

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR**

**ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITE IBN KHALDOUN DE TIARET**

**INSTITUT DES SCIENCES VETERINAIRES**



## **Mémoire**

**En vue de l'obtention du diplôme**

**De magister en Sciences vétérinaires**

**Option: reproduction des animaux de la ferme.**

## **THEME :**

**Evaluation des performances de reproduction chez la jument  
Dans la région de Tiaret**

**Présenté par**

**Mr. Hadj boussada Yassine**

**Soutenue publiquement le 22 février 2017**

### **Membres de jury:**

**Président : Pr. Niar Abdellatif (« Professeur » à l'université Ibn Khaldoun-Tiaret).**

**Promoteur : Pr. Benallou Bouabdellah (« Professeur » à l'université Ibn Khaldoun-Tiaret.**

**Institut vétérinaire).**

**Examineur : Dr. Abdelhadi Si Ameer (« Maitre de conférence A » à l'université Ibn Khaldoun-**

**Tiaret. Institut vétérinaire).**

**Examineur : Dr. Khiati Baghdad (« Maitre de conférence A » à l'université Ibn Khaldoun-**

**Tiaret. Institut vétérinaire).**

**Examineur : Dr. Bouakkaz Abderrahim («Maitre de conférence B » à l'université Ibn**

**Khaldoun -Tiaret. Institut vétérinaire).**

**Année universitaire : 2016 – 2017**

# ***REMERCIEMENT***

Avant tout je remercie dieu a qui je dois obéissance et reconnaissance.

Je tiens à remercier vivement les membres du jury de cette thèse :

- Pr. *Niar Abdellatif*
- Dr. *Abdelhadi Si Ameur*
- Dr. *Khiati Baghdad*
- Dr. *Bouakkaz Abderrahim*

J'adresse mes sincères remerciements à tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail :

A mon promoteur le : *Pr. Benallou Bouabdellah (Directeur de l'institut vétérinaire de Tiaret)* qui m'a fait l'honneur d'accepter la direction de ma thèse, pour ses conseils avisés, son aide précieuse et sa disponibilité.

A monsieur *Benabdelmoumem Mohammed said*, directeur du haras national de chaouchaoua pour nous avoir donné accès à la ferme pilote.

A madame *Haddouche*, chef du service vétérinaire de la jumenterie de Tiaret, Pour les nombreux conseils que vous m'avez prodigué, et pour ton aide précieuse.

A madame *Belkacem*, chef du service technique de la jumenterie de Tiaret, pour son aimable collaboration.

A mes amis, merci pour votre aide dans les galères, votre présence dans les bons moments et votre soutien en toutes circonstances.

# ***DEDICACE***

*Je dédie ce travail a :*

*Mes chers parents, que cet humble travail leur soit le témoin de mon admiration et de mon affection.*

*A mes 2 chers frères et à ma sœur*

*A mes amis*

*A toute ma famille*

## RESUME

---

L'objectif de cette étude est d'évaluer les performances de reproduction chez la jument dans la région de Tiaret entre 2005 et 2016.

Notre étude est scindée en deux volets : une rétrospective du 1<sup>er</sup> Janvier 2005 au 1<sup>er</sup> Mars 2015 et une étude prospective du 1<sup>er</sup> Mars 2015 au 30 Juin 2016.

En premier lieu, nous avons consulté les registres et les stud-books disponibles au niveau du Haras pour collecter les données rétrospectives de 2005 à 2015. Ensuite, nous avons procédé à un suivi quotidien des poulinières durant leurs passages à l'examen échographique afin de contrôler les phases du cycle œstral, l'évolution de la gestation des juments et de diagnostiquer les différentes pathologies de l'appareil génital femelle qu'on a mentionné sur des fiches individuelles au cours de la saison de monte. Nous avons travaillé sur un effectif total de 120 juments, réparties sur une période de 12 ans. Les différentes données collectées au cours de notre étude ont été saisies dans des tableaux Excel afin de mesurer par la suite les différents paramètres à étudier.

La moyenne de l'âge des juments, à la première saillie, à la première fertilisation et au premier poulinage était de  $5,13 \pm 2,11$  ans,  $5,40 \pm 2,37$  ans,  $6,37 \pm 2,38$  ans respectivement, l'effet de l'année de naissance sur les 3 paramètres était significatif ( $p < 0,05$ ), tandis que l'effet de l'étalon n'était significatif que sur l'âge à la 1<sup>ere</sup> fertilisation. La moyenne de l'intervalle poulinage-1<sup>ere</sup> saillie était de  $26,16 \pm 20,68$  jours, l'effet de l'âge et du mois de poulinage sur l'IP-1S était significatif ( $p < 0,05$ ).

La moyenne de l'intervalle poulinage-saillie fécondante était  $40,95 \pm 29,15$  jours, l'effet du mois de poulinage et de l'étalon était très hautement significatif ( $p < 0,001$ ). La moyenne de l'intervalle 1<sup>ere</sup> saillie-saillie fécondante a affichée une valeur de  $14,78 \pm 22,89$  jours, et l'intervalle poulinage-poulinage  $370,04 \pm 26,96$  jours, l'effet de l'âge et du mois de poulinage sur l'IP-P étaient très hautement significatifs ( $P < 0,001$ ). La moyenne du nombre de cycles nécessaires à l'obtention d'une gestation était de  $1,75 \pm 0,67$  et le taux de conception au 1<sup>er</sup>, 2<sup>eme</sup> et 3<sup>eme</sup> cycle a été de 59,52%, 22,35%, 7,93% respectivement. Le taux d'avortement était de 5,81%. Le taux de mortalité embryonnaire était de 6,34%.

Les paramètres de fécondité et de fertilité sont jugés moyens, et apparaissent globalement réparties dans la plage des valeurs considérées comme normales dans la littérature.

La sélection des poulinières se fait par rapport aux résultats obtenues durant leurs carrières sportives. L'intervalle poulinage-1<sup>ere</sup> saillie et l'intervalle poulinage-saillie fécondante sont variables et peuvent être affectés par l'âge des juments, la fertilité des étalons, et le plan de gestion de la reproduction. L'intervalle 1<sup>ere</sup> saillie-saillie fécondante peut être influencé par le

mois de saillie et l'âge des juments. L'intervalle poulinage-poulinage se situe dans la plage des valeurs citées par les différents auteurs.

La valeur du nombre de cycles nécessaires à l'obtention d'une gestation est légèrement supérieure aux normes publiées par les différents auteurs, les poulinières infertiles et l'effet de certains étalons âgés ont eu un impact négatif sur ce paramètre. Le taux de conception par cycles est similaire aux valeurs rapportées par plusieurs auteurs. Le taux d'avortement est acceptable, cependant, il faut plus d'investigations pour mettre en évidence la cause de l'avortement répétitif chez certaines juments.

**Mots clés : Performances, juments, reproduction, intervalle, fertilité, fécondité, gestion.**

## ABSTRACT

---

The main objective of this study was to evaluate the reproductive performance of the mare in the region of Tiaret between 2005 and 2016.

The period of work is divided into two parts: a retrospective study from 1 January 2005 to 1 March 2015 and a prospective study from 1 March 2015 to 30 June 2016.

In the first place, we consulted the registers and stud books available at the stud to collect the retrospective data from 2005 to 2015. Then we proceeded to a daily monitoring of the brood mares during their passage to the ultrasound examination in order to control the phases of the estrous cycle, the evolution of the gestation of mares and to diagnose the various pathologies of the female genital tract which were mentioned on individual cards during the breeding season. We worked on a total of 120 mares, spread over a period of 12 years. The different data collected during our study were entered in Excel tables in order to subsequently measure the different parameters to be studied.

The average age of mares, at first mating, at first fertilization and at first foaling was  $5.13 \pm 2.11$  years,  $5.40 \pm 2.37$  years,  $6.37 \pm 2.38$  years respectively, The effect of the year of birth on the three parameters was significant ( $p < 0.05$ ), whereas the effect of the stallion was significant only on the age at first fertilization. The mean interval from foaling to first mating was  $26.16 \pm 20.68$  days, the effect of age and month of foaling on IF-1M was significant ( $p < 0.05$ ). The mean interval from foaling to Fertilization was  $40.95 \pm 29.15$  days, the effect of the foaling month and the stallion was very highly significant ( $p < 0.001$ ). The mean interval from 1st mating to fertilization displayed a value of  $14,78 \pm 22.89$  days, and the foaling interval  $370,04 \pm 26,96$  days, the effect of age and foaling month on FI were very highly significant ( $P < 0.001$ ). The average number of cycles per pregnancy was  $1.75 \pm 0.67$  and the conception rate at the 1st, 2nd and 3rd cycle was 59.52%, 22.35%, 7, 93% respectively. The abortion rate was 5.81%. The embryonic death rate was 6,34%.

The parameters of fertility and fecundity are considered to be average, and appear to be globally distributed within the range of values considered normal in the literature.

The selection of brood mares is made in relation to the results obtained during their sport careers. The interval from foaling to first mating and the interval from foaling to fertilization are variable and may be affected by the age of the mares, the fertility of the stallion, and the management plan of reproduction. The interval from first mating to fertilization may be influenced by the month of breeding and the age of the mares. The foaling interval is within the range of values cited by the various authors. The value of

the number of cycles per pregnancy is slightly higher than the standards published by the different authors, the infertile brood mares and the effect of some older stallion had a negative impact on this parameter. The conception rate per cycles is similar to the values reported by several authors. The abortion rate is acceptable; however, more investigation is needed to identify the cause of repeat abortion in some mares.

**Key words: Performances, mares, reproduction, interval, fertility, fecundity, Management**

## المخلص

الهدف من هذه الدراسة هو تقييم الكفاءة التناسلية للفرس في منطقة تيارت بين عامي 2005 و 2016.

تم تقسيم فترة العمل إلى قسمين: دراسة رجعية من 1 يناير 2005 الى 1 مارس عام 2015، ودراسة استطلاعية من 1 مارس 2015 إلى 30 يونيو 2016. أولاً، استشرنا السجلات المتاحة في المركز لجمع بيانات عام 2005 إلى 2015، ثم قمنا بالرصد اليومي للأفراس خلال المرور للفحص بالموجات فوق الصوتية لمراقبة مراحل دورة الشبق، متابعة الحمل و تشخيص مختلف الأمراض ألتي تصيب الجهاز التناسلي للأنثى حيث سجلناها على بطاقات فردية خلال موسم التكاثر. عملنا على ما مجموعه 120 فرس، على مدى 12 عاما، تم إدخال البيانات المختلفة التي تم جمعها خلال الدراسة إلى جداول البيانات إكسل لقياس المعلمات المراد دراستها في وقت لاحق.

متوسط عمر الأفراس، عند الإسقاط الأول، والإخصاب الأول، والولادة الأولى كان  $5.13 \pm 2.11$  سنة،  $5.40 \pm 2.37$  سنة،  $6.37 \pm 2.38$  سنة على التوالي وكان أثر عام الميلاد على المعلمات الثلاثة جوهري، بينما كان تأثير الفحل جوهري على العمر عند الإخصاب الأول فقط. متوسط الفترة بين الولادة و الإسقاط الأول كان  $26.16 \pm 20.68$  يوماً، وتأثير العمر وشهر الولادة على الفترة بين الولادة و الإسقاط كان جوهري. متوسط الفترة بين الولادة و الإخصاب كان  $29.15 \pm 40.95$  يوماً، و كان أثر شهر الولادة و الفحل على الفترة بين الولادة و الإخصاب جوهري. متوسط الفترة بين الإسقاط الأول والإخصاب كان  $14.78 \pm 22.89$  يوماً، بينما متوسط الفترة بين الولادات كان  $370.04 \pm 26.96$  يوماً، و كان تأثير العمر وشهر الولادة على الفترة بين الولادات جوهري. كان متوسط عدد الدورات المطلوبة للحصول على الحمل  $1.75 \pm 0.6$ . كانت نسبة الحمل عند الدورة الأولى و الثانية و الثالثة  $59.52\%$ ،  $22.35\%$ ،  $7.93\%$  على التوالي، بينما كان معدل الإجهاض  $5.81\%$  و معدل الوفيات الجنينية  $6.34\%$ .

تعتبر معلمات الخصوبة متوسطة، لكنها تنتمي إلى مجموعة القيم التي تعتبر طبيعية.

يتم اختيار الأفراس حسب النتائج المحصل عليها خلال المسيرة الرياضية. الفترة بين الولادة و الإسقاط الأول و الفترة بين الولادة و الإخصاب متفاوتة، و تتأثر بعمر الأفراس، خصوبة الفحل و خطة تسيير التناسل. الفترة بين الإسقاط الأول والإخصاب تتأثر بشهر الإسقاط و عمر الأفراس. الفترة بين الولادات تتواجد ضمن مجموعة من القيم التي ذكرت من طرف العديد من المؤلفين. قيمة عدد الدورات المطلوبة للحصول على الحمل هو أعلى قليلاً من المعايير التي نشرها مختلف المؤلفين، الأفراس ناقصة الخصوبة و بعض الفحول كبيرة السن كان له تأثير سلبي على هذه المعلمة.

نسبة الحمل عند كل دورة مشابه للقيم التي نشرها العديد من الكتاب. نسبة الإجهاض مقبولة، ولكن يتطلب إجراء مزيد من التحقيق للكشف عن سبب الإجهاض المتكرر في بعض الأفراس.

**الكلمات المفتاحية:** كفاءة، أفراس، تكاثر، الفترة البينية، خصوبة، تسيير.



# ***LISTE DES TABLEAUX***

Tableau 1 : Critères de détection du comportement de chaleurs (en % d'apparition); d'après Gaullier, (1973) cité par Blanchard.C (2015).....	17
Tableau 2 : Les performances de reproduction de la jument chez les différentes races de chevaux .....	47
Tableau 3 : Effectif des juments saillies par année de monte, entre 2005 et 2016.....	60
Tableau 4 : statistiques descriptives de l'âge à la 1ere saillie selon l'année de naissance, le mois de naissance et la race .....	63
Tableau 5 : statistiques descriptives de l'âge à la 1 <sup>ère</sup> fertilisation selon l'année de naissance, le mois de naissance, la race et l'étalon.....	65
Tableau 6: Statistiques descriptives de l'âge au premier poulinage selon l'année de naissance, le mois de naissance, la race et le sexe du produit.....	68
Tableau 7 : Statistiques descriptives de l'intervalle poulinage-1ere saillie selon l'âge, le mois de poulinage, la nature de la délivrance et la race.....	70
Tableau 8 Statistiques descriptives de l'intervalle poulinage-saillie fécondante selon l'âge, le mois de poulinage, la nature de la délivrance, la race et l'étalon.....	71
Tableau 9 : Statistiques descriptives de l'intervalle 1ere saillie-saillie fécondante selon l'âge, le mois de poulinage, la nature de la délivrance et la race.....	73
Tableau 10 : Statistiques descriptives de l'intervalle poulinage-poulinage selon l'âge, le mois de poulinage, le sexe du produit et la race.....	75
Tableau 11 : Statistiques descriptives du nombre de cycles nécessaires à l'obtention d'une gestation selon l'âge, le mois de saillie, le statut reproductif, la race et l'étalon.....	76
Tableau 12 : taux de conception au 1 <sup>er</sup> cycle, 2eme cycle et 3eme cycle entre 2005 et 2016..	79
Tableau 13 : taux de conception au 1 <sup>er</sup> cycle, 2eme cycle et 3eme cycle selon le statut reproductif.....	80
Tableau 14 : Taux de conception globale selon le mois de saillie .....	81
Tableau 15 : Taux de conception au foal heat et au 1 cycle (cycle suivant le foal heat).....	82
Tableau 16 : taux d'avortement et de mortalité embryonnaire des juments entre 2005 et 2015.....	83

# ***LISTE DES FIGURES***

Figure 1 : Distribution des durées de l'œstrus, du diœstrus et du cycle œstral chez la jument (Ginther, 1992) .....	13
Figure 2 : moyennes $\pm$ SEM des concentrations plasmatiques en LH, FSH, E2 et P4 pendant le cycle œstral chez la jument. (Ginther et al, 2008a; Jacob et al, 2009) .....	26
Figure 3 : détail des changements notables des concentrations hormonales pendant les 4 jours avant et après l'ovulation chez la jument. Les symboles ronds représentent la transition entre des changements significatifs de concentrations, le symbole triangle représente le début d'une augmentation de la P4. Adapté de (Ginther et al, 2008a; Jacob et al, 2009) .....	26
Figure 4 : Evolution des concentrations plasmatiques en LH (en haut) et E2 (en bas) au moment de l'ovulation. Les deux barres parallèles représentent la période pendant laquelle l'ovulation a eu lieu (Ginther et al, 2010) .....	28
Figure 5 : Profils des concentrations plasmatiques moyennes ( $\pm$ SEM) en LH et E2 (n=9) et régressions linéaires pour les concentrations plasmatiques en LH durant la montée progressive de LH, puis durant la phase ascendante du pic de LH (Ginther et al, 2006).....	29
Figure 6 : Evolution des concentrations d'inhibine, d'activine et de follistatine, et rôles respectifs au cours de la croissance folliculaire (Knight et Glister, 2001).....	33
Figure 7 : Examen transrectal de l'utérus avec l'échographe DRAMINSKI® (Photo personnelle) .....	59
Figure 8 : Avortant de 5 mois, (issu de la jument pur sang arabe LEBJAOUIA, photo prise le 25 Aout 2015 au Haras national de Chaouchaoua) .....	84
Figure 9 : Rétention placentaire (Jument pur sang arabe LABIBA, photo prise le 15 Mai 2016 au Haras national de Chaouchaoua) .....	84

# ***LISTE DES ABREVIATIONS***

**A1S** : Age a la 1<sup>ère</sup> saillie.

**A1F** : Age a la 1<sup>ère</sup> fertilisation.

**A1P** : Age au 1<sup>er</sup> poulinage.

**IP1S** : Intervalle poulinage-1<sup>ère</sup> saillie.

**IPSF** : Intervalle poulinage-saillie fécondante.

**I1SSF** : Intervalle 1ere saillie-saillie fécondante.

**IPP** : intervalle poulinage-poulinage.

**DN** : Délivrance normale.

**RP** : Rétention placentaire.

**Nbr** : Nombre.

**PGF2&** : prostaglandine F 2 alpha.

**MOY** : Moyenne

**ECT** : Ecart type.

**1C** : 1<sup>er</sup> cycle.

**2 C** : 2eme cycle.

**3 C** : 3eme cycle.

**ME** : Mortalité embryonnaire.

**FSH** : Follicle-stimulating hormone.

**GNRH** : Gonadotropin-releasing hormone.

**LH** : Luteinizing hormone.

**INRA** : institut national de recherche agronomique (France).

**IF-1M**: Interval from foaling to first mating.

**FI**: Foaling interval.

**NC/G**: Nombre de cycles par gestation.

# ***SOMMAIRE***

## Sommaire

Liste de tableaux.....	1
Liste des figures.....	2
Liste des abréviations.....	3
Sommaire.....	5
Introduction.....	9
CHAPITRE I :	
Le cycle œstral chez la jument .....	12
I. Principales caractéristiques de la reproduction chez la jument.....	12
I.1.Le cycle œstral.....	12
I.1.1.La phase folliculaire .....	13
I.1.1.1.Dynamique et modèle de croissance folliculaire .....	13
I.1.1.2.Modification de l'appareil génital et du comportement.....	15
I.1.2.L'ovulation.....	17
I.1.3.La phase lutéale .....	18
I.1.3.1.Formation du corps jaune.....	19
I.1.3.2.La lutéolyse.....	19
I.2.Les variations physiologiques du cycle.....	20
I.2.1.L'apport nutritionnel .....	20
I.2.2.L'âge.....	21
I.2.3.La saison .....	21
I.2.4.La photopériode.....	21
I.2.5.la race .....	23
I.2.5.1.Les ovulations multiples .....	23
I.2.5.2.Les ovulations en phase lutéale.....	23
I.2.6.autres facteurs .....	23
I.2.6.1.Les follicules hémorragiques (HAFs).....	24
I.2.6.2.Les follicules lutéinisés.....	24

I.3. aspects endocriniens.....	24
I.3.1. Au niveau hypothalamique : la GnRH.....	24
I.3.2. Au niveau hypophysaire : les gonadotropines FSH et LH .....	25
I.3.2.1. FSH .....	27
I.3.2.2. LH .....	27
I.3.3. les stéroïdes sexuels .....	29
I.3.3.1. Les œstrogènes .....	29
I.3.3.2. La progestérone .....	31
I.3.3.3. Les androgènes .....	31
I.3.3.4. Inhibines, activines et follistatines .....	32
 CHAPITRE II	
L'infertilité chez la jument .....	34
I. Infertilité non infectieuse .....	34
I.1. le dioestrus prolongé .....	34
I.2. chaleurs silencieuses .....	34
I.3. Chaleurs erratiques .....	34
I.4. le follicule hémorragique .....	35
I.5. tumeur des cellules de la granulosa .....	35
I.6. atteintes des trompes utérines .....	35
I.7. les kystes utérins .....	35
I.8. lésions du col utérin .....	36
I.9. le pneumo-vagin .....	37
I.10. l'uro-vagin .....	37
I.11. Involution anormale et accumulation de fluides intra-utérins .....	37
I.12. Dilatation utérine ventrale.....	38
II. Infertilité infectieuse .....	38
II.1. les causes bactériennes de l'infertilité .....	38
II.1.1. L'endométrite transitoire .....	39
II.1.2. Endométrite post-insémination persistante (PMIE) .....	40

II.1.3. Les endométrites chroniques .....	41
II.1.4. Les endométrites vénériennes .....	42
II.1.5. pyomètre, Métrite et mucomètre .....	42
II.2. les causes virales de l'infertilité .....	43
II.2.1. La rhinopneumonie (EHV1 et EHV4) .....	43
II.2.2. L'exanthème coïtal .....	44
II.2.3. l'artérite virale .....	44
II.3. les causes fongiques de l'infertilité .....	44
III. L'alimentation de la jument reproductrice .....	45

### CHAPITRE III :

Performances et gestion de la reproduction chez la jument .....	46
I. Les performances de la reproduction .....	46
II. Gestion de la reproduction.....	48
II.1. Anamnèse et commémoratifs .....	48
II.2. Examen général et gynécologique .....	49
II.3. Palpation transrectale.....	50
II.4. Echographie transrectale.....	51
II.5. Examen bactériologique .....	54
II.6. Examen cytologique .....	56
Matériel et méthodes .....	58
I. Cadre de l'étude .....	58
II. Description de l'élevage .....	58
III. Période du suivi .....	58
III.1. Paramètres étudiés.....	60
III.1.1. Age a la 1 <sup>ère</sup> saillie (A1S).....	61
III.1.2. Age a la 1 <sup>ère</sup> fertilisation (A1F) .....	61
III.1.3. Age au 1 <sup>ère</sup> poulinage (A1P).....	61

III.1.4. Intervalle poulinage-1 <sup>ere</sup> saillie (IP1S) .....	61
III.1.5. Intervalle poulinage-saillie fécondante (IPSF) .....	61
III.1.6. Intervalle 1ere saillie-saillie fécondante(I1SSF) .....	61
III.1.7. Intervalle poulinage-poulinage (IPP) .....	61
III.1.8. Nombre de cycles nécessaires a l'obtention d'une gestation .....	61
III.1.9. Taux de conception par cycle .....	61
III.1.10. Taux d'avortement et de mortalité embryonnaire .....	61
III.2. Analyse statistique .....	62
Résultats .....	63
I. Age a la 1ere saillie .....	63
II. Age a la 1ere fertilisation.....	65
III. Age au 1er poulinage .....	68
IV. Intervalle poulinage-1ere saillie .....	70
V. Intervalle poulinage-saillie fécondante .....	71
VI. Intervalle 1ere saillie-saillie fécondante.....	73
VII. Intervalle poulinage-poulinage .....	75
VIII. Nombre de cycles nécessaires a l'obtention d'une gestation .....	76
IX. Taux de conception au 1 <sup>er</sup> cycle, 2eme cycle et 3eme cycle .....	79
XI. Taux d'avortement et de mortalité embryonnaire.....	83
Discussion .....	85
Conclusion.....	98
Recommandations .....	99
Références bibliographiques .....	100
Annexe.....	122



# *Introduction*

## Introduction générale

---

La gestion de la reproduction des juments s'est développée énormément lors du dernier quart du siècle précédent. L'une des plus importantes évolutions a été la mise en place de l'échographie transrectale. En utilisant les informations combinées à partir de la palpation transrectale et l'échographie, les étapes du cycle œstral peuvent être mieux évaluées et le temps optimal d'insémination prédit avec plus de précision.

Comme dans toutes les filières animales, la fertilité est un enjeu majeur en élevage équin, et on attend de chaque jument la naissance d'un poulain par an.

Les performances de reproduction chez la jument sont généralement faibles par rapport à d'autres animaux de la ferme. Le taux de natalité va de 59% à 74% (Taveira et Mota, 2007 ; Cilek ,2009). L'avortement, les poulains mort-nés et l'échec de la conception ont été signalés comme des problèmes majeurs (Taveira et Mota, 2007).

Des études rétrospectives sur la fertilité à travers le monde ont révélées des taux de conception par cycle allant de 54% à 64% chez le pur-sang (Bruck et al, 1993) et 84% chez les juments arabes (Benhajali et al, 2010). La mortalité embryonnaire, après avoir confirmé la conception, est d'environ 4 à 19% (Hanlon et al, 2012b ; Kucuk ,1990).

L'avortement demeure une cause majeure de perte économique pour la filière équine, avec une incidence estimée de 5 à 15% selon les auteurs et les populations de chevaux étudiées (Blanchard et al, 2007 ; Chaffaux, 2009). La perte d'un poulain a bien sûr des répercussions sur la productivité d'un élevage mais il faut également prendre en compte l'aspect affectif. De nombreux propriétaires de chevaux s'investissent fortement et s'attachent émotionnellement au poulain dès sa conception.

La durée de gestation étant de près de 11 mois, la fécondation doit être obtenue de préférence au cours des premiers mois de l'année d'où La réussite de la saillie ou de l'insémination doit donc être obtenue le plus rapidement possible (le premier mois post poulinage).

Parmi les causes d'échec, les endométrites tiennent une place importante et notamment les endométrites bactériennes qui sont présentes chez 25 à 60% des juments présentant des problèmes de fertilité (LeBlanc et Causey, 2009).

Il est également possible d'évaluer l'impact des endométrites infectieuses sur la fertilité en rapportant le taux de gestation aux cultures positives. On constate alors qu'au sein des juments ne présentant aucun signe d'inflammation à la cytologie, celles pour qui le résultat de

## Introduction générale

---

l'examen bactériologique est positif ont un taux de gestation à 28 jours de 36% alors qu'il est de 60% lorsque les résultats de l'examen bactériologique sont négatifs (Riddle et al, 2007).

De même, l'accumulation de liquide dans la lumière utérine dans les deux jours suivant la saillie, que l'on peut corrélérer à l'inflammation endométriale, concerne 15 à 43% des juments selon les études. Les juments présentant des problèmes de fertilité y sont préférentiellement sujettes (Barbacini et al, 2003).

Cette accumulation de liquide a un impact négatif sur la fertilité ; le taux de gestation va de 53 à 62% en l'absence de fluide contre 22 à 49% en présence de fluide (Newcombe, 1997 ; Watson et al, 2001 ; Barbacini et al, 2003). Une augmentation du taux de mortalités embryonnaires est également rapportée (Adams et al, 1987).

De nombreuses études ont montrés que le statut de reproduction, l'âge et l'état corporel sont parmi les facteurs qui peuvent influencer sur les performances de reproduction des juments (Ball et al, 1989).

On a rapporté une diminution de la fertilité chez les juments saillies au cours du premier cycle post-partum, par rapport a celles inséminées au cours des cycles suivants (Merkt et Gunzel, 1979). Cette diminution de la fertilité peut être due à l'échec de l'élimination des germes pendant l'involution utérine (Platt, 1973, Merkt et Gunzel, 1979).

Le taux de poulinage pour le pur sang arabe varie entre 52 et 84,1% (Koc et Altinel, 1992; Yurdaydin et Sevinc, 1983; Ozdemir, 1998; Schulman et al, 2003).

Le taux de conception le plus bas a été rapporté chez les juments inséminées en Février (74,6%) par rapport a celles saillies en mois de Mars (86,1%). (Kutluca ,1995).

La moyenne de l'intervalle entre le poulinage et la première saillie et la durée de la période de service, étaient très étroitement liées à la température ambiante et aussi a l'humidité de l'air et affichant une moyenne de  $13,54 \pm 0,71$  et  $43.12 \pm 1,92$  jours respectivement (Zeller, 2000).

## Introduction générale

---

En Algérie, la gestion de la reproduction chez les équidés est un volet très important et difficile à cerner ; peu d'études ont été réalisées sur ce sujet, a travers ce travail nous voulons apporter une contribution et mettre le point sur les performances des équidés au sein du haras national de Chaouchaoua. L'étude est divisée en deux parties :

- Une première partie bibliographique détaillée sur le cycle œstral, l'infertilité, les performances et la gestion de la reproduction chez la jument.
- Une deuxième partie expérimentale visant à :

Evaluer les performances de reproduction chez la jument a partir de quelques paramètres de fécondité et de fertilité, et cela en analysant des données rétrospectives de 2005 a 2015 et prospectives sur une période s'étalant du 01 /03/ 2015 au 30/06/ 2016 ; cette évaluation a pour but de détecter les anomalies liées a la gestion de la reproduction et d'essayer de poser un schéma thérapeutique par la suite pour les sujets problématiques.

# *Partie Bibliographique*

# *CHAPITRE I*

*Le cycle œstral chez la jument*

**CHAPITRE I****Le cycle œstral chez la jument****I. Principales caractéristiques de la reproduction chez la jument**

La jument est pubère entre 12 et 24 mois. Cette variation est surtout en fonction de l'alimentation et de la saison de naissance (Squires, 1993). La jument est une espèce à polyœstrus saisonnier. Son activité sexuelle dépend du photopériodisme et a lieu pendant les jours les plus longs, en moyenne entre avril et octobre pour l'hémisphère nord.

Le cycle sexuel annuel chez la jument comprend les quatre phases suivantes :

- anœstrus saisonnier centré sur le mois de décembre.
- transition vers la saison sexuelle (centrée sur mars).
- fertilité maximale centrée autour du solstice d'été.
- transition vers l'anœstrus saisonnier (septembre– octobre).

