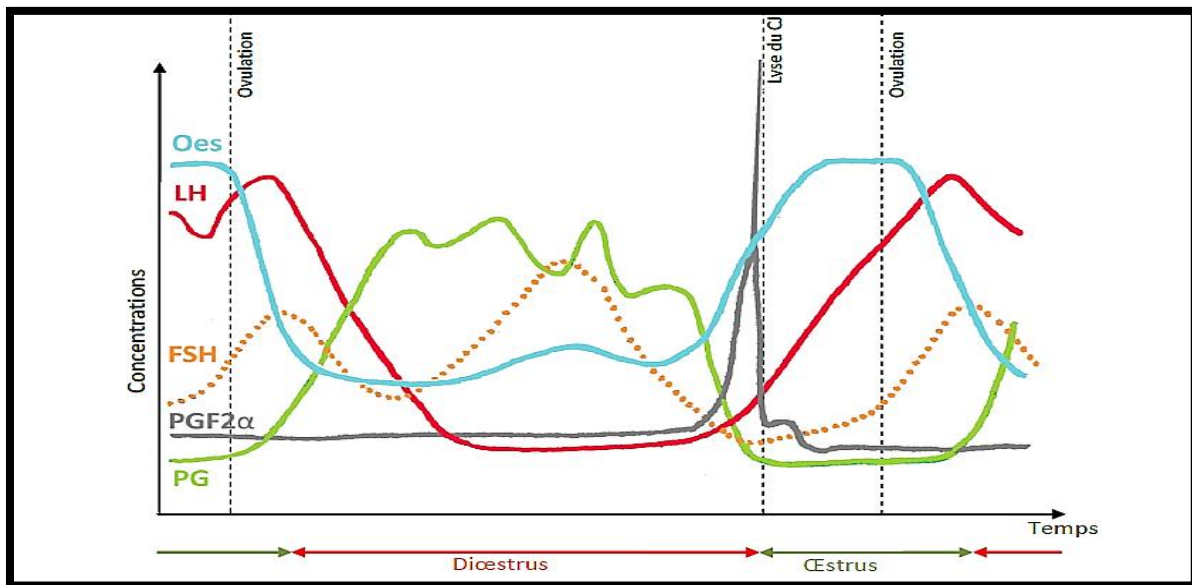


Figure 4 : Profil hormonal du cycle œstral de la jument (England . 2005 ;Pradal . 2006).

II. 4. LES VARIATIONS PHYSIOLOGIQUES DU CYCLE

Le cycle peut présenter des variations naturelles dues à différents facteurs tels que l'état d'engraissement, l'âge ou encore la race. En voici quelques exemples :

II. 4. 1. L'APPORT NUTRITIONNEL

Influence la croissance folliculaire et les taux de LH chez la jument. En effet, l'intervalle de temps entre une injection de PGF2 α et l'ovulation est plus court chez les juments de race poney « bien nourries » ($9,2 \pm 0,6$ jours) que chez les juments de race poney « restreintes » ($11,6 \pm 0,5$ jours), et les valeurs plasmatiques maximales du pic péri-ovulatoire de LH sont plus élevées chez les « bien nourries » ($7 \pm 1,2$ ng/ml) que chez les « restreintes » ($4,7 \pm 0,5$ ng/ml) (Salaza . 2004).

II. 4. 2. L'AGE

Peut influencer la longueur des cycles. Les juments âgées (> 20 ans) présentent un intervalle inter-ovulation qui peut être plus long que celui des juments jeunes (5 à 7 ans) : ceci serait dû à une vitesse de croissance du follicule dominant plus lente (Carnevale et al., 1993). Une réduction de l'activité folliculaire et de la fréquence des ovulations peut être observée chez les juments âgées de 25 ans ou plus, associée à une augmentation des concentrations

plasmatiques de LH et de FSH pendant la phase folliculaire. Il a été suggéré que les concentrations élevées de FSH accélèrent l'épuisement du réservoir de follicules primordiaux, comme cela est le cas chez la femme (Carnevale. 2008).

II. 4. 3. LA SAISON

Influence la taille du follicule pré-ovulatoire, avec une taille plus importante en début de saison sexuelle (février) et une taille plus petite en fin de saison (fin août) (Morel et al. 2010). La persistance du corps jaune semble être plus fréquente à l'automne probablement due à une diminution du signal permettant la libération de prostaglandines (King et al., 2010). La persistance des corps jaunes se manifeste par un allongement de la phase lutéale qui dure en moyenne 60 jours, mais peut varier de 35 à 95 jours (Stabenfeldt et al., 1974).

II. 5. MODIFICATIONS OVARIENNES

II. 5. 1. DYNAMIQUE FOLLICULAIRE

a) Etapes de la folliculogénèse

La folliculogénèse est la croissance et la maturation du follicule, entre la réserve constituée par l'ovogenèse (follicule primordial) et l'ovulation qui correspond à la rupture du follicule mûr (tertiaire pré-ovulatoire). La première partie de cette évolution a lieu au cours du développement dans la gonade pré-pubère. La seconde correspond à la maturation folliculaire observée lors de l'activité cyclique (Verdonck .2006).

b) Croissance et différenciation du follicule

La succession d'évènements au cours d'une vague folliculaire est identique entre les espèces domestiques (recrutement, sélection, dominance), seule leur durée diffère (Figure 5).

- **Le recrutement** : correspond à l'émergence d'une vague folliculaire, qui débute lorsqu'un follicule atteint le diamètre de 6 mm (Ginther et al., 2001), mais dans une autre étude, ce diamètre a été estimé à 13 mm (Ginther et al., 2003). Le recrutement d'une cohorte intervient au cours d'une période de 3 jours. Un nombre variable de follicules va croître simultanément, à une vitesse moyenne de 1,5 à 2 mm par jour. Le nombre de follicules émergents dans une vague folliculaire varie en fonction de différents facteurs tels que la saison (Donadeu , Ginther. 2003).
- **La Croissance** : Le follicule recruté poursuit son développement jusqu'à devenir un follicule à antrum. La croissance est caractérisée par une augmentation de la vascularisation thécale et une augmentation de la taille du follicule qui atteint 20 à 30 mm environ (Ginther. 1992 ; Pierson. 1993).
- **La sélection** : définie comme la croissance préférentielle d'un follicule (occasionnellement deux), caractérisée par la différence de diamètre entre les 2 plus gros follicules, lorsque le plus gros follicule atteint environ 22 mm (Ginther et al ., 2003).

Ce phénomène intervient 6 à 7 jours avant l'ovulation. Le follicule sélectionné croît de 3 mm par jour, alors que le reste des follicules arrêtent de croître et rentrent en atrophie. Tous les follicules ont la même capacité de devenir dominant, mais cette capacité est perdue 48 heures après la sélection du follicule dominant (Gastal et al., 2004).

- **La dominance** : caractérisée par la croissance du follicule dominant jusqu'à 35-45 mm en moyenne, ce paramètre est relativement constant au cours des cycles pour une même jument (Cuervo, Newcombe, 2008). La vitesse de croissance est de 3 mm par jour. Le follicule dominant acquiert la capacité d'ovuler en réponse à une stimulation de la LH (endogène ou exogène). Pendant cette période de dominance sont observées, la croissance et la maturation terminales du follicule(s) pré-ovulatoire(s), la régression par atrophie des autres follicules de la cohorte, et le blocage du recrutement de nouveaux follicules (Driancourt, 2001).

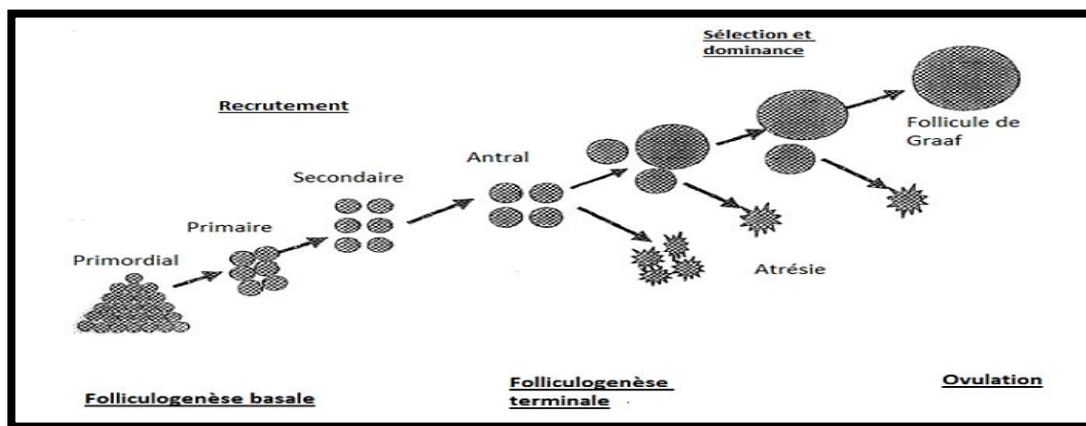


Figure 5 : Stades de développement des follicules ovariens (Lopez, Norris, 2011).

c) Les vagues de croissance folliculaire

Tout semble se dérouler selon un schéma classique : sélection d'un groupe de follicules, dans ce groupe, sélection d'un follicule destiné à ovuler. Cependant, il a été énoncé antérieurement la notion de vague folliculaire. Ces vagues folliculaires ne sont pas confinées à la seule phase folliculaire chez la jument (Fortune, 1994).

Il est ainsi possible de définir plusieurs types de vagues folliculaires (Ginther, 1993) :

- **Les vagues folliculaires mineures** : Elles sont caractérisées par une non différenciation des plus gros follicules et n'entraînent pas l'émergence d'un follicule dominant.
- **Les vagues folliculaires majeures** : Elles se réfèrent à plusieurs follicules qui croissent initialement de manière synchrone mais qui se dissocient à un moment. Le plus gros follicule, après divergence, est appelé follicule dominant ; les autres, qui s'atrophient ; follicules subordonnés. Le follicule dominant atteint une taille importante et c'est cette caractéristique qui est utilisée pour définir une vague majeure (Ginther, 1979 ; Pierson, Ginther, 1987). Cette observation a permis de définir deux types différents de vagues folliculaires majeures :

- **La vague folliculaire majeure primaire** : Elle émerge au milieu de la phase lutéale et donne naissance à un follicule dominant ovulant pendant l'œstrus.
- **La vague folliculaire majeure secondaire** : Elle émerge à la fin de l'œstrus, donnant naissance à un follicule dominant pendant la phase lutéale. Ce follicule peut devenir anovulatoire ou donner une deuxième ovulation en phase lutéale. L'existence d'un gros follicule en phase lutéale peut être attribuée à une vague folliculaire majeure secondaire (**Ginther, 1990 ; Sirois et al., 1990**).

d) Devenir des follicules

L'entrée d'un follicule primordial en croissance et en différenciation est une étape irréversible de la folliculogénèse. Elle a deux issues possibles : La régression et la dégénérescence des follicules de la vague non sélectionnés ou du follicule dominant : c'est le phénomène d'**atrésie**, l'ovulation d'un follicule devenu dominant.

▪ L'atrésie

Ce phénomène irréversible concerne 99% des follicules de la jument (**Pierson, 1993**). Il correspond à l'involution des cellules de la granulosa puis de la thèque. Le mécanisme impliqué dans l'atrésie est l'apoptose : c'est une mort cellulaire programmée, caractérisée par l'activation d'endonucléases aboutissant à la fragmentation de l'ADN. Elle se différencie ainsi de la mort cellulaire par nécrose. Les événements biochimiques qui gouvernent l'atrésie ne sont pas connus (**Ginther, 1992**).

Sur le plan morphologique, le follicule atrétique est caractérisé par une diminution de taille, l'apparition d'un noyau pycnotique dans les cellules de la granulosa suivie d'une dégénérescence de l'ovocyte puis d'une destruction des cellules de la granulosa. Parfois, on observe un clivage de l'ovocyte. Les cellules de la thèque interne s'atrophient et leur production d'œstradiol est fortement réduite. La vascularisation de la thèque interne diminue considérablement (**Ginther, 1992 ; Palmer, 1987**).

▪ L'ovulation

➤ **Caractéristiques du follicule pré-ovulatoire**

Le follicule dominant présente une grande taille (supérieure à 25 mm) ou la plus grande taille des follicules en croissance, avec un taux de croissance de 3 mm par *jour* (**Ginther et al., 2001 ; Pierson, 1993 ; Daels, Hugues, 1993 ; Ginther, 1992**). Il possède un nombre de cellules de la granulosa maximum mais avec un taux de mitoses minimal. Il est celui qui produit le plus de stéroïdes. Il est le plus réceptif aux stimulations gonadotropes. Sa plus grande réceptivité à la LH est notamment due à une augmentation du nombre de ses récepteurs à la LH sur les cellules de la thèque. Sa réceptivité à la FSH est due à une augmentation du nombre de cellules de la granulosa et à une augmentation de la sensibilité intracellulaire à la FSH.

Ces effets sont potentialisés par l'œstradiol. Par ailleurs, le follicule pré-ovulatoire est le plus vascularisé et ses capillaires fenêtrés ont une perméabilité supérieure à celle des autres

follicules. Enfin, le follicule pré-ovulatoire inhibe la croissance des autres follicules localement par sécrétion paracrine et par sécrétion endocrine puisqu'il inhibe aussi le développement des follicules sur l'ovaire opposé (**Pierson. 1993**).

➤ **Ovulation**

L'ovulation de la jument est un phénomène rapide qui dure environ 2 minutes (avec des extrêmes allant de 5 secondes à 7 minutes). 16% des juments présentent une double ovulation, moins de 1% ont une ovulation triple (**Tibary et al., 1994**).

Une majorité des juments maiden (62%) présente leur première ovulation sur l'ovaire gauche, ceci probablement du fait d'une meilleure vascularisation initiale. Cette asymétrie d'irrigation sanguine s'estompe à la première gestation qui provoque une hypertrophie vasculaire identique sur les deux ovaires (**Ginther. 1992**).

Environ 78 % des juments ovulent deux jours avant la fin de l'œstrus, 12 % ovulent plus de deux jours avant la fin de l'œstrus et 10 % ovulent après la fin de leur comportement d'œstrus (**Daels ,Hugues. 1993**).

Le follicule prêt à ovuler mesure en moyenne 45 mm. Dans le cas de double ovulation bilatérale, le diamètre des deux follicules est identique (40 mm en moyenne) mais inférieur à celui d'un follicule conduisant à une ovulation simple.

Lors de double ovulation unilatérale, le diamètre du premier follicule à ovuler est en moyenne de 39 mm et celui du second d'environ 34 mm (**Pierson. 1993**). 85 % des follicules changent de forme dans les heures précédant l'ovulation.

Le contour folliculaire devient irrégulier et passe de sphérique à conique ou en forme de poire, l'apex pointant vers la fosse ovulatoire, seul endroit de l'ovaire d'où puisse sortir l'ovocyte (la structure de l'ovaire étant inversée chez la jument par rapport aux autres mammifères, avec une corticale entourée par la medulla). Ce changement de forme pourrait être dû à une légère diminution de pression à l'intérieur de l'antrum (cette diminution de pression a été démontrée chez le lapin).

Les autres follicules restent bien sphériques (**Ginther. 1992 ; Pierson. 1993**) (**Figure 6**). 90% des follicules se ramollissent dans les 12 à 72 heures précédant l'ovulation. Le passage d'une consistance turgide à molle est perceptible à la palpation transrectale (**Ginther. 1992 ; Pierson. 1993 ; Tibary et al., 1994**).

Il faut cependant souligner qu'aucun critère n'est suffisamment fiable pour pouvoir prédire la survenue de l'ovulation à 48 heures près (**Ginther. 1992**). L'expulsion de l'ovocyte nécessite la désintégration de l'apex du follicule, à la suite des ruptures des couches cellulaires de la granulosa, de la lame basale, des thèques interne et externe, du stroma ovarien et de l'épithélium germinatif ovarien situé au niveau de la fosse ovulatoire (**Ginther. 1992 ; Pierson. 1993**).

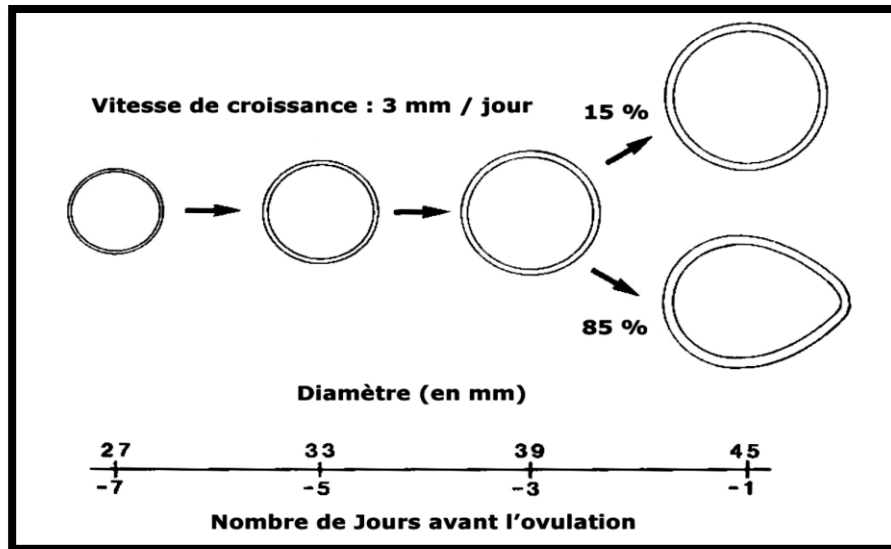


Figure 6 : Schéma représentant la croissance et les changements de forme folliculaire pré-ovulatoire équine (Ginther .1992).

II. 5. 2. LE CORPS JAUNE

L'ovulation donne lieu à des remaniements des cellules de la thèque et de la granulosa qui conduisent à la formation d'un corps jaune. Chez la jument, les cellules lutéales semblent exclusivement dérivées des cellules de la granulosa, les cellules de la thèque ayant totalement dégénéré 24 heures après ovulation. Les cellules de la granulosa grossissent après ovulation ; elles sont totalement lutéinisées et commencent à produire de la progestérone 3 à 4 jours après ovulation. Elles continuent de croître jusqu'au 9^{ème} jour du cycle, le corps jaune est alors constitué de grandes cellules et de plus petites cellules. Ces petites cellules représenteraient un stade de développement des grandes cellules. Ces cellules au repos, ne pourraient plus se convertir en grandes cellules.

Le corps jaune a une morphologie qui varie au cours du diœstrus. Juste après l'ovulation, un corps hémorragique se forme avec accumulation du sang à l'intérieur du follicule (corpus hemorrhagicum). Les cellules lutéales se forment et s'organisent à l'intérieur de ce corps hémorragique. Au 9^{ème} jour du cycle, au moment où la progestéronémie est maximale, le caillot sanguin est complètement résorbé et remplacé par une structure totalement lutéinisée et dense : le corps jaune proprement dit (corpus luteum). Chez la jument, il existe deux types de corps jaune proprement dit : l'un plein, homogène et l'autre avec une cavité liquidienne (corps jaune cavitare). Cette différence de morphologie n'a aucune influence sur la fonction de sécrétion et ne modifie en rien la durée du diœstrus (Tibary et al., 1994 ; Niswender , Nett. 1993 ; Squires. 1993).

Si la jument n'est pas gestante, le processus de lutéolyse commence 12 jours après ovulation. La lutéolyse se manifeste par une diminution du diamètre des cellules lutéales et une diminution synchrone de la progestéronémie (Niswender , Nett. 1993), Au 20^{ème} jour du cycle, la plupart des grandes cellules sont à un stade de régression avancé, seules quelques petites cellules persistent. A ce moment, les vaisseaux sanguins sont sclérosés et s'oblitérent, ils forment des travées entre les cellules (Ginther. 1992).

III. LA MAITRISE DE CYCLE CHEZ LA JUMENT

Dans les paragraphes précédents, nous avons décrit les principales caractéristiques de la reproduction chez la jument. Pendant la saison sexuelle, la durée des cycles présente des variations incompatibles avec une prédiction fiable du moment précis de l'ovulation. Or, les techniques actuelles d'élevage font appel principalement à l'insémination artificielle et nécessitent donc une parfaite synchronisation entre l'ovulation et l'insémination. En fonction de la qualité de la semence, de son mode de conservation et de la fertilité de la jument, l'insémination doit être réalisée dans les 6 à 48 heures avant l'ovulation (**Decourt .2012**).

Le principe des traitements de maîtrise du cycle chez la jument est de pouvoir s'affranchir de la variabilité de la phase folliculaire en maîtrisant le début des chaleurs ou encore le moment de l'ovulation, afin d'optimiser la prédiction de l'ovulation, et augmenter ainsi les chances de conception d'un embryon. La plupart de ces traitements nécessite néanmoins un suivi échographique des juments (**Decourt .2012**).

III. 1. EN PERIODE DE CYCLICITE

III. 1. 1. SYNCHRONISATION DE L'ŒSTRUS

Le principe est d'induire l'œstrus d'une jument ou d'un groupe de juments à un moment donné, afin de prédire ou de synchroniser le démarrage de l'œstrus. Cependant, ce processus ne permet pas la synchronisation des ovulations. Différents traitements sont applicables pendant la saison de reproduction, et peuvent être utilisés seuls ou combinés avec d'autres traitements. Sont représentés ci-dessous quelques exemples de traitements :

- **Les progestagènes** : (ex : l'altrenogest = Régumate équin ®, Intervet, Beaucouze, France) : Une étude montre qu'une administration orale de 27 mg d'altrenogest par jour pendant 15 jours permet la suppression de l'œstrus chez 94 % des juments traitées. Après l'arrêt du traitement, les juments présentent un œstrus dans un délai moyen de 4,4 jours (**Webel , Squire. 1982**). Selon les recommandations du fournisseur, la posologie par voie orale est de 0,044 mg d'altrenogest par kg de poids vif et par jour, pendant 8 à 10 jours. Environ 90 % des juments présentent des signes d'œstrus dans les 5 jours après l'arrêt du traitement, et 60 % des juments ovulent dans les 11 à 14 jours après l'arrêt du traitement. Le principe est de maintenir les juments en phase lutéale, en induisant l'atresie de tous les follicules dépendants de la LH. A l'arrêt du traitement, la levée de l'inhibition entraîne le recrutement d'une nouvelle vague folliculaire. Cependant, la reprise de la croissance folliculaire est très variable selon les juments, et certaines montrent une croissance folliculaire sous traitement. Il n'est donc pas possible de synchroniser efficacement les ovulations avec ce traitement (**Lofstedt , Patel. 1989**).