Cependant, 15 à 20% des femelles sont cyclées toute l'année (Daels et Hugues, 1993).

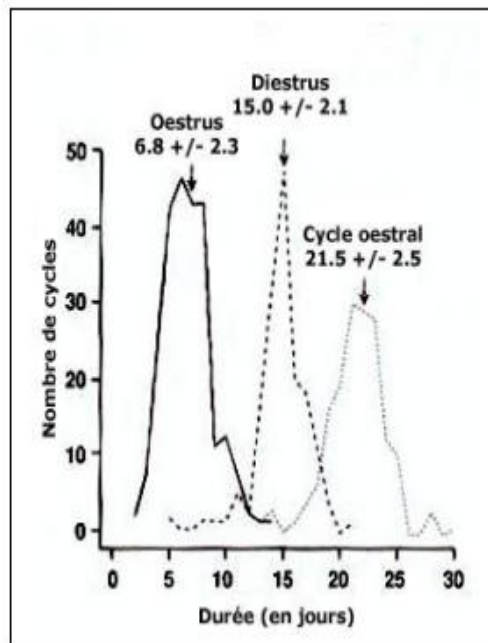
**I.1. le cycle œstral :**

Le cycle œstral est défini comme la période séparant deux ovulations accompagnées de chaleurs et/ou d'un niveau de progestérone inférieur à 1 ng/ml et suivies chacune d'une élévation de la progestéronémie (Tibary et al. 1994).

Il dure en moyenne 22 jours chez la jument et 24 jours chez la ponette (Ginther, 1992).

Il est conventionnellement divisé en deux phases : l'œstrus ou phase d'acceptation du mâle, de durée très variable selon les femelles et selon la saison (en moyenne 7 jours avec des extrêmes de 3 à 12 jours) et le diœstrus ou phase de refus du mâle de durée plus stable (14 à 15 jours) (Tibary et al., 1994 ;Ginther, 1992 ;fig. 1).

La variabilité de la période d'œstrus, entre individus est très importante et est fonction de l'état général de la jument, des conditions climatiques et de la situation en début ou fin de saison. La période de diœstrus est à considérer comme point de repère : le retour en chaleur a lieu 15 jours après l'ovulation précédente (Tibary et al. 1994).



**Figure 1 : Distribution des durées de l'œstrus, du diœstrus et du cycle œstral chez la jument (Ginther, 1992)**

Chez la jument, la croissance des follicules antraux au cours du cycle œstral se produit sous forme de vagues (Pierson et Ginther, 1985). La majorité des juments ont une à deux vagues folliculaires par cycle.

### **I.1.1.La phase folliculaire :**

#### **I.1.1.1.Dynamique et modèle de croissance folliculaire :**

Le développement folliculaire ovarien est un processus dynamique complexe, caractérisée par une prolifération marquée et une différenciation des cellules folliculaires, fournissant un environnement optimal pour la maturation ovocytaire et la préparation de la fécondation après l'ovulation (Armstrong DG et Webb R ,1997). La régulation et la sélection de chaque vague folliculaire implique des interactions entre les gonadotrophines circulant et les facteurs intra-folliculaires, assurant que chaque follicule est correctement stimulé à croître ou à régresser à tout stade de développement (McMeen SL ,2002).

D'un point de vue expérimental, l'apparition d'une vague est définie comme la croissance folliculaire ou l'émergence simultanée d'un nombre variable de follicules en dessous de 6 à 13 mm de diamètre (Ginther OJ et Bergfelt DR 1993 ; Ginther OJ et al ,2001).



Chez la jument, ces vagues folliculaires sont classées en fonction de leur capacité à développer un follicule dominant (vagues primaires) ou, au contraire, génèrent seulement des petits follicules (petites vagues). Au cours de chaque cycle, émerge 1 ou 2 vagues folliculaires majeurs, différenciée en fonction du temps d'apparition au niveau primaire et secondaire. La vague majeur primaire se produit au milieu du dioestrus, dans lequel le follicule dominant ovule à la fin ou vers la fin de l'œstrus. Il existe deux vagues folliculaires anovulatoires suivies d'une poussée ovulatoire au cours du cycle œstral (Irvine et al 2000 ; Ginther OJ ,1990).

Chez les chevaux, il y a des différences profondes dans la structure des vagues folliculaires liées à la race. Ainsi, chez les juments Quarter Horse et les ponettes, il y a un développement à la fin du dioestrus d'une vague principale qui arrive à ovuler pendant l'œstrus, chez les autres juments une vague folliculaire secondaire se produit au début du dioestrus dans laquelle le follicule dominant peut : ovuler, devenir hémorragique ou subir une atresie (Ginther OJ, 2000 ; Stabenfeldt SE et al ,2010).

Pierson (1993) décrit l'importance de la participation des gonadotropines FSH et LH dans le développement folliculaire. Les follicules antraux acquièrent des récepteurs pour la LH et la FSH au niveau des membranes des cellules de la granulosa et de la thèque, respectivement. Sous la prévalence de la LH, les cellules thécales synthétisent de la testostérone, qui sera ensuite aromatisée en œstrogènes par les cellules de la granulosa, préalablement stimulées par la FSH.

L'augmentation des concentrations d'œstrogènes stimulent la sécrétion de LH, ce qui induit à son tour une plus grande synthèse des œstrogènes. Cette augmentation progressive d'œstrogènes favorise également l'apparition des récepteurs de la LH dans les cellules de la granulosa, ce qui facilite le passage du stade antral à celui pré-ovulatoire, lorsque l'ovocyte atteint le stade final de la maturation.

Au 6eme jour après l'apparition de la vague folliculaire majeur, la déviation se produit ; cet événement se rapporte à la différence de taux de croissance entre la taille du follicule pré-ovulatoire (22,5 mm) par rapport aux follicules subordonnés (19 mm) (Ginther OJ et al, 2004a ; Gastal EL et al, 1997 ; Watson ED et al ,2002). La déviation est liée à la sécrétion d'inhibine (Donadeu FX et Ginther OJ, 2002), et d'IGF-1(Ginther OJ et al, 2004a ; Ginther OJ et al, 2002). L'inhibine réduit la sécrétion de FSH a des niveaux bas, ce qui rend impossible la poursuite de développement des follicules subordonnés (Ginther OJ et Bergfelt DR, 1993 ; Ginther OJ ,2000).

Cependant, le follicule dominant continue de croître en réponse à l'augmentation de la sensibilité à la FSH de 2,3mm/jour jusqu'à atteindre une taille de 40 mm. À ce stade de développement, les cellules de la granulosa acquièrent également des récepteurs pour la LH nécessaires pour la maturation folliculaire finale et l'ovulation après la décharge de la LH (Gastal EL et al, 1999 ; Gastal EL ,2009).

Le diamètre du follicule ovulatoire varie entre 40-45 mm chez les différentes races de chevaux à savoir, le Quarter Horse, le pur sang arabe, le pur sang anglais et le pur sang espagnol (Vivo R et al, 1992 ; Bergfelt DR et Adams GP ,2007). Cependant, chez les races avec un poids inférieur à 350 kg ou avec une faible hauteur au garrot, le diamètre du follicule varie entre 35-40 mm (Morel MC et al, 2010 ; Younquist RS et Threlfall WR ,2007). En outre, la taille du follicule a été établie en fonction de la saison de reproduction ou de la présence d'ovulations multiples. Par conséquent, les follicules atteignent une taille de 8,5mm de plus au printemps qu'en été ou en automne et sont 4.9 mm plus petites en cas d'ovulations multiples que simples (Morel MC et al, 2010 ; Bergfelt DR et Adams GP ,2007).

Les œstrogènes sécrétés par les cellules de la granulosa du follicule préovulatoire induisent également l'apparition de manifestations comportementales typiques de l'œstrus. Les estrogènes sont responsables des changements au niveau de l'appareil génital en assurant la réception, le transport du sperme et la fertilisation de l'ovocyte (Crowell-Davis SL, 2007 ; Bergfelt DR ,2000).

### **I.1.1.2.Modification de l'appareil génital et du comportement :**

La prédominance des œstrogènes au cours de la phase folliculaire (Phase proliférative) est responsable des changements de comportement et modification de l'appareil reproducteur pendant l'œstrus chez la jument. Parmi les signes extérieurs de l'œstrus sont décrits, l'agitation et l'irritabilité, la recherche de l'étalon, des mictions fréquentes, la sécrétion de mucus, le clignotement de la vulve et la position campée, Queue écartée, légèrement relevée et tenue vers le côté. On peut détecter l'augmentation du diamètre longitudinal de la vulve, la congestion et l'œdème de la vulve et de la muqueuse vaginale (Crowell-Davis SL, 2007 ; Bergfelt DR ,2000 ; Samper JC et Pycock JF, 2007). Le col est ouvert, détendu, mou et œdémateux, couvert de mucus de consistance fluide ((Crowell-Davis SL, 2007 ; Bergfelt DR ,2000).

L'augmentation de la vascularisation sous l'effet des œstrogènes provoque une atonie du col de l'utérus, du corps et des cornes utérines, détectable par palpation rectale. La croissance folliculaire est appréciable par l'augmentation de la taille des ovaires (Samper JC et Pycock JF, 2007).

Au cours de la semaine précédant l'ovulation on remarque une augmentation linéaire du diamètre du follicule de 2,7 mm par jour (Ginther OJ, 1992). Cependant, 24 à 48 heures avant l'ovulation, le follicule peut perdre sa tonicité et arrêter sa croissance, ce qui se produit chez (40%) des juments (Ginther OJ, 1992 ; Palmer et Driancourt MA, 1980). Pas de modifications spécifiques de la tonicité utérine jusqu'au moment de l'ovulation (Crowell-Davis SL, 2007 ; Bergfelt DR, 2000).

L'examen échographique du corps et des cornes utérines présente un motif hétérogène caractéristique comprenant une alternance de zones échogènes et de zones hypoéchogènes, étroitement liés à l'augmentation des œstrogènes (Pycock JF et al, 1995). Les zones échogènes correspondent aux parties internes de l'endomètre tandis que les plis des parties anéchogènes sont indicatifs de la présence d'un œdème à la sous-muqueuse. Au niveau des cornes utérines l'image échographique est caractéristique d'une roue de charrue, motif lié à la présence d'un œdème et d'une hypertrophie des plis de l'endomètre (Hayes KE et al, 1985).

Après l'ovulation, l'œdème de l'endomètre disparaît et les plis sont indétectables (Ginther OJ, 1992 ; Pycock JF et al, 1995 ; Mckinnon AO et al, 1987).

L'échographie ovarienne montre un nombre variable de follicules d'aspect anéchogène, leur taille peut varier en fonction du stade de développement (Crowell-Davis SL, 2007 ; Bergfelt DR, 2000 ; Samper JC et Pycock JF, 2007 ; Ginther OJ et al, 2008a ; Bragg Weber ND et al, 2002).

Le follicule préovulatoire subit plusieurs changements morphologiques, allant de la forme sphérique ou conique à la forme de poire dans 84% de la période pré-ovulatoire, tandis que les follicules restants gardent leur aspect sphérique (Ginther OJ, 1992).

Le test classique de détection des chaleurs est l'épreuve de la barre : la jument est placée derrière un bas flanc afin d'éviter les éventuels coups de pieds et mise en présence de l'étalon ou d'un mâle souffleur.

Le comportement d'une jument en chaleurs sera en théorie bien différenciable d'une jument non en chaleurs ; néanmoins, certaines juments en chaleurs peuvent ne pas montrer de signes du tout, rendant le résultat du test ininterprétable. Le test n'est ainsi pas fiable à 100% (Tableau 1).

**Tableau1 : Critères de détection du comportement de chaleurs (en % d'apparition); d'après Gaullier (1973) cité par Blanchard.C (2015)**

	Femelles	
	En chaleurs	Non en chaleurs
<i>Réactions positives</i>		
Clignotement de la vulve	60	11
Queue levée	52	5
Jets d'urine	47	9
Position campée	34	0
<i>Réactions négatives</i>		
Coups de sabot	27	64
Couine	37	74
Fouille de la queue	20	45

### **I.1.2.L'ovulation :**

L'avènement de l'échographie a permis de montrer qu'effectivement 85% des follicules pré-ovulatoires deviennent non sphériques a 24H de l'ovulation (Parker W.A et al, 1971).

L'épaississement de la paroi a lieu dans la majorité des cas juste avant l'ovulation (Pierson RA et Ginther OJ, 1985).

Pierson et Ginther (1987) ont mis en évidence deux modifications folliculaires détectables échographiquement avant l'ovulation :

- \* perte de l'échogénicité de la ligne identifiée comme la paroi du follicule : probablement en réponse à une augmentation de la vascularisation ou de la quantité du fluide interstitiel.

\* augmentation du fluide avant l'ovulation : probablement du a un dépôt de matière cellulaire dans le fluide.

Ces deux critères sont à utiliser avec prudence car leur apparition n'est pas systématique.

La taille du follicule préovulatoire, lors d'ovulation simple est d'environ 44 mm de diamètre (Ginther OJ, 1989 ; Ginther OJ, 1986).

Par palpation transrectale, il a été possible de situer le moment de l'ovulation par rapport a l'œstrus (Hughes et al, 1975 ; Hughes et al, 1977 ; Hughes et al ,1989) :

\*46% des ovulations ont lieu 24h avant la fin de l'œstrus.

\*32% des ovulations ont lieu 48h avant la fin de l'œstrus.

\*12% des ovulations ont lieu 72h avant la fin de l'œstrus.

On peut ainsi affirmer que 78% des juments ovulent 48h avant la fin de l'œstrus, la plupart des ovulations ont lieu entre 20h et 8h du matin.

L'ovulation n'est pas déclenchée par un pic de LH, les taux de LH augmentent lentement et progressivement pour atteindre leurs valeurs maximales deux jours après l'ovulation et ensuite diminuent graduellement, les quatre ou cinq jours suivants (Irvine, 1998).

Le follicule de la jument ne peut se rompre en n'importe quel point de sa surface : la fosse ovulatoire est le seul endroit qui soit simplement recouvert d'épithélium germinatif : c'est une aire spécialisée ou peut se faire l'ovulation (Pierson et al, 1993).

L'évacuation du follicule est un procédé rapide : l'échographie démontre que la plus grande partie du fluide folliculaire disparaît de l'ovaire en moins de deux minutes (Blanchard et al, 1998). A la suite de l'ovulation, la cavité du follicule commence à se remplir de sang et est palpable dans les douze heures comme une structure souple et pâteuse qualifiée de corps hémorragique.

Habituellement, cette structure atteint sa taille maximale dans les deux jours qui suivent l'ovulation. Sa consistance passe de souple et spongieuse à caoutchouteuse puis dure.

Parfois, la cavité folliculaire remplie de sang atteint une taille semblable à la taille folliculaire préovulatoire et est indiscernable du follicule d'origine à la palpation transrectale. L'échographie permet la différenciation entre follicule et corps hémorragique, les deux structures donnant des images différentes.

### **I.1.3.La phase lutéale :**

Le dioestrus ou phase lutéale commence au moment de l'ovulation avec la formation du corps jaune, qui est responsable de la synthèse de la progestérone.

En fait, la plupart des recherches estiment que la phase lutéale est d'une durée moyenne de 14-15 jours, mais peut être plus en été (16 jours) par rapport au printemps ou à l'automne (13 jours) (Crowell-Davis SL, 2007).

### **I.1.3.1. Formation du corps jaune :**

La désorganisation de la paroi folliculaire après l'ovulation permet aux vaisseaux sanguins et aux fibroblastes d'envahir la cavité folliculaire. La lutéinisation implique des changements structurels et fonctionnels au niveau des cellules de la granulosa. La progestérone reste élevée 5 jours après l'ovulation jusqu'à la fin du dioestrus et exerce des fonctions spécifiques liées à la préparation de l'endomètre à accepter et maintenir la gestation, le développement des glandes de l'endomètre et l'inhibition de la contractilité myométriale (Younquist RS et Threlfall WR, 2007).

Il existe deux types de corps jaune en ce qui concerne la présence ou l'absence d'un caillot de sang central. Dans (50-70%) des cas, un caillot de base se développe à l'endroit de l'ovulation qui va être entouré par le tissu lutéale. Dans ce cas on parle d'un corps hémorragique. La cavité commence à se remplir de sang, de fibrine et de transsudat pendant les premières 24 heures, pour atteindre la taille maximale au 3ème jour.

5 jours après l'ovulation, les corps jaunes qui développent une cavité centrale, ont généralement une taille significativement plus élevée (32,8 mm) que ceux sans cavité (26,0 mm). La texture change également en fonction du type du corps jaune, ceux qui développent une cavité centrale sont plus denses que les autres sans cavité, qui ont tendance à être spongieux (Dickson SE et Fraser HM, 2000).

### **I.1.3.2. La lutéolyse :**

En l'absence de gestation, la phase lutéale se termine par la lyse des corps jaunes induite par la PGF2 $\alpha$  avec une diminution des concentrations de la progestérone (Crowell-Davis SL 2007 ; Ginther OJ, et al, 2008b).

La régression lutéale implique un nombre d'événements structurels et fonctionnels caractérisés par une diminution de la vascularisation, une augmentation du tissu conjonctif, l'atrophie et la fibrose (Samper JC, 2008).

La lutéolyse est provoquée par la prostaglandine PGF2 $\alpha$ . La PGF2 $\alpha$ , ou ses analogues, entraînent la régression du corps jaune dans les 24 heures si celui-ci est âgé d'au moins 5 jours. Chez la jument, l'injection intra musculaire d'un analogue de la PGF2 $\alpha$  induit une diminution des concentrations plasmatiques de P4 qui atteignent des valeurs de  $1,2 \pm 0,4$  ng/ml dans les 24 heures suivant l'injection (Noden et al, 1978).

Il est à noter que les mêmes effets sont observés lors d'une lutéolyse non induite. Une stimulation transitoire de la LH est observée dans les 30 minutes post injection, et le retour au niveau basal est observé 4 heures après (Noden et al, 1978). Des données plus récentes montrent une stimulation transitoire de la sécrétion de LH et de FSH au niveau du sinus veineux sous-hypophysaire, environ  $7 \pm 1$  min après l'injection de  $\text{PGF2}\alpha$ , non associée à un pulse de GnRH (Irvine et Alexander, 1997). Ces données suggèrent que la  $\text{PGF2}\alpha$  stimulerait directement l'inositol triphosphate dans les cellules gonadotropes, comme c'est le cas chez la brebis (Denning-Kendall et Wathes, 1994).

### **I.2. 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 :

#### **I.2.1. L'apport nutritionnel :**

Le poids corporel, les réserves de graisse et la disponibilité des aliments sont des facteurs importants qui affectent l'inactivité ovarienne saisonnière. La nutrition interagit avec la photopériode pour déterminer le début et la durée de l'activité ovarienne chez la jument (Salazar-Ortiz et al, 2011).

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  $\text{PGF2}\alpha$  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 périovulatoire 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) (Salazar-Ortiz et al, 2004).

Le principal site d'action de la nutrition sur le cycle ovarien chez la jument semble être l'hypothalamus, et le mécanisme a probablement plusieurs composants tels que l'insuline, la leptine, l'hormone de croissance (GH) et l'insuline-like growth factors (IGF).

L'hypoglycémie induite diminue la sécrétion de gonadotropines et entraîne une anovulation chez différentes espèces y compris les juments (Fitzgerald BP et McManus CJ, 2000).

Chez les chevaux, la concentration plasmatique de la leptine est fortement corrélée à l'état corporel (Buff et al, 2002). Les concentrations plasmatiques d'IGF-I ne sont pas influencées par l'heure du jour ou par l'exercice, mais augmentent considérablement par la GH exogène (Popot et al, 2001).

**I.2.2.L'âge :**

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 (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).

**I.2.3.La saison :**

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).

**1.2.4. La photopériode :**

Les données actuelles permettent de conclure qu'un rythme endogène de reproduction existe également chez les Équins comme chez les Ovins (Karsch et al. 1989). Chez les juments, l'ablation de la glande pinéale ou des ganglions cervicaux supérieurs n'entraîne pas la disparition du rythme de reproduction (Sharp et al. 1979; Grubbaugh et al. 1982). Cependant, la date de la première ovulation de l'année qui suit l'ablation est significativement retardée.

L'installation d'un état réfractaire à une photopériode ou à un traitement de mélatonine constitue un des éléments de la démonstration de l'existence d'un rythme endogène annuel. L'état réfractaire à la photopériode est l'état physiologique dans lequel se trouve l'animal lorsque la photopériode à laquelle il est soumis, cesse d'agir. Des juments en inactivité ovulatoire, maintenues en jours courts (8 h de lumière/16 h d'obscurité) à partir du solstice d'hiver jusqu'au printemps, présentent une sortie de la phase d'inactivité approximativement synchrone de celle des juments en photopériode naturelle (Palmer et al. 1982). Un état réfractaire à la photopériode inhibitrice s'installe donc lorsque la jument est artificiellement maintenue en jours courts artificiels, à partir du solstice d'hiver. De même, les juments soumises à un traitement de mélatonine supprimant l'effet de la photostimulation à partir du solstice d'hiver jusqu'à la fin du printemps, présentent une première ovulation



approximativement synchrone de celle des juments témoins maintenues en photopériode naturelle ou en jours courts : la fin de l'inactivité ovulatoire est liée à l'installation d'un état réfractaire au traitement de mélatonine (Guillaume et Palmer, 1991 ; Guillaume et al. 1995). Inversement, un état réfractaire à la photopériode stimulante s'installe lorsque le traitement photopériodique (16 h de lumière/8 h d'obscurité) est commencé en été (Kooistra et Ginther, 1975 ; Scraba et Ginther, 1985). Dans ce cas, les juments manifestent une inactivité ovulatoire hivernale en jours longs artificiels. La mise en évidence d'un état réfractaire aux deux photopériodes opposées révèle indirectement l'existence d'un rythme endogène circannuel et le rôle de la photopériode est limité à celui d'un synchroniseur de ce rythme endogène.

Les saisons sont caractérisées par d'importantes variations de la quantité d'énergie solaire reçue. Ceci se traduit, pour les animaux, par des variations synchrones de la durée d'éclairage ou photopériode, de la température et de la quantité d'aliments disponible. Ainsi, les juments élevées au pâturage dans des conditions extensives disposent d'une quantité d'aliments maximale au printemps, qui décroît dès le mois d'août, pour être minimale en hiver. Leur activité de reproduction se trouve en phase à la fois avec le rythme annuel de la photopériode, le rythme annuel de la disponibilité en aliments et le rythme annuel des températures. En dehors d'expériences spécifiques, il est impossible de discerner l'effet propre de chaque paramètre sur la reproduction.

Pour la plupart des animaux vivant dans les zones tempérées ou froides, à l'automne, à l'approche du froid, l'organisme privilégie l'énergie alimentaire disponible pour les fonctions de survie (thermorégulation, résistance aux maladies) au détriment, entre autres, de la fonction de reproduction. La mélatonine serait un des éléments clef de cette régulation saisonnière de la balance énergétique (Nelson et Drazen, 1999). Le mécanisme qui, à l'automne, induit l'arrêt de la cyclicité en inhibant les sécrétions du GnRH et de la LH, est mal connu dans l'espèce équine.

L'inhibition de l'activité cyclique pendant l'hiver est donc induite par un autre mécanisme et pourrait résulter de l'interaction de la photopériode avec d'autres facteurs de l'environnement. Cette interaction pourrait expliquer que le début de la saison de reproduction varie d'une jument à l'autre en fonction de leur âge et leur état corporel (Driancourt et Palmer, 1982).

Les jeunes juments de trois à quatre ans (Koskinen et Katila, 1991), les juments adultes maigres (Gentry et al. 2002) et celles qui ont allaité un poulain pendant l'été précédent (Koskinen et al. 1991) montrent systématiquement une période d'inactivité ovulatoire hivernale. Au contraire, une proportion importante de juments adultes, âgées de plus de cinq ans, (Gentry et al. 2002; Koskinen et al. 1991), présentent des cycles toute l'année.

**I.2.5.la race :**

Une corrélation existe entre certains phénomènes et la race, comme en témoignent les exemples suivants :

**I.2.5.1.Les ovulations multiples:**

Chez la jument, l'incidence des ovulations multiples est de 2 à 30 %. Parmi ces ovulations multiples, la grande majorité est double (99 %). La race « pur sang » présente l'incidence la plus élevée d'ovulations multiples (20 à 30 %) et les races « poney » la plus faible (2 %) (Ginther, 1992). Il y aurait également un effet saison puisque la fréquence des ovulations multiples semble être plus importante à partir de juillet jusqu'à la fin de la saison (Wesson et Ginther, 1981). La répétabilité des ovulations multiples chez un même individu est élevée et peut atteindre 75 % des cycles, ce qui suggère une prédisposition génétique. Cependant, l'héritabilité de ce caractère n'est que de 0,06 dans le troupeau expérimental de l'INRA de Nouzilly (Briant, 2004). Les doubles ovulations sont associées à une concentration élevée en E2, et une concentration faible en FSH. La concentration en LH n'est pas différente de celle des cycles présentant une ovulation simple (Ginther et al, 2008a). Les doubles ovulations ne sont pas souhaitables dans l'espèce équine, sauf bien sûr pour les juments impliquées dans des protocoles de transferts d'embryons. En effet, chez la jument les gestations gémellaires sont suivies généralement d'une mortalité embryonnaire ou d'un avortement.

**I.2.5.2.Les ovulations en phase lutéale :**

L'ovulation chez la jument peut avoir lieu au cours de la phase lutéale. Ce type d'ovulation est observé dans environ 21 % des cycles, et n'est pas accompagné de signes de chaleurs, du fait de la présence de la progestérone (Ginther, 1992). Là encore, le pourcentage varie en fonction de la race, avec une incidence élevée chez les juments de race « pur sang » et « quarter-horse » et une incidence faible chez les juments de race « poney ».

**I.2.6.autres facteurs :**

Enfin, d'autres variations naturelles sont observées, sans lien évident avec l'un des différents facteurs évoqués précédemment. Il s'agit des follicules anovulatoires. Dans la littérature, il existe une certaine confusion entre les termes de follicules hémorragiques et lutéinisés, mais ils sont tous deux considérés comme étant des follicules anovulatoires atteignant une taille importante.

**I.2.6.1. Les follicules hémorragiques (HAFs) :**

Ces follicules se développent normalement jusqu'à la taille ovulatoire et peuvent atteindre une taille supérieure à 45 mm, mais ne se rompent pas et leurs cavités se remplissent de sang. Il en résulte donc une anovulation. Toutefois, les concentrations plasmatiques de P4 atteignent des valeurs supérieures à 1 ng/ml chez 85,7 % des juments présentant des HAFs, traduisant l'apparition d'une structure lutéale (McCue, 2002). L'incidence des HAFs est relativement faible (5 à 8 %). Ce phénomène semble être répétable pour une même jument, et serait associé à une concentration plasmatique élevée en LH (Ginther et al, 2008d). Dans la littérature, c'est ce terme de follicules hémorragiques qui est généralement désigné pour faire référence aux follicules anovulatoires.

**I.2.6.2. Les follicules lutéinisés :**

Ce type de follicules peut également atteindre une taille importante (> 45 mm). Tout comme le HAF, le follicule lutéinisé ne se rompt pas mais celui-ci se remplit peu à peu de cellules sécrétant de la progestérone (McKinnon et Voss, 1993b).

**I.3. aspects endocriniens :**

Le cycle œstral est contrôlé par l'axe hypothalamo-hypophyso-ovarien. Au niveau hypothalamique, la GnRH (Gonadotropin Releasing Hormone) exerce une action directe sur le lobe antérieur de l'hypophyse pour stimuler la sécrétion des hormones hypophysaires LH (Luteinizing Hormone) et FSH (Follicle-Stimulating Hormone). Le ratio LH:FSH présent dans la circulation sanguine dépend de la fréquence des pulses de GnRH et des rétrocontrôles des stéroïdes sexuels.

**I.3.1. Au niveau hypothalamique : la GnRH**

La GnRH est produite principalement par les cellules de l'hypothalamus médio-basal dont les fibres projettent vers l'éminence médiane (Melrose et al, 1994). La libération pulsatile de la GnRH se fait dans le système porte hypophysaire. De ce fait, même si une infime partie de la GnRH est susceptible de passer dans la circulation sanguine, elle n'est pas détectable du fait des faibles concentrations et de sa demi-vie qui n'est que de 5 à 10 minutes (Conn et al, 1987). Dans l'espèce équine, une technique peu invasive permet la récupération de sang veineux dans le sinus sous-hypophysaire par canulation de la veine faciale superficielle (Alexander et Irvine, 1987). En théorie, cette technique permet de doser la LH et la FSH en sortie d'hypophyse, donc à des concentrations plus élevées que dans le plasma, et de mettre en évidence la pulsatilité de ces hormones.

D'après les auteurs, elle permet également de doser la GnRH, après passage par l'hypophyse, car la fraction de GnRH retenue pas l'hypophyse serait minime (Irvine et Alexander, 1987).

Alexander et Irvine ont montré que 98% des pulses de GnRH étaient suivis par un pulse de LH (Alexander et Irvine, 1987). La fréquence des pulses de GnRH varie au cours du cycle. Elle est basse au cours de la phase lutéale avec un pulse toutes les 2 heures environ, puis la fréquence augmente jusqu'à un pulse toutes les 30 minutes le jour de l'ovulation (Irvine et Alexander, 1994; Silvia et al, 1995).

La sécrétion de GnRH est modulée par le rétrocontrôle des stéroïdes sexuels mais la présence du récepteur alpha de l'œstradiol ( $ER\alpha$ ) et du récepteur de la progestérone sur les neurones à GnRH n'a pour l'instant jamais été montrée chez le cheval, ni dans d'autres espèces. Par conséquent, les mécanismes de rétrocontrôle passeraient par des structures en amont des neurones à GnRH, dont le système opioïdérique. Au cours de la phase lutéale le système opioïdérique inhibe la sécrétion de GnRH, et donc la libération de LH, alors que pendant la phase folliculaire ce système est inactif, permettant ainsi une augmentation de la sécrétion de GnRH et de LH (Aurich et al, 1995).

### **I.3.2. Au niveau hypophysaire : les gonadotropines FSH et LH**

Dans l'espèce équine, les cellules sécrétrices sont situées au niveau de la pars distalis et de la pars tuberalis. Certaines sont monohormonales (produisent et stockent FSH ou LH), d'autres sont bihormonales (produisent et stockent FSH et LH). La majorité des cellules sont bihormonales (Eagle et Tortonesi, 2000).

Le dosage hormonal des gonadotropines dans le sinus veineux sous-hypophysaire montre que les sécrétions de la eFSH et de la eLH sont pulsatiles. Pendant la phase lutéale, la fréquence des pulses de eFSH et eLH est de 1,8 et 0,6 pulses par 8 heures respectivement, et pendant la phase folliculaire cette fréquence augmente à 6,8 et 7,4 pulses par 8 heures respectivement pour chaque hormone. Pendant la période péri-ovulatoire, 83 % des pulses de eLH sont associés à un pulse de eFSH (Alexander et Irvine, 1987). Cette observation n'est possible que dans le sinus veineux sous-hypophysaire car dans le sang périphérique, à cause de la demi-vie longue des hormones, les pulses s'additionnent et deviennent indiscernables (Fitzgerald et al, 1985).

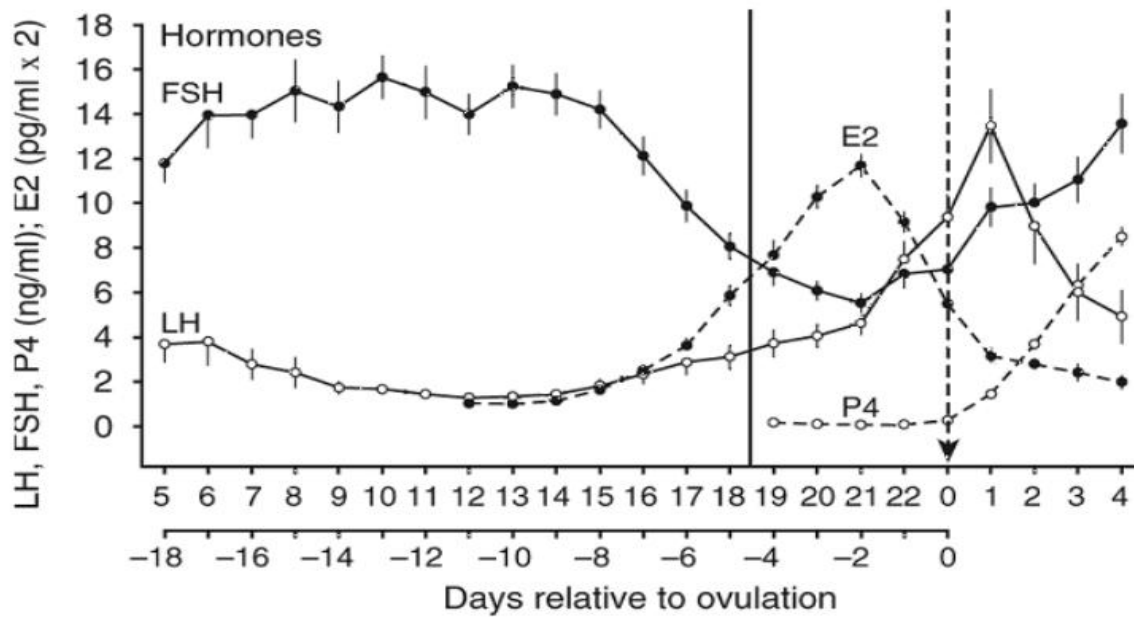


Figure 2 : moyennes  $\pm$  SEM des concentrations plasmatiques en LH, FSH, E2 et P4 pendant le cycle œstral chez la jument. (Ginther et al. 2008a; Jacob et al. 2009)

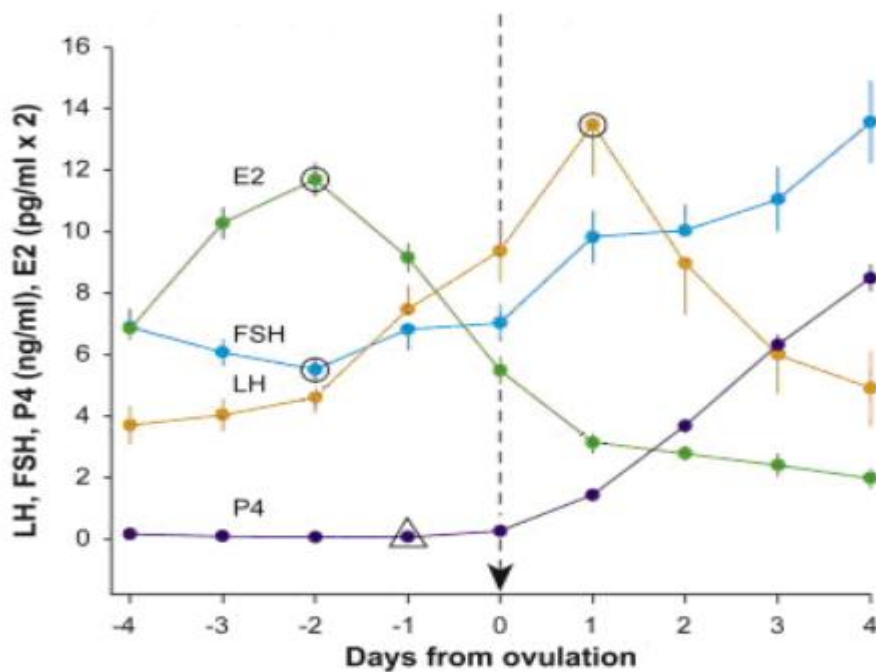


Figure 3 : détail des changements notables des concentrations hormonales pendant les 4 jours avant et après l'ovulation chez la jument. Les symboles ronds représentent la transition entre des changements significatifs de concentrations, le symbole triangle représente le début d'une augmentation de la P4. Adapté de (Ginther et al. 2008a; Jacob et al. 2009)

### **I.3.2.1. FSH :**

Chez la jument, un pic de FSH apparaît en milieu de phase lutéale et son amplitude est importante. Les concentrations plasmatiques de FSH sont maximales 10 à 13 jours avant l'ovulation, et rejoignent leur niveau basal 8 jours avant l'ovulation (Evans et Irvine, 1975). La FSH est alors déprimée sous l'effet du rétrocontrôle négatif de l'œstradiol et de l'inhibine. Ce pic de FSH n'est pas concomitant avec un pic de LH, et il serait responsable du recrutement des follicules.

Un second pic peut lui succéder, avec des concentrations plasmatiques qui commencent à s'élever avant l'ovulation, parallèlement à la montée de LH. L'amplitude de ce pic est plus faible que celle du 1er, et atteint des concentrations maximales 2 à 3 jours après l'ovulation. Ce type de profil, appelé bimodal, est le plus souvent observé en début de saison sexuelle, alors que le profil unimodal (seul le premier pic de FSH est présent) est observé plus tard dans la saison (août-octobre) (Turner et al, 1979). Il est à noter que des injections journalières de fortes doses d'œstradiol (10 mg/jour par voie i.m.) depuis le lendemain de l'ovulation jusqu'à l'ovulation suivante, induisent un profil de sécrétion de FSH de type unimodal (Burns et Douglas, 1981).

### **I.3.2.2. LH :**

Chez la plupart des espèces domestiques, telle que la brebis, le pic de la LH est pré-ovulatoire puisqu'il survient 24 à 48 heures avant l'ovulation, et la durée du pic ne dure que quelques heures. La jument, au contraire, présente un pic péri-ovulatoire d'environ 6 jours qui commence avant l'ovulation et se termine après. L'évolution des concentrations plasmatiques de LH peut être divisée en deux segments (figure 5).

La LH commence à augmenter très progressivement quelques jours avant le début de l'œstrus (Irvine et al, 1998), à des taux d'environ 0,4 ng/ml/jour de J14 à J22 (J = jour du cycle après l'ovulation précédente) (Ginther et al, 2006). L'augmentation de la sécrétion de LH se poursuit ensuite à des taux plus importants de 1,8 ng/ml/jour de J22 jusqu'au lendemain de l'ovulation (Ginther et al, 2006). Cependant, les données de la littérature révèlent des taux de LH variables d'une étude à l'autre en fonction du dosage et des hormones utilisées comme référence.

La sécrétion de LH est transitoirement interrompue après l'ovulation à cause de la résorption de l'œstradiol, provenant du fluide folliculaire, qui se déverse dans la cavité péritonéale au moment de l'ovulation (figure 4) (Ginther et al, 2010). Les valeurs maximales en LH sont atteintes 1 à 2 jours après l'ovulation. Après l'ovulation, le feedback négatif exercé par la

progestérone entraîne la diminution des concentrations plasmatiques de LH (Greaves et al, 2001) qui atteignent le niveau de base 4 à 6 jours après l'ovulation (Irvine et al, 1998).

Cette diminution des concentrations plasmatiques de LH ne semble pas être due à une internalisation des récepteurs à la GnRH, comme cela est le cas chez d'autres espèces domestiques telles que la brebis (Crowder et al, 1986). Malgré une forte homologie du récepteur de la GnRH avec celui d'autres espèces (> 85%), le récepteur équin présente un taux extrêmement faible d'internalisation lorsqu'il est exposé de façon continue à son ligand comparé aux autres espèces. Cette résistance à la « down-regulation » pourrait refléter une évolution nécessaire pour la stimulation prolongée des gonadotropines afin de permettre le remodelage ovarien pour le développement folliculaire et l'ovulation (Porter et Sharp, 2002). Enfin, la présence de quantités importantes de LH après l'ovulation a été proposée comme participant au maintien du corps jaune (Ginther, 1992) mais cette hypothèse est controversée (Briant et al, 2003).

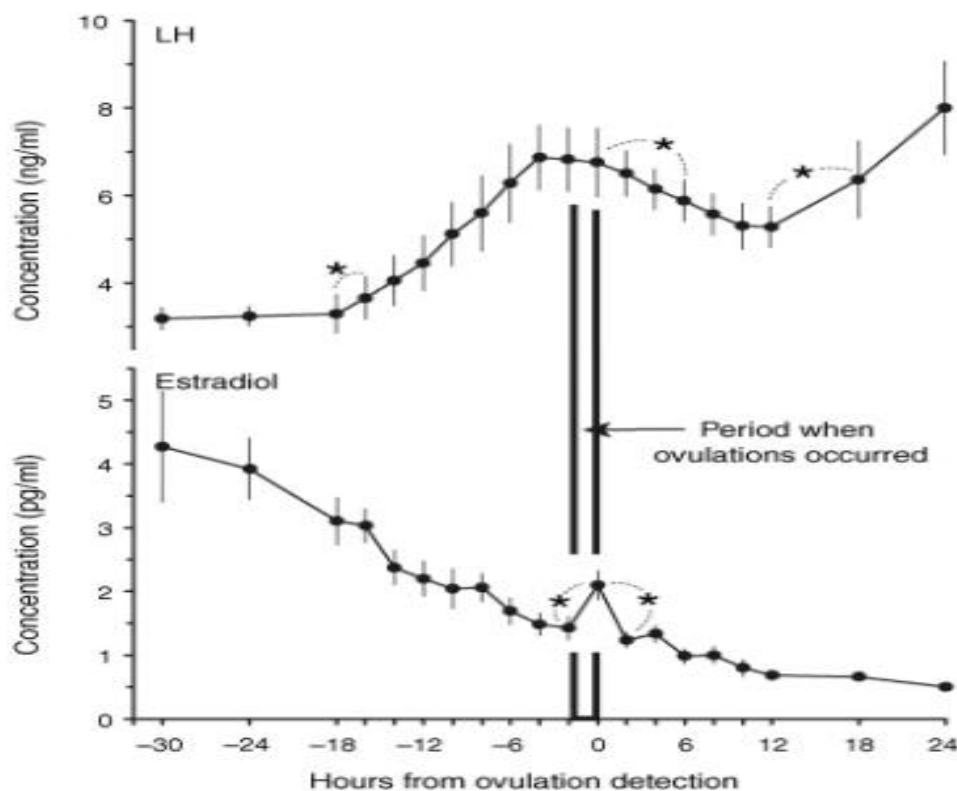


Figure 4 : Evolution des concentrations plasmatiques en LH (en haut) et E2 (en bas) au moment de l'ovulation. Les deux barres parallèles représentent la période pendant laquelle l'ovulation a eu lieu (Ginther et al. 2010).

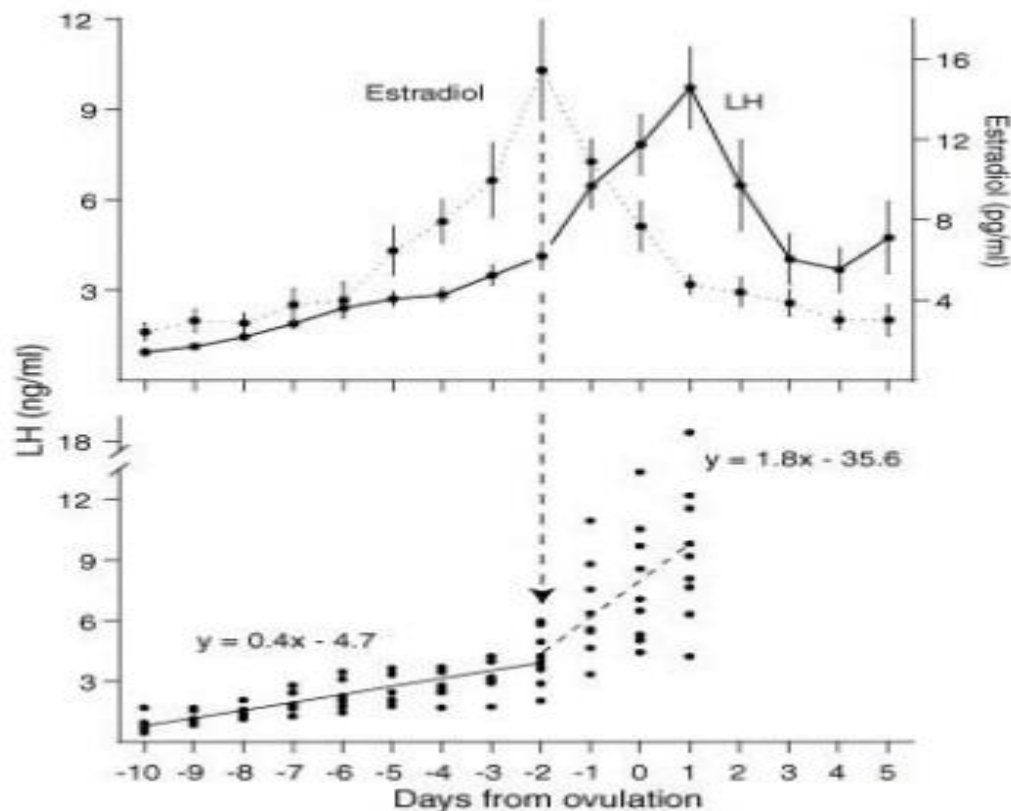


Figure 5 : Profils des concentrations plasmatiques moyennes ( $\pm$  SEM) en LH et E2 (n=9) et régressions linéaires pour les concentrations plasmatiques en LH durant la montée progressive de LH, puis durant la phase ascendante du pic de LH (Ginther et al. 2006).

### I.3.3. les stéroïdes sexuels :

Les follicules en croissance sont associés à une production d'œstrogènes, et le corps jaune à une production de progestagènes. Chez la jument, dans le fluide folliculaire, le  $17\beta$ -œstradiol est l'œstrogène ovarien majeur, et la progestérone, le progestagène ovarien majeur. En revanche, dans le plasma ou dans l'urine ce sont les métabolites de l'estrone qui prédominent (Ginther, 1992).

#### I.3.3.1. Les œstrogènes :

Au cours du cycle ovarien de la jument, les quantités d'œstrogènes sont bien corrélées avec l'activité ovarienne, la réceptivité sexuelle et les modifications du tractus génital (Ginther, 1992).



La stéroïdogénèse, effectuée par les cellules de la granulosa et de la thèque interne dans l'ovaire, change au cours des différents stades du cycle. Les taux d'œstrogènes circulants commencent à s'élever 6 à 8 jours avant ovulation, et marquent le début de l'œstrus.

Plusieurs formes d'œstrogènes sont présentes au cours de l'œstrus (17 $\beta$ -œstradiol, estrone, sulfate d'estrone). Cependant, seul le 17 $\beta$ -œstradiol (E2) régule l'action de la GnRH sur l'hypophyse et module ainsi la sécrétion des gonadotropines (Noden et al, 1975).

Les concentrations plasmatiques d'œstrogènes totaux sont maximales ( $3,5 \pm 0,3$  ng/ml) 2 jours avant l'ovulation puis diminuent jusqu'à 1 jour après ovulation ( $2,2 \pm 0,3$  ng/ml), pour augmenter légèrement pendant les 5 jours suivants ( $2,7 \pm 0,3$  ng/ml) et atteindre le niveau de base ( $1,6 \pm 0,3$  ng/ml) au moment de la lutéolyse (Daels et al, 1991). Le profil des concentrations plasmatiques de l'E2 évolue de la même façon pendant la phase folliculaire, mais à des concentrations 100 fois moins importantes (Palmer et Terqui, 1977). Cependant, l'E2 n'augmente pas pendant le diœstrus. Cette différence semble être due aux œstrogènes sécrétés par le corps jaune (Daels et al, 1991). Étant donné que le profil de l'E2 évolue en parallèle avec celui des œstrogènes totaux au cours de la phase folliculaire, le dosage radio-immunologique des œstrogènes est préférentiellement utilisé. En effet, le dosage de l'E2 nécessite une étape d'extraction qui limite le nombre d'échantillons pouvant être analysés en une seule fois.

Dans différentes espèces domestiques, en fonction du stade du cycle, l'E2 exerce un rétrocontrôle négatif ou positif sur l'axe hypothalamo-hypophyso-gonadotrope afin de réguler la sécrétion de LH (Lindzey et al, 2006). Chez la brebis, différentes approches montrent qu'une augmentation de l'E2 a une action positive sur l'induction du pic pré-ovulatoire de GnRH et de LH (Caraty et al, 1995; Evans et al, 1997). Ainsi, chez la jument, il était admis jusqu'à présent que le pic de LH qui induit l'ovulation était dû au rétrocontrôle positif exercé par le pic d'E2. Une étude *in vitro* sur des cellules de l'hypophyse antérieure a montré que la stimulation de la LH par l'E2 n'était pas directe, mais passait par l'intermédiaire de la GnRH (Baldwin et al, 1991). De plus, une injection d'E2 au tout début de l'œstrus a une action positive sur la sécrétion de LH (Garcia et Ginther, 1975).

Néanmoins, des données plus récentes suggèrent que le rétrocontrôle de l'œstradiol au cours du cycle serait uniquement négatif et permanent chez la jument (Ginther et al. 2007). Les follicules exercent un effet négatif, par l'intermédiaire notamment de l'E2, sur la sécrétion de la LH au cours du pic péri-ovulatoire, comme le montrent les expériences d'ablation de follicules supérieurs à 6 mm depuis le 7<sup>ème</sup> jour post ovulation (Ginther et al, 2005) ou de traitement avec de l'E2 exogène (Ginther et al, 2007).

Les travaux de Ginther et collaborateurs montrent que la dose d'E2 utilisée est une des explications possibles à cette divergence de résultats avec les études précédentes qui utilisaient des doses supraphysiologiques. En effet, lorsque le contenu en E2 présent dans le fluide folliculaire du follicule pré-ovulatoire se déverse dans la cavité péritonéale, les concentrations plasmatiques de LH diminuent. Cette quantité d'E2 est comparable à la quantité d'E2 exogène requise pour un effet négatif sur la sécrétion de LH (Ginther et al, 2008c).

Enfin, cette hypothèse expliquerait l'augmentation très progressive des concentrations plasmatiques en LH au cours du cycle, suivie par une augmentation de LH plus rapide après le pic pré-ovulatoire de l'E2, soit 2 jours avant l'ovulation (Ginther et al, 2006).

Ces nouvelles données remettent en cause le dogme du rétrocontrôle positif de l'œstradiol chez la jument, et soulèvent alors la question du ou des facteurs qui seraient impliqués dans le déclenchement du pic péri-ovulatoire de LH chez la jument.

### **I.3.3.2. La progestérone (P4) :**

Pendant la phase folliculaire, les concentrations plasmatiques en progestérone (P4) ne dépassent pas 1 ng/ml. Les concentrations intra-folliculaires de P4 dans le follicule dominant augmentent déjà 2 jours avant l'ovulation (Belin et al, 2000). La première augmentation significative de la P4 plasmatique (aux alentours de 14 ng/ml) est visible en moyenne 12 à 24 heures après ovulation (Plotka et al, 1975; Nagy et al, 2004). La P4 plasmatique atteint ses concentrations maximales (aux alentours de 35 ng/ml, variable selon les juments), 5 à 8 jours après l'ovulation. Les taux diminuent ensuite très progressivement jusque 13 à 14 jours après l'ovulation. Au moment de la lutéolyse, 15 à 17 jours après l'ovulation, les concentrations de P4 diminuent brutalement sous l'effet de la sécrétion de la prostaglandine F2 $\alpha$ (PGF2 $\alpha$ ), pour atteindre un niveau plasmatique inférieur à 1 ng/ml. La progestérone exerce un rétrocontrôle négatif sur la sécrétion de LH. Cependant, contrairement à d'autres espèces domestiques telle que la brebis, la P4 n'inhibe pas complètement la folliculogénèse et l'ovulation chez la jument.

### **I.3.3.3. Les androgènes :**

Les cellules de la thèque produisent des androgènes qui sont aromatisés par les cellules de granulosa en œstradiol. La production des androgènes, induite par la LH, est stimulée par l'IGF-1 (insulin-like growth factor 1). La biodisponibilité d'IGF-1 ainsi que les concentrations plasmatiques d'E2 sont supérieures chez les juments bien nourries comparées aux juments restreintes (Salazar-Ortiz et al, 2011).

Ce résultat est en accord avec les travaux menés chez la vache montrant que la biodisponibilité de l'IGF-1 augmente chez les animaux bien nourris, entraînant ainsi un recrutement par la FSH d'un nombre plus important de follicules et une stimulation de la prolifération ou de la capacité stéroïdogénique des cellules de la thèque et de la granulosa (Diskin et al, 2003).

#### **I.3.3.4. Inhibines, activines et follistatines :**

Chez la jument, les concentrations plasmatiques de FSH et l'immunoréactivité de l'inhibine sont inversement corrélées ( $r = - 0,55$ ) (Bergfelt et al, 1991), et une immunisation passive anti-inhibine entraîne une augmentation des concentrations plasmatiques de FSH (Nambo et al, 1998; Briant, 2004).

Les concentrations d'inhibine commencent à augmenter 7 à 12 jours après ovulation et contribuent, avec l'E2, à la dépression de la FSH. Puis, les concentrations d'inhibine diminuent au début du pic de LH, et sont basses le jour ou le lendemain de l'ovulation suivante. Des quantités importantes d'inhibine et du précurseur de la sous-unité  $\alpha C$  (pro- $\alpha C$ ) sont retrouvées dans la circulation sanguine au moment de la rupture du follicule et pendant les 4 à 8 heures suivantes, probablement dues à l'absorption du liquide folliculaire (Nagaoka et al, 1999).

Le liquide folliculaire des follicules supérieurs à 30 mm contient une grande quantité d'inhibines pro- $\alpha C$  et A. En revanche, le liquide folliculaire des petits (inférieurs à 15 mm) et moyens (15 à 30 mm) follicules contient peu d'inhibines A, B et pro- $\alpha C$  (Tanaka et al, 2000).

Les activines sont également des protéines dimériques, mais comportent 2 sous-unités  $\beta$ . Il existe 3 types d'activines, l'activine A ( $\beta A\beta A$ ), l'activine B ( $\beta B\beta B$ ), et l'activine AB ( $\beta A\beta B$ ). Au cours de la croissance folliculaire, l'expression des activines est inversement corrélée à celle des inhibines.

Les activines sont produites par les cellules de la granulosa des follicules immatures, et agissent sur les cellules de la granulosa de follicules plus matures qui ont acquis l'activité aromatasase, en les sensibilisant à la FSH. La FSH stimule la production d'activines.

Les activines sont des inhibiteurs de la synthèse des androgènes par les cellules de la thèque dans les petits follicules, et inhibent la lutéinisation dans les follicules matures (Knight et Glister, 2001).

Les follistatines sont des glycoprotéines monomériques liant avec une haute affinité les activines par leurs sous-unités  $\beta$  (et à un moindre degré les inhibines), neutralisant ainsi leur activité biologique (Knight et Glister, 2001).

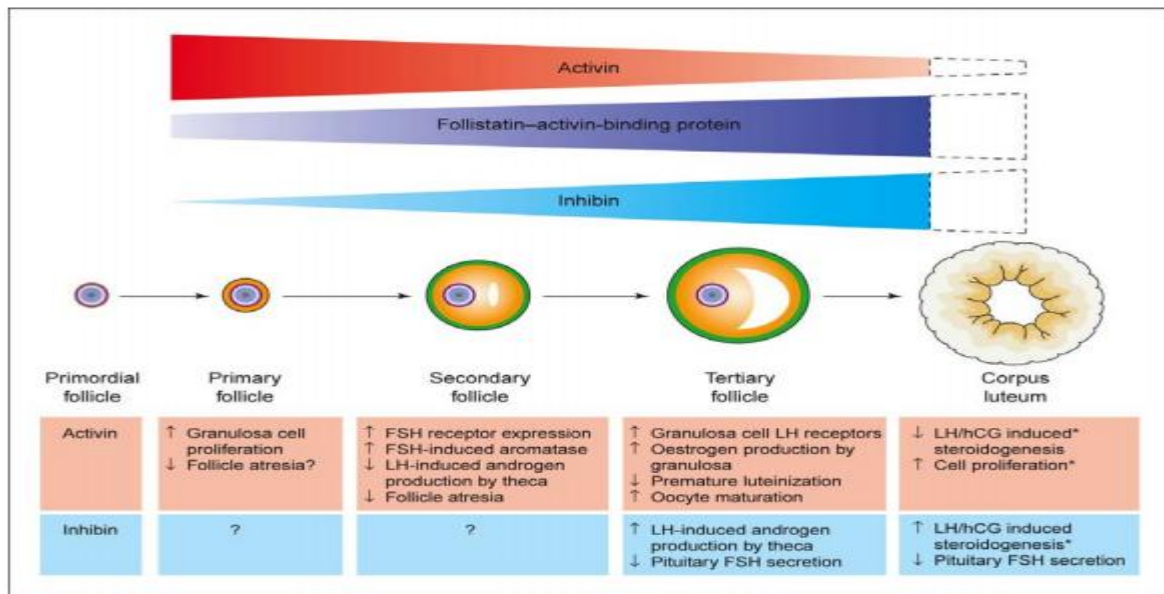


Figure 6 : Evolution des concentrations d'inhibine, d'activine et de follistatine, et rôles respectifs au cours de la croissance folliculaire (Knight et Glister, 2001).

# *CHAPITRE II*

*L'infertilité chez la jument*

**CHAPITRE II****L'infertilité chez la jument****I. Infertilité non infectieuse****I.1. le dioestrus prolongé :**

Il est causé par la persistance du corps jaune en l'absence de gestation.

Le corps jaune persiste jusqu'à trois mois ou plus. Il peut être lié à la mortalité embryonnaire précoce, ou le plus souvent à un résultat d'une ovulation dioestrale (Munroe et Weese, 2001). L'utérus est généralement ferme et tubulaire (Tonique) due à la stimulation persistante de la progestérone à partir du corps jaune. Le col est typique de la fin du dioestrus et au début de la gestation. Les signes sont le non-retour à l'œstrus, surtout pendant la saison de reproduction après une ovulation (Ginther et al, 2004b).

**I.2. chaleurs silencieuses :**

La jument ne montre pas des signes d'œstrus ou ne permettra pas l'accouplement, bien que les examens rectale et vaginale confirment qu'elle est en œstrus et est proche de l'ovulation (il faut prendre soin de ne pas confondre un follicule du dioestrus avec celui de l'œstrus sur palpation rectale) (Nelson et al, 1985).

Habituellement, on observe ce cas chez les maidens et les juments suitées ; cependant, même une jument qui a l'habitude d'exprimer ses chaleurs peut parfois être affectée (McKinnon et al, 1993a).

Certaines juments sont difficiles à accoupler même si elles sont physiologiquement en œstrus (Nelson et al, 1985; McKinnon et al, 1993a).

**I.3. Chaleurs erratiques :**

La jument ne parvient pas à montrer ses chaleurs pendant 1-2 jour au milieu de l'œstrus normal, le follicule continue à se développer et éventuellement ovule. Rarement diagnostiqué à moins que la jument soit examinée par palpation ou à l'aide d'examen échographique une fois les signes de chaleurs cessent pour indiquer que la jument a ovulée (Morel, 1993).

**I.4. le follicule hémorragique :**

Certains follicules peuvent atteindre la taille ovulatoire, mais ne se rompent pas. L'ovocyte n'est pas libéré, et la conception ne peut pas se produire. Les Follicules peuvent continuer à augmenter de taille et devenir plus grands (Ellenberger et al, 2009).

Ces changements peuvent être identifiés par échographie. Dans un premier temps, une hémorragie peut se produire au niveau du follicule. Cela donne à une apparition de petites taches échogènes qui flottent dans le liquide folliculaire normalement anéchogène. Les régions échogènes se réduisent et les bandes de fibrine fines qui sillonnent le follicule peuvent être identifiées. La cavité folliculaire augmente progressivement d'échogénicité associée à une lutéinisation progressive (Ginther, 1988). Les concentrations de progestérone sont élevées et la phase lutéale est d'une durée apparemment normale.

**I.5 tumeur des cellules de la granulosa :**

Elle apparaît à tout âge, mais les jeunes juments sont habituellement touchées (5-9 ans). Généralement, un seul ovaire est impliqué (Crabtree, 2011), mais une atteinte bilatérale a été rapporté chez une jument arabe (Frederico et al, 2007).

En fonction des hormones que la tumeur produit, la jument peut montrer des signes d'un anœstrus persistant, œstrus persistant ou d'un virilisme (McCue et al, 2006).

Le diagnostic se fait par l'examen rectal de l'ovaire; il serait être grand (8-30 cm de diamètre), sphérique et dur, et l'ovaire opposé était généralement faible et inactif (McCue et al, 2006). Les concentrations plasmatiques des hormones stéroïdes peuvent être élevées (Gee et al, 2012).

**I.6. atteintes des trompes utérines :**

Ceux-ci sont très rares chez les juments, et quand elles se produisent, elles sont peu diagnostiquées antemortem. Les Anomalies incluent les adhérences, le blocage et l'hydrosalpinx (Morel, 1993; McKinnon et al, 1993a).