- **Les analogues de la prostaglandine f2α** : (ex : le luprostiol = Prosovin® , Intervet, Beaucouze, France) : La posologie est de 7,5 mg de luprostiol (soit 1 ml de Prosovin®) par voie i.m, en une seule injection. Ce traitement entraîne la régression du corps jaune fonctionnel dans les 24 heures, si le corps jaune est âgé d'au minimum 5 jours. L'œstrus

apparaît alors dans les 2 à 4 jours après le traitement, et l'ovulation dans les 7 à 12 jours qui suivent (**Loy et al., 1979**). Là encore la synchronisation efficace de l'ovulation n'est pas possible, du fait de la variabilité de la durée de la phase folliculaire chez la jument, et du diamètre du plus gros follicule lors de la lutéolyse.

III. 1. 2. INDUCTION DE L'OVULATION PENDANT L'ŒSTRUS

Nous avons vu que différents traitements existent pour synchroniser l'œstrus, mais il n'existe pas à l'heure actuelle de traitement permettant de synchroniser les ovulations. En revanche, il est possible d'induire l'ovulation d'un follicule pré-ovulatoire à l'aide de différentes molécules.

Chez la jument, le follicule en croissance devient sensible à une dose ovulatoire de LH vers 32 mm (**Ginther, 1992**) et les remaniements au niveau du follicule sont visibles 30 heures après administration de l'hormone chorionique humaine (hCG) (**Kerban et al., 1999**).

L'ovulation est observée en moyenne 36 heures après une administration par voie i.v. de eLH recombinante (**Yoon et al., 2007**) ou d'une molécule à activité LH comme hCG (**Ginther, 1992**). Les délais relativement courts semblent refléter une maturation accélérée du follicule pré-ovulatoire, probablement à cause d'une stimulation supra-physiologique due à une activité LH importante de ces molécules. Lors de ces administrations de fortes doses de LH exogène, le follicule ovule quel que soit le niveau d'E2 présent à ce moment-là. De plus il est intéressant de souligner qu'une injection d'hCG entraîne une diminution immédiate des concentrations plasmatiques d'E2 (**Ginther et al., 2009**).

Les molécules énumérées ci-dessous ont une autorisation de mise sur le marché en France pour l'espèce équine. Leur administration est associée à un suivi échographique des juments afin de suivre la croissance du follicule pré-ovulatoire :

- **L'hormone chorionique humaine** (hCG) = Chorulon® (Intervet, Beaucouze, France)
- **La busérelène** (analogue de la GnRH) = Réceptal® (Intervet, Beaucouze, France)
- **La desloréline** (analogue de la GnRH) = Ovuplant® (Arnolds Veterinary Products Limited, Royaume-Uni.)

III. 2. EN PERIODE D'ANOESTRUS

La problématique est un peu différente pendant la période d'anoestrus car l'intérêt va plutôt être d'induire un cycle en contre-saison plutôt qu'une synchronisation de l'ovulation à l'heure près, même si une estimation assez précise du moment de l'ovulation reste souhaitable. Quelques exemples de traitement utilisable chez la jument en anoestrus ou en période de transition vers la saison sexuelle sont évoqués ci-dessous (**Decourt, 2012**).

III. 2. 1. MISE SOUS LUMIERE (TRAITEMENT LUMINEUX)

Une des principales méthodes consiste à fournir un éclairage de 10 lux pendant 14h30 par jour dès le solstice d'hiver (21 décembre) et pendant 35 jours pour espérer observer les premières ovulations à partir du 1er mars, soit environ 70 jours plus tard (**Guillaume et al., 2000**).

Il est également possible d'avancer la sortie d'anoestrus en exposant les juments à un flash de lumière artificielle d'une heure, si ce flash a lieu au moment approprié : soit entre 9 h 30 et 10 h 30 après le début de l'obscurité (**Palmer et al., 1982**). L'inconvénient est que le moment du flash doit être ré-ajusté régulièrement en fonction de l'horaire de la tombée de la nuit.

III. 2. 2. TRAITEMENT UTILISANT LA GnRH NATIVE

- **GnRH native** : Chez la jument en anoestrus profond, une administration de GnRH sous forme d'implant sous-cutané à la posologie de 100 ng par kg et par heure (soit environ 50 µg/h) pendant 28 jours, peut induire l'ovulation dans les 15 à 27 jours chez 70% des juments. Chez les juments en anoestrus peu profond, ce traitement peut induire un cycle suivi d'une ovulation $18,6 \pm 2$ jours après le début du traitement contre $41,9 \pm 6$ jours chez les juments témoins (**Hyland et al., 1987**).

III. 2. 3. EXTRAITS HYPOPHYSAIRES

Chez la jument poney en anoestrus, une étude a montré qu'une stimulation de la croissance folliculaire suivie d'une ovulation pouvait être induite chez 87% des juments recevant deux injections par jour d'extraits hypophysaires équins pendant 14 jours (**Douglas et al., 1974**). Une autre étude a révélé qu'une injection journalière d'extraits hypophysaires équins par voie sous cutanée pendant 14 jours permettait d'induire des ovulations multiples (**Lapin , Ginther. 1977**).

III. 2. 4. LH

Au tout début de la transition de l'anoestrus saisonnier vers la cyclicité, il a été montré qu'une administration de LH chez des juments présentant un follicule de 20 mm était capable de stimuler la croissance folliculaire sans pour autant induire une reprise de la stéroïdogenèse.

S'il est possible d'induire l'ovulation du follicule pré-ovulatoire avec une administration de hCG, cette ovulation est isolée car la reprise de la cyclicité n'a pas lieu (**Schauer et al., 2011**).

IV. LE SUIVI DE L'OVULATION ET LES MODES DE REPRODUCTION

IV. 1. SUIVI DE L'OVULATION

Le moment de l'ovulation est important à connaître pour que l'insémination ait un maximum de chance de réussite. Plusieurs observations et examens permettent d'estimer le moment où la jument se situe dans son cycle : l'observation du comportement de la jument (seule ou en présence de l'étalon), les signes extérieurs (anatomie) et les examens (palpation transrectale, échographie) (**Kherbab .2018**).

IV. 1. 1. SUIVI DU COMPORTEMENT DE LA JUMENT A LA BARRE DE SOUFLAGE

Dans un premier temps, en période d'œstrus, la jument est réceptive face à l'étalon. Ce changement de comportement peut être étudié en utilisant un étalon « souffleur ». La jument en présence de l'étalon adopte un comportement différent selon son stade physiologique. En période de dioestrus ou d'anoestrus, elle sera indifférente ou repoussera violemment l'étalon. En période d'œstrus, elle acceptera sa présence en restant calme. Elle manifestera son acceptation du mâle par plusieurs signes : queue relevée et déviée sur un côté, urination passive, des éversions régulières des lèvres vulvaires exposant le clitoris (la jument « clignote »), position campée (membres postérieurs légèrement en abduction, fléchis, abaissant le pelvis) (**Parachini . 2014**). Pour cela, les juments sont souvent placées dans une barre avec un bat-flanc afin de protéger réciproquement l'étalon de la jument et la jument de l'étalon, c'est pourquoi ce test est appelé « test à la barre ».

Par ailleurs, certaines juments peuvent exprimer des chaleurs (œstrus) sans pour autant être en phase folliculaire. Environ 20% des juments présentées à la barre manifestent un comportement timide, anxieux, effrayé ou indifférent lors du soufflage. La présence de juments dominantes peut aussi inhiber l'expression des chaleurs des juments soumises. Ainsi, un soufflage individuel des juments est recommandé (**Parachini. 2014**).

IV. 1. 2. LA PALPATION TRANSRECTALE

La palpation transrectale apporte des informations sur le stade du cycle où se situe la jument. Ce sont surtout la tonicité et la consistance des organes (notamment le col de l'utérus, l'utérus et ses cornes, les ovaires) qui vont renseigner sur le stade du cycle.

Lors de l'œstrus, le col se relaxe et devient plus difficile à identifier et à individualiser à la palpation. Une palpation vaginale peut souligner ce relâchement avec un passage possible de plusieurs doigts au travers du col. Une visualisation directe du col utérin au vaginoscope montre un col ramolli sur le plancher du vagin avec une muqueuse congestive et luisante de mucus (**McCue et al ., 2011**). L'utérus sera alors souple à la palpation, à l'inverse d'un utérus ferme et tubulaire lors du dioestrus. Enfin, la palpation des ovaires, permet d'estimer leur activité (**Browman .2011**). Lors de l'anoestrus, ils sont petits et fermes. Avec la reprise de l'activité ovarienne, ils deviennent plus larges et moins fermes. Il est possible de sentir les follicules en

surface ronds et fermes. Peu avant l'ovulation, le follicule dominant devient fluctuant (la turgescence diminue) et perd sa symétrie. La palpation peut alors être plus sensible pour la jument. Une fois l'ovulation réalisée, le corps jaune hémorragique en place peut être confondu avec le follicule dominant dans les premières heures (McCue et al., 2011).

Lors de l'anoestrus, du fait de l'absence de stimulation endocrine, le col utérin et l'utérus sont flaccides et difficilement discernables à la palpation transrectale (Browman, 2011).

IV. 1. 3. LE SUIVI ECHOGRAPHIQUE

L'échographie est une méthode non invasive et répétable pour suivre l'évolution des organes génitaux de la jument (en particulier les ovaires) en fonction du stade du cycle de reproduction. Depuis plusieurs années, différents modes d'échographie (B- mode et Doppler essentiellement) ont été développés et ont permis d'affiner les observations.

Afin de pouvoir réaliser des échographies de l'appareil génital de la jument par voie transrectale, une sonde linéaire de 5 à 7,5 MHz est utilisée. La qualité de l'échographe utilisé et du réglage de ses constantes, ainsi que l'expérience de l'utilisateur, sont un préalable important à l'observation des différents critères d'ovulation (Parachini, 2014).

Lors du dioestrus, l'utérus apparaît homogène à l'échographie avec une lumière utérine presque indiscernable. Lors de l'entrée en œstrus, l'utérus s'œdématisé sous l'influence des oestrogènes.

Il existe des notes de 0 à 3 pour évaluer l'œdème utérin (0 : absence d'œdème, 3 : œdème important). L'œdème se caractérise à l'échographie par une structure hétérogène avec des zones échogènes et anéchogènes. Lorsque l'œdème est le plus prononcé, environ 1 à 3 jours avant l'ovulation, il est décrit à l'image échographique comme en « quartiers d'orange » à cause des plis endométriaux prononcés (Figure 7).

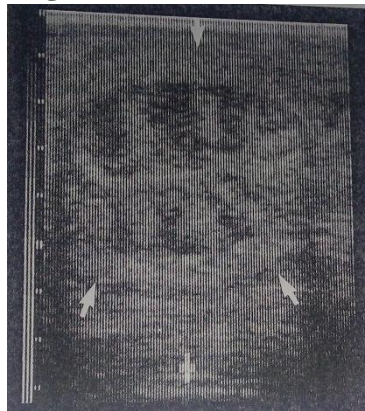


Figure 7 : Image échographique et schéma d'une coupe transversale d'utérus œdématisé d'une jument en œstrus (Kahn, 1994).

Le critère le plus couramment utilisé et certainement le plus ancien est la taille du follicule. La plupart du temps, l'ovulation se produit sur un follicule de 40 à 50 mm de diamètre (44 mm en moyenne). Ce marqueur est cependant très variable et dépend de la jument et du moment dans la saison de reproduction. (Parachini, 2014 ; Brinsko et al., 2011). Ainsi, la fréquence du suivi ovarien est souvent fonction de la taille du plus gros follicule observé

(généralement associé à l'évaluation de l'œdème utérin). La croissance folliculaire est en moyenne de trois millimètres par jour et peut atteindre cinq millimètres par jour (**Figure 8**). Lorsque le follicule atteint 30 mm de diamètre, le suivi ovarien doit être plus rapproché (au minimum chaque 24 h) et d'autant plus lorsqu'il est associé à un fort oedème utérin (**McCue et al., 2011**).

D'autres paramètres couramment utilisés pour évaluer le moment de l'ovulation sont l'augmentation d'échogénicité et d'épaisseur de la granulosa (représentée comme une bande échogène entourant l'antrum du follicule) dans les 24 heures précédant l'ovulation (Gastal EL.2011). Ainsi, l'apparition de points hyperéchogènes dans le liquide antral de la cavité folliculaire pourraient correspondre à la granulosa qui commence à se détacher (**Parachini, 2011**).

La forme du follicule est aussi un critère de prédiction de l'ovulation. En effet, quelques jours avant l'ovulation il perd sa forme de sphère, se déforme pour devenir plus conique avec une zone effilée représentant l'apex où aura lieu l'ovulation. Parfois, jusqu'à trois jours avant l'ovulation cette déformation peut commencer à apparaître, avec une déformation la plus marquée 24 heures avant (**Parachini, 2011 ; Gastal, 2011**).

Le second paramètre est l'arrivée d'une zone de crénulation de la granulosa concentrée à l'opposé de l'apex. La paroi est alors irrégulière de part et d'autre (côté thèque et côté antrum). Ce phénomène est observable huit heures à une heure avant l'ovulation (**Brinsko, 2011**). Il est considéré comme le meilleur critère de l'imminence de l'ovulation, mais n'est observable que lors de suivi très rapproché (dans l'idéal chaque heure). Ainsi, ils ne sont pas simples à mettre en évidence avec des échographes de terrain et ces deux critères sont peu utilisés en pratique.

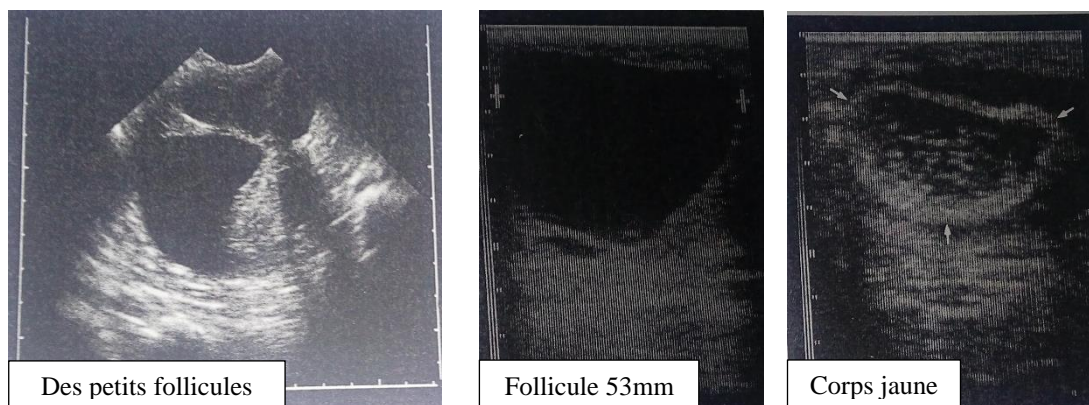


Figure 8 : Images échographiques du suivi ovarien chez une jument cyclée (**Kahn, 1994**).

Ainsi, le degré de vascularisation du follicule pré-ovulatoire évalué par l'échographie Doppler pourrait permettre de prédire la fertilité de l'ovulation prochaine. Dans la même idée, la vascularisation du follicule a été étudiée en fonction de son devenir.

Lors d'une ovulation normale, la vascularisation et la crénulation se développe au pôle basal du follicule, à l'opposé du site d'ovulation. Cette vascularisation tend à diminuer quelques heures avant l'ovulation pour ensuite progresser de la base vers l'apex du corps jaune les six heures suivant l'ovulation. Lors d'une ovulation prolongée, la vascularisation reste dense tout autour du follicule, ainsi que la crénulation qui n'est alors pas seulement localisée à la base.

Enfin, une méthode consiste à étudier la variation d'échogénicité des corps jaunes. En s'aidant de l'aide informatique pour l'analyse de l'image, il serait possible de prédire depuis combien de temps l'ovulation a eu lieu et donc savoir si le timing est bon pour l'insémination post-ovulatoire (à savoir dans les six heures maximum post-ovulation) (**Bergfelt. 2011**). L'étude de Carnevale *et al*, utilisant un logiciel spécial d'analyse d'images échographiques pour analyser quantitativement l'échostructure de corps jaunes, a consisté à suivre 11 juments jusqu'à 24 heures post-ovulation. La valeur moyenne de pixels a été la plus basse autour de quatre heures après l'ovulation (**Carnevale .2002**).

IV. 1. 4. DIAGNOSTIC DE GESTATION

Le diagnostic de gestation est un moment clé dans le suivi gynécologique d'une jument. Il permet de distinguer les juments gestantes qui devront donc être soignées pendant 11 mois afin de mettre au monde un poulain en bonne santé, et les juments non gestantes qui devront alors être suivies et de nouveau inséminées lors de leur prochain œstrus.

Cette distinction permet de gagner un temps précieux si la jument est vide et doit être ré-inséminée. Mais il permet aussi d'identifier le cas échéant la présence de jumeaux et de gérer la gémellité avant que celle-ci ne pose problème (mort embryonnaire, avortement, dystocie...).

Enfin, le suivi du diagnostic de gestation peut aussi permettre d'identifier une perte embryonnaire précoce et de gérer la suite de la saison de reproduction au mieux pour cette jument (**Kherbab .2018**).

IV. 2. LES MODES DE REPRODUCTION

Les modes de reproduction utilisés en élevage sont la monte naturelle et l'insémination artificielle (IA).

IV. 2. 1. LA MONTE NATURELLE

L'éjaculat n'est pas fractionné. En outre, la durée de survie des spermatozoïdes dans le tractus génital femelle est importante en moyenne 48 heures jusqu'à 7 jours (**Woods et al., 1990**), ce qui permet d'obtenir des résultats de fertilité satisfaisants si l'étalon est fertile. Elle comporte cependant des risques pour l'étalon (les juments sont parfois très agressives lors de la saillie) et nécessite une proximité géographique entre la jument et l'étalon.

IV. 2. 2. L'INSEMINATION ARTIFICIELLE

Utilisée en **semence Fraîche (IAF)** (immédiate), en **semence Réfrigérée (IAR)** ou en **semence Congelée (IAC)**. L'éjaculat est fractionné de façon à contenir 200 millions (IAR) à 400 millions de spermatozoïdes par dose (8 paillettes par IA en semence congelée).

Le dilueur utilisé en majorité est le milieu INRA96® pour les deux semences réfrigérée ou congelée, il permet une protection des spermatozoïdes lors de la conservation, il comporte notamment une fraction purifiée de caséines du lait, des antibiotiques et un antifongique (**Suleiman .2018**).

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Une étape préalable de centrifugation est réalisée pour concentrer la semence destinée à être congelée, il existe ensuite un milieu INRAfreeze® qui comporte de l'INRA96® ainsi que des cryoprotecteurs (glycérol et plasma de jaune d'oeuf stérilisé) pour protéger les spermatozoïdes de la congélation (**Rouzić. 2010**).

Ces protéines d'origine animale représentent un risque sanitaire. De manière générale, la fertilité est diminuée lors de l'utilisation de semence congelée (de l'ordre de 40 à 50%) par rapport à l'utilisation de semence réfrigérée ou fraîche (50 à 60%) (**Mourier. 2010**). En effet, le temps de survie dans le tractus génital est réduit à quelques heures

Ainsi, le choix de conservation de la semence influence la fertilité et détermine la fréquence des examens gynécologiques, le nombre d'inséminations par chaleur et le site de dépôt de la semence. L'utilisation de semence congelée impose une IA la plus proche possible de l'ovulation. La méthode d'insémination profonde exige une technicité plus importante. Elle est très utilisée en semence congelée pour déposer les spermatozoïdes près du site d'ovulation lorsque le nombre de spermatozoïdes mobiles est réduit (**Ponthier et al. 2014**).

MATERIEL
ET
METHODES

I. OBJECTIF

L'objectif de notre travail est de voir l'efficacité de l'utilisation de traitement à base de progestérone pour la maîtrise du cycle à des fins de synchronisation de l'œstrus chez les juments de course par un suivi du follicule dominant jusqu'à sa fécondation en passant par : l'ovulation et l'insémination artificielle. Pour cela, plusieurs méthodes ont été utilisées, entre autres : la palpation transrectale, l'échographie, le soufflage, la collecte de la semence, l'insémination fraîche ou congelée jusqu'au diagnostic de gestation.

II. LIEU ET PERIODE

II. 1. LIEU

L'étude expérimentale a été réalisée au niveau du Centre équestre Haras Hocine El Mansour (43 ha), situé au niveau de la commune Kheiredine à Mostaganem. C'est un centre d'élevage de chevaux de sport, avec la promotion des grandes lignées notamment le cheval arabe, pour la course et l'endurance (**Figure 9**).

Il propose des infrastructures uniques dans tout le pays, avec l'installation de 114 box climatisés, une carrière de compétition aux normes internationales, un centre d'insémination artificielle, une clinique de chirurgie, 2 box (hôpital et infirmerie).

Le cheptel actuel du centre est de 76 chevaux de compétition. Le matériel répond aux normes européennes avec un camion de transport d'une capacité de 7 chevaux, d'un tapi roulant pour exercice des chevaux, d'un laboratoire et divers appareils (échographe, radiologie, transfuseur, et un mannequin pour la récolte du sperme.

Dans le cadre de ses activités, le haras propose une école de formation de jeunes cavaliers (filles et garçons) et la participation aux concours équestres organisés par les professionnels du secteur.



Figure 9 : Entrée principale du Centre équestre Haras Hocine El Mansour (**Originale**).

II. 2. PERIODE

Notre étude expérimentale s'étale sur une période allant de début février 2019 jusqu'à la fin avril 2019, organisée comme suit :

- Le début Février : Période d'anœstrus ou repos sexuel chez la jument.
- De Mi-février à Fin Mars : période de transition et reprise du cycle œstral.
- Le mois d'Avril : période de la reproduction ou saison de monte.

III. MATERIEL ET METHODES

III. 1. MATERIEL

III. 1. 1. MATERIEL BIOLOGIQUE

a) Les animaux (Annexe 1)

- L'effectif global des animaux utilisés dans ce travail, se compose de 14 Juments (**Figure 10**).
 - 05 juments de race pur-sang arabe
 - 09 juments selle français
- Moyenne d'âge : entre 4 ans et 19 ans.
- Un BCS (Body Condition Scoring) de choix entre **Modéré** « 2.5 » et **Bon** « 3 » (**Attwood, 2000**) (**Annexe 2**) :
 - (**2.5** : croupe plate de chaque côté de la colonne vertébrale, côtes à peine visible, cou étroit mais ferme, épine dorsale bien couverte) ;
 - (**3** : croupe arrondie, côtes à peine recouvertes mais facile à sentir, cou ferme et sans crête).



Figure 10 : Photo 1 de la jument 009 pur-sang arabe ;
Photo 2 de la jument 013 selle français (**Originale**).

b) Les traitements (Annexe 3)

Pour la maîtrise et la synchronisation des cycles de ces juments, les différentes hormones ont été utilisées :

- ✓ **REGUMATE®(Altrenogest)** Equine, 2,2 mg/ml solution orale. 0,044 mg/Kg d'altrenogest (1 ml par 50 kg) par jour, pendant 07 jours consécutifs (**Figure 11**).
 - **Selle français** : 15 cc
 - **Pur-sang arabe** : 10 cc

- ✓ **PrALTERMATE®** Solution 0.22% Administrer par voie orale à raison de 1 ml par 50 kg (0.044mg / kg) par jour pendant 7 jours (**Figure 11**).
 - **Selle français** : 15 cc
 - **Pur-sang arabe** : 10 cc

- ✓ **Prostaglandine F2 α** solution injectable.
 - Injection intramusculaire : 01 cc

- ✓ **hCG (human Chorionic Gonadotrophine)**, solution injectable.
 - injection intraveineuse de 1500 Unités Internationales (UI)



Figure 11: 1- REGUMATE® Equine 2,2 mg/ml
2- PrALTERMATE® Solution 0.22%.

III. 1. 2. MATERIEL NON BIOLOGIQUE

a) L'échographe

Pour tous les examens gynécologiques, nous avons utilisé un appareil échographique transportable **DRAMINSKI ANIMALprofi L (Annexe 4)**.

Fréquence et type de sonde :

- mécanique, sectorielle (rectale ou abdominale)
- 5,0 MHz (étendue de fréquence 3,5-7 MHz)

b) Matériel de l'insémination artificielle (Annexe 5) ; (Annexe 6)

Etant des juments de valeur, l'insémination artificielle (semence congelée pour le Selle Français et fraîche pour les autres races) a été pratiquée systématiquement. Pour cela le matériel suivant a été utilisé :

1. Gel d'insémination RAIDEX,
2. Gants à usage unique,
3. Cathéter,
4. Le mannequin
5. Vagins artificiels,
6. Paillette.

III. 2. METHODES

III. 2. 1. CONSTITUTION DES LOTS

Notre étude comprend 14 juments réparties en deux lots :

- lot 1: 06 juments traités principalement par REGUMATE.
- lot 2 : 08 juments traités principalement par ALERMATE.

Les juments ont été choisies au hasard pour les deux traitements :

- Pour le traitement REGUMATE : 04 juments de selle français et 02 juments de pur-sang arabe.
- Pour le traitement ALERMATE : 05 juments de selle français et 03 juments de pur-sang arabe.

Les deux traitements ont le même principe actif.

III. 2 .2. DEMARCHES CLINIQUES

En premier lieu, les juments étaient soumises à un examen clinique général, et un examen échographique. Ce dernier, nous a permis de nous renseigner sur l'activité ou non des ovaires. Ceci nous permis de les classer en : inactivité ovarienne, cyclicité, corps jaune persistant.

Pour chaque jument, nous avons relevé, le diamètre du follicule, l'état de l'utérus et les ovaires :

- 10 juments en œstrus, ont reçu per-os : REGUMATE ou ALTERMATE.
- 04 juments étant en anoestrus, ont d'abord subi un traitement photopériodique. Elles étaient confinées en box sous une lumière artificielle durant 16h chaque jour (**Figure 12**), pour créer des jours longs jusqu'à l'apparition des chaleurs confirmées par soufflage. Par la suite le même traitement (ALTERMATE ou REGULMATE) a été utilisé.



Figure 12 : Juments gardées en box sous le traitement lumineux (Originale) .

III. 2. 3. PROTOCOLE EXPERIMENTAL

Ci-joint le diagramme résumant notre protocole de travail (Figure 13).

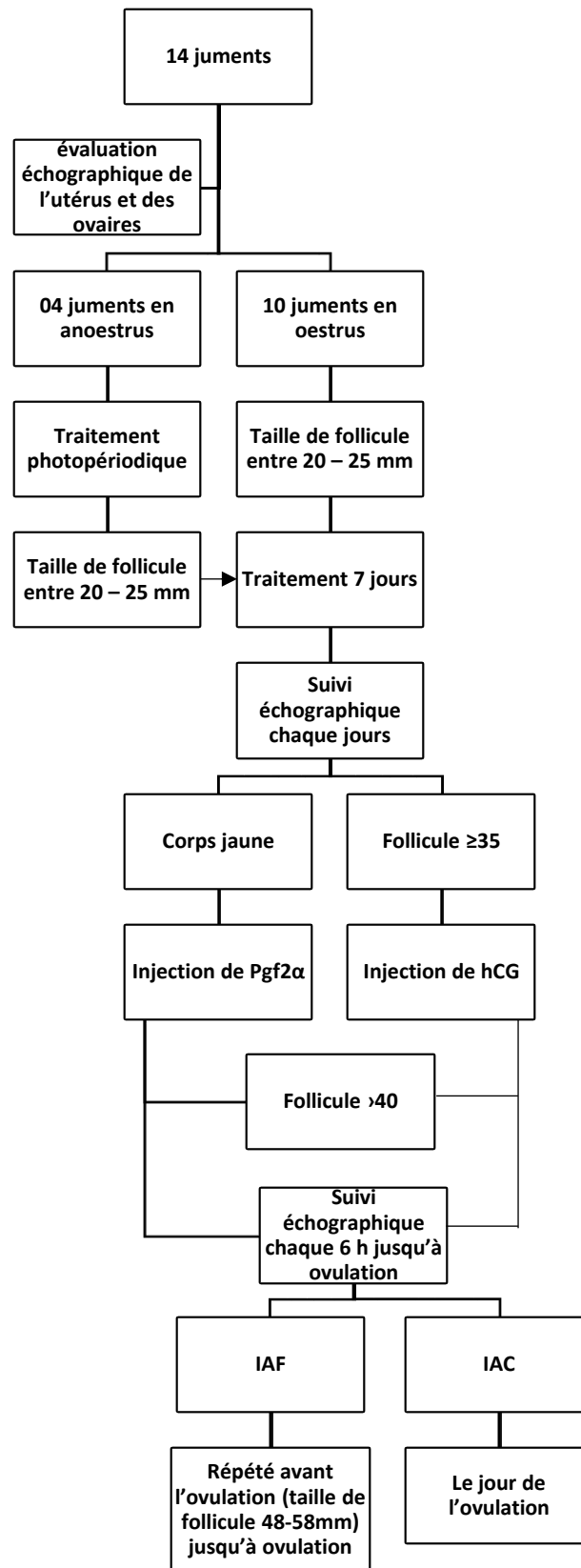


Figure 13 : Diagramme résumant le protocole expérimental.

A partir le diagramme qui résumant notre protocole de travail, on note :

- ✓ J : 1 début de traitement + échographie.
- ✓ J : 7 fin de traitement + échographie + injection intramusculaire (01 cc) de PgF2 α (pour la lutéolyse, en cas de persistance du corps jaune).
- ✓ Suivi échographique chaque jour + injection intraveineuse (1500 Unités Internationales) de hCG (human Chorionic Gonadotrophine), pour l'induction de l'ovulation, s'il y'a un follicule en croissance de dimension supérieure à 35 mm.

Des fiches ont été constituées permettant de suivre chaque jument sur sa reproduction. Chaque fiche comprend : (**Annexe 7**)

- Date et Heures de (début de traitements, fin de traitements, suivi chaque jour, ovulation, insémination, diagnostic de gestation)
- Etat de l'ovaire gauche et droit avec le Diamètre de follicule dominant.
- Etat de l'utérus.

Administration de produit : (Annexe 8)

- Les juments ont reçu 2 traitements à base de progestérone.
- Début du traitement : présence de follicules d'au moins 20-25 mm.
- **REGUMATE®** Prélever avec précision le volume de produit correspondant au poids vif de la jument (1 ml pour 50 kg de poids vif). Le produit doit être versé sur l'aliment de la jument, au moment du nourrissage unique par jour, ou directement administré dans la bouche en utilisant une seringue, pour Selle français : 15 cc et Pur-sang arabe : 10 cc une fois par jour pendant 07 jours consécutifs.
- **PrALTERMATE®** Administrer par voie orale à raison de 1 ml par 50 kg (0,044 kg) de poids corporel (0,044 mg / kg) ; à l'aide d'une seringue-doseuse ou d'une seringue en plastique appropriée sur la surface postéro-dorsale de la langue, pour Selle français : 15 cc et Pur-sang arabe : 10 cc une fois par jour pendant 07 jours consécutifs.

III. 2. 4. SUIVI DE L'OVULATION

Le suivi de l'ovulation a été réalisé par ces méthodes :

- Soufflage de l'ensemble des juments
- Palpation transrectale de l'appareil génital et des ovaires
- Echographie des ovaires et l'utérus

a) Le soufflage

La méthode de détection des chaleurs était basée sur le test à la barre de soufflage (**Annexe 9**). Elle a lieu deux fois par jour, le matin et le soir. Un palefrenier vient avec l'étalon et s'approche de la jument à « souffler ». Les réactions et comportements de la jument sont observés. Les signes de chaleurs à rechercher sont : Docilité ; Eversion de la vulve ; Mictions fréquentes ; Position campée.

b) Palpation transrectale des ovaires (Yasmine .2010)

La palpation transrectale est un acte extrêmement courant en médecine vétérinaire équine, consistant à palper les organes abdominaux en plaçant le bras dans le rectum de la jument.

- Il faut d'abord veillez à la sécurité du praticien et de l'animal.
- Nous nous plaçons derrière la jument et donc dans une situation risquée si la jument se défend en tapant avec ses postérieurs.
- La mise en place de la jument dans un travail (**Annexe 10**) permet de limiter les risques, la contention peut être légère ou sévère (tord-nez, sédatif) selon l'agressivité de la jument.
- Notre bras est munit d'un gant et enduit d'un peu de gel lubrifiant afin de faciliter le passage du bras dans le rectum.
- Une fois dans la cavité abdominale, la main va vider l'ampoule rectale des crottins présents qui peuvent gêner l'exploration abdominale.
- On va pouvoir palper les différentes structures abdominales dont l'appareil génital (utérus et ovaires), on pourra ainsi évaluer leur position, leur structure, leur taille et leur consistance.
- Une fois l'examen terminé, on retire le bras et on vérifie l'absence de sang sur le gant, signe d'une lésion rectale (la muqueuse rectale est très sensible chez les équins).
- Le résultat de chaque séance est reporté sur la fiche de suivi de la jument.

Cet examen nous a permis de s'assurer ou non de l'ovulation, c'est donc un examen clé dans le suivi des cycles des juments. Ce moyen manuel est complété par l'échographie.

c) Examen échographique

Des contrôles échographiques à partir du début de traitement jusqu'à l'ovulation, nous ont permis de faire le suivi du follicule pré-ovulatoire.

Le plus gros des follicules considéré comme dominant s'est présente sous une forme sphérique ou d'aspect irrégulier. Des mesures (de son diamètre) étaient effectuées selon la méthode proposée par **Hanzen et al., (1989)** :

- **Follicule d'aspect irrégulier** : deux mesures sont effectuées et la moyenne des deux plus grands diamètres du follicule est retenue.
- **Follicule d'aspect sphérique** : un seul diamètre (généralement horizontal) est mesuré et enregistré.

Une échographie était réalisée le premier jour de traitement ensuite une autre au 7^{ème} jour (fin de traitement). La séance suivante étant programmée :

- 5 à 6 jours plus tard si le diamètre mesurait entre 20mm et 30mm.
- Un jour plus tard si le diamètre du follicule est > 30mm, ensuite toute les 24h si le diamètre >35.
- Toute les 6 h si le diamètre > 40 mm.

En cas du non-retour en chaleur, un diagnostic différentiel nous a permis de de faire la distinction entre un corps jaune persistant gestatif et non gestatif.

Nous avons considéré comme pré-ovulatoire, le follicule dominant ou celui qui avait le plus gros diamètre (des deux ovaires) à la dernière échographie avant l'ovulation.

L'ovulation est constatée lorsqu'à l'échographie : le follicule pré ovulatoire observé lors de la séance précédente a disparu et que seule une zone de stroma ovarien est observée à sa place, comme le recommande (**Ginther .1986**).

L'examen de l'utérus par échographie, nous a permis d'évaluer l'œdème utérin (0 : absence d'œdème, 3 : œdème important).

Le protocole de l'examen échographique (Suleiman .2018), (Annexe 11)

- La jument est mise dans un travail de contention comportant une porte arrière protégeant l'examineur.
- Pour calmer les juments suitées, pendant l'examen, son poulain était proche d'elle.
- La jument, placée dans un travail est tenue à la tête par un soigneur.
- Le manipulateur effectue une première palpation transrectale avec un gant bien lubrifié, pour vidanger le rectum et examiner l'appareil génital.
- Une nouvelle lubrification de la main, est nécessaire pour l'introduction de la sonde échographique. Cette dernière est placée dans le creux de la main afin d'éviter les traumatismes lors des mouvements de la jument.
- La sonde est successivement appliquée sur le corps de l'utérus à travers la muqueuse rectale, puis la corne utérine droite, pour atteindre l'ovaire droit et puis la corne gauche.

III. 2. 5. INSEMINATION ARTIFICIELLE (Suleiman. 2018)

Pour réaliser l'insémination dans les meilleures conditions, il est préférable de placer la jument dans un travail et de lui attacher la queue de façon à ce qu'elle soit relevée. Dans tous les cas, pour des raisons de sécurité et de réussite, il est important de réaliser l'insémination dans un lieu calme et de limiter le stress de la jument.

a) Insémination artificielle en semence fraîche

L'insémination avec du sperme frais a été utilisé sur place dans les 8h depuis la collecte. Pour une jument suivie uniquement à la barre, il est conseillé de la faire saillir ou inséminer toutes les 48 heures pendant la durée des chaleurs et jusqu'au refus .C'est la façon la plus fiable pour « couvrir l'ovulation ».

- **La récolte de sperme (Figure 14)**

Dans une salle de monte, en utilisant un mannequin, (appelé aussi : "fantôme"). La verge de l'étalon est déviée pour être insérée dans le vagin artificiel. Le sperme est recueilli dans la fiole. Cela dure quelques secondes, l'étalon est ensuite remis au box.

Il faut aussi préparer le matériel. Utilisant un vagin artificiel, lubrifié, et chauffé avec de l'eau. Au bout, on fixe une fiole pour recevoir la semence, Manchon protecteur pour vagin, et Mannequin sur tapis en caoutchouc anti dérapant.

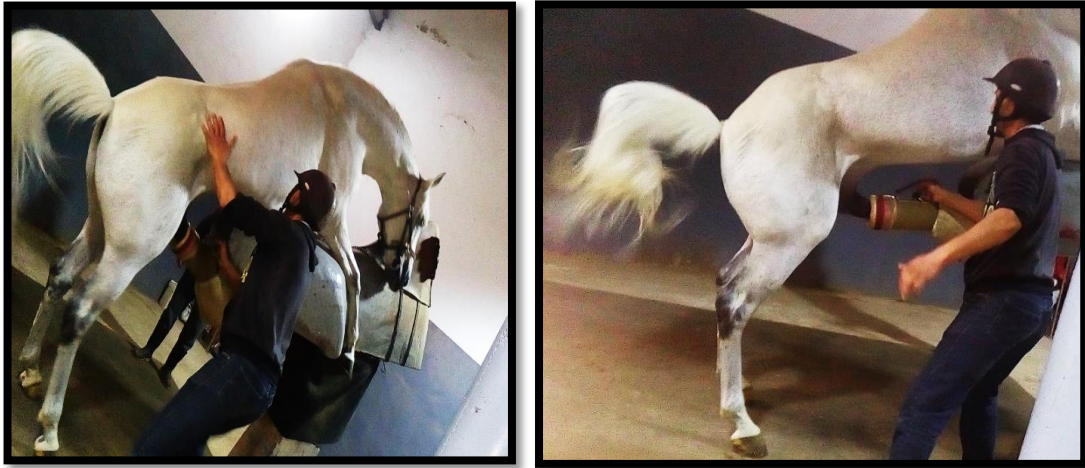


Figure 14 : La récolte du sperme par le mannequin (**Originale**).

- **Préparation de la semence (Annexe 12)**

La technique 2/3 (lait)-1/3 (semence) ne permet pas la conservation de la semence ; si un jument retardataire se présente, il faut récolter l'étalon à nouveau.

La technique de dilution à 20.106 spz/ml par dose permet à la fois la mise en place immédiate et la conservation de la semence diluée quelques heures (jusqu'à 24h).

Après la filtration de la semence, sont mesurés :

- ✓ la concentration (C) à l'aide d'un spectrophotomètre (en millions de spermatozoïdes par ml)
- ✓ le volume V de l'éjaculat en utilisant des biberons gradués
- ✓ la mobilité en utilisant un microscope pour l'analyse de la mobilité des spzs.

Un bain marie à nous a permis de garder la semence à la même température de 37.5 c°

- **Préparation du cathéter (Annexe 13)**

Le cathéter et son extrémité souple pour fixer la seringue ont un volume intérieur de 4,8 ml. Pour pousser toute la dose de sperme à l'extérieur du cathéter, il faut prévoir dans la seringue un volume d'air de 6 ml correspondant à l'air qui restera dans le cathéter + un résidu de sécurité pour comprimer l'air et pousser tout le liquide hors du cathéter.

- b) L'insémination artificielle en semence congelée (Annexe 14)**

La paillette contenant la semence est retirée du récipient de transport, et est immédiatement immergée dans une bouteille thermos (Boite à décongélation) contenant de l'eau à 34°C à 36°C après l'avoir secouée légèrement pour la débarrasser de la goutte d'azote qui reste emprisonnée dans la partie vide de l'extrémité scellée. Elle y séjourne 20 à 30 secondes pour être décongelée ; sa température est alors entre 15 et 20°C.

Le protocole d'insémination artificielle (Annexe 15)

- La seringue est fixée sur un cathéter d'insémination (à aucun moment la dose de semence n'entre en contact avec du matériel non stérile)
 - Pour une IA en semence fraîche (IAF), la seringue est maintenue dans le creux de la main pour éviter les déperditions de chaleur et l'exposition à la lumière.
 - Pour une IA en semence congelée (IAC), 8 paillettes sont nécessaires pour réaliser une dose (400.106 spermatozoïdes) de 4 ml qui est agitée doucement et inséminée en moins de 3 minutes.

- Afin de faciliter la mise en place de la semence, le rectum peut être vidé des crottins.
- La queue doit ensuite être placée dans un protège-queue en plastique avant le nettoyage de la région périnéale afin de limiter les contaminations du tractus génital lors de l'insémination, et ainsi de préserver le tractus génital de la jument et d'optimiser la réussite de l'insémination.
- Le lavage de la région périnéale peut se faire à la douchette ou au seau. Une série de trois lavages à la povidone iodée est recommandée.
- Protéger l'ensemble [extrémité du cathéter et gaine sanitaire] en le plaçant dans le creux de la main.
- Lubrifier le dos de la main à l'aide de gel stérile non spermicide.
- Introduire la main jusqu'au fond du vagin.
- Repérer l'entrée du col de l'utérus et introduire l'index dans le canal cervical.
- Faire progresser le cathéter en dessous de l'index, en l'orientant vers le bas, et en retenant la gaine sanitaire qui reste ainsi dans le vagin.
- Pousser le cathéter dans l'utérus sur environ 10 cm.
- Mettre la seringue en position verticale, et pousser doucement la dose.
- Retirer le matériel de la jument et rincer le périnée et la vulve (**Suleiman .2018**).

III. 2. 6. SUIVI DE GESTATION

A J14 post-ovulation, un diagnostic précoce de gestation par la mise en évidence de la vésicule embryonnaire est effectué. Des contrôles de gestation par échographie à J20, J25, J45 et J60 et en fin de saison sont systématiquement réalisés (3 mois, 4 mois).

La contention de la jument est bien faite. L'opération se déroule pendant la journée et dans un local fermé. Le manipulateur porte un gant de fouille, met du gel lubrifiant sur le gant et procède au débouillage de la jument. Après il effectue une palpation rectale des organes génitaux car «une bonne échographie se réalise après une bonne palpation ». C'est après cela que la sonde est introduite dans le rectum de la jument. Le manipulateur oriente alors la sonde et essaie de reconnaître les structures sur l'écran de l'échographe.

L'image échographique d'une gestation d'environ 26 jours montre une zone claire entourée par une autre zone noire plus grande.

RÉSULTATS

ET

DISCUSSION

I. RESULTATS ET DISCUSSION

I. 1. RESULTATS

14 ont été choisies sur la base de leurs races et leurs BCS. Nos résultats ont montré que :

- 35.7% sont des juments pur-sang arabe avec un poids entre 400 – 600 kg et une taille entre 1m40 – 1m60.
- 64.2% sont de « selle français » leurs poids entre 600 – 800 kg et une taille entre 1m72- 1m75.

On a choisi un BCS entre Modéré « 2.5 » et Bon « 3 » pour une Moyenne d'âge entre 4 ans et 19 ans. Les juments étaient en majorité suitée 64,28%, vide (entrée en reproduction sans mise bas) 21,42% et maiden (jamais entrée en reproduction) 14,28%.