**I.7. les kystes utérins :**

Les petits kystes proviennent généralement des tissus glandulaires utérins. Les Grands kystes se forment généralement des canaux lymphatiques obstrués (Morel, 1993; McKinnon et al, 1993b).

Les kystes utérins sont identifiés par échographie de l'appareil reproducteur (Torbeck, 1986).

Le diagnostic des kystes utérins peut avoir ou non une importance pour la fertilité; cependant, ils doivent être correctement diagnostiqués et ne pas les confondre avec la gestation (Leidl et al 1987; Tannus et Thun, 1995).

Les kystes sont souvent de petite taille (<1 cm), mais ils peuvent être extrêmement grands (5 cm). Seuls les grands kystes peuvent être diagnostiqués par palpation. Les kystes sont souvent présents en petit nombre, ou regroupés proches les uns des autres (Kaspar et al, 1987).

Lors d'examens échographiques, ils apparaissent comme des structures anéchoïques avec une paroi mince et irrégulière (Torbeck, 1986). Les petits kystes sont souvent pédiculés et ont une large base de fixation (Kaspar et al, 1987).

Il y a eu un débat considérable sur l'importance des kystes de l'utérus par rapport à la fertilité. Les petits kystes de l'endomètre sont sans importance clinique. Les grands kystes ou une accumulation de petits kystes dans une seule zone pourrait empêcher la mobilité du conceptus et donc un échec de la reconnaissance maternelle de la gestation.

Les juments avec de nombreux kystes peuvent avoir un risque accru de mortalité embryonnaire précoce. Multiples et généralement de petite taille, les kystes ont été observés chez les juments avec une endométrite lymphocytaire et chronique (Leidl et al, 1987; Tannus et Tahun, 1995; Yang et Cho, 2007).

La préoccupation majeure pour la plupart des vétérinaires est le problème posé par les kystes lors d'une tentative de diagnostiquer une gestation précoce par échographie. Les kystes de l'endomètre peuvent imiter l'apparence d'un conceptus, car ils sont remplis de liquide. Enregistrer la forme, la taille et la position des kystes de l'utérus au début de la saison de reproduction peut éviter ce problème.

Si la jument n'a pas été examinée, les kystes peuvent être distingués d'un conceptus depuis: les kystes ne sont pas souvent sphériques ; Les kystes sont souvent irréguliers et ont une petite poche, Les kystes gardent leur position et n'augmentent pas de taille, à la différence d'un conceptus (Morel, 1993 ; McKinnon et al, 1993b).

### **I.8. lésions du col utérin:**

La fibrose du col utérin a été observée chez les juments âgées; parfois chez les vieilles maidens (Robinson et Sprayberry, 2009). Cela peut être dû à un traumatisme au poulinage, les vaginites persistantes ou les endométrites.

Le col se détend légèrement lorsque la jument est en œstrus. La condition prédispose à l'endométrite, comme l'exsudat post saillie ne peut pas s'échapper de l'utérus.



Moins fréquemment, si le col était très étroit la plupart des éjaculats restent dans le vagin après l'accouplement et sont ensuite perdus (McKinnon et al, 1993a).

### **I.9. le pneumo-vagin :**

La mauvaise conformation de la vulve permet à la jument d'aspirer l'air dans le vagin (Shipley et Bergin 1968; McKinnon et al, 1993a ; Robinson et Sprayberry, 2009).

L'aspiration persiste et le vagin peut être contaminé par des sécrétions du rectum (Pascoe, 1979).

L'aspiration provoque la dessiccation de la muqueuse vaginale et prédispose à une infection bactérienne; avec une propagation vers l'utérus qui provoque par la suite une endométrite chronique (Watson, 1994).

L'identification de gaz à l'intérieur de l'utérus (par échographie) indique également que le gaz vaginal a été aspiré dans l'utérus (McKinnon et al, 1993b; Robinson et Sprayberry, 2009).

### **I.10. L'uro-vagin :**

Certaines juments, qui ont un pneumo-vagin, aspirent également de l'urine dans la partie crânienne du vagin. Ceci peut résulter en une vaginite et une cervicite. L'urine peut entrer dans l'utérus et provoquer une inflammation, avec une contamination bactérienne en particulier pendant l'œstrus lorsque le col est ouvert. Le principal facteur prédisposant est le pneumo-vagin (jalim et McKinnon, 2010).

### **I.11. Involution anormale et accumulation de fluides intra-utérins :**

Une accumulation liquidienne peut aussi se rencontrer au cours des chaleurs de poulinage, lorsque l'involution utérine n'est pas encore complète suite à la parturition. Une étude d'Agricola (2006) montre que 3 semaines sont nécessaires afin que l'utérus retourne à son état pré gravide et que l'involution des glandes utérines soit achevée. Si ces dernières se maintiennent dans leur état dilaté et sécrétoire, cela résulte en une mauvaise adaptation de l'endomètre pour une nouvelle gestation (Agricola, 2006).

Concernant l'involution des vaisseaux, des études ultra structurales ont été menées chez des juments en post-partum. Après le poulinage ou une résorption embryonnaire, les artères utérines observées en microscopie électronique montrent des signes de vasculite et de dégénérescence endothéliale (rupture de la limitante élastique interne, œdème de l'espace subendothélial, accumulation de matrice hyaline dans la média) et les veines présentent des changements au niveau de leur média. En réalité, après une gestation, une reconstruction de la paroi des vaisseaux se produit surtout au niveau de la limitante élastique interne. Mais avec l'âge ou l'endométrite post-partum, il est possible que ces

réparations ne soient pas correctement effectuées et des lésions vasculaires dégénératives apparaissent. Les défauts de perfusion et de drainage consécutifs à ces changements vasculaires favorisent alors la persistance de l'œdème stromal (Grüninger, 1998).

### **I.12. Dilatation utérine ventrale :**

Les dilatations utérines ventrales ou sacculations sont causées par une atrophie de la muqueuse, voire une atonie locale du myomètre, le plus souvent à la jonction des cornes utérines avec le corps utérin (Immegart, 2007). Ces dilatations vont alors se remplir de fluides. Cette affection est rencontrée plus communément chez les juments âgées et se développe en général au lieu d'une future implantation embryonnaire. D'autre part, l'accumulation de fluides prédispose la jument aux endométrites chroniques voire aux pyomètres (Mair, 1998; Davies Morel, 2008).

## **II. Infertilité infectieuse :**

### **II.1. les causes bactériennes de l'infertilité :**

La contamination bactérienne de l'utérus de la jument est commune et dans certaines circonstances est normale (Katila, 2012).

Les bactéries principalement mises en évidence sont *Escherichia coli* et *Streptococcus β* hémolytique. Les fréquences varient selon la technique de prélèvement entre 16% et 42% pour *E. coli*, 36% et 39% pour *Streptococcus β* hémolytique (LeBlanc et al, 2007).

Dans 80% des cas d'endométrite bactérienne confirmée, un des 4 germes suivants est mis en évidence (Brinsko et al, 2010) :

- *Streptococcus equi* spp *zooepidemicus*
- *Escherichia coli* (et *Enterobacter* spp.)
- *Pseudomonas aeruginosa*
- *Klebsiella pneumoniae*

*Streptococcus equi* subsp *zooepidemicus*, rencontré dans 75% des endométrites aiguës, promeut la prolifération d'autres bactéries à l'intérieur du tractus génital (Davies Morel, 2008). Il est aussi l'agent causal le plus communément retrouvé comme cause d'avortement à n'importe quel stade de la gestation (Swerczek et Caudle, 2007).

*Escherichia Coli*, fréquemment retrouvée lors de contamination fécale du tractus génital, est responsable d'endométrite aiguë mais aussi de sévères infections systémiques (Davies Morel, 2008).

*Klebsiella pneumoniae*, associée à des endométrites aiguës ou chroniques, est relativement insensible aux antibiotiques et antiseptiques (Davies Morel, 2008).

*Pseudomonas aeruginosa* n'est en général pas responsable de symptômes évidents. Chez les juments âgées, il sera possible d'observer des écoulements allant du bleu-vert au jaune-verdâtre (Davies Morel, 2008).

Il est aussi possible d'isoler *Corynebacterium* spp., *Proteus* spp., qui seront considérés comme pathogènes si l'examen cytologique met en évidence une inflammation utérine (Swerczek et Caudle, 2007). Certaines bactéries anaérobies, comme *Bacteroides fragilis*, peuvent être rencontrées notamment lors d'endométrite aiguë pendant les chaleurs de poulinage chez des juments subfertiles (Asbury et Lyle, 1993 ; Ricketts et Troedsson, 2007 ; Swerczek et Caudle, 2007).

La seule endométrite infectieuse évoluant réellement selon un mode aigu est la métrite puerpérale. Il s'agit d'une infection utérine consécutive à la mise-bas, et souvent secondaire à une dystocie ou une rétention placentaire. L'utérus est alors le siège d'une multiplication bactérienne importante qui s'accompagne d'une contamination des tissus profonds et d'une diffusion des toxines ou des agents infectieux dans la circulation générale à l'origine de signes généraux et parfois compliquée d'une fourbure (Bruyas, 2013). Le traitement de l'affection utérine s'accompagne alors d'un traitement de soutien systémique: fluidothérapie, anti-inflammatoires non stéroïdiens, couverture antibiotique large (LeBlanc, 2010b).

Une endométrite transitoire se produit après l'accouplement et après le poulinage, ceci est une réaction normale aux bactéries qui pénètrent dans l'utérus à ce moment et est normalement résolu au bout de 24 heures après la saillie et dans les six jours suivant le poulinage (Troedsson et al, 2001; Portus et al, 2005; Katila, 2012).

Dans la majorité des cas, l'endométrite pourrait être diagnostiquée en déterminant la présence de fluide à l'intérieur de la lumière utérine par un examen échographique (Adams et al, 1987).

La persistance de l'infection de l'endomètre survient lorsque le mécanisme de drainage de l'utérus est altéré. La résistance de la jument aux bactéries est réduite ce qui cause une invasion par les agents pathogènes vénériens (LeBlanc et Causey, 2009).

### **II.1.1. L'endométrite transitoire :**

Les infections non spécifiques incluent généralement les organismes commensaux qui ne produisent pas de maladie dans les circonstances normales. Le vestibule et le clitoris de la jument ont une population de bactérie inoffensive et constamment fluctuante.

La contamination de l'utérus de la jument après le dépôt de la semence est physiologique. Les débris et les bactéries dérivent du pénis de l'étalon, du vestibule et de la vulve de la jument. L'élimination de ces bactéries dans des conditions normales est rapide (moins de 24 heures)

mais ne peut pas se produire chez les juments avec un pneumo-vagin ou chez les femelles où le drainage de l'utérus est altéré (Troedsson et al, 2001; Portus et al, 2005; Katila, 2012).

### **II.1.2. Endométrite post-insémination persistante (Persistent mating induced endometritis ou PMIE):**

Toutes les juments développent une endométrite transitoire après l'accouplement qui est rapidement résolue (Maischberger et al, 2008; Katila, 2012).

Les juments susceptibles, développent une endométrite persistante après la saillie (Troedsson, 2006; Maischberger et al, 2008; Ferrer et al, 2012).

On observe de manière physiologique chez la jument une inflammation post-saillie liée à la présence de la semence, de germes et de débris intra-utérins. Ce phénomène est caractérisé par un afflux de polynucléaires neutrophiles et la présence de fluide libre dans la lumière utérine. Dans les situations normales, cette inflammation atteint un pic après 6 à 12 heures, et le contenu utérin est éliminé dans les 48 heures après insémination laissant un environnement favorable à l'embryon qui descend dans la lumière utérine environ 5,5 jours après fécondation (Paccamonti et Pycocock, 2009).

Dans ces cas, il y a une contamination de la matrice par des bactéries commensales, les organismes bactériens les plus isolés sont : *Streptococcus zooepidemicus*, *Escherichia coli* et *Staphylococcus spp* (Riddle et al, 2007; Urosevic et al, 2010; Proietti et al, 2011).

Un diagnostic précis de l'endométrite post-saillie nécessite: un examen échographique de l'utérus 24 heures après l'accouplement (la présence de liquide au niveau de l'utérus devrait être considérée comme hautement suspecte) un écouvillonnage utérin ou une cytologie utérine pour diagnostiquer une augmentation du nombre de bactéries et de neutrophiles, et un examen clinique de la jument pour rechercher une éventuelle décharge vulvaire (LeBlanc, 2010a; Overbeck et al, 2011, 2013).

Une surveillance attentive de l'intervalle interœstral est nécessaire puisque l'endométrite provoque un raccourcissement de la phase lutéale et souvent une réduction du cycle total à 18 jours. De temps en temps, les cycles sont aussi courts et durent environ dix jours; ces juments pourraient avoir un œstrus inobservé et pourrait alors être considérées comme ayant une longue période inter-œstrale (McKinnon et al, 1993a ; Robinson et Sprayberry, 2009).

### II.1.3. Les endométrites chroniques :

Les juments avec un pneumo-vagin ou celles qui sont sensibles à l'endométrite post saillie peuvent développer une endométrite chronique. Cet état est valable pour les juments saillies et non saillies (LeBlanc et al, 2007; LeBlanc, 2010a). Dans les deux groupes, il y a souvent une histoire d'inflammation de longue durée dans l'utérus.

La jument peut avoir une mauvaise conformation périnéale et un pneumo-vagin; elle peut être sensible aux endométrites post saillie et pourrait avoir des cycles courts, il peut y avoir même des décharges vulvaires purulentes.

Chez les juments qui ont été saillies, ils utilisent souvent des traitements multiples au cours de la saison de reproduction, mais à la fin de la saison la majorité des poulinières n'arrivent pas à concevoir. Dans la plupart des cas, les organismes isolés ne diffèrent pas de ceux trouvés dans les cas d'endométrite post saillie, bien que dans certains cas l'utilisation répétée d'antibiotiques a permis aux levures et aux champignons de se développer (Morel, 1993; McKinnon et al, 1993a ; Robinson et Sprayberry, 2009).

Les juments présentant ce type d'endométrites sont difficiles à prendre en charge médicalement, et le pronostic en termes de succès reproductif est réservé pour les cas sévères. Si la fécondation et le développement embryonnaire précoce peuvent se faire malgré la présence de ces modifications, la placentation sera en générale défectueuse, notamment du fait d'une diminution du nombre de glandes endométriales, et la gestation n'ira pas jusqu'à son terme (Bruyas, 2013).

Il est distingué en général deux types d'endométrites chroniques (Davies Morel, 2008):

- les endométrites chroniques infiltratives : il est possible d'observer un contingent important de cellules mononuclées, telles les histiocytes et lymphocytes, au niveau de la biopsie de l'endomètre (Ricketts et Troedsson, 2007).

- les endométrites chroniques dégénératives : elles sont associées à une dégénérescence des glandes endométriales, celles-ci ne retrouvant pas leur état normal et ayant tendance à se remplir de lymphes et de sécrétions (Davies Morel, 2008). Il est retrouvé des « nids » ainsi que des kystes glandulaires associés à de la fibrose périglandulaire mais aussi à de la fibrose diffuse au niveau du stroma (Ricketts et Alonso, 1991a). Les juments présentant de telles lésions dégénératives de l'endomètre souffrent d'endométrites fréquentes récidivantes évoluant sur un mode clinique de type chronique. Ces lésions sont en effet un facteur de prédisposition à de nouvelles réactions inflammatoires (Bruyas, 2005). L'endométrite chronique dégénérative est beaucoup plus fréquente chez les juments âgées, avec des lésions

plus sévères apparaissant au-delà de 17 ans d'âge. L'effet « âge » semble plus important que l'effet « parité » sur l'apparition de cette affection (Ricketts et Alonso, 1991a).

Les lésions de fibrose périglandulaire sont irréversibles et se caractérisent par des changements fibrotiques autour des glandes endométriales favorisant la formation de nids glandulaires (Davies Morel, 2008). Des altérations périvasculaires et des angiopathies sont également observées lors d'endométrite dégénérative (Ricketts et Troedsson, 2007).

#### **II.1.4. Les endométrites vénériennes :**

Les organismes de la métrite contagieuse équine, aussi appelé *Taylorella equigenitalis* (anciennement *Haemophilus equigenitalis*) et certaines souches de *Klebsiella pneumoniae* et *Pseudomonas aeruginosa* sont considérés comme des pathogènes vénériens (Samper et Tibary, 2006; Allen et al, 2011; Ricketts et al, 2012).

Chez un étalon porteur asymptomatique, on les trouve à la surface du pénis et dans l'urètre distal (Paccamonti et Pycock, 2009)

Lorsqu'elles sont déposées dans l'utérus de la jument, ces bactéries provoquent une inflammation active. Cette endométrite est persistante et peut durer plus d'un cycle avant qu'elle finit par se résoudre. La jument est une source d'infection pour l'étalon, qui transmet les organismes à d'autres juments.

Dans les autres cas, les endométrites peuvent être aiguës sur le plan histologique mais évoluent cliniquement selon un mode chronique. Celles-ci se manifestent rarement par des signes généraux, mais on met fréquemment en évidence la présence de liquide dans l'utérus et on observe occasionnellement des écoulements vulvaires qui sont alors très épais, purulents et de couleur blanche à jaune. De nombreux cas ne se manifestent que par une infertilité (Malschitzky et al, 2006).

#### **II.1.5. pyomètre, Métrite et mucomètre:**

Le pyomètre est habituellement réservé aux situations dans les quelles une accumulation chronique de pus cause une distension utérine; un examen échographique peut identifier les petites poches de pus (Hughes et al, 1979; Tranquillo et al, 2009).

L'échographie révèle un utérus rempli de fluide en l'absence d'une gestation. L'échogénicité du fluide porte peu de renseignements sur sa nature (Cozens, 2009).

Cette condition n'est pas associée à un corps jaune et la jument peut être à tout moment du cycle œstral lorsqu'elle est présentée à l'examen clinique (Morel, 1993; McKinnon et al, 1993a; Robinson et Sprayberry, 2009).

Selon l'ouverture du col utérin, il s'agira d'un pyomètre ouvert, où il est possible d'observer des décharges purulentes au niveau vulvaire, ou fermé (Pycock, 2007).

Selon l'étendue des lésions, les sécrétions utérines de PGF2 $\alpha$  peuvent être réduites ou stimulées, cela se traduisant par des périodes diœstrales raccourcies ou prolongées (Betsch, 1992; Davies Morel, 2008). Dans les cas d'une légère destruction de l'endomètre, une libération prématurée de prostaglandines aura lieu et aura pour conséquence la réduction de la phase diœstrale. En cas d'affection chronique, la destruction endométriale est si importante que la sécrétion de prostaglandines n'est pas suffisante et la phase lutéale se voit alors prolongée (Daels et Hughes, 1993 ; Pycock, 2007).

La métrite correspond à une inflammation du myomètre, celle-ci se traduisant le plus souvent par l'apparition de symptômes généraux (anorexie, hyperthermie). La circonstance la plus courante est la métrite post-partum, où il est observé une inflammation et une contamination massive de toute la paroi de l'utérus (Betsch, 1992). Cela fait fréquemment suite à des rétentions de placenta et de tissus fœtaux qui, en se décomposant, favorisent la croissance bactérienne, surtout les germes Gram négatif, ce qui s'accompagne de la production de toxines. Le passage de ces toxines dans le sang entraîne une métrite septique pouvant s'étendre à la cavité péritonéale (Asbury et Lyle, 1993 ; Mair, 1998 ; Wolfsdorf et Caudle, 2007 ; Davies Morel, 2008).

Le mucomètre est une forme particulière et rare d'accumulation de mucus et de fluides intra-utérins. Il est décrit comme la présence de liquide visqueux, stérile, amorphe, et éosinophile, identique à celui des sécrétions glandulaires (Betsch, 1992). Il est associé à des dilatations kystiques et des infiltrations lymphocytaires. Il peut être secondaire à une persistance de l'hymen ou à des adhésions cervicales. Suite à cette accumulation de larges volumes de fluides, la structure et la fonction de l'endomètre peuvent se trouver fortement altérées (Immegart, 2007).

## **II.2. les causes virales de l'infertilité :**

### **II.2.1. La rhinopneumonie (EHV1 et EHV4) :**

La rhinopneumonie équine est un terme général couramment utilisé pour désigner plusieurs entités pathologiques contagieuses des équidés. Les agents responsables sont les herpès virus équins de type 1 et de type 4 (EHV-1 et EHV-4).

L'infection par l'EHV-1 ou l'EHV-4 est caractérisée par une maladie primaire du tractus respiratoire d'une gravité variable selon l'âge et le statut immunitaire de l'animal infecté.

Suite à une virémie, l'EHV peut provoquer des affections plus sévères telles que des avortements, des mortalités périnatales ou des atteintes nerveuses (Allen, 2008).

L'EHV est la cause la plus importante de l'avortement chez les chevaux. Elle provoque aussi une atteinte respiratoire (rhinopneumonie) et des signes nerveux. L'EHV1 ne se propage pas par le coït; l'effet prédominant de propagation est l'avortement (Ataseven et al, 2009; Hebia-Fellah et al, 2009).

Ces virus circulent dans le monde entier avec des réservoirs générés par les cas de primo-infection chez les jeunes chevaux (sécrétions respiratoires), la réactivation et la ré-excrétion virale chez les adultes (avortons, sécrétions respiratoires) assurant une transmission horizontale et verticale dans les élevages (Fortier et al, 2003)

### **II.2.2. L'exanthème coïtal :**

L'EHV 3 se propage par le coït. La transmission pourrait aussi être le résultat des examens vétérinaires avec du matériel contaminé. La jument développe des lésions vésiculaires sur le vestibule, la vulve et la région périnéale (Morel, 1993; Barrandeguy et Thiry, 2012)

La fertilité est affectée, si les lésions sur la jument sont tellement enflammées qu'elle ne peut pas supporter le coït (Morel, 1993).

### **II.2.3. l'artérite virale :**

L'artérite à virus est une maladie contagieuse spécifique des équidés. Elle induit souvent des avortements en série dans un élevage et entraîne des pertes économiques considérables.

Le virus de l'artérite virale équine est responsable d'avortement entre le 5<sup>e</sup> et le 10<sup>e</sup> mois de gestation suite à un sévère œdème et une nécrose de l'endomètre (Davies Morel, 2008).

L'apparition des signes cliniques est précédée d'une période d'incubation de 3 à 14 jours, bien qu'elle varie en fonction de la voie d'infection (plus courte dans le cas d'une infection respiratoire, plus longue si la transmission se fait par voie vénérienne) (Timoney, 2003).

### **II.3. les causes fongiques de l'infertilité :**

Les champignons les plus connus dans les endométrites fongiques chez les chevaux comprennent le *Candida* et l'*Aspergillus* qui prolifèrent lorsque le système immunitaire naturel est affaibli après l'utilisation d'antibiotiques (Aitken, 2012).

L'endométrite Fongique peut être transmise de l'étalon à la jument et malheureusement, il n'y a pas encore de remèdes remarquables (McKinnon et al, 1993a).

Les champignons sont responsables de la création d'un biofilm qui facilite le développement de colonies bactériennes, des infections mixtes sont alors envisageables (LeBlanc, 2008).



Les contaminations sont généralement d'origine fécale ou cutanée. La particularité des endométrites fongiques est qu'elles sont fréquemment associées à des traitements antibiotiques inadéquats ou répétés à l'origine d'une altération de la microflore génitale et des défenses utérines. Ce n'est toutefois pas systématique, et ces affections peuvent résulter de l'accumulation de facteurs favorisants, souvent chez les juments âgées. La présence d'une affection fongique est souvent associée à un mauvais pronostic concernant l'avenir reproductif de la jument (Paccamonti et Pycock, 2009).

### **III. L'alimentation de la jument reproductrice:**

La malnutrition est un des responsables majeurs de l'infertilité chez la jument. L'infertilité nutritionnelle est une affection insidieuse et progressive, dont les manifestations sont souvent discrètes et polymorphes. Les chaleurs sont d'abord sourdes, leur détection est difficile et aléatoire ; elles peuvent ensuite s'espacer jusqu'à la disparition complète dans certains cas. Les ovaires sont petits et inactifs, ou peuvent au contraire porter des kystes folliculaires ou des corps jaunes persistants. Une mortalité embryonnaire précoce peut parfois être observée. Si la malnutrition est vraiment grave et étendue, la jument peut avorter ou mettre bas prématurément : les poulains seront dans ce cas chétifs et fortement exposés à la mortinatalité (Wolter et al, 2014).

Une légère maigreur peut avoir un retentissement sur l'activité ovarienne : l'ovulation sera retardée, la fertilité diminue et il faudra plus de cycles à la jument pour être fécondée (Martin Rosset, 2012).

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).

# *CHAPITRE III*

*Performances et gestion de la  
reproduction chez la jument*

## CHAPITRE III

### Performances et gestion de la reproduction chez la jument

#### I. Les performances de la reproduction :

La Puberté chez les juments se produit généralement à deux ans, mais certaines juments peuvent ovuler à l'âge de 1 an (Nogueira et al, 1997; Cebulj-Kadunc et al, 2006; Dhakal et al, 2012).

Les facteurs qui influencent la puberté incluent : la photopériode (la progression de la durée du jour qui est le plus efficace dans l'induction de la puberté) la note de l'état corporelle, les phéromones des autres juments en œstrus (peut améliorer l'apparition de la puberté) l'administration d'agents anaboliques (peut retarder l'apparition de la puberté), la croissance et la température de l'environnement (McKinnon et al, 1993a; Nogueira et al, 1997; Brown-Douglas et al, 2004).

Une jument saine et bien gérée peut produire un poulain chaque année (Ensminger, 1990). Théoriquement, une jument saillie chaque année à partir du moment où elle est mature jusqu'à ce qu'elle soit trop vieille pour se reproduire pourrait avoir près de 20 poulains (Allen et al, 2007).

Le taux de gestation chez les juments peut varier de 40 à 70% chez les grandes races de chevaux (Hanlon et al, 2012b; Langlois et al, 2012).

Pour les juments arabes, le taux de gestation est compris entre 66 et 88% (tekin et al, 1991; Ozdemir, 1998).

Les taux de gestation à la fin de la saison varie entre 50% et 90%, et cela dépend de la fertilité de l'étalon; la fertilité des juments; la valeur des chevaux impliqués, et la gestion intensive des juments par le vétérinaire (Meliani et al, 2011).

La mortalité embryonnaire, après avoir confirmé la conception est d'environ 4 à 19% (Brück et al, 1993; Allen et al, 2007; Sharma et al. 2010b; Hanlon et al, 2012b).

Certaines juments apparemment normales, nécessitent jusqu'à quatre cycles pour être gravides ; d'autres ne parviennent pas à concevoir jusqu'à la prochaine saison. Le nombre de cycles nécessaires pour l'obtention d'une gestation se situait entre 1,24 et 1,5 pour les juments arabes (Ozdemir, 1998; Cilek, 2009). Pour les juments pur-sang, le nombre de saillies moyen jusqu'à la confirmation de la gestation à 15 jours après l'ovulation était

## CHAPITRE III Performances et gestion de la reproduction chez la jument

compris entre 1,43 et 1,88 (Vogelsang et al, 1989; Morris et Allen, 2002; Hemberg et al, 2004).

Les performances de reproduction sont grandement affectées par l'âge de la jument.

L'augmentation de l'âge de la jument est un facteur limitant pour l'obtention d'un taux élevé de fertilité dans les haras (Morris et Allen, 2002; Allen et al, 2007).

Le taux de gestation par cycle est la mesure la plus couramment utilisée pour décrire les performances de reproduction chez le pur sang anglais (Amann RP, 2006).

Tableau 2 : Les performances de reproduction de la jument chez les différentes races de chevaux

La race	La région	Nombres de juments	Les performances de reproduction	La référence
arabe	Egypte	156	La durée de gestation = 332j Intervalle poulinage-foal heat = 7.6 j	El-Wishy et al, 1990
Pur sang anglais	Espagne	296	Age au 1 <sup>er</sup> poulinage= 6.9 an, intervalle poulinage-saillie fécondante = 35.38j ; nombre de services par conception= 4.33	Hevia et al, 1994
arabe	Turquie	2189	Intervalle poulinage 1 <sup>er</sup> saillie =24j Intervalle poulinage-poulinage = 372j Nombre de cycles par conception= 1.5	Cilek, 2009
arabe	Tunisie	2340	Taux de conception global=84%, taux de conception au 1 <sup>er</sup> cycle =51%	Benhajali et al, 2010
Pur sang anglais	Nouvelle Zélande	1482	Taux de conception au 1 <sup>er</sup> cycle =53.6%, taux de poulinage =80.2% Mortalité embryonnaire entre j14-j16 et j 42 =5.5% et Entre j 42et j 330 =3.0%.	Hanlon et al, 2012b
Pur sang anglais et Standardbred	Victoria -USA	4455	Conception par cycle 68.8%, Mortalité embryonnaire 7%, Nombre d'insémination/cycle 1.3	Nath et al, 2010

## **II. Gestion de la reproduction :**

### **II.1. Anamnèse, commémoratifs :**

La première étape est de considérer les méthodes de gestion de la reproduction. En effet, avant toute chose, il faut écarter le fait que l'éleveur considère sa jument infertile alors que le problème nait de son incapacité à détecter correctement les chaleurs. Et puis, on ne doit jamais oublier que le diagnostic différentiel d'un anoestrus prolongé comprend : la gestation, la situation de la jument en dehors de la période physiologique de reproduction, une manifestation très discrète du comportement de chaleurs. (Blanchard et al, 2003; Bosu et Smith, 1993).

Ensuite, il faut savoir établir si le problème de fertilité est primaire, c'est-à-dire s'il prend origine de la jument elle-même, ou secondaire, prévenant d'une ou de plusieurs causes externes. Les cause externes peuvent être difficiles a diagnostiquer ; cependant, quand une cause externe est identifiée, il devient souvent facile d'apporter des corrections pertinentes et efficaces (Plante et Jimenez Escobar, 1999).

Les causes externes les plus fréquemment rencontrées sont : une gestion inadéquate de la reproduction, l'utilisation d'un étalon dont la fertilité est réduite, le fait que le propriétaire et le vétérinaire soient peu expérimentés en reproduction équine (Plante et Jimenez Escobar, 1999).