Pour les besoins de notre étude, nous avons opté pour un système numérique d'identification des juments (**tableau 1**) :

Tableau 1 : Identification des juments du lot expérimental.

| Numéro | Nom | Age | Race | BCS | Poids | Traitement |
|--------|----------------------|--------|----------------|-----|--------|------------|
| 001 | Athena de carrere | 09 ans | Pur-sang arabe | 3 | 500 kg | Altermate |
| 002 | Audry des forets | 09 ans | Selle français | 3 | 700 kg | Régumate |
| 003 | Barda | 19 ans | Pur-sang arabe | 2.5 | 400 kg | Régumate |
| 004 | Constantine | 4 ans | Pur-sang arabe | 2.5 | 400 kg | Altermate |
| 005 | Elmoutassadira d'hem | 5 ans | Selle français | 3 | 600 kg | Régumate |
| 006 | Europa d'hem | 5 ans | Selle français | 3 | 600 kg | Altermate |
| 007 | Fadwa d'hem | 4 ans | Selle français | 2.5 | 600 kg | Régumate |
| 008 | Finky d'hem | 4 ans | Selle français | 3 | 600 kg | Altermate |
| 009 | Latinat | 14 ans | Pur-sang arabe | 3 | 500 kg | Régumate |
| 010 | Quamar sahara | 8 ans | Pur-sang arabe | 3 | 500 kg | Altermate |
| 011 | Surprise d'elle | 14 ans | Selle français | 3 | 600 kg | Altermate |
| 012 | Ultimate des forets | 12 ans | Selle français | 3 | 700 kg | Régumate |
| 013 | Vestale d'elle | 10 ans | Selle français | 3 | 700 kg | Altermate |
| 014 | Vestale d'ellose | 10 ans | Selle français | 3 | 700 kg | Altermate |

Après la caractérisation des juments selon les critères ci-dessus, leur soumission à un examen clinique général, et un examen échographique, a montré que 04 juments étaient non cyclées (anoestrus), elles sont passées par un traitement photopériodique pour avancer la date de sortie d'anoestrus. Lorsque les 14 juments étaient toutes cyclées, nous avons commencé un traitement de progestérone pendant 07 jours consécutifs. Le suivi de l'ovulation a été réalisé après le traitement, par le soufflage de l'ensemble des juments (chaleur), la Palpation transrectale et l'échographie des ovaires et de l'utérus.

I. 1. 1. DETECTIONS DES CHALEURS PAR SOUFFLAGE

Nous avons effectué la détection des chaleurs par un étalon souffleur sur les 14 juments.

Il est intéressant d'observer le comportement de la jument face au souffleur : certaines juments passives ou au contraire trop agressives sont particulièrement difficiles à détecter, seule l'expérience a permis de saisir le comportement particulier de ces juments.

Nos résultats ont montré que le souffleur mis en présence de la jument : flaire en commençant par la tête, puis le long du corps jusqu'à la région ano-génitale. L'étalon souffleur adopte une attitude caractéristique dite le flehmen (**Figure 15**), Il retrousse la lèvre supérieure, en tendant son encolure et sa tête vers le haut. Il inspire alors bruyamment.



Figure 15 : Le flehmen (Originale).

Chez la femelle, l'intensité du comportement sexuel varie selon les individus et selon le moment des chaleurs. La présence d'un mâle l'augmente.

Nos résultats ont montré que la détection de chaleur chez les 14 juments par la méthode de (**Palmer.1992**), permet de reconnaître les signes suivants : Clignement de la vulve ; Queue relevée ; Jet d'urine ; Jument campée ; Immobilité.

I. 1. 2. DETECTION DES CHALEURS PAR EXAMEN GYNECOLOGIQUE

a) Palpation transrectale de l'appareil génital

Par la palpation transrectale nous avons recueilli des informations sur la souplesse du col et de l'utérus, la consistance des ovaires pour le diagnostic éventuel de follicule (s).

Nos résultats ont montré qu'au cours des périodes de chaleurs, les ovaires des juments examinées augmentaient de taille. Et le follicule pré ovulatoire est palpable, laissant ressentir une grosse structure. Mais juste après une ovulation, on a palpé une cavité, place lésée par le follicule pré ovulatoire.

b) Examen par échographie

Au cours de cette étude nous avons procédé au suivi de la dynamique folliculaire par échographie (**Annexe 16**) après un traitement de 7 jours à base de progestérone (REGUMATE ou ALTERMATE) dont le but de synchroniser le moment de l'ovulation, et donc déterminer le moment optimal de l'insémination.

- Contrôle du moment du début de l'œstrus :

Nos résultats ont montré qu'il y'a : une suppression de l'œstrus (généralement après 1 à 3 jours de traitement) ; et 90 % des juments présentent des signes d'œstrus dans les 5 jours suivant la fin du traitement.

- Le suivi de l'activité folliculaire (**Annexe 17**) :

Les juments ont été suivies du mois de février au mois d'avril 2019. La répartition du nombre de juments en fonction des mois est notée (**Annexe 18**).

Nos résultats ont montré à travers le suivi de la dynamique folliculaire à partir la fin de traitement que :

Selon la saison

Mois de février (**Annexe 19**)

- 100% (4/4) des juments traité ont eu une ovulation.
- Type de traitement : REGUMATE
- Race : 2 juments « selle français » et 2 juments « pur-sang arabe »
- La moyenne de l'intervalle entre la fin de traitement et l'ovulation est 12.75 jours
- Le diamètre moyen de follicule à l'ovulation est 45,5 mm (**Figure 16**)

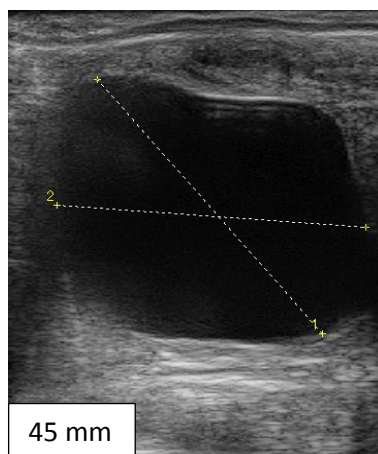


Figure 16 : Exemple d'un follicule de l'une des quatre juments avec un diamètre de 45mm dans le mois de février (**Originale**).

Mois de mars (Annexe 20)

- 85,7% (6/7) des juments traité ont eu une ovulation. La jument n'ayant pas ovulée a été traitée par ALTERMATE
- Type de traitement : 5 juments par ALTERMATE, et 2 par REGUMATE
- Race : 5 juments « selle français » et 2 juments « pur-sang arabe »
- La moyenne de l'intervalle entre la fin de traitement et l'ovulation est 11,66 jours
- Le diamètre moyen de follicule à l'ovulation est 49 mm (**Figure 17**)

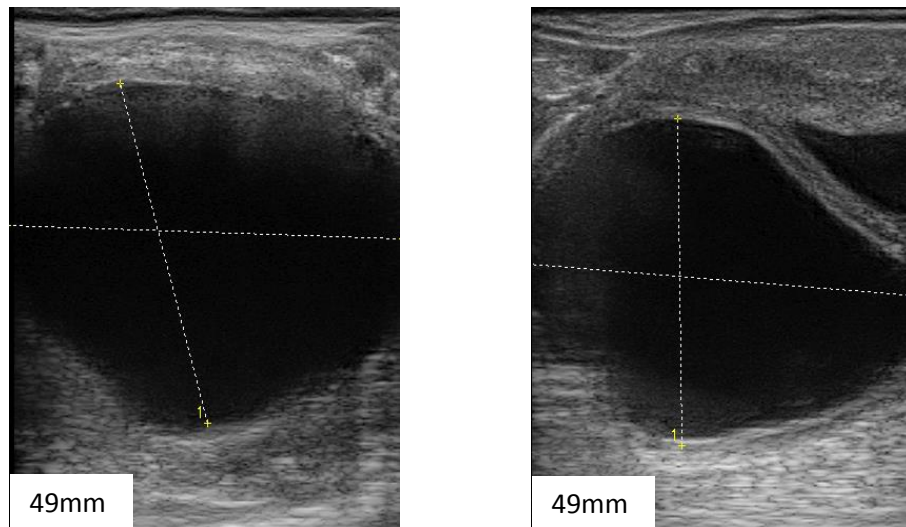


Figure 17 : Exemple d'un follicule de l'une des quatre juments avec un diamètre de 49mm dans le mois de mars (**Originale**).

Mois d'avril (Annexe 21)

- 66,66% (2/3) des juments traité ont eu une ovulation.
- Type de traitement : ALTERMATE
- Race : 2 juments selle français et 1 jument pur-sang arabe
- La moyenne de l'intervalle entre la fin de traitement et l'ovulation est 29 jours
- Le diamètre moyen de follicule à l'ovulation est 47 mm

Ci-dessous, dans la page suivante. Les juments qui ont été suivies du mois de février au mois d'avril 2019 : Les résultats de l'ovulation en fonction du mois est notée (**Tableau 2**) ; (**Figure 18**).

RESULTATS ET DISCUSSION

Tableau 2 : Les résultats de l'ovulation en fonction du mois.

| Mois | Diamètre moyen de follicule (mm) | l'intervalle entre la fin de traitement et l'ovulation (jour) |
|---------------------|----------------------------------|---|
| Février | 45,5 | 12.75 |
| Mars | 49 | 11.66 |
| Avril | 47 | 29 |
| La moyenne générale | 47.16 | 17.80 |

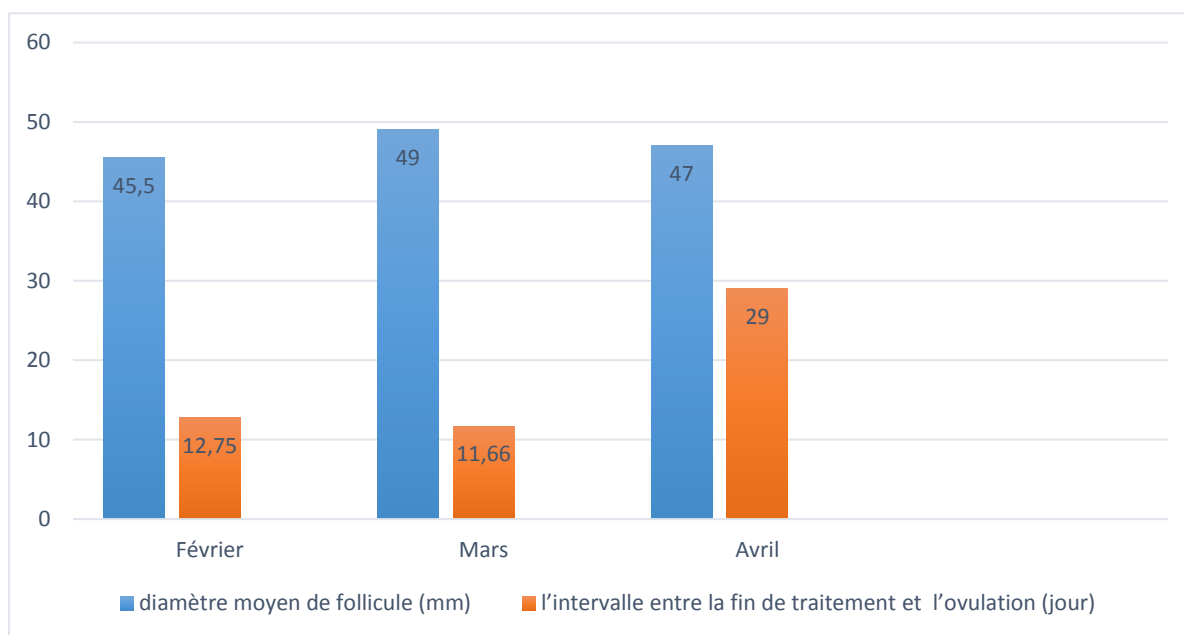


Figure 18 : Histogramme représente le diamètre moyen du follicule & l'intervalle entre la fin de traitement et l'ovulation en fonction du mois.

Nos résultats ont montré que dans le mois de Février 100% (4/4) des juments traitées ont eu une ovulation (**Annexe 19**). Pour le mois de Mars : 85,7% (6/7) des juments traitées ont eu une ovulation (**Annexe 20**). Et le mois d'Avril : 66,66% (2/3) des juments traitées ont eu une ovulation (**Annexe 21**). Mais on a une absence d'ovulation chez 02 juments, distribuées comme suit : le mois de Mars : 01 jument, ainsi que pour le mois d'Avril : 01 jument.

Nos résultats ont montré à travers le suivi de l'activité folliculaire que le diamètre moyen de follicule pré-ovulatoire est : 47.16 mm (**Tableau 2**), distribué comme suit : dans le mois de Février : 45.5 mm, et pour le mois de Mars : 49 mm ; ainsi que pour le mois d'Avril : 47 mm.

Pour le moment d'ovulation, nous avons relevé que la plus part des juments ovulent entre J11 et J13. Mais au cours du mois d'avril, nous avons noté que l'ovulation, était retardé, souvent à J 20 et parfois plus (**Tableau 2**).

Selon la race

Pur-sang arabe (Annexe 22)

- 100% (5/5) des juments traité ont eu une ovulation.
- Type de traitement : 2 juments par REGUMATE et 3 par ALTERMATE
- La moyenne de l'intervalle entre la fin de traitement et l'ovulation est 14.25 jours
- Le diamètre moyen de follicule à l'ovulation est 46.60 mm

Selle français (Annexe 23)

- 77,77% (7/9) des juments traité ont eu une ovulation.
- Type de traitement : 4 juments par REGUMATE et 5 par ALTERMATE
- La moyenne de l'intervalle entre la fin de traitement et l'ovulation est 12.57 jours
- Le diamètre moyen de follicule à l'ovulation est 48.28 mm

Ci-dessous, Les juments qui ont été suivies : Les résultats de l'ovulation en fonction de race est notée (**Tableau 3**) ; (**Figure 19**).

Tableau 3 : Les résultats de l'ovulation en fonction de race.

| Mois | Diamètre moyen de follicule (mm) | l'intervalle entre la fin de traitement et l'ovulation (jour) |
|---------------------|----------------------------------|---|
| Pur-sang arabe | 46.40 | 14.25 |
| Selle français | 48.28 | 12.57 |
| La moyenne générale | 47.34 | 13.38 |

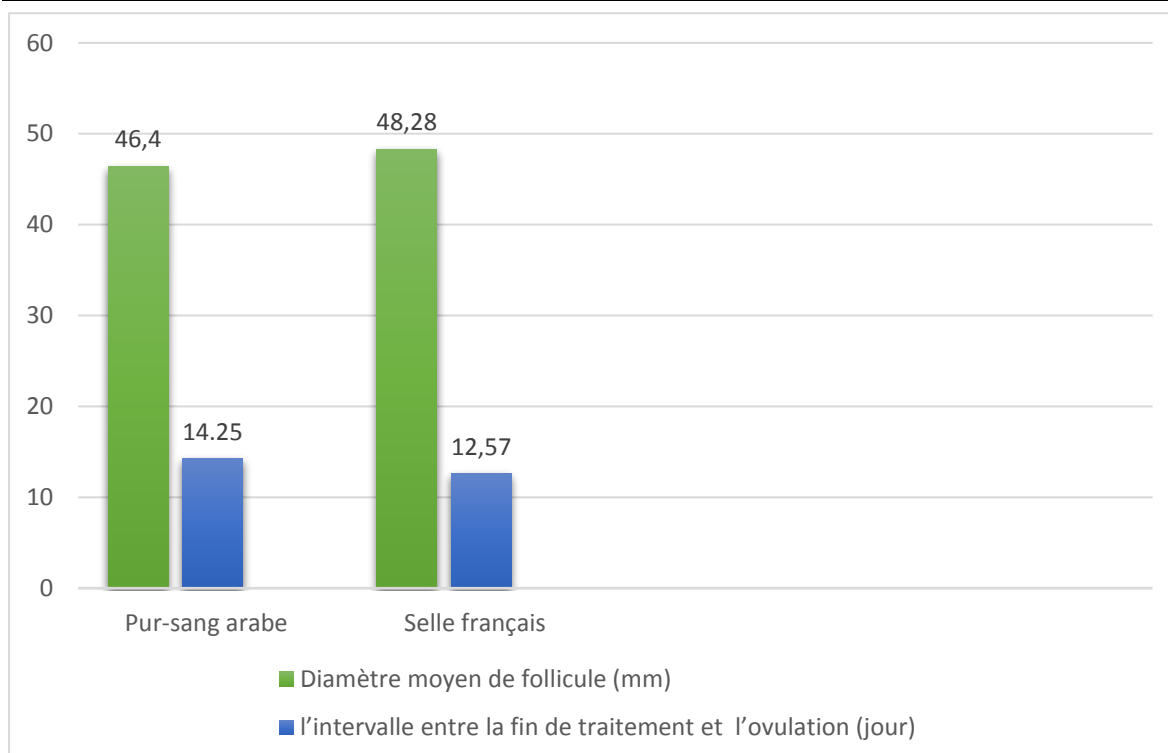


Figure 19 : Histogramme représente le diamètre moyen du follicule & l'intervalle entre la fin de traitement et l'ovulation en fonction de race.

RESULTATS ET DISCUSSION

Les juments qui ont été suivies : Les résultats de l'ovulation en fonction de race avec l'intervalle entre la fin de traitement et l'ovulation est notée (**Tableau 4**) ; (**Figure 20**).

Tableau 4 : l'intervalle entre la fin de traitement et l'ovulation en fonction de race.

| FIN TTT/OV (jrs) | 9 | 10 | 11 | 13 | 14 | 15 | 17 | 24 | 34 |
|------------------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Arabe | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| SF | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| TOTALE | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

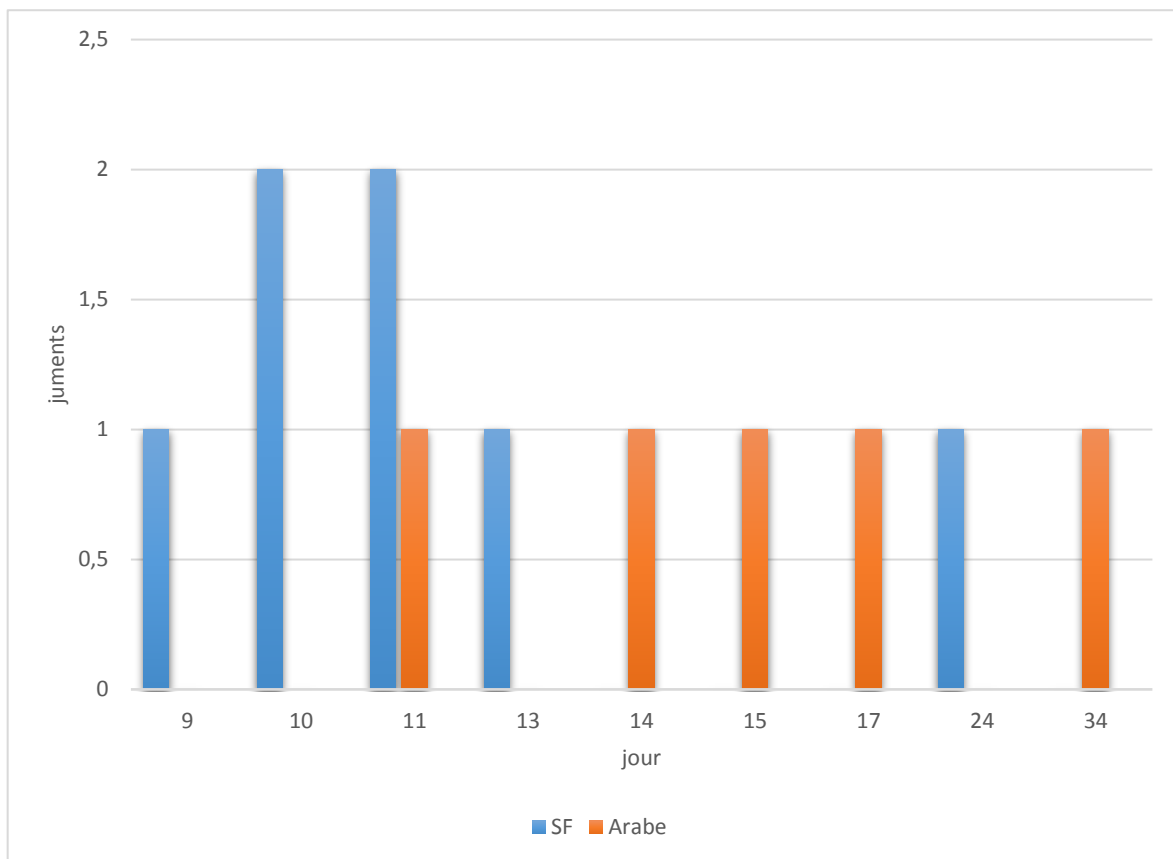


Figure 20 : Histogramme représente l'intervalle entre la fin de traitement et l'ovulation en fonction de race.

Ci-dessous, dans la page suivante. Les juments qui ont été suivies : Les résultats de l'ovulation en fonction de race avec le diamètre moyen de follicule à l'ovulation est notée (**Tableau 5**) ; (**Figure 21**).