Une investigation complète de l'élevage est donc nécessaire afin d'identifier les causes extrinsèques et de fournir des informations relatives aux autres animaux, aux entrées et sorties de l'élevage, aux programmes de vaccination et de vermifugation, aux problèmes de santé et plus précisément aux problèmes de reproduction du troupeau et de la jument en question (Plante et Jimenez Escobar, 1999).

Il convient ensuite de se renseigner sur le statut et le passé reproducteur de cette jument en insistant sur les points suivants (Shideler, 1993a ; McCue, 2008) :

- son âge
- sa race
- quelle est la durée de l'infertilité et la date de la dernière saison d'activité de reproduction ?

- quel est le nombre de cycles lors de la dernière saison de reproduction ? La cyclicité était-elle régulière ou irrégulière ?
- quelle est la technique de reproduction employée (naturelle, insémination artificielle) ?
- quelles sont les dates et durée de la dernière gestation ?
- quelles sont les circonstances du dernier poulinage? Y a-t-il eu d'éventuelles anomalies de parturition, une rétention placentaire?
- quel est le stade de parité de la jument (nombre de poulinages au cours de sa carrière reproductive) ?
- Y a-t-ils eu des épisodes d'infertilité, de cycles anormaux déjà rencontrés dans le passé ?
- Y a-t-il connaissance d'histoires de pertes embryonnaires et/ou d'avortements ?
- A-t-elle subi des pathologies, infections utérines et quels ont été les traitements instaurés ?

Il conviendra de se renseigner également sur l'état de santé général de l'animal, la présence de douleurs chroniques, son état de stress(Shideler, 1993a).

Les commémoratifs et l'anamnèse sont très utiles pour orienter le choix des examens complémentaires, ainsi que pour leur interprétation et le pronostic qu'il sera possible de donner au propriétaire (Shideler, 1993a). Suite à ce recueil d'informations le plus précis possible, il est primordial de réaliser un examen clinique complet.

### **II.2. Examen général et gynécologique :**

Lors d'une consultation, il convient de ne pas uniquement se focaliser sur l'appareil reproducteur, mais également de réaliser un examen général complet. Différents points sont alors évalués (Shideler, 1993 b) :

- l'état d'embonpoint : une maigreur ou une obésité marquées peuvent diminuer les performances reproductives d'une poulinière.
- l'examen de tous les appareils (digestif, respiratoire, nerveux, locomoteur, ...) afin de mettre en évidence une affection influençant l'état général de la jument pouvant avoir d'éventuelles répercussions directes ou indirectes sur la fertilité.

- la stature et l'attitude : elles peuvent être en relation avec certaines anomalies chromosomiques.
- la conformation : une hyperlordose prédispose à la formation de pneumovagin et d'urovagin.

A la suite de cet examen, il sera possible d'effectuer des tests de laboratoires courants choisis de manière raisonnée afin de détecter certaines affections (test de Coggins, analyse d'urine, analyse sanguine, coproscopie) (Shideler, 1993 b). Ensuite, un examen attentif de l'appareil génital sera entrepris.

Le premier temps de l'examen gynécologique comprend en réalité un examen complet de l'appareil génital externe avec l'évaluation de la conformation vulvaire, périnéale et anale (Betsch, 1992), puis un examen du tractus génital interne caudal (vestibule, vagin, col utérin) (LeBlanc, 1993):

- un examen visuel direct grâce à un spéculum et à une source lumineuse qui permet d'observer la couleur des tissus, la présence de sécrétions, d'urines ou de varices ainsi que la position et l'ouverture du col utérin.

### **II.3. Palpation transrectale :**

La palpation du corps et des cornes utérines est réalisée très méthodiquement par palpation pression entre le pouce et les doigts. L'utérus revêt une consistance œdématisée et flasque en œstrus, tubulaire en diœstrus, tonique lors de la gestation et atone lors des périodes d'anœstrus ou de transition (Shideler, 1993c). Une localisation anormale de l'utérus dans la cavité pelvienne sera notée (LeBlanc, 2008).

La présence et la consistance des replis de l'endomètre seront ensuite appréciées. Ils sont très fins et non palpables en anœstrus et très perceptibles au cours de la saison de reproduction. L'absence de replis peut être le signe d'un anœstrus prématuré, une altération du fonctionnement ovarien ou un défaut de réponse des récepteurs tissulaires utérins aux hormones circulantes (Shideler, 1993 c).

L'ovaire de la jument est déformé à la palpation par la présence de follicules ou d'un corps jaune. Un corps jaune est difficilement distinguable d'un follicule à la palpation car il n'y a pas de papille d'ovulation à la surface de l'ovaire du fait de la présence de la fosse ovulatoire (Sertich, 1998).

Les ovaires sont en général situés en regard de la quatrième ou cinquième vertèbre lombaire à une distance variable (5 à 15 cm) du pôle caudal des reins et à 4 ou 5 cm de l'extrémité correspondante des cornes utérines. Ils sont plus ou moins plaqués contre la voûte lombaire par la pression des viscères intestinaux. Sur un animal de taille moyenne, il y a environ 55 cm du périnée aux ovaires (Blanchard et al, 1998).

En résumé, les principales affections de l'utérus qui peuvent être mises en évidence lors de la palpation transrectale sont : une dilatation anormale de l'utérus, une finesse voire une absence des replis endométriaux, des masses anormales (tumeurs, kystes volumineux, hématomes utérins), un défaut d'involution utérine post partum, un pyomètre, des sacculations utérines et des hématomes des ligaments larges (Betsch, 1992; Shideler, 1993c). Des techniques d'imagerie vont venir compléter ces quelques observations objectivables par palpation transrectale.

### **II.4. Echographie transrectale :**

L'échographie du tractus génital est l'étape diagnostique nécessaire faisant suite à la palpation transrectale. Cet examen permet d'apprécier les modifications physiologiques et pathologiques de l'utérus, de visualiser certaines anomalies et de préciser leur taille et leur localisation. Il est non invasif et offre la possibilité d'estimer l'étendue des lésions palpables par voie transrectale (Ginther, 1995).

Les examens de juments non gravides ou en début de gestation sont effectués habituellement avec une sonde linéaire de 5 MHz.

Une sonde linéaire de 7.5 ou 10 MHz pourra être utilisée pour obtenir plus de détails ou visualiser des structures plus proches de la sonde (Reef, et al, 1998).

Les images échographiques de l'utérus sont profondément influencées par le stade du cycle, ces changements étant attribués aux variations hormonales (Ginther, 1995). Au fur et à mesure de l'avancée du cycle œstral, des modifications de l'utérus pourront donc être objectivées.

Lors de l'œstrus, les replis endométriaux deviennent œdémateux, et les sécrétions endométriales sont plus importantes. L'image de l'utérus obtenue est hétérogène, elle apparaît plissée, avec des alternances de zones hyperéchogènes et des zones hypoéchogènes. Les premières correspondant aux portions denses de tissu épithélial des replis endométriaux et les secondes aux parties oedématisées de ces derniers. Au niveau des



cornes utérines, la coupe transversale forme alors une image dite en « quartier d'orange ». L'aspect oedématié a tendance à diminuer avant que l'ovulation ne se produise (Mc Kinnon et al, 1993a ; Kähn, 1994 ; Ginther, 1995 ; Reef et al, 1998 ; Buisson, 2008).

Après l'ovulation et pendant toute la durée du dioestrus, le tonus utérin augmente, l'œdème diminue et l'utérus devient uniformément échogène, les replis endométriaux ne sont alors plus bien définis. L'utérus apparaît homogène, la lumière utérine est virtuelle, l'affrontement de la muqueuse est alors matérialisé par une ligne blanche en coupe longitudinale et par un spot en coupe transversale suite aux réflexions des ultrasons sur ces surfaces planes. En anœstrus, l'utérus apparaît également homogène, d'une échogénicité moyenne et devient difficile à discerner des autres organes pelviens. En effet, les replis endométriaux deviennent moins visualisables et présentent une échogénicité avec une fine apparence granuleuse (Mc Kinnon et al, 1993a ; Kähn, 1994 ; Ginther, 1995 ; Reef et al, 1998 ; Buisson, 2008).

Les sécrétions des glandes endométriales lors de l'œstrus sont plus importantes et se concentrent dans la lumière utérine. Toutefois, la distinction entre un volume de liquide physiologique ou pathologique n'est pas toujours aisée. Cette distinction reste donc à l'appréciation du clinicien en fonction de son expérience propre mais aussi selon les commémoratifs de la jument (gestation antérieure, antécédents de résorptions embryonnaires, antécédents d'insémination artificielle ou de saillie) et des autres signes cliniques (Betsch, 1992).

Il est possible d'évaluer l'aspect des replis de l'endomètre ainsi que de grader l'œdème utérin (Samper et Pycoc, 2007), mais aussi de constater une mauvaise involution utérine post partum (Betsch, 1992; Buisson, 2008).

La présence de fluides intra-utérins retiendra l'attention du clinicien, car la présence de fluides en quantité modérée lors de l'œstrus est acceptable, alors qu'en quantité importante (> 2cm) en hauteur, ou lors du dioestrus sera considérée comme pathologique (LeBlanc, 2008).

En effet, il a été constaté une relation entre la présence de fluides intra-utérins et les raccourcissements des intervalles inter-ovulatoires suite à des régressions prématurées du corps jaune consécutives à l'inflammation qui provoque la libération prématurée de prostaglandines (Kähn, 1994 ; Ginther, 1995).

Il convient alors de noter l'échogénicité, la présence de particules hypérechogènes, et le diamètre de ces zones liquidiennes (Reef, et al, 1998). Il sera important de faire la différence entre sécrétions utérines, liquides inflammatoires ou exsudats (Ginther, 1995). En réalité, il existe un système de grades permettant de classer les différents types d'accumulations liquidiennes selon leur volume et leur échogénicité (reliée à la quantité de débris ou de cellules inflammatoires). Il est alors envisageable par la suite de relier ce grade à la fertilité de la jument (McKinnon et al, 1993a).

Il sera de même important de distinguer lors de suivi de reproduction, la présence de liquides intra-utérins au-delà de 18 heures post saillie ou post insémination artificielle, caractérisant la susceptibilité de la jument à développer une endométrite (Buisson, 2008). En cas d'inflammation de l'endomètre, la collection liquidienne présente une forme caractéristique en festons. Sur une coupe transversale de corne remplie de liquide, il est possible de voir les plis de l'endomètre formant des bourrelets saillants dans la lumière utérine. La ligne de séparation entre sécrétions et paroi utérine est souvent ondulée ou festonnée. D'autre part, les sécrétions utérines lors d'endométrite apparaissent fortement échogènes. Il conviendra de bien les différencier d'autres liquides utérins de par leur échogénicité, leur localisation et leur forme, cela étant plus facile en milieu ou fin de dioestrus (Kähn, 1994).

La présence d'air sera considérée comme pathologique si elle est retrouvée au-delà de 48 heures après la saillie ou l'insémination artificielle, elle se caractérise par la présence de spots hyperéchogènes dans la lumière utérine (Buisson, 2008).

Les kystes utérins seront aussi visualisés grâce à l'échographie. Ils apparaissent comme des structures anéchogènes, compartimentées ou multilobées, se trouvant à la surface de l'endomètre ou plus profondément dans la paroi utérine (Ginther, 1995, Reef et al, 1998 ; Buisson, 2008). Leur paroi externe et leurs éventuelles cloisons internes possèdent la même échogénicité que la paroi utérine (Kähn, 1994). Leur localisation, taille et nombre seront notés avec précision afin de ne pas les confondre avec une vésicule embryonnaire lors d'un diagnostic précoce de gestation (Buisson, 2008). Les différences seront basées sur la mobilité et la croissance de ces structures. Ils peuvent également être différenciés des collections liquidiennes de par leur contour régulier et leur compartimentation, la présence d'artéfacts ainsi que le remodelage de la paroi utérine (Kähn, 1994).

Des fœtus momifiés, des rétentions de membranes fœtales et des cupules endométriales calcifiées pourront aussi être imagées. Ces éléments sont retrouvés suite à des pertes fœtales, ils sont souvent visualisés en association avec des collections liquidiennes voire des adhésions et apparaissant sous forme d'ombre (Ginther, 1995; Reef et al, 1998).

Lorsque la sonde est parvenue à l'ovaire, l'opérateur effectue un balayage de toute la structure afin de voir ses différents composants (follicules, corps jaune éventuel, stroma ovarien...). Le stroma ovarien est uniformément échogène (gris clair). Les follicules sont remplis de liquide, de forme relativement ronde et apparaissent anéchogènes à l'échographie (noir). Les corps jaunes ont un aspect échographique variable : ils sont d'un gris plus ou moins hétérogène (Blanchard et al, 1998).

L'examen échographique des follicules a de nombreuses applications chez la jument (Ginther, 1986) :

- détermination de l'entrée en saison de reproduction
- estimation du moment du cycle œstral
- prédiction de l'imminence de l'ovulation
- détection de la présence de deux follicules préovulatoires sur un même ovaire, difficiles à discerner à la palpation
- détection d'une non ovulation ou d'œstrus non ovulatoire
- suivi des petits follicules pour juger d'une stérilité ou d'une sénescence
- évaluation de la possibilité de réponse à un traitement de stimulation folliculaire
- observation du résultat des traitements stimulateurs qui ont été faits.

### **II.5. Examen bactériologique :**

Les infections bactériennes du tractus génital sont une cause majeure de subfertilité chez la jument et l'analyse bactériologique est donc une investigation de choix dans l'examen des troubles de la reproduction de cette espèce (Swerczek et Caudle, 2007).

Le but du prélèvement utérin, suivie d'une mise en culture, est la recherche de bactéries dans la lumière utérine. Sur le plan pratique, la recherche initiale se limite très souvent aux bactéries aérobies courantes et ne concerne pas les anaérobies, mycoplasmes champignons et virus. Il est important de fournir un maximum de commémoratifs au laboratoire et de veiller à adapter le milieu et les conditions de transport au type de recherche demandée (Betsch, 1992 ; Swerczek et Caudle, 2007).

Dans le cadre du diagnostic, les indications principales pour réaliser une bactériologie utérine sont : les juments subfertiles retournant en chaleur, celles ayant présenté des mortalités embryonnaires précoces ou sur lesquelles ont été observées des pertes cervicale ou vaginales. De plus, l'analyse bactériologique devra être effectuée dans le cas de suspicion de maladies vénériennes ou d'endométrite aigüe (Ricketts et al, 1993).

Le choix de la période d'activité sexuelle optimale pour la mise en évidence de bactéries intra utérines peut varier. Lors de l'œstrus, les défenses immunitaires de l'utérus sont accrues et les sécrétions plus importantes. Certaines bactéries pathogènes, telles que *Taylorella equigenitalis*, sont beaucoup plus facilement mises en évidence lors de cette période (Guérin, 1992). En effet, la présence de sécrétions glandulaires constitue un facteur favorisant pour la mise en évidence de bactéries pathogènes. D'autre part, les défenses immunitaires optimisées à ce moment permettent de limiter la contamination du prélèvement. Le diœstrus, considéré comme une période de moindre résistance aux infections et physiologiquement « stérile », peut tout de même présenter des avantages. En effet, dans le cadre d'un examen d'une jument dite « susceptible », qui a tendance à accumuler des fluides intra-utérins, celle-ci peut présenter une faible population bactérienne intra utérine du fait de la dilution des microorganismes dans les sécrétions intra utérines. De plus, ces juments présentent souvent une population bactérienne anormale lors du diœstrus qu'elles évacuent au cours de l'œstrus suivant. C'est pourquoi, le prélèvement au cours de du diœstrus se justifie chez ce type de jument. Par ailleurs, certains auteurs recommandent de réaliser le prélèvement le premier jour de relaxation du col ou le premier jour de l'œstrus, c'est-à-dire juste avant l'élimination de bactéries potentiellement présentes dans l'utérus et avant que les défenses utérines ne se mettent en place (Betsch, 1992).

L'analyse bactériologique présente des limites, notamment dans le cas du diagnostic des endométrites aigües, où il est fréquent d'isoler une bactérie sans qu'elle n'en soit la cause ou de faire face à un échec d'isolation (Swerczek et Caudle, 2007).

Les causes les plus fréquentes de résultats faussement positifs sont (Betsch, 1992 ; Swerczek et Caudle, 2007) :

- la contamination du prélèvement par des bactéries présentes dans l'environnement, dans la région vulvaire, vaginale, clitoridienne ou la partie caudale du col
- une interprétation incorrecte de la signification de la présence de bactéries.

Les causes les plus fréquentes de faux négatifs sont (Betsch, 1992 ; Swerczek et Caudle, 2007) :

- la présence d'endométrite aigüe stérile
- l'élimination des bactéries par les défenses utérines alors que des signes d'inflammation sont toujours présents
- un échec d'isolation suite au faible nombre de bactéries présentes, des bactéries situées en profondeur dans l'endomètre, une insuffisance de contact avec l'écouvillon
- un échec de préservation des bactéries ou l'utilisation d'un milieu de transport inapproprié
- l'utilisation d'un milieu de culture inapproprié.

### **II.6. Examen cytologique :**

Bien que l'analyse bactériologique soit reconnue comme une aide au diagnostic des endométrites, des résultats faussement positifs peuvent résulter d'une contamination par l'environnement, ou par contact avec la vulve, le vagin ou la partie caudale du canal cervical. Il est pour cela recommandé, pour établir un diagnostic fiable, d'inclure la bactériologie dans une série d'examens et d'interpréter les résultats de la mise en culture à la lumière des observations de la cytologie et de la biopsie de l'endomètre, le prélèvement cytologique ayant pour but l'étude de la population cellulaire présente dans la lumière utérine (Betsch, 1992).

Un examen cytologique peut se révéler d'une grande utilité dans de nombreuses situations (Betsch, 2003) :

- suspicion d'endométrite quel que soit le stade.
- présence de liquide utérin douteux en œstrus.
- présence de liquide utérin en diœstrus.
- écoulements vulvaires suspects.
- jument restant vide après trois cycles « correctement » utilisés.
- en début de saison de monte pour une jument restée vide.

Néanmoins, il existe aussi des contre indications à cet examen, essentiellement lorsque la jument développe une endométrite physiologique notamment lors des 15 jours suivant le poulinage, dans les 5 jours suivant une saillie ou une insémination ou dans les 10 jours suivant un traitement utérin (Betsch, 2003).

Il existe différentes opinions concernant la période idéale en vue d'un prélèvement pour analyse cytologique. Néanmoins, il apparaît que l'examen semble le plus représentatif en milieu d'œstrus. De plus, les défenses utérines sont maximales à cette période donc la découverte de polynucléaires neutrophiles et/ou de bactéries dans le prélèvement à ce moment sera caractéristique de l'existence d'un véritable problème. D'autre part, toute infection iatrogène de l'utérus sera ainsi minimalisée (Brook, 1993).

Selon les observations fournies par le prélèvement, le clinicien pourra donc conclure à la présence ou non d'une endométrite, qui permettra de justifier la mise en œuvre d'un examen bactériologique : si aucune inflammation utérine n'est présente, il est en effet très peu probable qu'il y ait une infection utérine sous jacente (Betsch, 1992).

Lors de l'examen d'une jument, il est donc important de considérer chaque étape comme faisant partie intégrante d'un tout. L'examen général permet de constater les retentissements sur l'état de la jument et l'examen palpatoire de l'utérus permet de distinguer des anomalies macroscopiques qui peuvent ensuite être précisées par l'examen échographique. Par la suite, d'autres examens complémentaires (bactériologie, cytologie) peuvent être mis en œuvre afin de confirmer la présence ou non d'une inflammation utérine puis d'en diagnostiquer éventuellement la cause ainsi que la gravité et l'étendue.

# *Partie expérimentale*

## *Matériel et Méthodes*

## Matériel et Méthodes

---

La fertilité des juments peut être affectée par plusieurs facteurs, certains génétiques et d'autres environnementaux. Les facteurs environnementaux peuvent être classés comme ayant un effet mesurable (âge, année de poulinage, année de monte, saison, etc. ...) et d'autres avec un effet non mesurable (maladies infectieuses, infestations parasitaires, etc....). Les effets mesurables peuvent être déterminés et ces facteurs peuvent être utilisés dans la gestion. (Yalcin, 1975 ; Cilek 2008).

Afin de vérifier cette hypothèse, nous avons procédé à un suivi d'élevage pour étudier l'effet de quelques facteurs sur les performances de reproduction de la jument dans la région de Tiaret.

### **I. Cadre de l'étude :**

Ce travail a été réalisé au niveau du « Haras national de Chaouchaoua » situé dans la commune de Tiaret, à environ 5 km du chef lieu de la wilaya.

La période du travail est scindée en deux volets : une étude rétrospective du 1<sup>er</sup> Janvier 2005 au 1<sup>er</sup> Mars 2015 et une étude prospective du 1<sup>er</sup> Mars 2015 au 30 Juin 2016.

### **II. description de l'élevage :**

Le Haras national de Chaouchaoua dispose d'un effectif global de 210 chevaux de race Arabe, Barbe, Arabe-barbe, pur sang anglais et Anglo-arabe. Ces 210 chevaux comportent 20 étalons et 60 poulinières, le reste de l'effectif est partagé entre poulains au sevrage, des yearlings, et des chevaux de plus de deux ans. Les chevaux sont identifiés par un carnet mentionnant leurs signalements graphiques et descriptifs et toutes les informations propres à l'animal (date de naissance, pedigree, la race, la robe, etc....).

La ferme pilote de Chaouchaoua produit chaque année une cinquantaine de poulains ; nous avons recours à des examens gynécologiques à l'aide d'un échographe à sonde linéaire de 7.5Mhz de marque DRAMINSKI®, la monte naturelle est essentiellement le moyen utilisé pour servir les juments par les étalons du Haras. Les juments sont saillies durant la saison administrative du 15 février au 15 juin.

### **III. Période du suivi :**

En premier lieu, nous avons consulté les registres et les stud-books disponibles au niveau du Haras pour collecter les données rétrospectives de 2005 à 2015.

Ensuite, nous avons procédé à un suivi quotidien des poulinières durant leurs passages à l'examen échographique afin de contrôler les phases du cycle œstral, l'évolution de



## Matériel et Méthodes

---

la gestation des juments et de diagnostiquer les différentes pathologies de l'appareil génital femelle qu'on a mentionné sur des fiches individuelles au cours de la saison de monte.



Figure 7 : Examen transrectal de l'utérus avec l'échographe DRAMINSKI®

(Photo personnelle)

Le suivi de l'état sanitaire des poulinières nous a permis de contrôler l'évolution de leurs gestations, afin de noter les éventuels changements qui peuvent influencer sur la gravité des juments ; les avortements, les problèmes de dystocies et les retentions placentaires ont été gérés par le service vétérinaire du Haras.

## Matériel et Méthodes

Nous avons travaillé sur un effectif total de 120 juments, réparties sur une période de 12 ans, entre 2005 et 2016, illustré dans le tableau suivant:

Tableau 3 : Effectif des juments saillies par année de monte, entre 2005 et 2016

<b>Année de monte</b>	<b>Nombre de juments saillies</b>
2005	72
2006	69
2007	61
2008	66
2009	65
2010	67
2011	66
2012	70
2013	54
2014	57
2015	62
2016	47
<b>TOTAL</b>	<b>756</b>

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

### **III.1. Paramètres étudiés :**

Les facteurs environnementaux qui influencent l'âge à la 1<sup>ère</sup> saillie, l'âge à la 1<sup>ère</sup> fertilisation, l'âge au 1<sup>er</sup> poulinage, l'intervalle poulinage-1<sup>ère</sup> saillie, l'intervalle poulinage-saillie fécondante, l'intervalle 1<sup>ère</sup> saillie-saillie fécondante, le nombre de cycles nécessaires à l'obtention d'une gestation, le taux de conception par cycle, l'intervalle poulinage-poulinage et le taux d'avortement et de mortalité embryonnaire ont été étudiés afin de vérifier les différentes interactions entre ces facteurs.

### **III.1.1. Age a la 1<sup>ere</sup> saillie (A1S) :**

Calculé à partir de la date de naissance mentionnée sur le registre des poulinages et la date de la 1<sup>ere</sup> saillie sur le registre de reproduction.

### **III.1.2. Age a la 1<sup>ere</sup> fertilisation (A1F) :**

Calculé à partir de la date de naissance mentionnée sur le registre des poulinages et la date de la saillie fécondante sur le registre de reproduction.

### **III.1.3. Age au 1<sup>ere</sup> poulinage (A1P) :**

Calculé à partir de la date de naissance mentionnée sur le registre des poulinages et la date de la 1<sup>ere</sup> mise bas.

### **III.1.4. Intervalle poulinage-1<sup>ere</sup> saillie (IP1S) :**

Calculé a partir de la date de la mise bas et la date de la 1<sup>ere</sup> saillie post poulinage.

### **III.1.5. Intervalle poulinage-saillie fécondante (IPSF) :**

Calculé à partir de la date de la mise bas et la date de la saillie fécondante post poulinage.

### **III.1.6. intervalle 1<sup>ere</sup> saillie-saillie fécondante (I1SSF) :**

Calculé à partir de la date de la 1<sup>ere</sup> saillie et la date de la saillie fécondante.

### **III.1.7. Intervalle poulinage-poulinage (IPP):**

Calculé à partir de la date de deux poulinages successifs.

### **III.1.8. Nombre de cycles nécessaires a l'obtention d'une gestation :**

Calculé à partir du nombre de cycles exploités au cours de la saison de monte sur le nombre de juments gestantes.

### **III.1.9. Taux de conception par cycle :**

Calculé à partir du nombre de juments positives sur le nombre des juments saillies au cours de chaque cycle.

### **III.1.10. Taux d'avortement et de mortalité embryonnaire :**


Le taux d'avortement est calculé à partir du nombre de juments avortées sur le nombre de juments conçues.

Le taux de mortalité embryonnaire est calculé à partir du nombre de juments avec une ME sur le nombre de juments ayant conçues.

### III.2. Analyse statistique :

42 groupes d'âge de la reproduction ont été formés commençant par 3 ans et se terminant par l'âge de 17 ans et plus, 5 groupes pour le mois de poulinage entre Janvier et Mai, 2 groupes pour la nature de la délivrance, 31 groupes pour l'année de naissance entre 1982 et 2013, 5 groupes pour le mois de naissance entre Janvier et Mai, 80 groupes pour les étalons, 2 groupes pour le sexe du produit : male et femelle, 5 groupes pour le mois de saillie entre février et juin, 3 groupes pour la race entre Pur sang arabe, Barbe et Pur sang anglais, 5 groupes pour le statut reproductif entre suitée, maiden, infertile, open et avortée (Maiden : c'est une femelle qui n'a jamais été saillie ou eue de poulain ; Open : c'est une jument suitée laissée volontairement au repos (Ginther,1992).

Les résultats sont soumis à une analyse de la variance à plusieurs facteurs (ANOVA) afin de déterminer l'effet de certains facteurs sur les paramètres considérés, à un seuil de signification choisi est d'au moins 5 %.

La totalité des analyses statistiques ont été effectuées à l'aide du programme  R<sup>®</sup>.  
R version 3.3.1 (2016-06-21).

# *Résultats*

## Résultats

Dans la partie expérimentale, nous avons évalué les performances de reproduction des juments dans la région de Tiaret, entre 2005 et 2016.

### I. Age a la 1<sup>ere</sup> saillie :

Tableau 4 : statistiques descriptives de l'âge à la 1ere saillie selon l'année de naissance, le mois de naissance et la race.

Facteurs	Nombre de juments	AIS (an) MOY+ECT
<b>Année de naissance</b>		*
1982	3	5,73 ±2,79
1983	3	4,10 ±0,04
1984	4	4,10 ±0,09
1985	1	5,16 ±000
1986	8	4,82 ±2,19
1987	5	5,81 ±1,62
1988	6	4,88 ±1,27
1989	6	4,66 ±0,85
1990	3	6,20 ±3,51
1992	1	6,21 ±000
1993	2	7,98 ±4,37
1994	6	7,57 ±3,25
1995	3	6,39 ±2,36
1996	2	6,50 ±3,62
1997	6	4,90 ±1,17
1998	3	5,23 ±0,63
1999	3	8,73 ±1,62
2000	4	5,49 ±2,26
2001	4	6,02 ±2,62
2002	4	5,03 ±2,08
2003	2	6,95 ±0,07
2004	10	5,36 ±2,37
2005	6	3,84 ±1,60
2006	3	3,02 ±0,07
2007	3	4,62 ±1,20
2008	6	4,70 ±1,35
2009	2	3,21 ±0,16
2010	4	3,54 ±1,06
2011	2	2,97 ±0,02
2012	3	3,11 ±0,17
2013	2	3,28 ±0,20
<b>P Value</b>		P= 0.0404*

## Résultats

<b>Mois de naissance</b>		NS
<b>Janvier</b>	13	5,86 ±2,41
<b>Février</b>	42	4,57 ±1,81
<b>Mars</b>	43	5,38 ±2,32
<b>Avril</b>	18	5,50 ±2,06
<b>Mai</b>	4	4,32 ±0,52
<b>P Value</b>		P= 0.7783
<b>Race</b>		NS
<b>Pur sang arabe</b>	78	4,98±1,84
<b>Barbe</b>	36	5,56±2,70
<b>Pur sang anglais</b>	06	4,56±0,91
<b>P Value</b>		P= 0.3224
<b>TOTAL</b>	120	5,13±2,11

NS : Non significatif, \*P<0,05 \*\*P<0,01 \*\*\*P<0,001

A travers les résultats du tableau 4 , l'effet de l'année de naissance sur l'âge a la 1<sup>ere</sup> saillie était significatif (P< 0,05), avec un minimum de 2,97 ±0,02 ans qui correspond a l'année 2011 et un maximum de 8,73 ±1,62 ans qui correspond a l'année 1999 ; par contre, l'effet du mois de naissance sur l'âge a la 1<sup>ere</sup> saillie était non significatif (P> 0,05) avec un minimum de 4,32 ±0,52 ans pour le mois de Mai et un maximum de 5,86 ±2,41 ans pour le mois de Janvier ; par ailleurs, l'effet de la race sur l'âge a la 1<sup>ere</sup> saillie était non significatif (P> 0,05) avec un minimum de 4,56±0,91 ans pour le Pur sang anglais et un maximum de 5,56±2,70 ans pour le Barbe.

## Résultats

### II. Age a la 1<sup>ère</sup> fertilisation :

Tableau 5 : statistiques descriptives de l'âge à la 1<sup>ère</sup> fertilisation selon l'année de naissance, le mois de naissance, la race et l'étalon.

Facteurs	Nombre de juments	A1F (an) MOY+ECT
<b>Année de naissance</b>		**
1982	3	5,74 ±2,80
1983	3	4,11 ±0,04
1984	4	5,13 ±1,45
1985	1	6,28 ±000
1986	8	5,44 ±2,13
1987	5	7,08 ±3,38
1988	6	4,90 ±1,29
1989	6	4,96 ±0,74
1990	3	7,12 ±5,11
1992	1	6,22 ±000
1993	2	11,12 ±0,23
1994	6	8,07 ±3,48
1995	3	6,41 ±2,34
1996	2	6,57 ±3,52
1997	6	4,91 ±1,16
1998	3	5,30 ±0,58
1999	3	8,78 ±1,55
2000	4	5,49 ±2,25
2001	4	6,02 ±2,62
2002	4	5,04 ±2,08
2003	2	6,96 ±0,07
2004	10	5,40 ±2,35
2005	6	3,86 ±1,64
2006	3	3,03 ±0,07
2007	3	4,64 ±1,18
2008	6	4,71 ±1,36
2009	2	3,32 ±0,01
2010	4	3,60 ±1,03
2011	2	2,97 ±0,02
2012	3	3,15 ±0,14
2013	2	3,32 ±0,16
<b>P Value</b>		P=0.00102**
<b>Mois de naissance</b>		NS
Janvier	13	5,87 ±2,41
Février	42	4,84 ±2,11
Mars	43	5,85 ±2,73
Avril	18	5,52 ±2,06
Mai	4	4,46 ±0,43
<b>P Value</b>		P= 0.80297



## Résultats

<b>Race</b>		NS
Pur sang arabe	78	5,32±2,23
Barbe	36	5,71±2,79
Pur sang anglais	06	4,59±0,92
<b>P Value</b>		P= 0.43490

<b>Etalon</b>		*
Etalon1	3	4,22±0,01
Etalon2	2	4,08±0,04
Etalon3	4	6,32±2,14
Etalon4	1	4,07±000
Etalon5	4	5,05±1,52
Etalon6	1	6,28±000
Etalon7	1	4,09±000
Etalon8	1	6,03±000
Etalon9	3	10,28±2,30
Etalon10	1	4,04±000
Etalon11	3	6,03±1,68
Etalon12	5	6,15±3,44
Etalon13	1	5,03±000
Etalon14	8	4,05±0,91
Etalon15	1	4,11±000
Etalon16	4	7,09±4,05
Etalon17	3	7,02±0,87
Etalon18	7	6,78±2,98
Etalon19	3	6,89±3,86
Etalon20	2	5,45±0,74
Etalon21	5	5,63±2,31
Etalon22	1	5,07±000
Etalon23	1	5,25±000
Etalon24	2	8,89±1,36
Etalon25	3	7,01±3,44
Etalon26	1	7,02±000
Etalon27	1	7,14±000
Etalon28	2	3,91±1,33
Etalon29	2	4,05±0,12
Etalon30	2	3,52±0,65
Etalon31	1	5,42±000
Etalon32	1	7,07±000
Etalon33	2	3,09±0,12
Etalon34	4	3,04±0,05
Etalon35	1	4,16±000
Etalon36	3	4,42±0,58
Etalon37	3	5,05±0,99
Etalon38	1	4,02±000
Etalon39	2	4,52±0,48
Etalon40	1	6,17±000
Etalon41	4	7,04±4,79
Etalon42	2	5,13±1,26

## Résultats

<b>Etalon43</b>	4	6,53±3,59
<b>Etalon44</b>	3	3,47±0,42
<b>Etalon45</b>	2	4,29±1,20
<b>Etalon46</b>	3	2,99±0,07
<b>Etalon47</b>	1	3,2±000
<b>Etalon48</b>	2	3,75±0,60
<b>Etalon49</b>	1	4,12±000
<b>Etalon50</b>	1	6,02±000
<b>P Value</b>		P= 0.02146*
<b>TOTAL</b>	120	5,40±2,37

NS : Non significatif, \*P<0,05 \*\*P<0,01 \*\*\*P<0,001

A travers les résultats du tableau 5, l'effet de l'année de naissance sur l'âge a la 1<sup>ère</sup> fertilisation était hautement significatif (P<0,01) avec un minimum de 2,97 ±0,02 ans qui correspond a l'année 2011 et un maximum de 11,12 ±0,23 ans qui correspond a l'année 1993 ; par contre, l'effet du mois de naissance sur l'âge a la 1<sup>ère</sup> fertilisation était non significatif (P> 0,05) avec un minimum de 4,46 ±0,43 ans pour le mois de Mai et un maximum de 5,87 ±2,41 ans pour le moi de Janvier ; en outre, l'effet de la race sur l'âge a la 1<sup>ère</sup> fertilisation était non significatif (P> 0,05) dont la valeur minimal est de 4,59±0,92 ans pour le Pur sang anglais et la valeur maximal est de 5,71±2,79 ans de pour le Barbe ; de plus, l'effet de l'étalon sur l'âge a la 1<sup>ère</sup> fertilisation était significatif (P< 0,05) avec un minimum de 2,99±0,07 ans pour l'étalon 46 et un maximum de 10,28±2,30 ans pour l'étalon 9.

## Résultats

### III. Age au 1<sup>er</sup> poulinage :

Tableau 6 : Statistiques descriptives de l'âge au premier poulinage selon l'année de naissance, le mois de naissance, la race et le sexe du produit.

Facteurs	Nombre de juments	A1P (an) MOY+ECT
<b>Année de naissance</b>		**
1982	3	6,62 ±2,80
1983	3	5,36 ±0,58
1984	4	6,02 ±1,47
1985	1	7,2 ±000
1986	8	6,36 ±2,13
1987	5	7,99 ±3,39
1988	6	5,79 ±1,30
1989	6	5,85 ±0,73
1990	3	8,01 ±5,11
1992	1	7,17 ±000
1993	2	12,05 ±0,21
1994	6	8,97 ±3,45
1995	3	7,30 ±2,34
1996	2	7,92 ±2,87
1997	6	5,82 ±1,19
1998	3	6,22 ±0,60
1999	3	9,07 ±1,55
2000	4	6,41 ±2,26
2001	4	7,14 ±2,59
2002	4	5,96 ±2,09
2003	2	7,86 ±0,08
2004	10	6,32 ±2,35
2005	6	4,56 ±1,60
2006	3	3,91 ±0,07
2007	3	5,86 ±1,05
2008	5	5,45 ±1,47
2009	2	4,20 ±0,01
2010	4	4,51 ±1,06
2011	2	3,87 ±000
2012	3	4,03 ±0,16
<b>P Value</b>		P= 0.00702**
<b>Mois de naissance</b>		NS
Janvier	11	7,04 ±2,51
Février	41	5,83 ±2,13
Mars	43	6,77 ±2,72
Avril	18	6,43 ±2,07
Mai	4	5,58 ±0,42
<b>P Value</b>		P=0.84798

## Résultats

<b>Race</b>		NS
Pur sang arabe	77	6,28±2,24
Barbe	34	6,75±2,81
Pur sang anglais	06	5,49±0,94
<b>P Value</b>		P= 0.57560

<b>Sexe du produit</b>		NS
Male	64	6,09±2,16
Femelle	53	6,72±2,60
<b>P Value</b>		P= 0.15818
<b>TOTAL</b>	117	6,37±2,38

NS : Non significatif, \*P<0,05 \*\*P<0,01 \*\*\*P<0,001

Le tableau 6 montre que l'effet de l'année de naissance sur l'âge au 1<sup>er</sup> poulinage était hautement significatif (P<0,01) avec un minimum de 3,87 ±0,00 ans qui correspond à l'année 2011 et un maximum de 12,05 ±0,21 ans qui correspond à l'année 1993 ; par contre, l'effet du mois de naissance sur l'âge au 1<sup>er</sup> poulinage était non significatif (P>0,05) avec un minimum de 5,58 ±0,42 ans pour le mois de Mai et un maximum de 7,04 ±2,51 ans pour le mois de Janvier ; en outre, l'effet de la race sur l'âge au 1<sup>er</sup> poulinage était non significatif (P>0,05) dont la valeur minimal est de 5,49±0,94 ans pour le Pur sang anglais et la valeur maximal est de 6,75±2,81 ans pour le Barbe ; de plus, l'effet du sexe du produit sur l'âge au 1<sup>er</sup> poulinage était non significatif (P>0,05) affichant un minimum de 6,09±2,16 ans pour les juments avec un produit Male et un maximum de 6,72±2,60 ans pour celles avec un produit Femelle.

## Résultats

### IV. Intervalle poulinage-1ere saillie :

Tableau 7: Statistiques descriptives de l'intervalle poulinage-1ere saillie selon l'âge, le mois de poulinage, la nature de la délivrance et la race.

Facteurs	Nombre de juments	IP1S (jours) MOY+ECT
<b>Age</b>		*
17 ans et plus	178	26,43±20,03
16 ans	23	39,27±37,43
15 ans	24	26,69±20,79
14 ans	23	27,85±21,69
13 ans	27	24,17±14,51
12 ans	33	29,50±21,55
11 ans	39	23,81±15,22
10 ans	32	26,82±14,33
09 ans	31	26,70±20,13
08 ans	35	27,46±25,70
07 ans	32	19,56±17,50
06 ans	31	23,13±16,13
05 ans	30	18,82±11,56
04 ans	20	30,36±20,15
<b>P Value</b>		P= 0.0185*
<b>Mois de poulinage</b>		***
Janvier	184	39,84±22,58
Février	145	22,36±18,95
Mars	110	17,86±12,30
Avril	99	13,23±7,18
Mai	20	17±10,12
<b>P Value</b>		P< 0.001***
<b>Nature de la délivrance</b>		NS
DN	515	26,41±21,17
RP	43	23,20±13,82
<b>P Value</b>		P= 0.5208
<b>Race</b>		NS
Pur sang arabe	367	25,01±20,46
Barbe	159	30,47±21,10
Pur sang anglais	32	18,83±17,91
<b>P Value</b>		P=0.8105
<b>TOTAL</b>	558	26,16±20,68

NS : Non significatif, \*P<0,05 \*\*P<0,01 \*\*\*P<0,001

## Résultats

A travers les résultats du tableau 7, l'effet de l'âge des juments sur l'intervalle poulinage-1<sup>ère</sup> saillie était significatif ( $P < 0,05$ ) avec un minimum de  $18,82 \pm 11,56$  jours pour les juments de 5 ans et un maximum de  $39,27 \pm 37,43$  jours pour celles de 16 ans ; en outre, l'effet du mois de poulinage sur l'intervalle poulinage-1<sup>ère</sup> saillie était très hautement significatif ( $P < 0,001$ ) avec un minimum de  $13,23 \pm 7,18$  jours qui correspond au mois d'avril et un maximum de  $39,84 \pm 22,58$  jours qui correspond au mois de Janvier ; de plus, l'effet de la nature de la délivrance sur l'intervalle poulinage-1<sup>ère</sup> saillie était non significatif ( $P > 0,05$ ) dont la valeur minimale est de  $23,20 \pm 13,82$  jours pour les poulinières avec une rétention placentaire et la valeur maximale est de  $26,41 \pm 21,17$  jours pour celles avec une délivrance normale ; par ailleurs, l'effet de la race sur l'intervalle poulinage-1<sup>ère</sup> saillie était non significatif ( $P > 0,05$ ) affichant un minimum de  $18,83 \pm 17,91$  jours pour le Pur sang anglais et un maximum de  $30,47 \pm 21,10$  jours pour le Barbe.

### V. Intervalle poulinage-saillie fécondante :

Tableau 8 : Statistiques descriptives de l'intervalle poulinage-saillie fécondante selon l'âge, le mois de poulinage, la nature de la délivrance, la race et l'étalon.

Facteurs	Nombre de juments	IPSF (jours) MOY+ECT
<b>Age</b>		NS
17 ans et plus	151	46,21±29,54
16 ans	23	43,95±38,30
15 ans	24	38,73±27,58
14 ans	22	48,52±39,43
13 ans	25	35,47±26,52
12 ans	33	43,50±25,63
11 ans	39	33,23±23,18
10 ans	29	43,65±27,37
09 ans	31	38,50±35,85
08 ans	35	35,75±27,90
07 ans	30	36,46±29,55
06 ans	30	34,26±23,39
05 ans	29	34,62±24,28
04 ans	20	49,63±26,76
<b>P Value</b>		P= 0.134
<b>Mois de poulinage</b>		***
Janvier	179	54,02±31,01
Février	137	40,81±29,56

## Résultats

Mars	102	31,50±22,87
Avril	87	26,33±17,94
Mai	16	20,46±10,24
<b>P Value</b>		P<0.001***
<b>Nature de la délivrance</b>		NS
DN	480	41,37±29,49
RP	41	36,05±24,83
<b>P Value</b>		P= 0.413
<b>Race</b>		NS
Pur sang arabe	346	40,79±29,72
Barbe	143	43,94±27,78
Pur sang anglais	32	29,03±26,76
<b>P Value</b>		P= 0.582
<b>Etalon</b>		***
Etalon14	27	40,77±26,35
Etalon17	3	31±000
Etalon18	31	40,46±24,67
Etalon19	2	15,5±0,70
Etalon20	33	31,18±22,10
Etalon21	40	34,70±30,57
Etalon23	11	32,40±21,17
Etalon24	28	32,50±22,45
Etalon25	11	32,50±19,25
Etalon26	18	49,94±40,10
Etalon27	33	35,88±26,98
Etalon28	5	34,20±25,17
Etalon29	4	19,75±8,18
Etalon30	17	33,88±25,44
Etalon31	34	54,03±33,26
Etalon32	18	31,70±19,45
Etalon33	18	49,73±38,15
Etalon34	22	38,25±23,81
Etalon41	25	43,84±26,55
Etalon42	29	40,51±23,49
Etalon43	7	42,42±24,30
Etalon44	11	38,45±19,43
Etalon46	12	44±38,55
Etalon47	10	65,58±38,73
Etalon50	2	21,50±16,26
Etalon51	2	13,50±0,70
Etalon52	2	82±29,05
Etalon53	5	42,80±35,50
Etalon54	7	33,57±18,84
Etalon55	2	46,50±43,13
Etalon56	3	31,50±24,74
Etalon57	2	22,50±19,09
Etalon58	2	44,50±38,20
Etalon60	4	61±42,42
Etalon61	8	28,87±15,03
Etalon63	2	45±25,45

## Résultats

<b>Etalon64</b>	5	46±19,62
<b>Etalon65</b>	14	67,69±24,58
<b>Etalon69</b>	6	72,33±48,08
<b>Etalon73</b>	3	48,33±37,16
<b>Etalon74</b>	3	59,66±26,27
<b>P Value</b>		P<0.001***
<b>TOTAL</b>	521	40,95±29,15

NS : Non significatif, \*P<0,05 \*\*P<0,01 \*\*\*P<0,001

Le tableau 8 montre que l'effet de l'âge des juments sur l'intervalle poulinage-saillie fécondante était non significatif ( $P>0,05$ ) avec un minimum de 33,23±23,18 jours pour les poulinières de 11 ans et un maximum de 49,63±26,76 jours pour celles de 4 ans ; en outre, l'effet du mois de poulinage sur l'intervalle poulinage-saillie fécondante était très hautement significatif ( $P<0,001$ ) affichant un minimum de 20,46±10,24 jours qui correspond au mois de Mai et un Maximum de 54,02±31,01 jours qui correspond au mois de Janvier ; de plus, l'effet de la nature de la délivrance sur l'intervalle poulinage-saillie fécondante était non significatif ( $P>0,05$ ) dont la valeur minimale est de 36,05±24,83 jours pour les juments avec une rétention placentaire et la valeur maximale est de 41,37±29,49 jours pour les femelles avec une délivrance normale ; par ailleurs, l'effet de la race sur l'intervalle poulinage-saillie fécondante était non significatif ( $P>0,05$ ) avec un minimum de 29,03±26,76 jours pour le Pur sang anglais et un maximum de 43,94±27,78 jours pour le Barbe ; d'autre part, l'effet de l'étalon sur l'intervalle poulinage-saillie fécondante était très hautement significatif ( $P<0,001$ ) affichant un minimum de 13,50±0,70 jours pour l'étalon 51 et un maximum de 82±29,05 jours pour l'étalon 52.

### VI. Intervalle 1ere saillie-saillie fécondante :

Tableau 9 : Statistiques descriptives de l'intervalle 1ere saillie-saillie fécondante selon l'âge, le mois de poulinage, la nature de la délivrance et la race.

Facteurs	Nombre de juments	I1SSF (jours) MOY+ECT
<b>Age</b>		NS
<b>17 ans et plus</b>	151	19,70±25,38
<b>16 ans</b>	23	04,68±12,22
<b>15 ans</b>	24	12,04±22,03
<b>14 ans</b>	22	20,66±30,76



## Résultats

<b>13 ans</b>	26	11,30±24,05
<b>12 ans</b>	33	14±15,33
<b>11 ans</b>	39	09,47±15,51
<b>10 ans</b>	30	16,82±27,72
<b>09 ans</b>	30	11,80±26,90
<b>08 ans</b>	34	08,28±14,39
<b>07 ans</b>	30	16,90±26,56
<b>06 ans</b>	30	11,13±16,18
<b>05 ans</b>	29	15,79±22,13
<b>04 ans</b>	20	19,26±22,28
<b>P Value</b>		P= 0.1881
<b>Mois de poulinage</b>		NS
<b>Janvier</b>	179	14,19±23,51
<b>Février</b>	137	18,45±26,32
<b>Mars</b>	102	13,63±20,83
<b>Avril</b>	87	13,09±17,76
<b>Mai</b>	16	3,46±06,70
<b>P Value</b>		P= 0.2357
<b>Nature de la délivrance</b>		NS
<b>DN</b>	480	14,95±22,95
<b>RP</b>	41	12,84±22,45
<b>P Value</b>		P= 0.6168
<b>Race</b>		NS
<b>Pur sang arabe</b>	346	15,78±23,43
<b>Barbe</b>	143	13,47±21,73
<b>Pur sang anglais</b>	32	10,20±21,93
<b>P Value</b>		P= 0.1125
<b>TOTAL</b>	521	14,78±22,89

NS : Non significatif, \*P<0,05 \*\*P<0,01 \*\*\*P<0,001

A travers les résultats du tableau 9, l'effet de l'âge des juments sur l'intervalle 1ere saillie-saillie fécondante était non significatif ( $P>0,05$ ) avec un minimum de 04,68±12,22 jours pour les poulinières de 16 ans et un maximum de 20,66±30,76 jours pour celles de 14 ans ; de plus, l'effet du mois de poulinage sur l'intervalle 1ere saillie-saillie fécondante était non significatif ( $P>0,05$ ) affichant un minimum de 3,46±06,70 jours qui correspond au mois de Mai et un maximum de 18,45±26,32 jours qui correspond au mois de Février ; en outre, l'effet de la nature de la délivrance sur l'intervalle 1ere saillie-saillie fécondante était non significatif ( $P>0,05$ ) dont la valeur minimale est de 12,84±22,45 jours pour les juments avec une rétention placentaire et la valeur maximale est de 14,95±22,95 jours pour les femelles avec une délivrance normale ; d'autre part, l'effet de la race sur l'intervalle 1ere saillie-saillie fécondante était non significatif ( $P>0,05$ ) avec un minimum de 10,20±21,93 jours pour le Pur sang anglais et un maximum de 15,78±23,43 jours pour le Pur sang arabe.

## Résultats

### VII. Intervalle poulinage-poulinage :

Tableau 10 : Statistiques descriptives de l'intervalle poulinage-poulinage selon l'âge, le mois de poulinage, le sexe du produit et la race.

Facteurs	Nombre de juments	IPP (jours) MOY±ECT
<b>Age</b>		***
17 ans et plus	150	378,96±29,27
16 ans	24	360,54±24,37
15 ans	19	371,57±29,34
14 ans	21	365,80±28,83
13 ans	28	368,39±19,76
12 ans	32	364,78±20,97
11 ans	31	371,25±25,61
10 ans	25	367±32,10
09 ans	30	362,42±21,97
08 ans	32	363,96±23,88
07 ans	30	363±24,32
06 ans	28	361,64±21,80
05 ans	16	374,81±28,02
<b>P Value</b>		P<0.001***
<b>Mois de poulinage</b>		***
Janvier	149	358,98±15,64
Février	115	367,29±21,26
Mars	96	366,76±22,84
Avril	88	389,86±36,22
Mai	18	400±30,37
<b>P Value</b>		P<0.001***
<b>Sexe du produit</b>		NS
Male	233	371,28±26,63
Femelle	233	368,79±27,29
<b>P Value</b>		P= 0.2775
<b>Race</b>		NS
Pur sang arabe	307	371,12±28,04
Barbe	130	368,68±25,09
Pur sang anglais	29	363,37±21,88
<b>P Value</b>		P= 0.1785
<b>TOTAL</b>	466	370,04±26,96

NS : Non significatif, \*P<0,05 \*\*P<0,01 \*\*\*P<0,001

Ce tableau montre que l'effet de l'âge des juments sur l'intervalle poulinage-poulinage était très hautement significatif (P<0,001) avec un minimum de 360,54±24,37 jours pour les poulinières de 16 ans et un maximum de 378,96±29,27 jours pour celles de 17 ans et plus ;

## Résultats

en outre, l'effet du mois de poulinage sur l'intervalle poulinage-poulinage était très hautement significatif ( $P < 0,001$ ) avec un minimum de  $358,98 \pm 15,64$  jours qui correspond au mois de Janvier et un maximum de  $400 \pm 30,37$  jours qui correspond au mois de Mai ; d'autre part, l'effet du sexe du produit sur l'intervalle poulinage-poulinage était non significatif ( $P > 0,05$ ) dont la valeur minimale est de  $368,79 \pm 27,29$  jours pour les juments avec un produit Femelle et une valeur maximale qui est de  $371,28 \pm 26,63$  jours pour celles avec un produit Male ; de plus, l'effet de la race sur l'intervalle poulinage-poulinage était non significatif ( $P > 0,05$ ) affichant un minimum de  $363,37 \pm 21,88$  jours pour le Pur sang anglais et un maximum de  $371,12 \pm 28,04$  jours pour le Pur sang arabe.

### VIII. nombre de cycles nécessaires à l'obtention d'une gestation :

Tableau 11 : Statistiques descriptives du nombre de cycles nécessaires à l'obtention d'une gestation selon l'âge, le mois de saillie, le statut reproductif, la race et l'étalon.

Facteurs	Nombre de juments	NC/G MOY+ECT
<b>Age</b>		NS
<b>17 ans et plus</b>	251	<b>2,23±0,52</b>
<b>16 ans</b>	32	1,3±0,29
<b>15 ans</b>	28	1,51±0,37
<b>14 ans</b>	32	1,92±0,44
<b>13 ans</b>	35	1,77±0,71
<b>12 ans</b>	39	1,68±0,59
<b>11 ans</b>	44	1,46±0,35
<b>10 ans</b>	40	1,62±0,54
<b>09 ans</b>	42	1,43±0,37
<b>08 ans</b>	42	1,36±0,30
<b>07 ans</b>	42	1,7±0,63
<b>06 ans</b>	35	1,35±0,28
<b>05 ans</b>	38	1,4±0,23
<b>04 ans</b>	34	1,55±0,42
<b>03 ans</b>	22	<b>1,27±0,07</b>
<b>P Value</b>		P= 0.1417
<b>Mois de saillie</b>		NS
<b>Février</b>	294	<b>1,58±0,28</b>
<b>Mars</b>	284	1,69±0,31
<b>Avril</b>	256	1,72±0,41
<b>Mai</b>	206	1,81±0,44
<b>Juin</b>	81	<b>1,82±0,63</b>
<b>P Value</b>		P=0.4884

## Résultats

<b>Statut reproductif</b>		NS
Suitée	558	1,64±0,12
Infertile	87	2,88±0,52
Maiden	62	1,45±0,61
Avortée	33	1,55±0,48
Open	16	1,84±0,32
<b>P Value</b>		P= 0.8060
<b>Race</b>		NS
Pur sang arabe	496	1,71±0,65
Barbe	217	1,86±0,79
Pur sang anglais	43	1,45±0,31
<b>P Value</b>		P= 0.1216
<b>Etalon</b>		NS
Etalon14	49	1,83±0,39
Etalon17	3	1,5±0,70
Etalon18	47	1,72±0,43
Etalon19	3	1±000
Etalon20	46	1,74±0,90
Etalon21	66	1,71±0,82
Etalon23	17	1,38±0,15
Etalon24	38	1,7±0,81
Etalon25	19	1,33±0,42
Etalon26	27	1,6±0,56
Etalon27	52	1,78±0,14
Etalon28	12	1,6±0,65
Etalon29	13	2,14±1,25
Etalon30	23	1,52±0,31
Etalon31	58	1,65±0,44
Etalon32	26	1,26±0,36
Etalon33	31	1,7±0,42
Etalon34	32	1,36±0,31
Etalon41	52	2,02±0,85
Etalon42	43	1,51±0,48
Etalon43	19	2,33±0,67
Etalon44	20	1,86±0,38
Etalon45	6	2±0,91
Etalon46	27	1,84±0,62
Etalon47	12	1,66±0,58
Etalon49	8	1,33±0,28
Etalon51	7	1,14±0,16
Etalon52	8	3,27±1,29
Etalon53	7	2±0,65
Etalon54	13	1,87±0,85
Etalon55	5	4±1,34
Etalon56	6	2±0,46
Etalon57	4	1,5±0,47
Etalon58	4	1,66±0,35
Etalon60	5	1,25±0,19
Etalon61	11	1,55±0,31
Etalon64	9	2±0,53

## Résultats

<b>Etalon65</b>	27	2,41±0,22
<b>Etalon68</b>	7	3±0,98
<b>Etalon69</b>	8	2±0,41
<b>Etalon71</b>	5	1,5±0,70
<b>Etalon73</b>	9	1,37±0,43
<b>Etalon74</b>	3	1,33±0,59
<b>Etalon76</b>	6	1,5±0,36
<b>Etalon79</b>	4	2,5±0,89
<b>P Value</b>		P= 0.0614
<b>TOTAL</b>		1,75±0,67

NS : Non significatif, \*P<0,05 \*\*P<0,01 \*\*\*P<0,001

A travers les résultats du tableau 11, l'effet de l'âge des juments sur le nombre de cycles nécessaires à l'obtention d'une gestation était non significatif ( $P>0,05$ ) avec un minimum de  $1,27\pm 0,07$  cycles pour les poulinières de 3 ans et un maximum de  $2,23\pm 0,52$  cycles pour celles de 17 ans et plus ; d'autre part, l'effet du mois de saillie sur le nombre de cycles nécessaires à l'obtention d'une gestation était non significatif ( $P>0,05$ ) affichant un minimum de  $1,58\pm 0,28$  cycles qui correspond au mois de Février et un maximum de  $1,82\pm 0,63$  cycles qui correspond au mois de Juin ; de plus, l'effet du statut reproductif sur le nombre de cycles nécessaires à l'obtention d'une gestation était non significatif ( $P>0,05$ ) dont la valeur minimale est de  $1,45\pm 0,48$  cycles pour les juments Maidens et une valeur maximale de  $2,88\pm 0,52$  cycles pour les femelles infertiles ; en outre, l'effet de la race sur le nombre de cycles nécessaires à l'obtention d'une gestation était non significatif ( $P>0,05$ ) avec un minimum de  $1,45\pm 0,31$  cycles pour le Pur sang anglais et un maximum de  $1,86\pm 0,79$  cycles pour le Barbe ; par ailleurs, l'effet de l'étalon sur le nombre de cycles nécessaires à l'obtention d'une gestation était non significatif ( $P>0,05$ ) affichant un minimum de  $1\pm 0,00$  cycle pour l'étalon 19 et un maximum de  $4\pm 1,34$  cycles pour l'étalon 55.

## Résultats

### IX. Taux de conception au 1<sup>er</sup> cycle, 2eme cycle et 3eme cycle

Tableau 12 : taux de conception au 1<sup>er</sup> cycle, 2eme cycle et 3eme cycle entre 2005 et 2016.

Année de monte	1er cycle	2eme cycle	3eme cycle	Taux de conception	Juments saillies
2005	52	11	4	67	72
	72,22%	15,27%	5,55%	93,05%	
2006	41	12	7	60	69
	59,42%	17,39%	10,14%	86,95%	
2007	33	14	4	51	61
	54,09%	22,95%	6,55%	83,60%	
2008	41	14	6	61	66
	62,12%	21,21%	9,09%	92,42%	
2009	43	13	6	62	65
	66,15%	20%	9,23%	95,38%	
2010	41	15	4	60	67
	61,19%	22,38%	5,97%	89,55%	
2011	36	17	4	57	66
	54,54%	25,75%	6,06%	86,36%	
2012	38	21	7	66	70
	54,28%	30%	10%	94,28%	
2013	32	12	3	47	54
	59,25%	22,22%	5,55%	87,03%	
2014	37	12	3	52	57
	64,91%	21,05%	5,26%	91,22%	
2015	30	16	7	53	62
	48,38%	25,80%	11,29%	85,48%	
2016	26	12	5	43	47
	55,31%	25,53%	10,63%	91,48%	
<b>TOTAL</b>	<b>59,52%</b>	<b>22,35%</b>	<b>7,93%</b>	<b>89,81%</b>	<b>756</b>

Ce tableau, montre le taux de conception au 1<sup>er</sup> cycle qui est de 59,52% avec un maximum de 72,22% qui correspond à l'année 2005 et un minimum de 48,38 % qui correspond à l'année 2015, de plus, le taux de conception au 2eme cycle a atteint 22,35% affichant un maximum de 30% pour l'année 2012 et un minimum de 15,27% pour l'année 2005, en outre, le taux de conception au 3eme cycle était de 7,93% enregistrant un maximum de 11,29% pour l'année 2015 et minimum de 5,26% pour l'année 2014.

## Résultats

Tableau 13 : taux de conception au 1<sup>er</sup> cycle, 2eme cycle et 3eme cycle selon le statut reproductif.