RESULTATS ET DISCUSSION

Tableau 5 : Diamètre moyen de follicule à l'ovulation en fonction de race.

| Diamètre follicule à l'ovulation (mm) | 42 | 44 | 45 | 46 | 47 | 49 | 50 | 52 | 58 |
|---------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Arabe | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| SF | 0 | 0 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| TOTALE | 1 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |

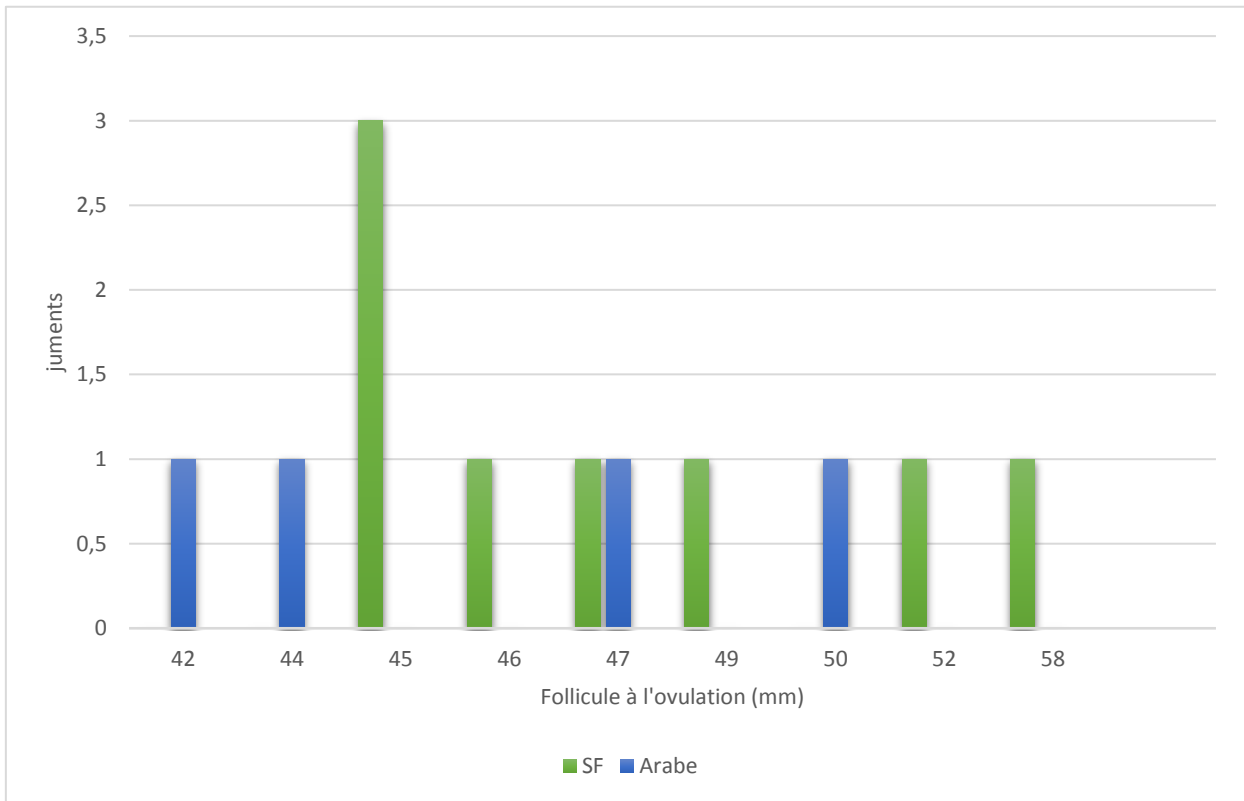


Figure 21 : Histogramme représente le diamètre moyen de follicule à l'ovulation en fonction de race.

Ci-dessous, Les résultats de l'ovulation en fonction de race avec le diamètre moyen de follicule à l'ovulation par intervalle est notée (**Tableau 6**) ; (**Figure 22**) ; (**Figure 23**).

Tableau 6 : Diamètre moyen de follicule à l'ovulation par intervalle en fonction de race

| Diamètre follicule à l'ovulation (mm) | [40, 45] | [45, 50] | [50, 55] | [55, 60] |
|---------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| SF | 0 | 6 | 1 | 1 |
| Arabe | 2 | 1 | 1 | 0 |
| Totale | 2 | 7 | 2 | 1 |

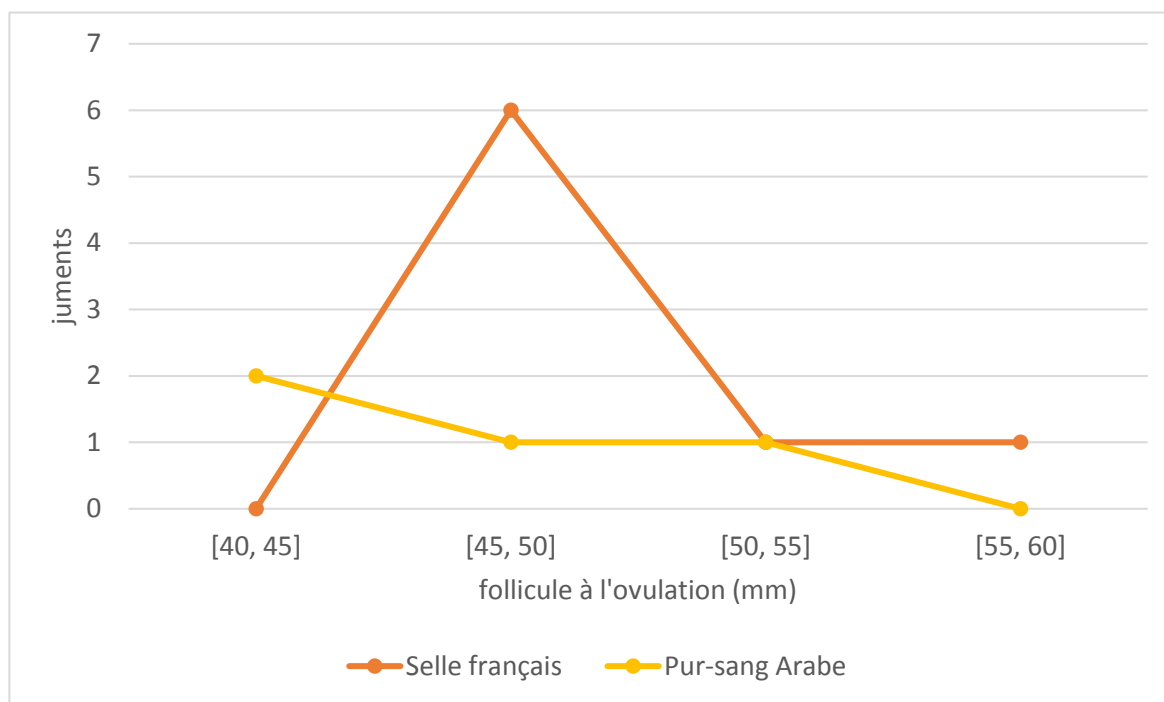


Figure 22 : Courbe représente le diamètre moyen de follicule à l’ovulation par intervalle en fonction de race.

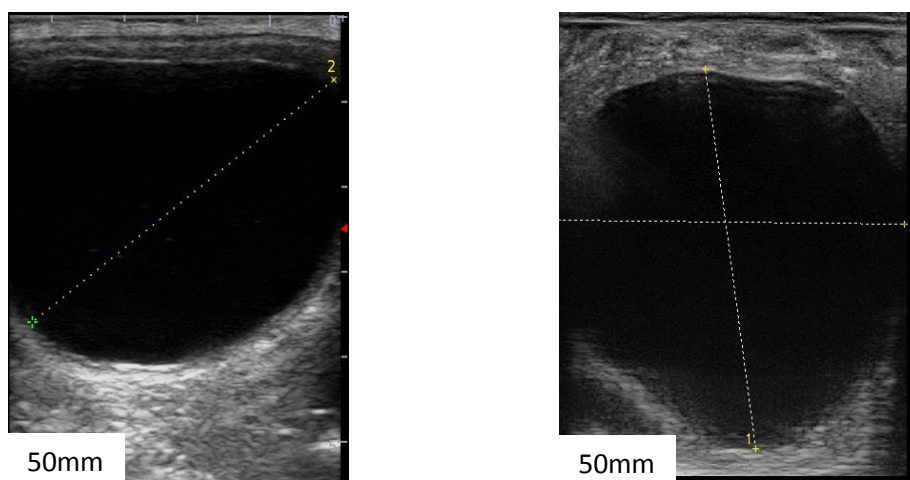


Figure 23 : Exemple d’un follicule des juments avec un diamètre de 50mm.

Nos résultats ont montré que pour le Pur-sang arabe : 100% (5/5) des juments traitées ont eu une ovulation (**Annexe 22**). Et pour le Selle français : 77,77% (7/9) des juments traitées ont eu une ovulation (**Annexe 23**). Mais on a une absence d’ovulation chez 02 juments de selle français.

Les résultats ont montré à travers le suivi de l’activité folliculaire à partir du mois de février jusqu’à avril (**Tableau 5**) que le diamètre moyen de follicule pré-ovulatoire est : entre 42 et 50 mm pour le pur-sang arabe, et entre 45 et 58 mm pour le selle français .

Pour le moment d'ovulation (**Tableau 3**), nous avons relevé que : l'ovulation chez le selle français est un peu précoce de : 12.57 jours, en comparant avec le pur-sang arabe de : 14.25 jours (Nous n'avons pas pris en compte une jument ovule après 34 jours).

Selon le traitement

REGUMATE : 06 juments (Annexe 24)

- 100% (6/6) des juments traité par REGUMATE ont eu une ovulation.
- Race : 04 juments selle français et 02 juments pur-sang arabe
- La moyenne de l'intervalle entre la fin de traitement et l'ovulation est 12 jours
- Le diamètre moyen de follicule à l'ovulation est 47.5 mm

ALTERMATE : 08 juments (Annexe 25)

- 75% (6/8) des juments traité par ALTERMATE ont eu une ovulation
- Race : 05 juments selle français et 03 juments pur-sang arabe
- La moyenne de l'intervalle entre la fin de traitement et l'ovulation est 14.6 jours
- Le diamètre moyen de follicule à l'ovulation est 47.5 mm

Ci-dessous, Les résultats de l'ovulation en fonction du traitement avec le diamètre moyen de follicule et la durée d'ovulation, est notée (**Tableau 7**) ; (**Figure 24**)

Tableau 7 : Diamètre moyen de follicule à l'ovulation et durée d'ovulation post-traitement.

| | Diamètre moyen de follicule à l'ovulation (mm) | l'intervalle entre traitement et l'ovulation (jour) |
|-----------|--|---|
| REGUMATE | 47.5 | 12 |
| ALTERMATE | 47.5 | 14.6 |
| Moyenne | 47.5 | 13.3 |

RESULTATS ET DISCUSSION

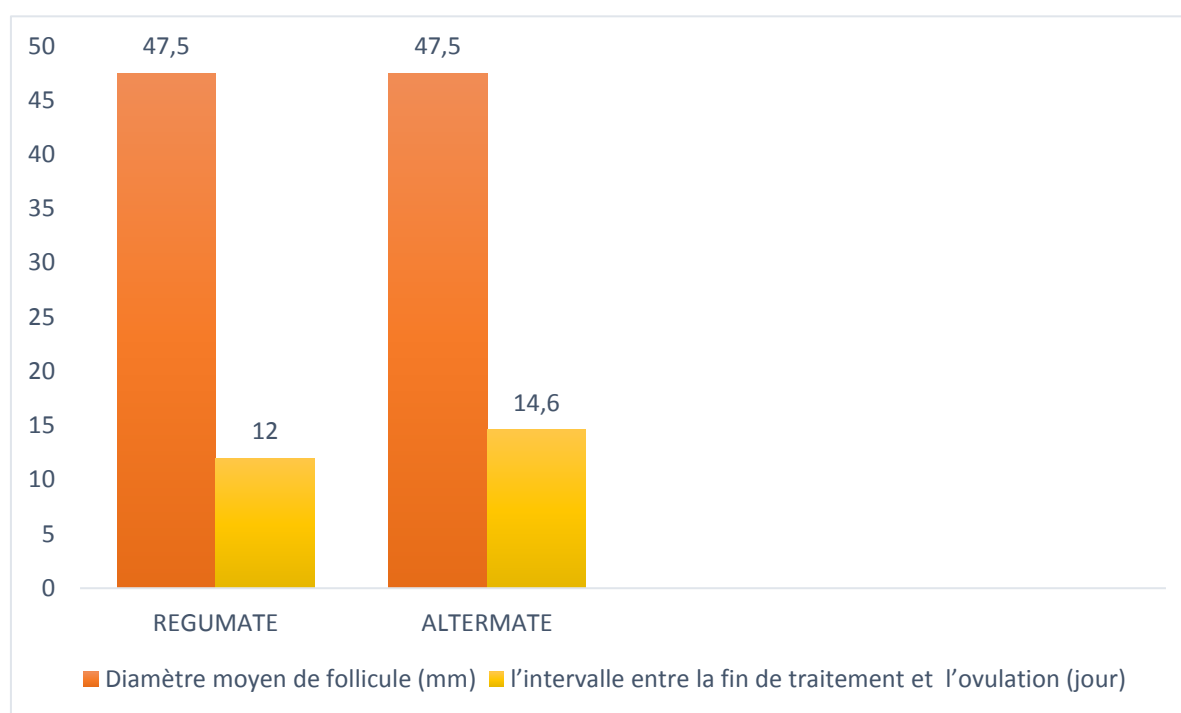


Figure 24 : Histogramme représentant les résultats de l'ovulation en fonction des traitements.

Nos résultats ont montré que : pour REGUMATE 100% (6/6) des juments traitées ont eu une ovulation (**Annexe 24**). Et pour ALTERMATE 75% (6/8) des juments traitées ont eu une ovulation (**Annexe 25**). Mais on a une absence d'ovulation chez 02 juments traitées par ALTERMATE.

Les résultats ont montré à travers le suivi de l'activité folliculaire à partir du mois de février jusqu'à avril que le diamètre moyen de follicule pré-ovulatoire est 47.5 mm quel que soit le traitement (**Tableau 7**). Et l'intervalle entre la fin de traitement et l'ovulation varie entre 12 jours pour REGUMATE et 14.6 jours pour ALTERMATE (Nous n'avons pas pris en compte une jument ayant ovulé après 34 jours) (**Tableau 7**).

Selon l'âge

Nos résultats ont montré à travers le suivi de l'activité folliculaire à partir du mois de février jusqu'à avril que le diamètre moyen de follicule pré-ovulatoire est : 48.62 mm pour l'âge « 04 à 09 ans », et 45.25 mm pour l'âge « 10 à 19 ans ». Et pour l'intervalle entre la fin de traitement et l'ovulation varie entre : 12.71 jours pour l'âge « 04 à 09 ans » (Nous n'avons pas pris en compte la jument ayant ovulé après 34 jours), et 12.5 jours pour l'âge : 10 à 19 ans (**Figure 25**).

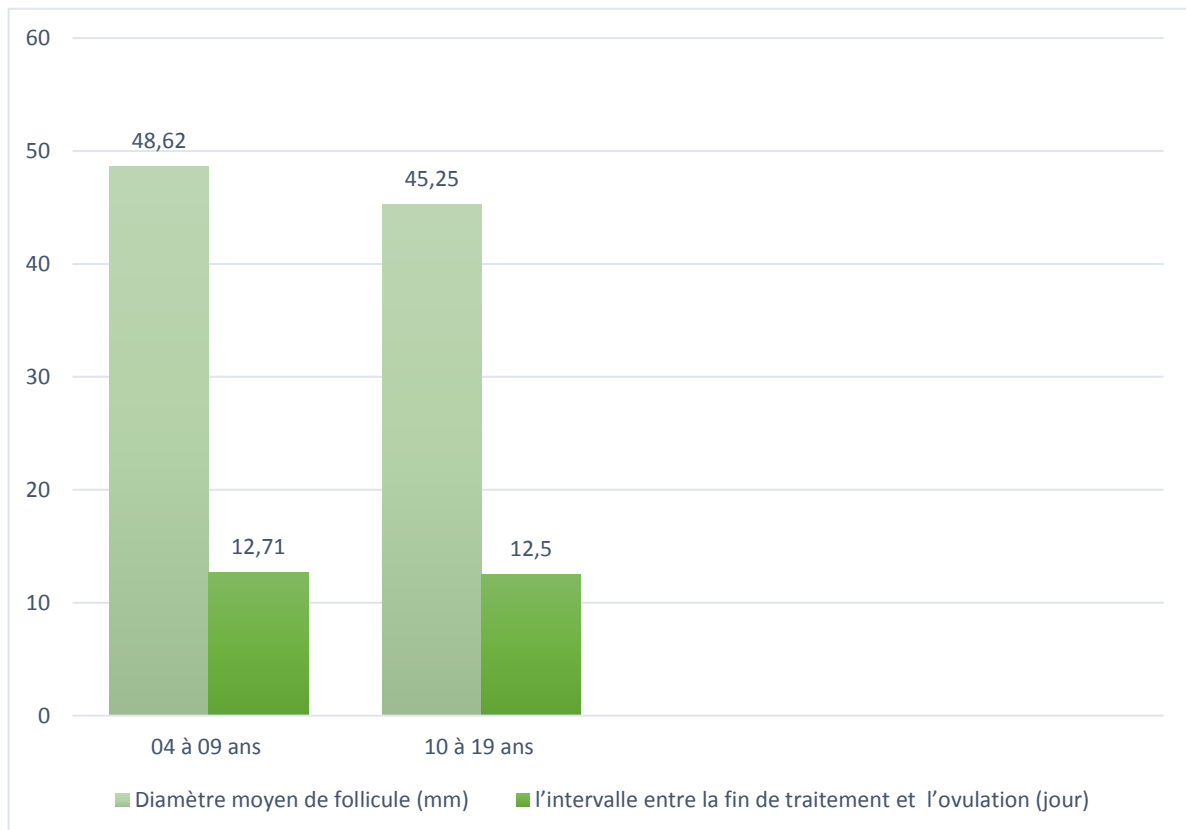


Figure 25 : Histogramme présentant les résultats de l'ovulation en fonction de l'âge.

Selon BCS (Body Condition Scoring)

Nos résultats ont montré à travers le suivi de l'activité folliculaire à partir du mois de février jusqu'à avril que le diamètre moyen de follicule pré-ovulatoire est : 47 mm pour le BCS 2.5, et 47.6 mm pour le BCS 3. Pour L'intervalle entre la fin de traitement et l'ovulation varie entre : 10.5 jours pour BCS 2.5 (Nous n'avons pas pris en compte une jument ovule après 34 jours), et 13.77 jours pour BCS 3 (**Figure 26**).

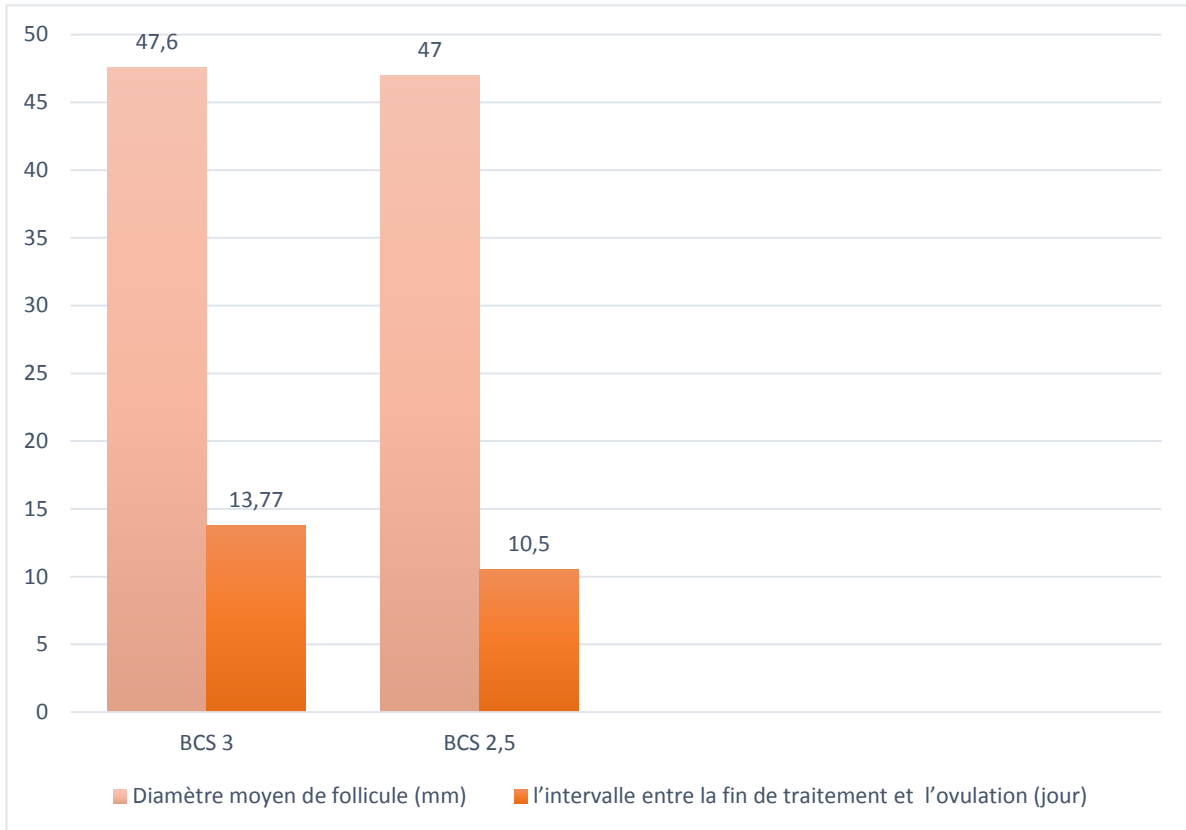


Figure 26 : Histogramme représente les résultats l'ovulation en fonction de BCS.

- Le suivi gynécologique concerne également l'utérus :

On y recherche des signes de chaleurs (plis particuliers de la muqueuse) qui probablement sont retrouvés à l'issue d'un soufflage.

Nos résultats ont montré à travers l'examen échographique de l'utérus qu'on passait de la note 0 dans le cas d'absence d'œdème, à la note 3 pour œdème important. L'œdème se caractérise à l'échographie par une structure hétérogène avec des zones échogènes et anéchogènes. Lorsque l'œdème est le plus prononcé, environ 1 à 3 jours avant l'ovulation, il est décrit à l'image échographique comme en « quartiers d'orange » à cause des plis endométriaux prononcés (**Figure 27**). Les résultats ont montré que (12/14) des juments ovulent lorsque l'utérus est dans un état de chaleur entre 2+ et 3+.

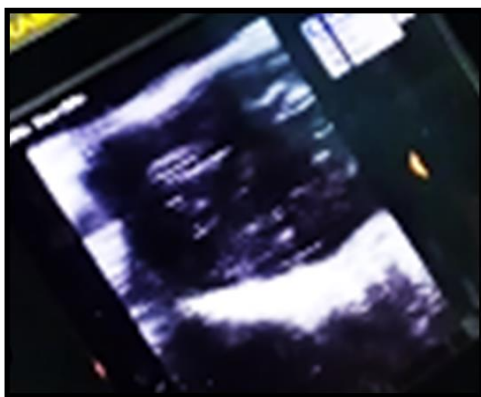


Figure 27 : Image échographique d'un utérus en chaleur (État de chaleur 3+) (**Originale**).

I. 1. 3. RESULTATS DE L'INSEMINATION ARTIFICIELLE

Deux manières d'inséminer ont été adoptées : la première IA immédiate (frais), la mise en place (IAF) a lieu sans réfrigération, dans l'heure qui suit la récolte. Elle concerne le « pur-sang-Arabe ». Et la deuxième IA congelée (IAC), la semence est congelée. Les paillettes ont été décongelées juste avant l'insémination. Elle a concerné la jument « selle français ».

Nous avons inséminé une fois le follicule atteint un minimum de diamètre de 42mm (**Figure 28**).