### Statut Reproductif

Année de Monte	Suitée			Infertile			Maiden			Avortée			Open		
	1C	2C	3C	1C	2C	3C	1C	2C	3C	1C	2C	3C	1C	2C	3C
2005	44/61	10/17	4/7	2/5	1/3	0/2	5/5	/	/	/	/	/	1/1	/	/
2006	32/54	11/22	6/11	4/7	1/3	0/2	3/4	0/1	1/1	2/4	0/2	/	/	/	/
2007	27/42	8/15	3/7	4/13	4/9	1/5	1/3	1/2	0/1	1/3	1/2	0/1	/	/	/
2008	26/42	10/16	4/6	3/8	3/5	0/2	9/11	1/2	1/1	2/3	0/1	1/1	1/2	0/1	0/1
2009	30/47	12/17	5/5	2/6	0/4	1/4	7/7	/	/	4/5	1/1	/	/	/	/
2010	34/55	15/21	3/6	2/6	0/4	1/4	4/5	0/1	0/1	1/1	/	/	/	/	/
2011	28/53	15/25	4/10	1/4	0/3	0/3	4/5	1/1	/	2/3	1/1	/	1/1	/	/
2012	30/51	16/21	4/5	3/9	3/6	2/3	4/7	1/3	1/2	1/3	1/2	/	/	/	/
2013	24/40	10/16	1/6	3/6	0/3	1/3	3/5	2/2	/	2/3	0/1	1/1	/	/	/
2014	25/37	7/12	3/5	2/7	3/5	/	2/2	/	/	3/3	/	/	5/8	2/3	/
2015	23/41	10/18	5/8	0/11	3/11	2/8	5/6	1/1	/	1/1	/	/	1/3	2/2	/
2016	20/35	7/15	5/8	2/5	3/3	/	1/2	1/1	/	3/4	1/1	/	0/1	0/1	/
<b>TOTAL</b>	<b>343/558</b>	<b>131/215</b>	<b>47/84</b>	<b>28/87</b>	<b>21/59</b>	<b>8/36</b>	<b>48/62</b>	<b>8/14</b>	<b>3/6</b>	<b>22/33</b>	<b>5/11</b>	<b>2/3</b>	<b>9/16</b>	<b>4/7</b>	<b>0/1</b>
	<b>61,47%</b>	<b>60,93%</b>	<b>55,95%</b>	<b>32,18%</b>	<b>35,59%</b>	<b>22,22%</b>	<b>77,41%</b>	<b>57,14%</b>	<b>50 %</b>	<b>66,66%</b>	<b>45,45%</b>	<b>66,66%</b>	<b>56,25%</b>	<b>57,14%</b>	<b>0%</b>
<b>Taux de Conception globale</b>	<b>93,36%</b>			<b>65,51%</b>			<b>95,16%</b>			<b>87,87%</b>			<b>81,25%</b>		

Ce tableau montre le taux de conception au 1<sup>er</sup> cycle avec un maximum de 77,41% qui correspond aux juments Maidens et un minimum de 32,18% qui correspond aux juments infertiles ; en outre, le taux de conception au 2eme cycle a affiché un maximum de 60,93% pour les juments suitées et un minimum de 35,59 % pour les juments infertiles ; de plus, le taux de conception au 3eme cycle a enregistré une valeur maximale de 66,66% pour les juments avortées et une valeur minimale de 0% pour les juments Open.

## Résultats

Tableau 14 : Taux de conception globale selon le mois de saillie

Mois de saillie	Nombre de juments saillies	Nombre de juments ayant conçues	Taux de conception
Février	294	187	63,60%
Mars	284	183	64,43%
Avril	256	157	61,32%
Mai	206	126	61,16%
Juin	81	45	55,55%

Ce tableau montre le taux de conception selon le mois de saillie, avec un maximum de 64,43% qui correspond au mois de Mars et un minimum de 55,55 % qui correspond au mois de Juin.



## Résultats

Tableau 15 : Taux de conception au foal heat et au 1 cycle (cycle suivant le foal heat)

Nombre de juments saillies 558	Nombres de juments saillies au foal heat = 269	Nombre de juments conçues=135	Taux de conception= 50,18%
	Nombre de juments saillies au 1 <sup>er</sup> cycle (1er cycle suivant le foal heat) = 289	Nombre de juments conçues=208	Taux de conception= 71,97%

Ce tableau montre le taux de conception au foal heat qui est de 50,18% et le taux de conception au 1<sup>er</sup> cycle suivant le foal heat qui est de 71,97%.

## Résultats

### X. Taux d'avortement et de mortalité embryonnaire :

Tableau 16 : taux d'avortement et de mortalité embryonnaire des juments entre 2005 et 2015

Année de monte	Nbr de juments saillies	Nbr de juments conçues	Nbr de juments avortées	taux d'avortement	taux de mortalité embryonnaire
2005	72	67	4	5,97%	5,55%
2006	69	60	3	5 %	13,04%
2007	61	51	4	7,84%	4,91%
2008	66	61	6	9,83%	3,03%
2009	65	62	1	1,61%	6,15%
2010	67	60	4	6,66%	4,47%
2011	66	57	3	5,26%	1,51%
2012	70	66	4	6,06%	8,57%
2013	54	47	3	6,38%	7,40%
2014	57	52	1	1,92%	7,01%
2015	62	53	4	7,54%	8,06%
<b>TOTAL</b>	<b>709</b>	<b>636</b>	<b>37</b>	<b>5,81%</b>	<b>6,34%</b>

Ce tableau montre le taux d'avortement entre 2005 et 2015 qui est de 5,81% dont la valeur maximale correspond à l'année 2008 avec un taux de 9,83% et un taux minimal enregistré en 2009 à 1,61%, en outre, le taux de mortalité embryonnaire a affiché une valeur de 6,34% avec un maximum de 13,04% qui correspond à l'année 2006 et un minimum de 1,51% qui correspond à l'année 2011.

## Résultats

---



Figure 8 : Avortant de 5 mois, (issu de la jument pur sang arabe LEBJAOUIA, photo prise le 25 Aout 2015 au Haras national de Chaouchaoua).



Figure 9 : Rétention placentaire (Jument pur sang arabe LABIBA, photo prise le 15 Mai 2016 au Haras national de Chaouchaoua).

# *Discussion*

## Discussion

---

Dans cette étude, notre objectif est d'évaluer les performances de reproduction chez la jument dans la région de Tiaret entre 2005 et 2016.

### **I. Age a la 1ere saillie :**

A travers nos résultats, la moyenne de l'âge a la 1ere saillie était de  $5,13 \pm 2,11$  ans avec un minimum de 2,91 ans et un maximum de 13,2 ans, ce qui est supérieur a ceux rapportés par Taveira et Mota (2007) , Singh et al (2002) , Maya Popova (2014) et A. Ali et al (2014) qui sont de 4,93 ans , 4,25 ans, 4,39 ans et 3,06 ans respectivement.

Par contre, notre résultat est inferieur à celui cité par Korabi et al (2014) qui est de 5,9 ans.

L'introduction des femelles dans les différentes activités sportives pour tester leurs performances avant de les mettre en reproduction a eu une influence sur l'augmentation de l'âge a la 1ere saillie (Korabi et al ,2014).

Ayant le privilège de mettre a la disposition de toutes les disciplines sportives des chevaux de qualité et de haut potentiel, le haras de chaouchaoua sélectionne ses poulinières selon les résultats obtenus lors de leurs carrières sportives afin d'assurer une descendance avec des performances remarquables.

Les résultats traduisent une mise à la reproduction tardive, qui peut être justifiée par le choix des futures poulinières qui se basait sur leur réussite en compétition.

### **II. Age a la 1ere fertilisation :**

Dans la présente étude, la moyenne de l'âge à la 1ere fertilisation était de  $5,40 \pm 2,37$  ans avec un minimum de 2,96 ans et un maximum de 14,1 ans, notre résultat est supérieur à ceux rapportés par Maya Popova (2014) et Karadzhov (1997), qui sont de 4,59 ans et 4,38 ans respectivement.

Certaines femelles peuvent être saillies en étant toujours en activité sportive, le stress et les efforts fournis peuvent compromettre la fécondation.

Une carrière athlétique confronte la jument à des transports répétés, l'expose à des maladies éventuelles et à des traitements, qui peuvent avoir une influence sur la fertilité. par exemple, sur des juments ayant eu de grandes carrières sportives, il n'est pas rare que les entraîneurs aient eu recours a des substances stéroïdiennes anabolisantes qui ont un effet significatif sur la diminution des performances reproductrices. De même, des douleurs chroniques

## Discussion

---

(fourbure, tendinite, maladie naviculaire) développées lors des performances sportives, peuvent affecter la cyclicité de la jument, son comportement sexuel ou encore son état général et donc sa capacité de concevoir un poulain. Enfin, le stress, comme les maladies systémiques ont très souvent des répercussions négatives sur la cyclicité de la jument, et sur sa fonction de reproduction d'une manière générale (Shideler, 1993a).

La conformation périnéale, la nature des ovocytes et la prédisposition aux endométrites post saillies chez les juments mises à la reproduction tardivement peuvent avoir un impact négatif sur la fertilisation.

Il est particulièrement important de reconnaître et de gérer adéquatement les vieilles maidens, car ces juments sont sensibles à l'endométrite post saillie, même si elles n'ont jamais été saillies auparavant. Souvent, la mise à la reproduction des juments de sport est tardive, ces maidens âgées peuvent avoir des difficultés à concevoir un poulain. Des échantillons de biopsie endométriale révèlent des modifications dégénératives glandulaires et une fibrose stromale (endométriase) une conséquence inévitable du vieillissement. (Ricketts et Alonso, 1991b).

La fertilité de l'étalon peut avoir une influence sur la conception, les juments saillies par des males infertiles peuvent avoir une longue période entre la première saillie et la fécondation.

L'effet de l'étalon sur l'âge à la 1ere fertilisation était significatif, la fertilité de chaque male est un facteur essentiel pour assurer une fécondation, en effet, certaines poulinières n'arrivaient pas à concevoir dès la première année de leurs mises à la reproduction, ce qui justifié le changement d'étalon, menant à une augmentation de l'intervalle entre 1ere saillie et saillie fécondante.

Il existe des différences entre la fertilité inhérente des étalons. Il semble que la fertilité de l'étalon est principalement affectée par l'âge, la fréquence des saillies, la taille testiculaire, les caractéristiques de la semence et la saison (Morris et Allen, 2002; Bosh et al, 2009 ; Blanchard et al, 2010b).

### III. Age au 1<sup>er</sup> poulinage :

A travers nos résultats, la moyenne de l'âge au premier poulinage était de  $6,37 \pm 2,38$  ans avec un minimum de 3,84 ans et un maximum de 14,96 ans, ce qui est supérieur à ceux rapportés par Taveira et Mota (2007) et Fuentes et al (1990) qui sont de 6,01 ans et 6,34 ans respectivement.

D'autre part, les valeurs obtenues dans la présente étude sont supérieures à celles rapportées par Mohammed Saad Mohammed Alamaary (2013) en Arabie saoudite pour le pur sang arabe qui est de 4 ans et par Maya Popova (2014) en Bulgarie pour le pur sang arabe (5,8 ans) et l'arabe shagya (6,03ans).

Par contre, nos résultats sont inférieurs à ceux cités par Valera et al (2000), Langlois (1976), et Korabi et al (2014) qui sont de 6,89 ans, 8 ans et 6,6 ans respectivement.

Nous avons constaté que les avortements sont parmi les causes majeures de l'augmentation de l'âge au premier poulinage, certaines poulinières n'arrivaient pas à avoir leurs premiers poulains vivants qu'après deux à trois ans de leurs mise à la reproduction.

Il existe une différence significative entre l'âge à la 1<sup>ère</sup> fertilisation et l'âge au 1<sup>er</sup> poulinage, probablement due à une augmentation du nombre d'avortements (Maya Popova, 2014).

L'effet de l'année de naissance sur l'âge à la 1<sup>ère</sup> saillie, sur l'âge à la 1<sup>ère</sup> fertilisation et sur l'âge au 1<sup>er</sup> poulinage était significatif, la mise à la reproduction tardive de certaines juments nées avant 2005 a eu un impact sur l'augmentation de l'âge ; toutefois, l'implication du secteur privé dans le domaine de l'élevage équin et l'importation des lignées dites d'élite à partir de 2006 a poussé les responsables du haras à sélectionner quelques poulinières sur les performances de leurs ascendants sans avoir recours à leurs résultats en compétition.

### **IV. Intervalle poulinage-1ere saillie :**

Dans la présente étude, la moyenne de l'intervalle poulinage-1ere saillie était de  $26,16 \pm 20,68$  jours, avec un minimum de 8 jours et un maximum de 162 jours, ce qui est supérieur à celles rapportées par A. Ali et al (2014) pour le pur sang arabe en Arabie saoudite, et par Zeller (2000) qui sont de 16,73 jours et 13,54 jours respectivement.

Par contre, notre résultat est similaire à celui rapporté par Hanlon et Firth (2012a) en Nouvelle Zélande pour le pur sang Anglais qui est de 26,7 jours et proche de la valeur citée par Cilek (2009) en Turquie pour les juments de race arabe qui est de 24,91 jours.

L'effet de l'âge sur l'intervalle poulinage-1ere saillie était significatif, certaines poulinières nécessitaient plus de temps pour être saillies, les juments âgées et les primipares sont parmi les femelles difficiles à gérer post poulinage, ainsi, les problèmes au niveau utérin chez les vieilles juments et le comportement des jeunes suitées peuvent avoir un impact négatif sur l'intervalle entre le poulinage et la 1ere saillie.

Les changements dégénératifs au niveau utérin sont causés par les gestations répétées, en particulier une réduction de l'activité myométriale, et une incidence plus élevée des endométrites qui surviennent chez les juments âgées (Yang et Cho, 2007; Bruck et al, 1993; Nath et al, 2010).

Nous avons observé un retard de la 1ere et la deuxième ovulation chez les juments primipares, la première parturition peut accroître les chances d'anomalies ovariennes, cela est probablement lié aux changements métaboliques et au stress en association avec la première lactation (P. Nagy et al, 1998).

L'effet du mois de poulinage sur l'intervalle poulinage-1ere saillie était très hautement significatif, en effet, il faut prendre en considération l'article 5 du chapitre I du décret exécutif N° 90-12 du 1<sup>er</sup> Janvier 1990 fixant les attributions du Ministère de l'agriculture : la saison de monte s'étend du 15 Février au 15 Juin de chaque année, on peut constater une augmentation de l'intervalle poulinage-1ere saillie pour les juments qui mettront bas au mois de Janvier d'une quinzaine de jours par rapports aux poulinages entre Février et Mai, ce qui justifie la moyenne de 26,16 jours obtenue lors de la présente étude.

Par ailleurs, le retard de l'involution utérine et les anoestrus de lactation chez les poulinières suitées peuvent retarder la date de la 1ere saillie post poulinage.



## Discussion

---

Trois semaines sont nécessaires afin que l'utérus retourne à son état pré gravide et que l'involution des glandes utérines soit achevée. Si ces dernières se maintiennent dans leur état dilaté et sécrétoire, il peut résulter en une mauvaise adaptation de l'endomètre pour une nouvelle gestation (Agricola, 2006).

Le bilan énergétique négatif pendant la lactation est un facteur majeur dans l'altération de la croissance folliculaire, de plus, la diminution de la sécrétion des gonadotrophines, de l'insuline et de la leptine sont impliqués dans le dysfonctionnement au niveau ovarien (Guillaume et al, 2006).

Le non respect du planning de gestion de la reproduction (choix des poulinières a saillir en fonction des résultats de leurs produits) peut avoir un impact négatif sur l'intervalle entre le poulinage et la 1ere saillie.

### **V. Intervalle poulinage-saillie fécondante :**

Dans la présente étude, la moyenne de l'intervalle poulinage-saillie fécondante était de  $40,95 \pm 29,15$  jours, avec un minimum de 8 jours et un maximum de 162 jours, ce qui est inférieur à celles rapportées par Hanlon et Firth (2012a) et W.M. Ahmed (2013) en Egypte qui sont de 50,8 jours et 54.24 jours respectivement.

Par contre, nos résultats sont supérieurs à ceux enregistrés par Van Rijssen et al (2010) en Nouvelle Zélande qui sont de 32 jours.

Les juments qui poulinent tardivement, probablement c'est des femelles qui ont eu des difficultés de conception durant la saison précédente à cause des différents problèmes, ce qui pourra être également présent dans la prochaine saison de reproduction. (Van Rijssen et al ,2010).

Les mortalités embryonnaires, les endométrites, la fertilité des étalons et le plan de gestion de la reproduction peuvent avoir un impact négatif sur l'intervalle entre poulinage et conception.

L'effet de l'étalon sur l'intervalle poulinage-saillie fécondante était très hautement significatif, les males âgés ont pris beaucoup plus de temps pour fertiliser les juments par rapport aux jeunes, cela peut être expliqué par la qualité de la semence et le nombre de juments servis.

## Discussion

---

Pour les étalons qui ont une faible production de spermatozoïdes, les éjaculations fréquentes peuvent avoir un impact négatif sur le volume de la semence déposée dans l'utérus de la jument (Varner et al, 1991).

### **VI. intervalle 1ere saillie-saillie fécondante :**

D'après les résultats de notre étude, la moyenne de l'intervalle 1ere saillie-saillie fécondante était de  $14,78 \pm 22,89$  jours avec un minimum de 1 jour et un maximum de 112 jours (plus de 3 cycles), ce qui est inférieur a celle rapportée par Cilek (2009) qui est de 45,12 jours.

Kutluca (1995), Cacic et al (2002) ont rapportés que l'intervalle 1ere saillie-saillie fécondante le plus bas est enregistré pendant le mois de Mai, Par contre, Cilek (2009) a rapporté que l'intervalle 1ere saillie-saillie fécondante le plus bas est aux alentours du mois de Mars, en ajoutant que la température approprié, l'humidité et la disponibilité de l'herbe au pâturage durant le printemps ont un effet favorable pour le fonctionnement des différents systèmes.

La plus grande valeur obtenue dans la présente étude a été pour les juments qui ont mis bas pendant le mois de Février avec 18,45 jours, ce qui est inférieur a celle rapportée par Kutluca (1990) qui est de 38,6 jours, tandis que, le plus bas intervalle a été enregistré pendant le mois de Mai affichant 3,46 jours ce qui est toujours inférieurs a 15,5 jours cité par le même auteur.

Nos résultats sont inférieurs aux valeurs rapportées par Zeller (2000), qui a enregistré un intervalle de 43,12 jours.

L'intervalle 1ere saillie-saillie fécondante est long chez les juments de plus de 12 ans, l'augmentation de l'âge des poulinières peut avoir une relation avec les changements qui surviennent au niveau de l'utérus ainsi que l'incidence des endométrites aiguës et la qualité des ovocytes (Staun et al, 1982).

Dans la présente étude, des valeurs variables sont enregistrées entre les différentes catégories d'âge, signalant que l'intervalle le plus bas a été obtenu pour les juments de 16 ans et le plus grand pour celles de 14 ans.

L'augmentation de l'intervalle 1ere saillie-saillie fécondante chez les juments de plus de 17 ans peut être associée à une diminution de la clairance utérine, aux kystes endométriaux ainsi qu'aux endométrites chroniques.

## Discussion

---

La diminution de la fertilité chez les juments âgées semble être multifactorielle. Les juments âgées ont une incidence plus élevée des changements au niveau de l'endomètre tels que la fibrose et l'inflammation (Kenney, 1978; Held et Rohrbach, 1991; Ricketts et Alonso, 1991b) et une diminution de la contractilité et de la clairance utérine (Carnevale et Ginther, 1992; LeBlanc et al, 1998; Cadario et al, 1999).

### **VII. Intervalle poulinage-poulinage :**

A travers nos résultats, la moyenne de l'intervalle poulinage-poulinage obtenue dans la présente étude était de  $370,04 \pm 26,96$  jours, avec un minimum de 323 jours et un maximum de 489 jours, ce qui est inférieur aux valeurs rapportées par Cilek (2009) pour la race arabe en Turquie, par Mohammed Saad Mohammed Alamaary (2013) en Arabie saoudite pour le pur sang arabe et par Taveira et Mota (2007) pour le pur sang Anglais au Brésil qui sont de  $371,79 \pm 1,57$  jours, 485 jours et 490,18 jours respectivement.

L'effet de l'âge sur l'intervalle poulinage-poulinage était très hautement significatif, l'augmentation de l'intervalle entre deux mises bas chez les poulinières âgées est due à la longueur de l'intervalle entre le poulinage et la saillie fécondante, ces femelles nécessitaient plus de deux cycles pour concevoir à cause des différents problèmes au niveau utérin et ovarien.

La fertilité de la jument commence à diminuer entre 10 ans et 15 ans selon différents auteurs (Hutton et Meacham, 1968 ; Laing et Leech, 1975 ; Hearn et al, 1993 ; Morris et Allen, 2002 ; Hemberg et al, 2004 ; Langlois et Blouin, 2004), ainsi, le risque des mortalités embryonnaires augmente à cet âge. L'âge de la jument est parmi les plus grands facteurs qui affectent les performances reproductives des chevaux (Terttu Katila et al, 2010).

Nos résultats montrent une variation de l'intervalle 1<sup>ère</sup> saillie-saillie fécondante, en effet, l'augmentation du nombre de cycles exploités et l'incidence des mortalités embryonnaires (6,34%) affecte considérablement l'intervalle poulinage-poulinage.

L'intervalle entre deux poulinages est influencé par la durée de l'intervalle entre la 1<sup>ère</sup> saillie et la saillie fécondante (Ludu Ioana Camelia et al, 2007).

Des études ont rapportées que le taux de mortalité embryonnaires chez le pur sang anglais varie entre 7,1% (Nath et al, 2010) et 12,2% (Yang et Cho, 2007).

## Discussion

---

Les juments primipares ne sont pas anatomiquement et physiologiquement préparées par rapport aux poulinières multipares car elles n'ont pas eu une gestation antérieure, donc la zone de contact entre le fœtus et le placenta est plus petite, ce qui entraîne une gestation plus longue (Valera et al, 2006). Wilsher et Allen (2003) ont démontré que les poulains nés des juments primipares étaient plus légers que ceux nés des femelles multipares, renforçant ainsi l'importance des premières gestations dans la préparation utérine de sorte que, l'embryon rencontre un environnement développé capable de fournir tous le Potentiel nécessaire à la croissance placentaire et fœtale, et réduire la durée de gestation.

L'effet du mois de poulinage sur l'intervalle poulinage-poulinage était très hautement significatif, les juments qui poulinent aux mois de janvier et février confirment qu'elles ont conçues en début de saison par rapport à celles qui mettront bas en mois de Mai.

Les juments devraient concevoir dès le premier mois après le poulinage pour réduire la période entre les mises bas (Fradinho et al, 2014).

D'après les résultats obtenus, nous remarquons un écart de 3 jours entre l'intervalle poulinage-poulinage des juments avec un produit male et l'intervalle de celles avec un produit femelle ; le sexe du produit a un effet significatif sur l'intervalle poulinage-poulinage, signalant une augmentation de 13,5 jours pour le sexe male par rapport au sexe femelle, cela peut être justifié par la durée de gestation qui dure plus chez les poulinières avec un Produit male (Taveira et Mota ,2007).

### **VIII. Nombre de cycles nécessaires a l'obtention d'une gestation :**

Dans la présente étude, la moyenne du nombre de cycles nécessaires a l'obtention d'une gestation était de  $1,75 \pm 0,67$  avec un minimum de 1 cycle et un maximum de 5 cycles, ce qui est supérieur a celles rapportées par Cilek (2009) pour le pur sang arabe en Turquie et par Sevinga et al (2002) qui sont de 1,53 cycle et 1,6 cycle respectivement.

En outre, A. Ali et al (2014) a enregistré une valeur de 1,46 cycle pour le pur sang arabe en Arabie saoudite, nos résultat sont aussi supérieur a ceux cités par l'auteur, cela peut être justifié par l'effet de l'âge de certaines poulinières de plus de 17 ans encore utilisées en reproduction du fait de leur valeurs génétiques.

## Discussion

---

Le maintien des vieilles juments en raison des performances sportives supérieures de leurs progénitures peut diminuer le taux de conception, car ce dernier diminue progressivement avec l'âge (Bailey, 1998).

Le statut reproductif a une influence sur le nombre de cycles nécessaires à l'obtention d'une gestation, les poulinières infertiles nécessitent plus de cycles pour concevoir par rapport aux juments suitées et Maidens, cela peut être justifié par les problèmes d'endométrites et le dysfonctionnement au niveau ovarien, par le développement de kystes folliculaires et lutéales qui perturbent le cycle.

Brück et al (1993), ont trouvé des différences significatives entre les Maidens, les poulinières suitées et les juments infertiles. Le nombre de cycles nécessaires à l'obtention d'une gestation était plus faible pour les juments suitées, que pour les femelles Maidens et infertiles, au contraire de nos résultats, où les Maidens ont montrées un nombre de cycles nécessaires à l'obtention d'une gestation le plus bas par rapport aux autres catégories de juments.

M. L. Schulman et al (2012) a rapporté que le nombre de cycles nécessaires à l'obtention d'une gestation chez les juments avortées est de 1,9 cycle, ce qui est supérieur à notre résultat.

Toutefois, Les performances de reproduction des juments avortées et des poulinières qui n'ont pas conçues au cours de la saison précédente ne sont pas différentes de celles des femelles laissées volontairement au repos (Morris et Allen, 2002; Hemberg et al, 2004; Nath et al, 2010; Sharma et al ,2010a).

L'âge de l'étalon a une grande influence sur le nombre de cycles nécessaires à l'obtention d'une gestation, les performances reproductives des males âgés diminuent considérablement à partir de 18 ans ; ainsi, certains sont beaucoup plus sollicités pour servir un grand nombre de femelles vu leurs valeurs génétiques.

Une diminution de la fertilité est observée chez certains étalons âgés entre 15 et 18 ans (Varner et al, 1991; Roser, 1997; Blanchard et al, 2010a) et cela est probablement dû à une dégénérescence testiculaire (Roser, 1997).

Les étalons qui arrivent à saillir plus de quatre juments par jour, peuvent avoir un taux de conception moins élevé par rapport à ceux qui servent moins de trois poulinières par jour (Blanchard et al, 2010b).

### **IX. Conception par cycle :**

Dans la présente étude, le taux de conception était de 59,52% au premier cycle, 22,35% au deuxième cycle et 7,93% au 3eme cycle, notre résultat est inférieur a celui rapporté par Warriach et al (2014) au Pakistan, qui est de 75% pour le pur sang arabe et 62% pour le pur sang Anglais au premier cycle, tandis que le deuxième cycle a enregistré une valeur supérieure a la notre pour le pur sang arabe qui est de 45% et une proche de nos résultats pour le pur sang Anglais qui est de 22%.

Par contre, Sevinga (2002) a rapporté un taux de conception au premier cycle de 44%, notre résultat est supérieur à celui cité par l'auteur.

Les résultats obtenus dans la présente étude pour le premier cycle sont supérieures aux valeurs citées par Hanlon et al (2012b) en Nouvelle Zélande pour le pur sang Anglais qui sont de 50,8%.

Chez le pur sang Anglais, le mois de saillie n'a aucune influence sur le taux de conception au premier et au deuxième cycle (Hemberg et al, 2004).

Aucun effet du stress d'été sur la fertilité des juments na été observé chez les juments pur-sang Anglais saillies sous un climat subtropical en Inde (Sharma et al, 2010b).

Notre étude révèle que les juments saillies entre le mois de Février et le mois de Mai arrivaient à concevoir plus tôt que celles saillies vers la fin, la disponibilité alimentaire au pâturage vers la fin de l'hiver et le début du printemps pourraient avoir un impact positif sur le fonctionnement de l'appareil reproducteur.

Le taux de conception le plus haut a été enregistré entre le mois de Février et le mois d'avril, tandis que le taux de conception le plus faible est obtenu pendant l'été et l'automne, cela est probablement dû aux particularités biologiques des 2 races pur sang arabe et arabe shagya ; le facteur qui affecte la présence ou l'absence d'une activité de reproduction est la longueur du jour et la température ambiante (Maya Popova ,2014).

Les poulinières saillies en début de saison de reproduction ont un taux de conception supérieur à celles servies vers la fin (Katila, 2003 ; Langlois et Blouin, 2004).

Les saillies en début de saison permettent d'avoir une grande opportunité de concevoir pour les poulinières (Langlois et Blouin, 2004).il est bien connu que la longueur du jour induit la

## Discussion

---

cyclicité chez la jument, cependant, le statut nutritionnel et les températures environnementales peuvent être parmi les facteurs influençant.

Nous avons constaté que sur les 269 juments saillies au foal heat, seulement 135 ont conçues, soit un taux de conception de 50,18%, probablement due a une mauvaise involution utérine, au contraire des 289 poulinières servis pendant le cycle suivant le foal heat ou on a enregistré un taux de conception de 71,97%, soit un nombre de 208 juments.

Le taux de conception au foal heat est de 10% à 20% inférieur à celui obtenu pendant les cycles suivants (Loy, 1980; Liux, 1980).

Les dystocies, la rétention placentaire et les endométrites sont associés a une diminution de la fertilité chez les juments saillies au foal heat (McKinnon et al, 1988; Lowis et Hyland, 1991; MacPherson et Blanchard, 2005).

Nos résultats révèlent que les Maidens avaient le plus haut taux de conception au 1<sup>er</sup> cycle par rapport aux autres catégories de juments, cela peut être expliqué par le fait que ces femelles nouvellement introduites en reproduction ne souffraient d'aucun problème au niveau de leurs appareils génitaux, a l'exception de quelques vieilles maidens qui nécessitaient un suivi minutieux afin d'augmenter leur chance de concevoir ; d'autres part, les juments suitées, présentaient le meilleur taux de conception pendant le 2eme et le 3eme cycle.

Les poulinières suitées sont les plus fertiles a l'exception du foal heat. Le taux de conception au foal heat est inférieur et les mortalités embryonnaires sont supérieurs par rapport aux cycles suivant (Chevalier-Clément, 1989 ; Morris et Allen, 2002).

Les Maidens ont le plus haut taux de conception, cela est probablement dû à leur jeune âge, qui est associé à un excellent état de l'appareil reproducteur (Yang et Cho, 2007; Bruck et al, 1993; Nath et al, 2010).

Certaines études ont montrées qu'il n ya pas d'effet du statut reproductif sur le taux de conception par cycle (Hemberg et al, 2004; Bosh et al, 2009; Benhajali et al, 2010; Sharma et al, 2010a), tandis que d'autres ont rapportées que les Maidens avaient le meilleur taux de conception par cycle (Nath et al, 2010). Certains auteurs ont publiés que les Maidens et les poulinières suitées ont un taux de conception par cycle similaire et plus haut que les juments infertiles (Hearn et al, 1993; Morris et Allen, 2002; Allen et al, 2007).