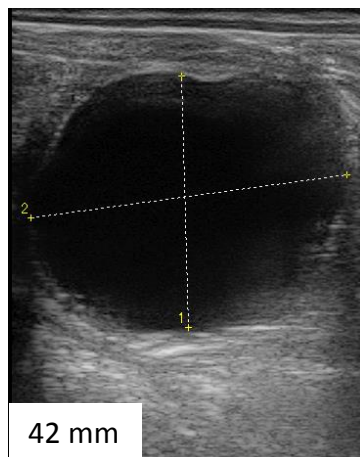


Figure 28 : Follicule avant l'insémination avec un diamètre minimum de 42 mm (**Originale**).

RESULTATS ET DISCUSSION

Ci-dessous, Les résultats de l'insémination artificielle selon le diamètre folliculaire pour les deux races, sont notées (**Tableau 8**) ; (**Tableau 9**).

Tableau 8 : L'insémination des juments pur-sang Arabe selon le diamètre folliculaire.

| PUR-SANG ARABE | IAF | |
|----------------|-----|-------|
| 009 | 1 | 43 mm |
| 010 | 4 | 45 mm |
| 001 | 1 | 43 mm |
| 004 | 2 | 43 mm |
| 003 | 3 | 48 mm |

Tableau 9 : l'insémination des juments « selle français » selon le diamètre folliculaire.

| SELLE FRANÇAIS | IAC | |
|----------------|-----|-------|
| 011 | / | / |
| 012 | 2 | 47 mm |
| 002 | 1 | 46 mm |
| 005 | 1 | 58 mm |
| 006 | 1 | 48 mm |
| 013 | 1 | 45mm |
| 007 | 1 | 45 mm |
| 014 | / | / |
| 008 | 1 | 43 mm |

Nos résultats ont montré que : 05 juments pur-sang Arabe ont été inséminées avec IAF (**Tableau 8**). Et 09 juments selle français ont été inséminées avec AIC (**Tableau 9**).

I. 1. 4. RESULTATS DU DIAGNOSTIC DE GESTATION

Après chaque cycle exploité, le diagnostic de gestation était effectué par échographie entre le 21 ième et le 28ième jour après refus à la barre de soufflage.

Les résultats du diagnostic de gestation sont présentés dans (**Tableau 10**) :

Tableau 10 : Les résultats du diagnostic de la gestation, E- (écho négative), E+ (écho positive) respectivement IA en échec et IA réussit.

| Jument | Ovulation | Insémination | Suivi gestation |
|--------|------------------------|------------------------------|---|
| 001 | 18-04-2019 | 17-04-2019 | E- J14 |
| 002 | 03-03-2019 | 03-03-2019 | E+ J12 .J14. J20. J30. J45 .J50 . J60. J75 |
| 003 | 12-03-2019 | 05 ; 06 ; 08 ; 10-03-2019 | E- J14 |
| 004 | 20-05-2019 | 17 ; 19-05-2019 | E+ J12 |
| 005 | 11-04-2019 | 11-04-2019 | E- J12. J14 |
| 006 | 10-04-2019 | 10-04-2019 | E+ J12 .J14 .J20. J30. J45 |
| 007 | 10-04-2019 | 10-04-2019 | E- J12 ; J14 |
| 008 | 10-05-2019 | 10-05-2019 | E+ J12 |
| 009 | 24-02-2019 | 01-03-2019 | E+ J12 .J14. J20. J30. J45 .J50 . J60. J75 |
| 010 | 15-04-2019 | 11 ; 13 ; 15-04- 2019 | E+ J12 |
| 011 | Absence d'ovulation | / | / |
| 012 | 03-03-2019 | 02 ; 03-03-2019 | E+ J12 .J14. J20. J30. J45 .J50 . J60. J75 |
| 013 | 11-04-2019 | 11-04-2019 | E- J12 ; J14 |
| 014 | Absence d'ovulation | / | / |

Nos résultats des juments (**Tableau 10**) après le diagnostic de gestation ont montré que : (7/12) 58.33 % présent un E+, et (5/12) 41.66% présent un E- .

Ci-dessous, dans la page suivante, quelques exemples d'images échographiques du suivi de gestation en post-insémination artificielle (**Figure 29 ; 30 ; 31**).

- A partir J13 post-ovulation on fait un diagnostic précoce de gestation par la mise en évidence de la vésicule embryonnaire (**Figure 29**).

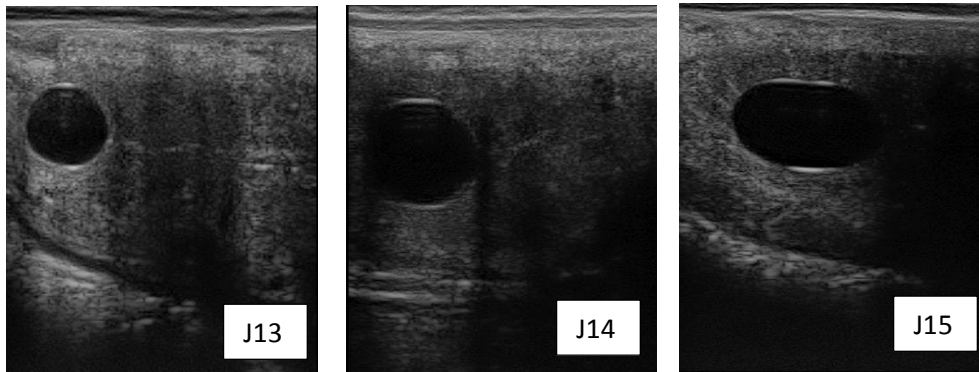


Figure 29 : Vésicule embryonnaire de 13 ,14 et 15 jours lors d'un suivi de gestation post IA (Originale) .

- Après 19 jours (**Figure 30**).

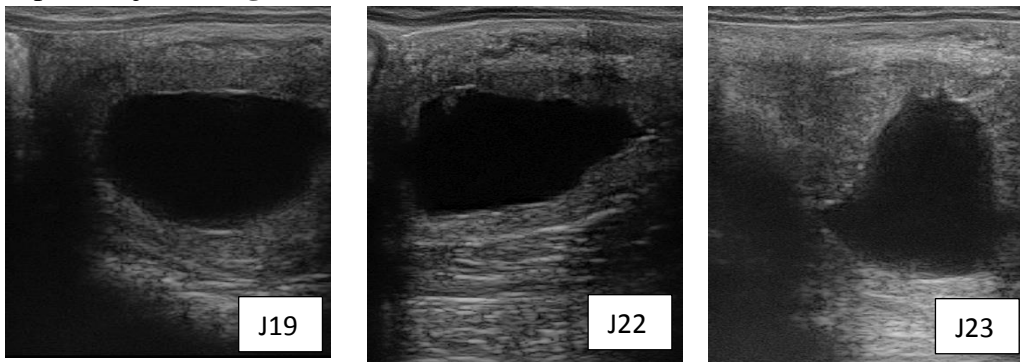


Figure 30 : Vésicule embryonnaire de 19 ,22 et 23 jours lors d'un suivi de gestation post IA (Originale).

- Des contrôles de gestation par échographie entre J25 et J60 (**Figure 31**).

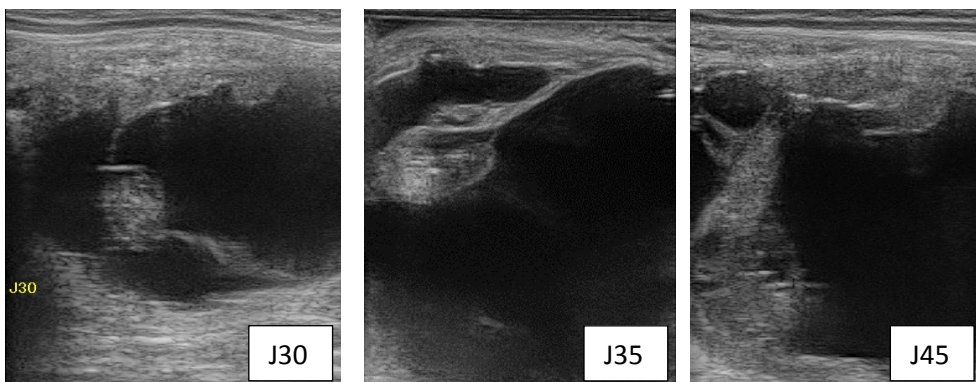


Figure 31 : Vésicule embryonnaire de 30,35 et 45 jours lors d'un suivi de gestation post IA (Originale).

I. 2. DISCUSSION

Pour produire, il faut reproduire. Cet adage peut être utilisé pour toutes les espèces animales. Le cheval en fait partie. La fertilité de la jument dépend de la qualité du follicule et donc de l'ovule, et surtout du moment de l'ovulation et du maintien de la gestation jusqu'à la parturition. Ceci en fait sa particularité dans toute sa difficulté.

Chez la jument, en effet il est difficile de prévoir avec précision le moment de l'ovulation. D'après l'examen des ovaires et la taille des follicules sachant que l'intervalle entre le début de la chaleur et l'ovulation est variable. C'est dans ce contexte que ce travail a vu son exercice. Nous avons appliqués deux traitements à base de progestérone pour la maîtrise de cycle œstral. Ceci nous permis de prévoir avec une relative précision la date de l'ovulation chez quelques juments de la wilaya de Mostaganem au niveau de la jumenterie Haras Hocine el Mansour. Nous avons ainsi suivi le démarrage de l'activité ovarienne par échographie jusqu'au constat de la gestation.

Pour cela, 14 juments, ont été suivies. L'examen échographique de leurs ovaires nous a permis de les classer en situation d'anoestrus (non cyclées) ou cyclées éventuellement en œstrus.

Sur les 14 juments examinées, 04 ont présenté des ovaires lisses suites à deux examens de onze jours d'intervalles. Cela nous a conduits à les classer dans l'anoestrus. L'intervalle de vingt-deux jours est important pour éviter de confondre un corps jaune en cours d'apparition lors du premier examen, en effet on attend encore onze jours pour laisser soit le corps jaune se confirmer, soit le follicule.

Par la suite les 14 juments ont subi des traitements à base de progestérone pour la synchronisation de l'œstrus. Le choix des animaux nous a permis de les sélectionner en 2 lots (lot 1: 06 juments traités par REGUMATE, lot 2 : 08 juments traités par ALERMATE), pour une étude sur l'effet de la progestérone ainsi que sur la maîtrise du cycle et la détermination du moment de l'insémination artificielle, en fonction de la taille du follicule pré-ovulatoire.

Notre étude montre qu'une administration orale de 10 cc de REGUMATE ou ALTERMATE pour les juments « pur-sang arabe » et 15 cc pour les juments « selle français » par jour, pendant 07 jours consécutif, en présence de follicules d'au moins 20-25 mm au début du traitement, a permis la suppression de l'œstrus chez 90 % des juments traitées. Cette suppression recherchée de l'œstrus a été obtenue 1 à 3 jours après le début du traitement. Nos résultats sont similaires à ceux de Webel et Squires, (1982) qui ont montré qu'une administration orale de 27 mg de REGUMATE par jour pendant 15 jours permet la suppression de l'œstrus chez 94 % des juments traitées dans les trois premiers jours.

Cette suppression des chaleurs s'explique par l'action d'inhibition de la progestérone sur la sécrétion de la GnRH, et donc la FSH. De ce fait, la croissance folliculaire est inhibée, et l'œstrus est arrêté.

Les chaleurs après l'arrêt du traitement, ont été observées chez 90% des juments des 2 lots, dans les 5 jours. Nos résultats corroborent avec ceux de Webel et Squires, (1982).

Nos résultats ont montré à travers le suivi de l'activité folliculaire par échographie que le diamètre moyen de follicule pré-ovulatoire est 47.5 mm pour les deux traitements, mais

l'intervalle moyen entre la fin de traitement et l'ovulation variait entre 12 jours pour REGUMATE et 14.6 jours pour ALTERMATE. La majorité des juments 85.71% (12/14) ont eu une ovulation.

Les deux juments qui n'ont pas ovulées, ont présentées respectivement, un follicule pré-ovulatoire bloqué à la taille de 35 mm, et un corps jaune persistant non gestatif.

Selon le traitement :

Selon les recommandations du fournisseur, la posologie par voie orale est de 0,044 mg de REGUMATE ainsi que pour ALTERMATE par kg de poids vif et par jour, pendant 8 à 10 jours. Le principe actif des deux produits (progestérone) est rapidement absorbé et peut être détecté dans le sang dès 10 minutes après l'administration. Les concentrations sériques de progestérone maximales sont observées 2,5 heures après l'administration ; et le traitement est essentiellement métabolisé dans le foie. La demi-vie terminale après administration orale est de 10,7 heures +/- 4,3 heures. Environ 90 % des juments présentent des signes d'œstrus dans les 5 jours après l'arrêt du traitement, et 60 % des juments ovulent dans les 11 à 14 jours après l'arrêt du traitement. En comparant avec notre résultat 66.66% des juments ovulent dans les 9 à 14 jours après l'arrêt du traitement.

Nos résultats ont montré à travers le suivi de l'activité folliculaire que le diamètre moyen de follicule pré-ovulatoire est 47.5 mm pour les deux traitements. L'intervalle moyen entre la fin de traitement et l'ovulation varie entre 12 jours pour REGUMATE et 14.6 jours pour ALTERMATE.

Les progestérones provoquent l'inhibition de la libération de GnRH donc inhibe la LH. Cette dernière joue un rôle primordial dans la maturation finale du follicule pré-ovulatoire et l'ovulation. Le principe du traitement agit en inhibant la concentration des gonadotrophines endogènes, LH et FSH dans le sang, induisant ainsi la régression de tous les grands follicules (> 20-25 mm) et par la suite le blocage de l'œstrus et de l'ovulation. Pendant la seconde moitié de la période de traitement avec le produit, quand tous les grands follicules ont régressé, un pic de sécrétion de FSH survient, ce qui déclenche une nouvelle vague de croissance folliculaire. La fin du traitement est suivie par une augmentation régulière de la concentration de LH qui permet la croissance et la maturation folliculaire. Ces effets endocriniens assurent pour la plupart des juments une ovulation durant la période de 4 jours entre le 11^{ème} et le 14^{ème} jour après la finalisation du traitement. Ce qui le cas de nos résultats.

Selon la saison :

Après analyse des résultats sur le moment d'ovulation, nous avons relevé que la plus part des juments ovulent entre J11 et J13. Mais au cours du mois d'avril, nous avons noté que l'ovulation, était retardée, souvent à J20 et parfois plus, malgré l'augmentation de la durée du jour (15 heures) ; il faut noter toutefois qu'une des deux juments ayant accusé un retard de 34 jours, a montré une persistance du corps jaune qui probablement est la cause de ce retard vu qu'il continu à sécréter de la progestérone même après l'arrêt du traitement. Ceci dit la deuxième jument avec un retard de 24 jours n'a présenté aucun corps jaune pouvant expliquer la persistance de l'anoestrus. Une piste de physiologie est à explorer.

Le diamètre moyen de follicule pré-ovulatoire en fonction du mois de travail est (47.16 mm). Les études de (Morel et al. 2010) montre que la saison influence sur la taille du follicule pré-ovulatoire, avec une taille plus importante en début de saison sexuelle (février) et une taille plus petite en fin de saison (fin août). Ceci est confirmé dans la majorité de nos résultats.

Selon l'âge :

Les travaux de (Carnevale *et al.* 1993) ont montré que L'âge peut influencer la longueur des cycles. Les juments âgées (> 20 ans) présentent un intervalle inter-ovulation qui peut être plus long que celui des juments jeunes (5 à 7 ans) : ceci serait dû à une vitesse de croissance du follicule dominant plus lente. Une réduction de l'activité folliculaire et de la fréquence des ovulations peut être observée chez les juments âgées de 25 ans ou plus, associée à une augmentation des concentrations plasmatiques de LH et de FSH pendant la phase folliculaire.

En comparant avec nos résultats l'intervalle moyen entre la fin de traitement et l'ovulation varie : 12.71 jours pour l'âge 04 à 09 ans (Nous n'avons pas pris en compte la jument qui a ovulé après 34 jours) et 12.5 jours pour l'âge 10 à 19 ans, on remarque qu'il y'a pas une différence, donc dans notre travail l'âge ne présente pas un effet notoire sur l'ovulation. Ceci s'expliquerait par le fait que nos juments sont toutes en dessous de l'âge critique cité dans la littérature.

Selon la race :

Nous avons noté que la moyenne de l'ovulation chez les « selles français » (12.57 jours) étaient plus précoces par rapport aux « pur-sang arabe » 14.25 jours (Nous n'avons pas pris en compte une jument ayant ovulé après 34 jours). Ainsi, le diamètre moyen de follicule pré-ovulatoire de la « selles français » est plus gros (48.28mm) par rapport aux « pur-sang arabe » (46.40mm). Ceci peut s'expliquer par la différence de race car ce dernier est généralement de taille moyenne de 1.60m en comparant avec la jument « selle français » qui est de grande taille 1.70m, c'est un modèle équilibré, harmonieux et puissant.

L'insémination artificielle :

Dans notre étude, plusieurs inséminations sont réalisées en IAF cette méthode est réalisée à 35.71% en inséminant les juments pur-sang arabe toutes les 48 heures ce qui correspond au protocole préconisé, sinon, la méthode d'insémination la plus utilisée au haras c'est l'insémination congelé 50% Il insémine les juments selle français toutes les 24 heures.

Suivi de gestation :

14 jours après l'ovulation les juments qui ne revenaient pas en chaleurs étaient examinées par échographie pour voir si elles étaient gestantes ou si elles présentaient un corps jaune persistant. Nous avons poursuivi nos séances échographiques à J14, J20, J25, J45 et J60 jusqu'au diagnostic précoce de gestation. Nous avons trouvé que 41.66 % des juments présentent un E- ; 58.33 % un E+.

À l'issue de ce travail nous pouvons avancer, avec prudence, que chez la jument, de race « pur-sang arabe » et « selle français » à tout âge, en dessous des 20ans particulièrement hors saison de reproduction, plus précisément, en anoeustrus, il est fort conseillé de procéder à un traitement en progestérone, pour synchroniser les chaleur et maîtriser relativement les inséminations artificielles, indépendamment de la forme du traitement. Cependant il faut noter que le caractère de risque sur la santé de la jument n'est pas engagé dans ce travail. Il faut avouer que des travaux (Lofstedt et Patel, 1989) sur ces questions ont montré qu'il n'est pas possible de synchroniser efficacement les ovulations avec ce traitement .Cependant, la reprise de la croissance folliculaire est très variable selon les juments, et certaines montrent une croissance folliculaire sous traitement.

CONCLUSION

CONCLUSION

Une meilleure efficacité dans la reproduction de la jument, préoccupation essentielle des éleveurs, n'est possible que par une meilleure connaissance et compréhension des événements gouvernant le processus de l'ovulation chez la jument, Pour cela, il est indispensable de pouvoir prévoir avec précision la date de l'ovulation.

C'est pourquoi nous sommes intéressés à l'utilisation d'un traitement de progestagène pour la maîtrise du cycle sexuel chez la jument. Cependant ce traitement pourrait être envisagé dans le cadre d'une synchronisation des chaleurs ce qui permettrait probablement d'augmenter de façon considérable la fertilité en fin de saison.

Notre étude a été effectuée au niveau de la jumenterie Haras Hocine el Mansour à Mostaganem, et nous avons opté pour le suivi folliculaire par échographie associé au passage à la barre des juments.

Dans l'interprétation de nos résultats nous avons constaté que la connaissance de l'activité de follicule pré-ovulatoire (follicule de De Graaf) et le moment de l'ovulation est un élément essentiel de décision de l'insémination de la jument reproductrice.

L'adoption de l'échographie pour le diagnostic précoce de gestation a permis d'exploiter un nombre important de chaleurs, et par conséquent d'augmenter la fertilité en fin de saison.

Nos résultats ont montré que 90 % des juments présentent des signes d'oestrus dans les 5 jours suivant la fin du traitement, et 85.71% (12/14) des juments ont eu une ovulation . Le diamètre moyen de follicule pré-ovulatoire est 47.5 mm pour les deux traitements, mais l'intervalle entre la fin de traitement et l'ovulation varie légèrement entre 12 jours pour REGUMATE et 14.6 jours pour ALTERMATE.

Il faut noter que la reproduction équine est une discipline en plein essor ou les progrès sont nombreux pour améliorer le suivi vétérinaire et les chances de réussite ; mais les applications pratiques restent encore limitées... les nouvelles technologies devraient être prometteuses dans les années suivantes afin d'améliorer la précision du suivi des juments reproductrices. Tel que : Les biotechnologies de la reproduction de 2eme et 3eme génération (IA avec de la semence sexée, TE) ; et l'utilisation de l'échographe doppler (pour le suivie de la vascularisation du CJ)

Il serait intéressant d'augmenter le nombre de jument pour confirmer ces résultats.

RÉFÉRENCE

BIBLIOGRAPHIQUE

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

A

- **Attwood, P.E., 2000.** Condition Scoring and Weight Estimation of Horses, <http://www.dpi.vic.gov.au/agriculture/animals-and-livestock/horses/management/condition-scoring-weight-estimation-horses.2000>.

B

- **Barone R., 1978.** Anatomie comparée des mammifères domestiques : appareil uro-génital, foetus et ses annexes, péritoine et topographie abdominale. Eds Vigot, Lyon, , 1978 ;951 p.
- **Bergfelt DR, Adams GP., 2011.** Equine reproduction.Luteal development. Chapter 216.In: 2nd éd. Wiley-Blackwell; 2011. p. 2055-64.
- **Browman TR., 2011.** Equine reproduction. Direct rectal palpation. Chapter 202.. In: 2nd éd. Wiley-Blackwell; 2011. p. 1904-13.
- **Brinsko, SP, Blanchard, TL, Varner, DD et al., 2011.** Manual of equine reproduction. 3rd edition. Maryland Heights : Mosby Elsevier; 2011.

C

- **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;1993.p 287-299.
- **Carnevale EM, Checura CM, Coutinho da Silva MA, Adams GP, Pierson RA., 2002.** Early luteogenesis: computerassisted image analysis of the corpus luteum in the first 24 hours postovulation. Theriogenology. 2002; p533-5.
- **Carnevale, E.M., 2008.** The mare model for follicular maturation and reproductive aging in the woman. Theriogenology; 2008.p 23-30.
- **Charlot-Valdieu A., 2005.** Contribution à l'étude du diagnostic de l'infertilité chez la jument [Thèse de doctorat vétérinaire]. Lyon ; 2005.
- **Cuervo-Arango, J., Newcombe, J.R., 2008.** Repeatability of preovulatory follicular diameter and uterine edema pattern in two consecutive cycles in the mare and how they are influenced by ovulation inductors. Theriogenology ; 2008.p 681-687.

D

- **Daels, P.F. et Hughes, J.P. 1993.** The normal estrus cycle. In : A.O. Mc Kinnon et J.L. Voss. Equine reproduction. Philadelphia: Lea & Febiger; 1993.

- **De Blanchard., 2005.** Manuel de Reproduction Equine, VARNER, Schumacher, et LOVE, Brinsko. Rigby. Edition: Maloine ; 2005.
- **Decourt, C., 2012.** Le kisspeptide: nouvelle molécule pour la maîtrise du cycle chez la jument? Thèse de doctorat. Tours ; 2012. P473.
- **Donadeu, F.X., Ginther, O.J., 2003.** Interactions of follicular factors and season in the regulation of circulating concentrations of gonadotrophins in mares. *Reproduction*; 2003. P743 750.
- **Douglas, R.H., Ginther, O.J., Nuti, L., 1974.** Induction of ovulation and multiple ovulation in season allayanovulatory mares with equine pituitary fractions. *Theriogenology* 2; 1974. p133-141.
- **Driancourt, M.A., 2001.** Regulation of ovarian follicular dynamics in farm animals. Implications for manipulation of reproduction. *Theriogenology* 55 ; 2001.p 1211-1239.

E

- **England, G. C. W., 2005.** Fertility and Obstetrics in the Horse. Third Edition éd. Oxford: Blackwell Publishing Ltd; 2005. p.307.
- **Evans, M.J. et Irvine, C.H.G., 1975.** Serum concentrations of FSH, LH and progesterone during the oestrous cycle and early pregnancy in the mare. *J. Reprod. Fert., Suppl* 23; 1975. P193-200.

F

- **Fortune J.E., 1994.** Ovarian follicular growth and development in mammals. *Biology of reproduction*, 1994. P225-232.

G

- **Gastal, E.L., Gastal, M.O., Beg, M.A., Ginther, O.J., 2004.** Interrelationships among follicles during the common-growth phase of a follicular wave and capacity of individual follicles for dominance in mares. *Reproduction* 128; 2004. p 417-422.
- **Gastal El., 2011.** Ultrasonographic morphology of the preovulatory follicle. In: *Equine reproduction* .Chapter 215. *Ovulation: Part 2*, 2nd éd. Wiley-Blackwell; 2011. p. 2032-54.
- **Ginther O.J. 1986.** Ultrasonic imaging and reproductive events in the mare. 2nd ed. Cross Plains, Wiscons .in : Equiservices ; 1986. 378p.
- **Ginther, O.J., Whitmore, H.L., Squires, E.L., 1972.** Characteristics of estrus, diestrus, and ovulation in mares and effects of season and nursing. *Am J Vet Res* 33; 1972. P 1935-1939.
- **Ginther, O.J., 1974.** Occurrence of anestrus, estrus, diestrus, and ovulation over a 12-month period in mares. *AmJ Vet Res* 35 ; 1974. p 1173-1179.

- **Ginther O.J., 1979.** Reproductive biology of the mare. Basic and applied aspects. Published by equiservices, Cross plains. Ind j,ed Wisconsin ;1979.
- **Ginther O.J., 1990.** Folliculogenesis during the traditional period and early ovulatory season in mare. Journal of reproduction of fertility; 1990. P311-320.
- **Ginther O.J., 1992.** Reproductive biology of the mare: basic and applied aspects. 2nd ed. Cross Plains, Wisconsin : Equiservices; 1992. 642p.
- **Ginther O.J., 1993.** Major and minor follicular waves during the equine oestrus cycle. Journal of equine veterinary science; 1993, p18-25.
- **Ginther, O.J., Beg, M.A., Bergfelt, D.R., Donadeu, F.X., Kot, K., 2001.** Follicle selection in monovular species. Biol Reprod 65; 2001. p 638-647.
- **Ginther, O.J., Beg, M.A., Donadeu, F.X., Bergfelt, D.R., 2003.** Mechanism of follicle deviation in monovular farm species. Anim Reprod Sci 78; 2003. p 239-257.
- **Ginther, O.J., Beg, M.A., Gastal, E.L., Gastal, M.O., Cooper, D.A., 2009.** Treatment with human chorionic gonadotropin (hCG) for ovulation induction is associated with an immediate 17beta-estradiol decrease and a more rapid LH increase in mares. Anim Reprod Sci 114; 2009. p 311-317.
- **Guillaume, D., Duchamp, G., Nagy, P., Palmer, E., 2000.** Determination of minimum light treatment required for photostimulation of winter anoestrous mares. J Reprod Fertil Suppl; 2000. p 205-216.

H

- **Hanzen Ch., Laurent, Y., Jakovjlevic,S., 1989.** Méthodologie et application de l'échographie bidimensionnelle à la physiopathologie de la reproduction équine. La gestation. Ann. Méd.Vét.133. 1989 .p 335-342.
- **Hyland, J.H., Wright, P.J., Clarke, I.J., Carson, R.S., Langsford, D.A., Jeffcott, L.B., 1987.** Infusion of gonadotrophin-releasing hormone (GnRH) induces ovulation and fertile oestrus in mares during seasonal anoestrus. J Reprod Fertil Suppl 35; 1987. P 211-220.

I

- **Irvine, C. H. G., Alexander, S. L., 1993.** GnRH. Chapter, 4; 1993.p 37.

K

- **Kahn, W. 1994.** Atlas de diagnostics échographiques: examen gynécologique et reproduction: equin, bovin, ovin, caprin, porcin, chien, chat. Maloine ; 1994.
- **Kainer ,R.A., 2011 .** Internal reproductive anatomy. In: Equine Reproduction ; 2011. p. 1582.

- **Kerban, A., Boerboom, D., Sirois, J., 1999.** Human chorionic gonadotropin induces an inverse regulation of steroidogenic acute regulatory protein messenger ribonucleic acid in theca interna and granulosa cells of equine preovulatory follicles. *Endocrinology* 140; 1999. P667-674.
- **Kherbab S., 2018.** Optimisation de la gestion de la jument lors de la mise à la reproduction et pendant la gestation dans le haras de Sidi Bendhiba-Mostaganem. 2018. P93.
- **King, S.S., Douglas, B.L., Roser, J.F., Silvia, W.J., Jones, K.L., 2010.** Differential luteolytic function between the physiological breeding season, autumn transition and persistent winter cyclicity in the mare. *Anim Reprod Sci* 117; 2010. P 232-240.
- **Konig, H. E., & Liebich, H. G. ,2004.** Veterinary anatomy of domestic animals. Textbook and color atlas. Schattauer, Stuttgart and New York; 2004. P495.

L

- **Lapin, D.R., Ginther, O.J., 1977.** Induction of ovulation and multiple ovulations in seasonally anovulatory and ovulatory mares with an equine pituitary extract. *J Anim Sci* 44; 1977. p834-842.
- **Lofstedt, R.M., Patel, J.H., 1989.** Evaluation of the ability of altrenogest to control the equine estrous cycle. *J Am Vet Med Assoc* 194 ; 1989. P 361-364.
- **Lopez k.H. et Norris D.O., 2011** .Endocrinology of the mammalian Ovary .In : Norris D.O. et Lopez K.H.(eds.). *Hormones and reproduction of vertebrates Vol 5*, Elsevier (éd), Londres (UK); 2011. P 59-72.
- **Loy, R.G., Buell, J.R., Stevenson, W., Hamm, D., 1979.** Sources of variation in response intervals after prostaglandin treatment in mares with functional corpora lutea. *J Reprod Fertil Suppl*; 1979. P 229-235.

M

- **McCue PM, McKinnon AO., 2011.** Pregnancy examination. In: *Equine reproduction*. 2nd éd. Wiley-Blackwel . Chapter 231. 1; 2011. p. 2245-61.
- **Morel, M.C., Newcombe, J.R., Hayward, K., 2010.** Factors affecting pre-ovulatory follicle diameter in the mare: the effect of mare age, season and presence of other ovulatory follicles (multiple ovulation). *Theriogenology* 74; 2010. P 1241-1247.
- **Mourier ., 2010.** Ecurie jean luc mourier mourier, Ostéopathie équine. saint amour. Flash News. 2010.

N

- **Niswender D ., Nett TM. 1993.** Luteal phase. In : MCKINNON A and VOSS JL, editors. Equine reproduction. Philadelphia : Williams & Wilkins; 1993. P 172-175.
- **Noden, P.A., Oxender, W.D. et Hafs, H.D. 1975.** The cycle of oestrus, ovulation and plasma levels of hormones in the mare. J. Reprod. Fertil., Suppl 23 ; 1975. P 189-192.

O

- **Oscar C., 2016.** Étude des tumeurs des cellules de la granulosa de l'ovaire (gct) chez la jument, intérêt de l'hormone anti-müllérienne (amh) dans la démarche diagnostique ; illustration par sept cas cliniques admis à vetagro sup .campus vétérinaire de lyon. 2016. P124.

P

- **Palmer, E., Driancourt, M.A., Ortavant, R., 1982.** Photoperiodic stimulation of the mare during winter anoestrus. J Reprod Fertil Suppl 32 ; 1982. P 275-282.
- **Palmer E. 1987.** New results on follicular growth and ovulation in the mare. In : ROCHE JF and O'CALLAGHAN D, editors. Follicular growth and ovulation in farm animals. Lancaster : Martinus Nijhof ; 1987. P 237-255.
- **Palmer E. et Hajmeli, G. 1992.** Essai de super-ovulation chez la jument, Rec. Méd. Vét., 1992. P 897-905.
- **Parachini-Winter CLB., 2014.** Mise en évidence et suivi par échographie ovarienne transrectale de nouveaux critères pour identifier le follicule dominant et déterminer l'imminence de l'ovulation chez la jument en oestrus - comparaison de différents échographes [Thèse de doctorat vétérinaire]. Faculté de Médecine, Nantes; 2014.
- **Peter, D., 1992.** Le cheval: reproduction et élevage. Éditions Maloine ; 1992. P24-30.
- **Pierson R.A, Ginther O.J., 1987.** Follicular population dynamics during the estrus cycle of the mare. Animal reproduction science, 1987. P219-231.
- **Pierson RA. 1993.** Folliculogenesis and ovulation. In : MCKINNON A and VOSS JL, editors. Equine reproduction. Philadelphia: Williams & Wilkins ; 1993. 161-171.
- **Ponthier et al. 2014.** Annales VT 2014-159-1-Ponthier.pdf.
- **Pradal, C., 2006.** Induction et synchronisation de l'oestrus chez la jument. Créteil: Thèse de doctorat vétérinaire, faculté de médecine ; 2006.

R

- **Rahal K, Guedioura A, Oumouna M. 2009.** Paramètres mor-phométriques du cheval barbe de Chaouchaoua. Rev. Méd. Vét., 2009. P 160, 586, 589.
- **Rouzić ., 2010.** Dict. des sciences animales / C. Meyer - <http://dico-sciencesanimales.cirad.fr> (2010-04-15)

S

- **Salazar-Ortiz J., A.E., Delpuech T., Monget P., Guillaume D. , 2004.** Effet du niveau d'alimentation sur la croissance folliculaire et certains taux hormonaux plasmatiques de la jument. 30ème Journée de la Recherche équine - Les Haras Nationaux Paris ; 2004. P 15-27.
- **Schauer, S.N., Briant, C., Ottogalli, M., Decourt, C., Handel, I.G., Donadeu, F.X., 2011.** Supplementation of equine early spring transitional follicles with luteinizing hormone stimulates follicle growth but does not restore steroidogenic activity. Theriogenology 75; 2011. P 1076-1084.
- **Sevinga M, Schukken YH, Hesselink JW, Jonker FH., 1999.** Relationship between ultrasonic characteristics of the corpus luteum, plasma progesterone concentration and early pregnancy diagnosis in Friesian mares. Theriogenology. 1999. P 585-92.
- **Sirois S, Ball b. A, Fortune J.E., 1990.** Patterns of growth and regression of ovarian follicles during the oestrus cycle and after hemi ovariectomy in mares .Equine veterinary journal, 1990, P43-48.
- **Squires, E.L. 1993.** Progesterone. In : A.O. Mc Kinnon, Voss et J.L. Equine Reproduction. Philadelphia : Lea & Febiger; 1993. P 57-64.
- **Stabenfeldt, G.H., Hughes, J.P., Evans, J.W., Neely, D.P., 1974.** Spontaneous Prolongation of Luteal Activity in the Mare.1974.p 163.
- **Suleiman N. 2018.** L'insémination artificielle chez l'espèce équine dans la région de Mostaganem. 2018. P22.

T

- **Tibary A, Anouassi A, Bakkoury M. 1994.** Examen de la fonction sexuelle chez la jument. In : TIBARY A and BAKROURY M, editors. Reproduction equine, Tome 1: la jument. Rabat : Actes ; 1994. P 21-86.
- **Tiret L ., Lefrancois T. 2001.** Physiologie de l'appareil reproducteur. Polycopie. Ecole Nationale Veterinaire d'Alfort, Unite Pedagogique de Physiologie et Therapeutique. 2011. 88p.

V

- **Verdonck, E., 2006.** Intéret de l'échographie Doppler pour le pronostic de l'ovulation chez la jument (Doctoral dissertation). 2006. P282.

W

- **Webel, S.K., Squires, E.L., 1982.** Control of the oestrous cycle in mares with altrenogest. J Reprod Fertil Suppl ; 1982. P 193-198.
- **Woods, Jeanine, Bergfelt, D. R. et Ginther, O. J. 1990.** Effects of time of insemination relative to ovulation on pregnancy rate and embryonic-loss rate in mares. Equine veterinary journal. 1990. Vol. 22, n° 6, p 410–415.

Y

- **Yasmine M., 2010.** Suivi échographique de l'activité ovarienne chez la jument (Blida et sa région). Blida. 2010.
- **Yoon, M.J., Boime, I., Colgin, M., Niswender, K.D., King, S.S., Alvarenga, M., Jablonka-Shariff, A., Pearl, C.A., Roser, J.F., 2007.** The efficacy of a single chain recombinant equine luteinizing hormone (reLH) in mares: induction of ovulation, hormone profiles, and inter-ovulatory intervals. Domest Anim Endocrinol ; 2007. P 470-479.

X

- **Xavier Rognon., 2007.** Génétique, élevage et reproduction (AgroParisTech) .France .
[En ligne] Adresse URL :
<http://www2.agroparistech.fr/svs/genere/especes/equins/sellefra.htm>.

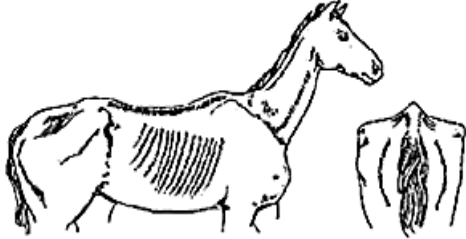
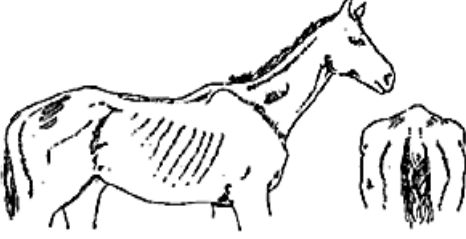
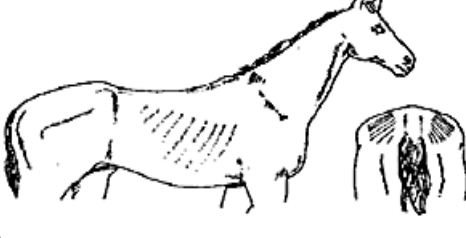
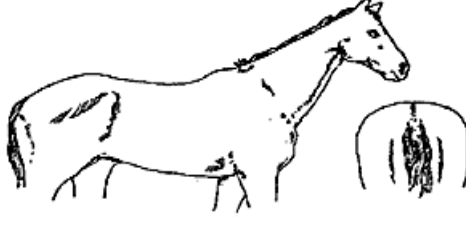
ANNEXE

ANNEXE

Annexe 1 : Matériel biologique (animaux), (Originale).



Annexe 2 : Note d'état corporel chez la jument (Attwood, 2000)

| | | |
|------------------------|---|---|
| <p>Très maigre</p> |  | <p>Croupes très enfoncés. Cavité profonde sous la queue. Peau tendue sur les os. Épine dorsale et bassin très proéminents. Cou a sillon marqué.</p> |
| <p>1 Maigre</p> |  | <p>Croupe en contrebas. Cavité sous la queue. Côtes facilement visibles. Épine dorsale et la croupe en premier plan Le cou étroit et mou</p> |
| <p>2 Modéré</p> |  | <p>Croupe plate de chaque côté de la colonne vertébrale. Côtes à peine visible. Cou étroit, mais ferme. Épine dorsale bien couverte.</p> |
| <p>3 Bon</p> |  | <p>Croupe arrondie. Côtes à peine recouvertes, mais facile à sentir. Cou ferme et sans crête.</p> |

Annexe 3 : Résumé des caractéristiques du produit

1- REGUMATE ;

2- ALTERMATE

1- REGUMATE® Equine 2,2 mg/ml

1. DÉNOMINATION DU MÉDICAMENT VÉTÉRINAIRE

Regumate Equine 2,2 mg/ml solution orale pour chevaux

2. COMPOSITION QUALITATIVE ET QUANTITATIVE

Chaque ml contient:

- Substance active:
Altrénogest 2,20 mg
- Adjuvants:
Butyl-hydroxy-anisole (E320) 0,07 mg
Butyl-hydroxy-toluène (E321) 0,07 mg
Acide sorbique (E200) 1,50 mg
Alcool benzylique 10,00 mg

Pour la liste complète des excipients, voir rubrique 6.1.

3. FORME PHARMACEUTIQUE

Solution orale.

Une solution transparente, jaune pâle, huileuse.

4. INFORMATIONS CLINIQUES

Espèces cibles : Chevaux (juments).

5. PROPRIÉTÉS PHARMACOLOGIQUES

Groupe pharmaco-thérapeutique: hormones sexuelles et modulateurs du système génital.

Code ATCvet: QG03DX90

2- PrALTERMATE® Solution 0.22%

1. LA DESCRIPTION

INGRÉDIENTS ACTIFS: altrénogest 2,2 mg / ml

La solution ALTERMATE® à 0,22% contient le progestatif synthétique actif, l'altrénogest. Le nom chimique est le 17-alpha-allyl-17 beta-hydroxyestra-4,9,11-trien-3-one.

2. DOSAGE ET ADMINISTRATION

Administrer par voie orale à raison de 1 ml par 50 kg (0,044 kg) de poids corporel (0,044 mg / kg) une fois par jour pendant 15 jours

3. ESPACE DE RANGEMENT

Conserver à la température ambiante, en dessous de 25 ° C. Protéger du gel.

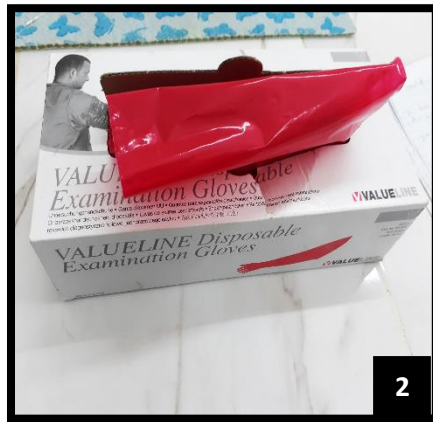
Annexe 4 : MATERIEL NON BIOLOGIQUE (L'échographe)



Photo de l'échographe DRAMINSKI ANIMAL profi L (Originale).

Annexe 5 : MATERIEL NON BIOLOGIQUE (Matériel de l'insémination artificielle)

1. Gel d'insémination RAIDEX
2. Gants à usage unique
3. Cathéter
4. le mannequin
5. Vagins artificiels
6. Paillette



Matériel de l'insémination artificielle (Originale).

Annexe 6 : MATERIEL NON BIOLOGIQUE (Autres matériels).

1. Savon antiseptique Vétédine
2. Gel Virbac pour échographie
3. Seringue
4. Microscope
5. Etuve
6. Résistance



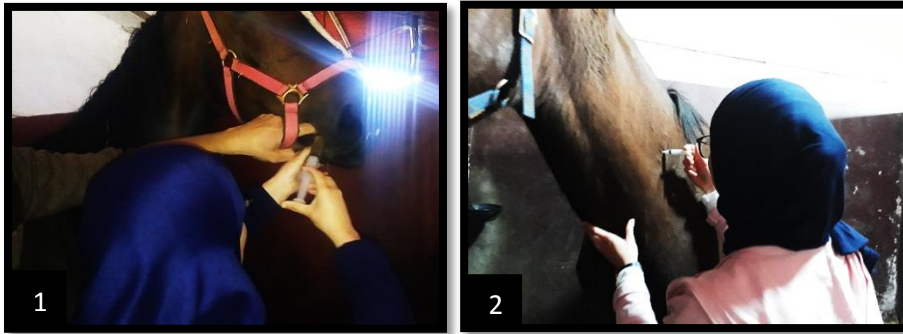
Autres matériels utilisés (Originale).

Annexe 7 : Fiche de suivi de la reproduction.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|---|---|---|---|---|
| Nom de la jument | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ETALON 2019 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SAISON 2019 | M | M | J | V | S | D | L | M | M | J | V | S | D | L | M | M | J | V | S | D | L | M | M | J | V | S | D | L | M | M | J | V | S | D | L | M | M | J |
| MOIS | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | | | | | | | |
| JANVIER | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FEVRIER | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MARS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| AVRIL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MAI | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| JUIN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| JUILLET | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| AOUT | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|----|----|----|----|----|----|----|-------------|--|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| HEURE/DATE | | | | | | | | HEURE /DATE | | | | | | | | | | | |
| | OG | OD | OG | OD | OG | OD | OG | OD | | OG | OD | OG | OD | OG | OD | OG | OD | OG | OD |
| UTERUS | | | | | | | | UTERUS | | | | | | | | | | | |
| HEURE/DATE | | | | | | | | HEURE /DATE | | | | | | | | | | | |
| | OG | OD | OG | OD | OG | OD | OG | OD | | OG | OD | OG | OD | OG | OD | OG | OD | OG | OD |
| UTERUS | | | | | | | | UTERUS | | | | | | | | | | | |
| HEURE/DATE | | | | | | | | HEURE /DATE | | | | | | | | | | | |
| | OG | OD | OG | OD | OG | OD | OG | OD | | OG | OD | OG | OD | OG | OD | OG | OD | OG | OD |
| UTERUS | | | | | | | | UTERUS | | | | | | | | | | | |
| HEURE/DATE | | | | | | | | HEURE /DATE | | | | | | | | | | | |
| | OG | OD | OG | OD | OG | OD | OG | OD | | OG | OD | OG | OD | OG | OD | OG | OD | OG | OD |
| UTERUS | | | | | | | | UTERUS | | | | | | | | | | | |
| HEURE/DATE | | | | | | | | HEURE /DATE | | | | | | | | | | | |
| | OG | OD | OG | OD | OG | OD | OG | OD | | OG | OD | OG | OD | OG | OD | OG | OD | OG | OD |
| UTERUS | | | | | | | | UTERUS | | | | | | | | | | | |

Annexe 8 : Administration de produit

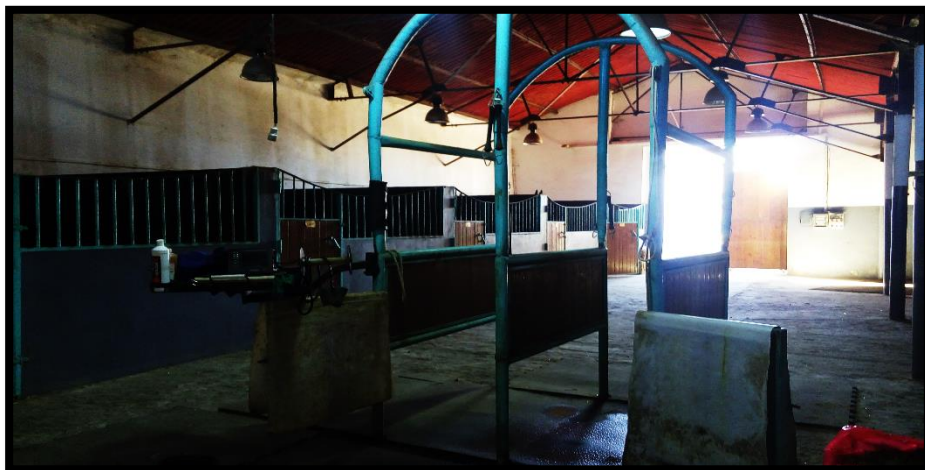


- 1- Administration du traitement (REGUMATE, ALTERMATE) par la voie orale
- 2- Injection intraveineuse de hCG ou injection intramusculaire de PgFa2 (Originale).

Annexe 9 : La barre de soufflage (Originale).



Annexe 10 : Salle de mise en place (travail) (Originale)

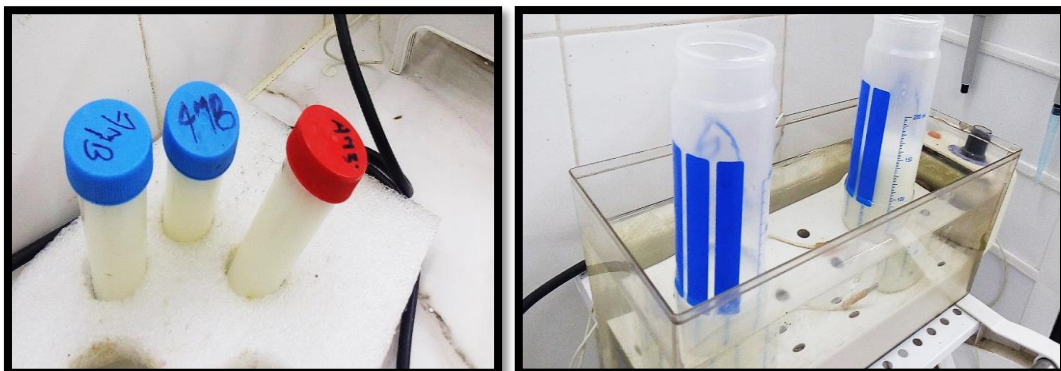


Annexe 11 : Le protocole de l'examen échographique



Examen échographique par voie transrectal (1) la jument est mise dans un travail de contention, (2) vidé le rectum par un gant bien lubrifié, (3) introduire la sonde échographique, (4) le diagnostic échographique (Originale).

Annexe 12 : Préparation de la semence



Filtration et Dilution de la semence avec du lait (Originale).

Annexe 13 : Préparation du cathéter (Originale).



Annexe 14 : L'insémination artificielle en semence congelée.



Des paillettes de sperme congelées et conservées dans des cuves d'azote liquide (Originale).

Annexe 15 : Le protocole d'insémination artificielle



L'insémination de la jument :(1) Jument bien nettoyée et séchée, (2) introduction du Cathéter avec protection du bout (Originale).

Annexe 16 : Résultats du suivi de la reproduction de chaque jument.

| LATINAT | OG | OD + | Utérus |
|--------------------------------|----|------|---------|
| Début traitement 01-02-2019 | PF | PF | 0- |
| Fin traitement 07-02-2019 | PF | PF | 0-Pgf2α |
| au 5 ^{ème} jour | PF | PF | 0- |
| Au 13 ^{ème} jour | PF | 32 | 1+ |
| Au 16 ^{ème} jour | PF | 42 | 3+ |
| Au 17 ^{ème} jour | PF | OV | 2+ |

| QUAMAR SAHARA | OG + | OD | Utérus |
|-----------------------------------|------|----|--------|
| Début traitement 26-03-2019 | PF | PF | 0- |
| Fin traitement 01-04-2019 | 36 | PF | 1+ |
| Au 6 ^{ème} jour | 36 | PF | 1+ |
| Au 8 ^{ème} jour À 10h | 45 | PF | 2+ |
| À 12h | 48 | PF | 2+ IAF |
| Au 9 ^{ème} jour | 48 | PF | 2+ |
| Au 10 ^{ème} jour À 7h | 49 | PF | 2+ |
| À 17h30 | 50 | PF | 2+ IAF |

| ATHENA DE CARRERE | OG + | OD | Utérus |
|---------------------------------------|----------|----------|----------|
| Début traitement 28-03-2019 | MF | MF | 0- |
| Fin traitement 03-04-2019 | PF | PF | 0- |
| au 6 ^{ème} jour | PF | PF | 1+ |
| Au 10 ^{ème} jour | PF | PF | 1+ |
| Au 12 ^{ème} jour | 38 | PF | 2+ |
| Au 14 ^{ème} jour | 43 | PF | 2+IAF |
| Au 15 ^{ème} À 7h À 15h | 44 OV | PF PF | 2+ 2+ |

| BARDA | OG | OD + | Utérus |
|--|----------------------|----------------------|-------------------------|
| Début traitement 20-02-2019 | PF | PF | 0- |
| Fin traitement 05-03-2019 À 9h30 À 15h30 À 21h 30 | PF PF PF | 52 50 50 | 3+ 2+IAF 2+ |
| Après 01 jr À 1h 30 À 9h À 17h | PF PF PF | 52 48 48 | 2+ 2+ 2+IAF |
| Au 2 ^{ème} jour À 00h30 À 6h 30 À 11h30 À 15h | PF PF PF PF | 49 48 46 46 | 2+ 2+ 2+IAF 2+ |
| Au 3 ^{ème} jour À 1h À 7h 11h 17h | PF PF FP PF | 46 48 45 45 | 2+ 2+ 2+IAF 2+ |
| Au 5 ^{ème} jour À 00h30 À 9h | PF PF | 47 47 | 2+ 2+ |
| Au 6 ^{ème} jour | PF | OV | 2+ |

| SURPRISE D'ELLE | OG | OD + | Utérus |
|--------------------------------|-------|-------|------------------|
| Début traitement 25-03-2019 | PF | 45 | 1+ |
| Fin traitement 31-03-2019 | PF | PF | 0- |
| Au 6 ème jour | PF | PF | 0- |
| Au 11 ème jour | PF | PF CJ | 0- Pgf2 α |
| Au 17 ème jour | PF CJ | PF CJ | 0- |
| Au 24 ème jour | PF CJ | PF | 0- Pgf2 α |

| ULTIMATE DES FORETS | OG | OD + | Utérus |
|--|----------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| Début traitement 15-02-2019 | PF | PF | 0- |
| Fin traitement 21-02-2019 | PF | PF CJ | 0- Pgf2 α |
| Au 6 ème jour À 10h30 À 15h30 À 21h30 | PF PF PF | 43 45 42 | 3+ Hcg 3+ 3+ |
| Au 7 ème jour À 3h30 À 9h30 À 12h30 À 17h30 À 23h30 | PF PF PF PF PF | 47 47 47 47 47 | 2+ IAC 2+ 2+ 2+ 2+ |
| Au 8 ème jour | PF | OV | 2+ IAC |

| AUDRY DES FORETS | OG + | OD | Utérus |
|--|----------------|----------------|--------------------|
| Début traitement 18-02-2019 | PF | PF | 0- |
| Fin traitement 23-02-2019 | PF | PF | 0- |
| Au 5 ème jour | 40 | PF | 3+ |
| Au 7 ème jour À 10h30 À 15h30 À 21h30 | 43 43 46 | PF PF PF | 3+ hCG 3+ 3+ |
| Au 8 ème jour À 3h À 9h30 À 12h30 | 49 48 48 | PF PF PF | 3+ 2+ 2+ |

| | | | |
|---------------|----|----|--------|
| À 17h30 | 49 | PF | 2+ |
| À 21h30 | 46 | PF | 2+ |
| Au 9 ème jour | OV | PF | 2+ IAC |

| | | | |
|--------------------------------|-------|----|------------------|
| VESTALE D'ELLE | OG + | OD | Utérus |
| Début traitement 27-03-2019 | PF | PF | 0- |
| Fin traitement 02-04-2019 | PF CJ | PF | 0- Pgf2 α |
| Au 6 ème jour | 38 | PF | 3+ |
| Au 7 ème jour | | | |
| À 3h30 | 45 | PF | 2+ |
| À 8h | 45 | PF | 2+ |
| À 11h | 45 | PF | 2+ |
| À 15h30 | 45 | PF | 2+ |
| À 19h | 45 | PF | 2+ |
| À 22h | 45 | PF | 2+ |
| Au 8 ème jour | | | |
| À 2h | 45 | PF | 2+ |
| À 6h30 | 45 | PF | 2+ |
| À 10h | 45 | PF | 2+ |
| À 14h | 45 | PF | 2+ |
| À 15h30 | OV | PF | 2+ IAC |

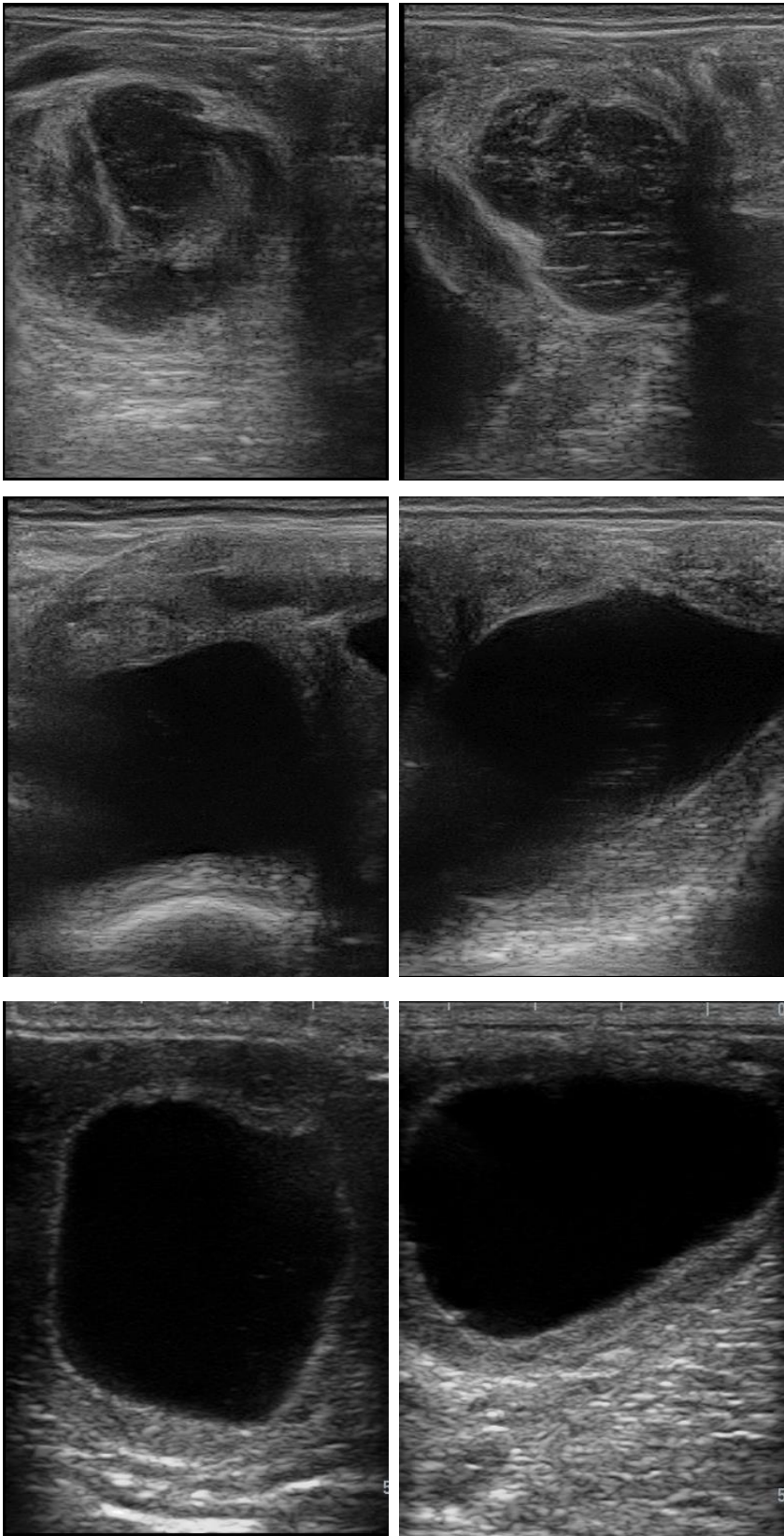
| | | | |
|--------------------------------|----|------|--------|
| ELMOUTASSADIRA D'HEM | OG | OD + | Utérus |
| Début traitement 25-03-2019 | PF | PF | 0- |
| Fin traitement 31-03-2019 | PF | PF | 0- |
| Au 6 ème jour | PF | 39 | 1+ |
| Au 10 ème jour | | | |
| À 3h30 | PF | 55 | 2+ hCG |
| À 8h | PF | 51 | 2+ |
| À 11h | PF | 45 | 2+ |
| À 15h30 | PF | 52 | 2+ |
| À 19h | PF | 53 | 2+ |
| À 22h | PF | 59 | 2+ |
| Au 11 ème jour | | | |
| À 2h | PF | 58 | 2+ |
| À 6h | PF | OV | 2+ IAC |

| EUROPA D'HEM | OG | OD + | Utérus |
|--------------------------------|-------|------|------------------|
| Début traitement 24-03-2019 | PF | PF | 0- |
| Fin traitement 30-03-2019 | PF CJ | PF | 0- Pgf2 α |
| Au 5 ème jour | PF | 33 | 1+ |
| Au 7 ème jour | PF | 35 | 1+ |
| Au 10 ème jour | PF | 48 | 2+ hCG |
| Au 11 ème jour | | | |
| À 3h30 | PF | 48 | 2+ |
| À 8h30 | PF | 48 | 2+ |
| À 11h30 | PF | 49 | 2+ |
| À 15h30 | PF | 49 | 2+ |
| À 19h | PF | 52 | 2+ |
| À 22h | PF | OV | 2+ IAC |

| FADWA D'HEM | OG | OD + | Utérus |
|--------------------------------|----|------|--------|
| Début traitement 25-03-2019 | PF | PF | 0- |
| Fin traitement 31-03-2019 | PF | PF | 0- |
| Au 6 ème jour | PF | 40 | 1+ |
| Au 9 ème jour | PF | 45 | 2+ hCG |
| Au 10 ème jour | PF | OV | 2+ IAC |

| VESTALE D'ELLESE | OG | OD | Utérus |
|--------------------------------|----|----|--------|
| Début traitement 07-04-2019 | PF | PF | 0- |
| Fin traitement 14-04-2019 | PF | PF | 0- |
| Au 6 ème jour | PF | PF | 0- |
| Au 8 ème jour | MF | MF | 0- |
| Au 12 ème jour | MF | MF | 0- |

Annexe 17 : Suivi de l'activité folliculaire (Originale).



Annexe 18 : La répartition du nombre de juments en fonction du mois.

| Mois | Février | Mars | Avril |
|-------------------|---------|------|-------|
| Nombre de Juments | 04 | 07 | 03 |

Annexe 19 : Les résultats de l'ovulation du mois de février.

| Juments | Début de traitement | Fin de traitement | Ovulation | Fin de ttt /ov (jrs) | Taille follicule à l'ovulation (mm) |
|---------|---------------------|-------------------|------------|----------------------|-------------------------------------|
| 009 | 01-02-2019 | 07-02-2019 | 24-02-2019 | 17 | 42 |
| 0012 | 15-02-2019 | 21-02-2019 | 03-03-2019 | 13 | 47 |
| 002 | 18-02-2019 | 23-02-2019 | 03-03-2019 | 10 | 46 |
| 003 | 20-02-2019 | 05-03-2019 | 12-03-2019 | 11 | 47 |

Annexe 20 : Les résultats de l'ovulation du mois de mars.

| Juments | Début de traitement | Fin de traitement | Ovulation | Fin de ttt /ov (jrs) | Taille follicule à l'ovulation (mm) |
|---------|---------------------|-------------------|---------------------|----------------------|-------------------------------------|
| 006 | 24-03-2019 | 30-03-2019 | 10-04-2019 | 11 | 52 |
| 007 | 25-03-2019 | 31-03-2019 | 10-04-2019 | 10 | 45 |
| 005 | 25-03-2019 | 31-03-2019 | 11-04-2019 | 11 | 58 |
| 011 | 25-03-2019 | 31-03-2019 | Absence d'ovulation | / | / |
| 010 | 26-03-2019 | 01-04-2019 | 15-04-2019 | 14 | 50 |
| 013 | 27-03-2019 | 02-04-2019 | 11-04-2019 | 09 | 45 |
| 001 | 28-03-2019 | 03-04-2019 | 18-04-2019 | 15 | 44 |

Annexe 21 : Les résultats de l'ovulation du mois d'avril.

| Mois d'avril | Début de traitement | Fin de traitement | Ovulation | Fin de ttt /ov (jrs) | Taille follicule à l'ovulation (mm) |
|--------------|---------------------|-------------------|---------------------|----------------------|-------------------------------------|
| 014 | 07-04-2019 | 13-04-2019 | Absence d'ovulation | / | / |
| 004 | 10-04-2019 | 16-04-2019 | 20-05-2019 | 34 | 49 |
| 008 | 10-04-2019 | 16-04-2019 | 10-05-2019 | 24 | 45 |

Annexe 22 : Les résultats de l'ovulation chez pur-sang arabe.

| Jument (pur-sang arabe) | l'intervalle entre la fin de traitement et l'ovulation (jrs) | Diamètre de follicule à l'ovulation (mm) |
|-------------------------|--|--|
| 001 | 15 | 44 |
| 009 | 17 | 42 |
| 010 | 14 | 50 |
| 003 | 11 | 47 |
| 004 | 34 | 49 |

Annexe 23 : Les résultats de l'ovulation chez selle français.

| Jument (selle français) | l'intervalle entre la fin de traitement et l'ovulation (jrs) | Diamètre de follicule à l'ovulation (mm) |
|-------------------------|--|--|
| 014 | Absence d'ovulation | / |
| 008 | 24 | 45 |
| 013 | 09 | 45 |
| 011 | Absence d'ovulation | / |
| 005 | 11 j | 58 |
| 007 | 10 | 45 |
| 006 | 11 | 52 |
| 012 | 13 | 47 |
| 002 | 10 | 46 |

Annexe 24 : Diamètre moyen de follicule à l'ovulation en fonction de traitement (Reg).

| REGUMATE | Début de traitement | Fin de traitement | Ovulation | Fin de ttt /ov (jrs) | Taille follicule à l'ovulation (mm) |
|----------|---------------------|-------------------|------------|----------------------|-------------------------------------|
| 009 | 01-02-2019 | 07-02-2019 | 24-02-2019 | 17 | 42 |
| 003 | 20-02-2019 | 05-03-2019 | 12-03-2019 | 11 | 47 |
| 005 | 25-03-2019 | 31-03-2019 | 11-04-2019 | 11 | 58 |
| 002 | 18-02-2019 | 23-02-2019 | 03-03-2019 | 10 | 46 |
| 012 | 15-02-2019 | 21-02-2019 | 03-03-2019 | 13 | 47 |
| 007 | 25-03-2019 | 31-03-2019 | 10-04-2019 | 10 | 45 |

Annexe 25 : Diamètre moyen de follicule à l'ovulation en fonction de traitement (Alt).

| ALTERMATE | Début de traitement | Fin de traitement | Ovulation | Fin de ttt /ov (jrs) | Taille follicule à l'ovulation (mm) |
|-----------|---------------------|-------------------|---------------------|----------------------|-------------------------------------|
| 010 | 26-03-2019 | 01-04-2019 | 15-04-2019 | 14 | 50 |
| 011 | 25-03-2019 | 31-03-2019 | Absence d'ovulation | / | / |
| 013 | 27-03-2019 | 02-04-2019 | 11-04-2019 | 9 | 45 |
| 006 | 24-03-2019 | 30-03-2019 | 10-04-2019 | 11 | 52 |
| 001 | 28-03-2019 | 03-04-2019 | 18-04-2019 | 15 | 44 |
| 014 | 07-04-2019 | 13-04-2019 | Absence d'ovulation | / | / |
| 004 | 10-04-2019 | 16-04-2019 | 20-05-2019 | 34 | 49 |
| 008 | 10-04-2019 | 16-04-2019 | 10-05-2019 | 24 | 45 |