### **XI. Taux d'avortement et de mortalité embryonnaire :**

D'après les résultats de la présente étude, le taux d'avortement était de 5,81 %, avec un minimum de 1,61% enregistré en 2009 et un maximum de 9,83 % en 2008, nos valeurs sont supérieures à celle rapportées par Cilek (2009) en Turquie pour le pur sang arabe qui sont de 4,93%.

Par contre, notre résultat est inférieur à celui cité par Korabi et al (2014) en Croatie pour le pur sang Anglais qui est de 7,3%.

Warriach et al (2014) au Pakistan, a rapporté un taux d'avortement de 3% pour le pur sang arabe et 8% le pur sang Anglais, nos résultats apparaissent globalement répartis dans la plage des valeurs considérées comme normales dans la littérature.

L'insuffisance lutéale, les endométrites, la torsion du cordon ombilical, les placentites, certaines maladies infectieuses et le comportement agressif de certaines juments peuvent causer l'avortement.

Parmi les avortements d'origine non infectieuse, la torsion excessive du cordon ombilical était l'étiologie la plus fréquente (59,7 % des avortements non infectieux), et l'hypoplasie des villosités chorales représentait la deuxième cause (17,7 %). Venaient ensuite les malformations congénitales létales (7,1 %).

Les causes d'insuffisance placentaire autres que l'hypoplasie des villosités (gémellité, hydropisie des enveloppes, décollement prématuré du placenta et gestation dans le corps placentaire) étaient moins fréquentes. (Laugier et Tapprest, 2012).

Les causes infectieuses d'avortement étaient dominées par des infections bactériennes (79,4 % des avortements infectieux) devant les infections virales (15,7 %) et fongiques (1,8 %) (Laugier et Tapprest, 2012).

Nos résultats révèlent un taux de mortalité embryonnaire de 6,34 %, ce qui est inférieur à ceux rapportés par Papa F.O et al (1998), Nath et al (2010) et Yang et Cho (2007) qui sont de 13,28%, 7,1% et 12,2% respectivement.

Plusieurs facteurs étiologiques ont été décrits comme étant responsables de la mortalité embryonnaire chez les juments, impliquant à la fois la mère et l'embryon, les maladies inflammatoires et non inflammatoires de l'endomètre, l'insuffisance lutéale, l'âge maternel,



## Discussion

---

la lactation, le site de fixation intra - utérine de la vésicule embryonnaire, le stress, l'alimentation, la saison ou le climat, les anomalies chromosomiques et la qualité des ovocytes (Vanderwall, 2008).

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

# *Conclusion*

## Conclusion

---

Ce travail a permis d'évaluer les performances de reproduction chez la jument dans la région de Tiaret.

Les juments sont généralement saillies à partir de l'âge de 5 ans et mettront bas à partir de l'âge de 6 ans. La sélection des poulinières se fait par rapport aux résultats obtenues durant leurs carrières sportives.

L'intervalle poulinage-1ere saillie et l'intervalle poulinage-saillie fécondante sont variables et peuvent être affectés par l'âge des juments, la fertilité des étalons, et le plan de gestion de la reproduction.

L'intervalle 1ere saillie-saillie fécondante peut être influencé par le mois de saillie et l'âge des juments.

L'intervalle poulinage-poulinage se situe dans la plage des valeurs citées par les différents auteurs.

La valeur du nombre de cycles nécessaires à l'obtention d'une gestation est légèrement supérieure aux normes publiées par les différents auteurs, les poulinières infertiles et l'effet de certains étalons âgés ont eu un impact négatif sur ce paramètre.

Le taux de conception par cycles est similaire aux valeurs rapportées par plusieurs auteurs.

Le taux d'avortement est acceptable, cependant, il faut plus d'investigations pour mettre en évidence la cause de l'avortement répétitif chez certaines juments.

# *Recommendations*

## Recommandations

---

### *Recommandations :*

Etude de la cyclicité pour mettre en évidence l'effet de la saison dans l'année.

Le recours à l'insémination artificielle pour lutter contre les maladies vénériennes et inséminer un nombre important de juments à partir d'un seul éjaculat sur tout pour les étalons qui sont beaucoup sollicités vu leurs valeurs génétiques et sportives.

Effectuer des examens bactériologiques, cytologiques et histologiques chez les juments qui n'arrivaient pas à concevoir après deux cycles correctement exploités.

Investigation sur les avortements pour mettre en évidence les différentes causes de ce phénomène.

## *Références bibliographiques*

## Références bibliographiques

---

### *Références bibliographiques*

- (1) **A.Ali.**, M. Alamaary.,F.Al-Sobayli ; reproductive performance of arab mares in the kingdom of saudi arabia, Tierärztliche Praxis Großtiere ,p 145-149, 2014.
- (2) **Adams GP**, Kastelic JP, Bergfelt DR, Ginther OJ. 1987: Effect of uterine inflammation and ultrasonically-detected uterine pathology on fertility in the mare. J Reprod Fert 35:445–454.
- (3) **Adams, Gp**, Kastelic, Jp, Bergfekt, Dr & Ginther, OJ, 1987. Effect of uterine inflammation and ultrasonically-detected uterine pathology on fertility in the mare. Journal of Reproduction and Fertility. Supplement. Vol. 35, p. 445-454.
- (4) **Agricola, R.**, 2006. Microvascularization and proliferation cell nuclear antigen expression in the post-partum endometrium in the mare. Animal Reproduction Science. Vol. 94, pp. 417-419.
- (5) **Aitken GJ**. 2012: Subclinical fungal endometritis in an 8-year-old Hanoverian mare. Can Vet J 53:196-8. Review.
- (6) **Alexander, S.L.**, Irvine, C.H., 1987. Secretion rates and short-term patterns of gonadotrophin-releasing hormone, FSH and LH throughout the periovulatory period in the mare. J Endocrinol 114, 351-362.
- (7) **Allen JL**, Begg AP, Browning GF. 2011: Outbreak of equine endometritis caused by a genotypically identical strain of *Pseudomonas aeruginosa*. J Vet Diagn Invest 23:1236-1239.
- (8) **Allen WR**, Brown L, Wright M, Wilsher S. 2007: Reproductive efficiency of flatrace and national hunt thoroughbred mares and stallions in England. Equine Vet J 39:438 - 445.
- (9) **Allen.GP**. (2008). Equine rhinopneumonitis. In OIE Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals - 5th Edition (ed. OIE), pp. 979.989.
- (10) **Amann RP**. The fertility dilemma: perception vs actuality. Equine veterinary education 18, 159-64, 2006.
- (11) **Armstrong DG**, Webb R (1997) ovarian follicular dominance: the role of intraovarian growth factors and novel proteins. Rev Reprod 2: 139-146.
- (12) **Asbury, A.C.** et Lyle, S.K. 1993. Infectious causes of infertility. In : A.O. Mc Kinnon et J.L. Voss. Equine Reproduction. Philadelphia : Lea & Febiger, pp. 381-391.
- (13) **Ataseven VS**, Dağalp SB, Güzel M, Başaran Z, Tan MT, Geraghty B. 2009: Prevalence of equine herpesvirus-1 and equine herpesvirus-4 infections in equidae species in Turkey as determined by ELISA and multiplex nested PCR. Res Vet Sci 86:339-44.

## Références bibliographiques

---

- (14) **Atila, T**, 1996. Uterine defense mechanisms in the mare. *Animal Reproduction Science*. Vol. 42, p. 197-204.
- (15) **Aurich, C.**, Daels, P.F., Ball, B.A., Aurich, J.E., 1995. Effects of gonadal steroids on the opioid regulation of LH and prolactin release in ovariectomized pony mares. *J Endocrinol* 147, 195-202.
- (16) **Bailey CJ** (1998) Wastage in the Australian Thoroughbred Racing Industry. Rural Industries Research & Development Corporation, N98/52, 67p.
- (17) **Baldwin, D.M.**, Roser, J.F., Muyan, M., Lasley, B., Dybdal, N., 1991. Direct effects of free and conjugated steroids on GnRH stimulated LH release in cultured equine anterior pituitary cells. *J Reprod Fertil Suppl* 44, 327-332.
- (18) **Ball, B.A.**, T.V. Little, J.A. Weber and G.L. Woods. Survival of day 4 embryos from young, normal mares and aged, subfertile mares after transfer to normal recipient mares. *J. Reprod. Fert.* 85:187-194, 1989.
- (19) **Barbacini, S**, Necchi, D, Zavaglia, G et Squires, EL, 2003. Retrospective study on the incidence of postinsemination uterine fluid in mares inseminated with frozen/thawed semen. *Journal of Equine Veterinary Science*. Vol. 23, n° 11, p. 493–496.
- (20) **Barrandeguy M**, Thiry E. 2012: Equine coital exanthema and its potential economic implications for the equine industry. *Vet J* 191:35-40.
- (21) **Belin, F.**, Goudet, G., Duchamp, G., Gerard, N., 2000. Intrafollicular concentrations of steroids and steroidogenic enzymes in relation to follicular development in the mare. *Biol Reprod* 62, 1335-1343.
- (22) **Benhajali H**, Richard-Yris MA, Ezzaouia M, Charfi F, Hausberger M. 2010: Factors influencing conception rates of Arab mares in Tunisia. *Anim Reprod Sci* 117:106-110.
- (23) **Bergfelt DR** (2000) Estrous synchronization. In: *Equine breeding management and artificial insemination*. Samper, JC (ed.) Saunders Company, Philadelphia: 165-177.
- (24) **Bergfelt DR**, Adams GP (2007) Ovulation and corpus luteum development. In: *Current therapy in equine reproduction*. Rudolph, P (ed.). Saunders Company Publisher, St. Louis, Missouri: 1-13.
- (25) **Bergfelt, D.R.**, Mann, B.G., Schwartz, N.B., Ginther, O.J., 1991. Circulating concentrations of immunoreactive inhibin and FSH during the estrous cycle of mares. *Journal of Equine Veterinary Science* 11, 319-322.
- (26) **Betsch, J.M.** 1992. Diagnostic de l'infertilité d'origine cervico-utérine chez la jument. *Rec. Méd. Vét. Spécial Reproduction des Equidés*. Vol. 168, 11/12, pp. 1011-1027.



## Références bibliographiques

---

- (27) **Betsch, J.M.** 2003 .Fiche technique : cytologie utérine par lavage. *Prat. Vét. Equine.* 2003, Vol. 35, 138, pp. 51-52.
- (28) **Blanchard Cecile**, le Comtois et l'Auxois, exemples d'une race de trait développée et d'une race de trait en déclin; étude des différents aspects de leur élevage a partir d'une enquête de terrain. Thèse présentée à l'université Claude-Bernard - Lyon i (médecine - pharmacie) pour obtenir le grade de Docteur Vétérinaire. (2015).
- (29) **Blanchard T.L.**, Varner D.D., Schumacher J., Love C.C., Brinsko S.P., Rigby S.L., (2003) *Manuel of equine reproduction (second edition)* Mosby, St Louis, 253p.
- (30) **Blanchard TL**, Brinsko SP, Varner DD, Love CC, O'Meara A, Ramsey J. Relationships between stallion age, book size, number of matings (covers), breeding soundness examination findings, and fertility parameters in 15 Thoroughbred stallions (34 stallion years). *Clinical Theriogenology* 2, 91-7, 2010a.
- (31) **Blanchard TL**, Thompson JA, Brinsko SP, Varner DD, Love CC, Ramsey J, O'Meara A. Some factors associated with fertility of Thoroughbred stallions. *Journal of Equine Veterinary Science* 30, 407-18, 2010b.
- (32) **Blanchard TL**, Vorner DD, Schumacher J. *Manual of Equine Reproduction*. 4th ed. Mosby: Lea & Febiger, 1998, 785p.
- (33) **Blanchard.T.L**, Varner.D.D, Schumacher.J, Love.C.H.C, Brinsko.S.P & Rigby.S.L. (2007). Pregnancy loss. In *Manual of equine reproduction*, pp. 94-113: Elsevier.
- (34) **Bosh KA**, Powell D, Shelton B, Zent W. Reproductive performance measures among Thoroughbred mares in central Kentucky, during the 2004 mating season. *Equine Veterinary Journal* 41, 883-8, 2009.
- (35) **Bosu W.T.K.**, Smith C.A., (1993) Uterine cytology, in: McKinnon A.O, Voss J.L (eds), *equine reproduction*, editions Lea & Febiger, Philadelphia, 397-403.
- (36) **Bragg Weber ND**, Pierson RA, Card CE (2002) Relationship between estradiol 17- $\beta$  and endometrial echotexture during natural and hormonally manipulated estrus in Mares. *Proceedings A.A.E.P.*: 41-47.
- (37) **Briant, C.**, 2004. Stimulation ovarienne chez la ponette Welsh en vue de la production d'embryons. Limites physiologiques et techniques. Thèse pour l'obtention du grade de docteur de l'université de Tours.
- (38) **Briant, C.**, Ottogalli, M., Morel, M., Guillaume, D., 2003. Use of a GnRH antagonist, antarelix, associated or not with hCG, to control ovulation in cyclic pony mares. *Domest Anim Endocrinol* 24, 305-322.
- (39) **Brinsko, SP**, Blanchard, TL, Varner, DD, Schumacher, J et Love, CC, 2010. Endometritis. *Manual of Equine Reproduction*. Maryland Heights, Missouri : Elsevier Health.

## Références bibliographiques

---

- (40) **Brook, D.** 1993. Uterine Cytology. In : A.O. McKinnon et J.L. Voss. Equine Reproduction. Philadelphia : Lea & Febiger, pp. 246-254.
- (41) **Brown-Douglas CG**, Firth EC, Parkinson TJ, Fennessy PF. 2004: Onset of puberty in pasture -raised Thoroughbreds born in southern hemisphere spring and autumn. *Equine Vet J* 36:499-504.
- (42) **Brück I**, Anderson GA, Hyland JH. 1993: Reproductive performance of thoroughbred mares on six commercial stud farms. *Aust Vet J* 70:299-303.
- (43) **Bruyas, J.F.** 2005. Endométrites post-saillie ou post-insémination : approches thérapeutiques et préventives. *Prat. Vét. équine*. Vol. 37, 147, pp. 5-18.
- (44) **Bruyas, J.F.**, 2013. Thérapeutique anti-infectieuse raisonnée des métrites et endométrites de la jument. *Pratique Vétérinaire Equine*. Vol.45, n°177, p. 7-16.
- (45) **Buff PR**, Dodds AC, Morrison CD, Whitley NC, McFadin EL, Daniel JA, Djiane J, Keisler DH: Leptin in horses: tissue localisation and relationship between peripheral concentrations of leptin and body condition. *J AnimSci* 2002, 80:2943-2948.
- (46) **Buisson, S.** 2008. Imagerie: Atlas d'images échographiques normales et anormales chez la jument. *Le Nouveau Praticien Vétérinaire Equine* .Vol. 5, 18, pp. 29-34.
- (47) **Burns, P.J.**, Douglas, R.H., 1981. Effects of daily administration of estradiol-17 beta on follicular growth, ovulation, and plasma hormones in mares. *Biol Reprod* 24, 1026-1031.
- (48) **Cacic, M., P.** Caput and A. Ivankovic, 2002. Influence of environmental and genetic factors on the reproductive characteristics and fertility of posavina mares. *Stocarstvo*, 56: 243-256.
- (49) **Cadario ME**, Merritt AM, Archbald LF, Thatcher WW, LeBlanc MM. Changes in intrauterine pressure after oxytocin administration in reproductively normal mares and in those with a delay in uterine clearance. *Theriogenology*51, 1017-25, 1999.
- (50) **Caraty, A.**, Evans, N.P., Fabre-Nys, C.J., Karsch, E.J., 1995. The preovulatory gonadotrophin-releasing hormone surge: a neuroendocrine signal for ovulation. *J Reprod Fertil Suppl* 49, 245-255.
- (51) **Carnevale EM**, Ginther OJ. Relationships of age to uterine function and reproductive efficiency in mares. *Theriogenology*37, 1101-15, 1992.
- (52) **Carnevale, E.M.**, 2008. The mare model for follicular maturation and reproductive aging in the woman. *Theriogenology* 69, 23-30.
- (53) **Carnevale, E.M.**, Bergfelt, D.R., Ginther, O.J., 1993. Aging effects on follicular activity and concentrations of FSH, LH, and progesterone in mares. *Animal Reproduction Science* 31, 287-299.

## Références bibliographiques

---

- (54) **Cebulj-Kadunc N**, Cestnik V, Kosec M. 2006: Onset of puberty and duration of seasonal cyclicity in Lipizzan fillies. *Equine Vet J* 38:350-353.
- (55) **Chaffaux.S.** (2009). Collège avortement du RESPE. In *Bulletin du RESPE*, vol. 25,pp. 12.
- (56) **Chevalier-Clement F.** (1989) Pregnancy loss in the mare. *Anim.Reprod. Sci.* 20, 231-244.
- (57) **Cilek S.** 2009: The Survey of Reproductive Success in Arabian horse Breeding from 1976-2007 at Anadolu State Farm in Turkey. *J Anim Vet Adv* 2:389-39.
- (58) **Cilek, S**, 2008, Environmental factors affecting reproductive performance of mares. *Indian J.Anim. Sci* , 78 (12) ( in press).
- (59) **Conn, P.M.**, Huckle, W.R., Andrews, W.V., McArdle, C.A., 1987. The molecular mechanism of action of gonadotropin releasing hormone (GnRH) in the pituitary. *Recent Prog Horm Res* 43, 29-68.
- (60) **Cozens ER.** 2009: Pyometra and complete vaginal adhesion in a miniature horse. *Can Vet J* 50:971-972.
- (61) **Crabtree J.** 2011: Review of seven cases of granulosa cell tumour of the equine ovary. *Vet Rec* 169:251.
- (62) **Crowder, M.E.**, Herring, R.D., Nett, T.M., 1986. Rapid recovery of gonadotroph functions after down-regulation of receptors for GnRH in ewes. *J Reprod Fertil* 78, 577-585.
- (63) **Crowell-Davis SL** (2007) Sexual behavior of mares. *Horm Behav* 52: 12-17.
- (64) **Daels PF** and Hughes JP. 1993. The normal estrous cycle. In: MCKINNON A and VOSS JL, editors. *Equine reproduction*. Philadelphia:Williams&Wilkins, 121-132.
- (65) **Daels, P.F.**, Ammon, D.C., Stabenfeldt, G.H., Liu, I.K., Hughes, J.P., Lasley, B.L., 1991. Urinary and plasma estrogen conjugates, estradiol and estrone concentrations in non pregnant and early pregnant mares. *Theriogenology* 35, 1001-1017.
- (66) **Davies Morel, M.C.G.** 2008. Infertility. *Equine Reproductive Physiology, Breeding and Stud Management*. Wallingford : CAB International, pp. 237-255.
- (67) **Denning-Kendall, P.A.**, Wathes, D.C., 1994. Acute effects of prostaglandin F2 alpha, luteinizing hormone, and estradiol on second messenger systems and on the secretion of oxytocin and progesterone from granulosa and early luteal cells of the ewe. *Biol Reprod* 50, 765-773.
- (68) **Dhakal P**, Hirama A, Nambo Y, Harada T, Sato F, Nagaoka K, Watanabe G, Taya K. 2012: Circulating pituitary and gonadal hormones in spring born Thoroughbred fillies and colts from birth to puberty. *J Reprod Dev* 58:522-530.

## Références bibliographiques

---

- (69) **Dickson SE**, Fraser HM (2000) Inhibition of early luteal angiogenesis by gonadotropin-releasing hormone antagonist treatment in the primate. *J Clin Endocrinol Metab* 85: 2339-2344.
- (70) **Diskin, M.G.**, Mackey, D.R., Roche, J.F., Sreenan, J.M., 2003. Effects of nutrition and metabolic status on circulating hormones and ovarian follicle development in cattle. *Anim Reprod Sci* 78, 345-370.
- (71) **Donadeu FX**, Ginther OJ (2002) Changes in concentrations of follicular fluid factors during follicle selection in mares. *Biol Reprod* 66: 1111-1118.
- (72) **Driancourt, M.A.** & Palmer, E. 1982. Seasonal and individual effects on ovarian and endocrine responses of mares to a synchronization treatment with progestagen-impregnated vaginal sponges. *Journal of Reproduction and Fertility Suppl.* 32: 283–291.
- (73) **Eagle, R.C.**, Tortonese, D.J., 2000. Characterization and distribution of gonadotrophs in the pars distalis and pars tuberalis of the equine pituitary gland during the estrous cycle and seasonal anestrus. *Biol Reprod* 63, 826-832.
- (74) **Ellenberger C**, Müller K, Schoon HA, Wilsher S, Allen WR. 2009: Histological and immunohistochemical characterization of equine anovulatory haemorrhagic follicles (AHFs). *Reprod Domest Anim* 44:395-405.
- (75) **El-Wishy AB**, El-Sayed MAI, Seida AA, Ghoneim IM, Serur BH. 1990: Some Aspects of Reproductive Performance in Arabian Mares in Egypt. *Reprod Domest Anim* 4:227–234.
- (76) **Ensminger ME**. 1990: *Horses and Horsemanship: Animal Agriculture Series*. Sixth Edition. Interstate Publishers pp. 149-150.
- (77) **Evans, M.J.**, Irvine, C.H., 1975. Serum concentrations of FSH, LH and progesterone during the oestrous cycle and early pregnancy in the mare. *J Reprod Fertil Suppl*, 193-200.
- (78) **Evans, N.P.**, Dahl, G.E., Padmanabhan, V., Thrun, L.A., Karsch, F.J., 1997. Estradiol requirements for induction and maintenance of the gonadotropin-releasing hormone surge: implications for neuroendocrine processing of the estradiol signal. *Endocrinology* 138, 5408-5414.
- (79) **Ferrer MS**, Lyle SK, Paccamonti DL, Eilts BE, Hosgood G, Godke RA. 2012: Persistent breeding-induced endometritis after hysteroscopic insemination in the mare. *Reprod Domest Anim* 47:732-739.
- (80) **Fitzgerald, B.P.**, l'Anson, H., Legan, S.J., Loy, R.G., 1985. Changes in patterns of luteinizing hormone secretion before and after the first ovulation in the postpartum mare. *Biol Reprod* 33, 316-323.
- (81) **Fitzgerald BP**, McManus CJ: Photoperiodic versus metabolic signals as determinants of seasonal anestrus in the mare. *Biol Reprod* 2000,63:335-340.

## Références bibliographiques

---

- (82) **Fortier.G**, pitel.P.H, maillard.K & pronost.S. (2003). Herpès virus en pathologie équine: connaissances actuelles et perspectives. In Bulletin de l'Académie Vétérinaire- France, vol. 156 (2), pp. 13-24.
- (83) **Fradinho M.J.** , M.J. Correia , V. Grácio , M. Bliebernicht, A. Farrim, L. Mateus, W. Martin-Rosset , R.J.B. Bessa , R.M. Caldeira , G. Ferreira-Dias , Effects of body condition and leptin on the reproductive performance of Lusitano mares on extensive systems, *theriogenology*.2014. Elsevier.
- (84) **Frederico LM**, Gerard MP, Pinto CR, Gradil CM. 2007: Bilateral occurrence of granulosa-theca cell tumors in an Arabian mare. *Can Vet J*48:502-505.
- (85) **Fuentes, F.**; Gonzalo, C.; Herrera, M.; Quiles, A.; Hevia, M. Parámetros reproductivos del caballo Arabe. *ITEA*, 86A: 172-177. 1990.
- (86) **Garcia, M.C.**, Ginther, O.J., 1975. Plasma luteinizing hormone concentration in mares treated with gonadotropin releasing hormone and estradiol. *Am J Vet Res* 36, 1581-1584.
- (87) **Gastal EL** (2009) Recent advances and new concepts on follicle and endocrine dynamics during the equine periovulatory period. *Anim Reprod* 6: 144-158.
- (88) **Gastal EL**, Bergfelt DR, Nogueira GP, Gastal MO, Ginther OJ (1999) Role of luteinizing hormone in follicle deviation based on manipulating progesterone concentrations in mares. *Biol Reprod* 61: 1492-1498.
- (89) **Gastal EL**, Gastal MO, Bergfelt DR, Ginther OJ (1997) Role of diameter differences among follicles in selection of a future dominant follicle in mares. *Biol Reprod* 57: 1320-1327.
- (90) **Gee EK**, Dicken M, Archer RM, Herdan CL, Pauwels FE, Drayton BM. 2012: Granulosa theca cell tumour in a pregnant mare: concentrations of inhibin and testosterone in serum before and after surgery. *N Z Vet J*60:160-163.
- (91) **Gentry, L.R.**, Thompson, D.L.Jr., Stelzer, A.M.2002. Responses of seasonally anovulatory mares to daily administration of thyrotropin releasing hormone and (or) gonadotropin releasing hormone analog. *J Anim Sci.* 80:208–213.
- (92) **Ginther OJ**. 1992. Reproductive biology of the mare: basic and applied aspects. 2nd ed. Cross Plains, Wisconsin: Equiservices, 642p.
- (93) **Ginther OJ** (1990) Folliculogenesis during the transitional period and early ovulatory season in mares. *J Reprod Fertil* 90: 311-320.
- (94) **Ginther OJ** (2000) Selection of the dominant follicle in cattle and horses. *Anim Reprod Sci* 60-61: 61-79.

## Références bibliographiques

---

- (95) **Ginther OJ**, Beg M A, Gastal MO, Gastal EL. 2004a: Follicle dynamics and selection in mares. *Anim. Reprod* 1:45-63.
- (96) **Ginther OJ**, Beg MA, Bergfelt DR, Donadeu FX, Kot K (2001) Follicle selection in monovular species. *Biol Reprod* 65: 638-647.
- (97) **Ginther OJ**, Beg MA, Bergfelt DR, Kot K (2002) Activin A, estradiol, and free insulin-like growth factor I in follicular fluid preceding the experimental assumption of follicle dominance in cattle. *Biol Reprod* 67: 14-19.
- (98) **Ginther OJ**, Beg MA, Neves AP, Mattos RC, Petrucci BP, et al. (2008c) Miniature ponies: 2. Endocrinology of the oestrous cycle. *Reprod Fertil Dev* 20: 386-390.
- (99) **Ginther OJ**, Bergfelt DR (1993) Growth of small follicles and concentrations of FSH during the equine oestrous cycle. *J Reprod Fertil* 99: 105-111.
- (100) **Ginther OJ**, Gastal EL, Gastal MO, Bergfelt DR, Baerwald AR, et al. (2004b) Comparative study of the dynamics of follicular waves in mares and women. *Biol Reprod* 71: 1195-1201.
- (101) **Ginther OJ**. 1988: Ultrasonic imaging of equine ovarian follicles and corpora lutea. *Vet Clin North Am Equine Pract* 4:197-213. Review.
- (102) **Ginther OJ**: Regular and irregular characteristics of ovulation and the interovulatory interval in mares. *Equine veterinary science* 1989, 9(4); 4-12.
- (103) **Ginther OJ**: ultrasonic imaging and reproductive events in the mare. Published by Equiservice INC, cross plain 1986.
- (104) **Ginther, O.J.**, Almamun, M., Shahiduzzaman, A.K., Beg, M.A., 2010. Disruption of the periovulatory LH surge by a transient increase in circulating 17beta-estradiol at the time of ovulation in mares. *Anim Reprod Sci* 117, 178-182.
- (105) **Ginther, O.J.**, Gastal, E.L., Gastal, M.O., Beg, M.A., 2005. Regulation of circulating gonadotropins by the negative effects of ovarian hormones in mares. *Biol Reprod* 73, 315-323.
- (106) **Ginther, O.J.**, Gastal, E.L., Gastal, M.O., Beg, M.A., 2008a. Dynamics of the Equine Preovulatory Follicle and Periovulatory Hormones: What's New? *Journal of Equine Veterinary Science* 28, 454-460.
- (107) **Ginther, O.J.**, Gastal, E.L., Gastal, M.O., Beg, M.A., 2008b. Passage of postovulatory follicular fluid into the peritoneal cavity and the effect on concentrations of circulating hormones in mares. *Anim Reprod Sci* 107, 1-8.
- (108) **Ginther, O.J.**, Gastal, M.O., Gastal, E.L., Jacob, J.C., Beg, M.A., 2008d. Induction of haemorrhagic anovulatory follicles in mares. *Reprod Fertil Dev* 20, 947-954.

## Références bibliographiques

---

- (109) **Ginther, O.J.**, Utt, M.D., Beg, M.A., Gastal, E.L., Gastal, M.O., 2007. Negative effect of estradiol on luteinizing hormone throughout the ovulatory luteinizing hormone surge in mares. *Biol Reprod* 77, 543-550.
- (110) **Ginther, O.J.**, Utt, M.D., Bergfelt, D.R., Beg, M.A., 2006. Controlling inter relationships of progesterone/LH and estradiol/LH in mares. *Anim Reprod Sci* 95, 144-150.
- (111) **Ginther, O.J.** 1995. Uterus. *Ultrasonic imaging and animal reproduction : horses. Book 2. Cross Plains : Equiservices* , pp. 89-119.
- (112) **Greaves, H.E.**, Kalariotes, V., Cleaver, B.D., Porter, M.B., Sharp, D.C., 2001. Effects of ovarian input on GnRH and LH secretion immediately postovulation in pony mares. *Theriogenology* 55, 1095-1106.
- (113) **Grubaugh, W.R.**, Sharp, D.C., Berglund, L.A., McDowell, K.J., Kilmer, D.M., Peck, L.S., Seamans, K.W. 1982. Effects of pinealectomy in pony mares. *Journal of Reproduction and Fertility Suppl.* 32:293–295.
- (114) **Grüniger, B.** 1998. Incidence and morphology of endometrial angiopathies in mares in relationship to age and parity. *J.Comp.Path.*, Vol. 119, pp. 293-309.
- (115) **Guérin, B.** 1992. Diagnostic bactériologique de la Métrite contagieuse équine : prélèvements, culture et caractérisation de *Taylorella equigenitalis*. *Rec. Méd. Vét.*, Vol. 168, 6/7, pp. 1029-1043.
- (116) **Guillaume, D.** & Palmer, E. 1991. Effect of a quick alteration of long days and short days on gonadotrophin pattern in ovariectomised pony mares. In *Proceedings of the Joint Meeting of the Society for the Study of Fertility and Société Française pour l'étude de la Fertilité*, Paris, 1991/12/13–14. *Journal of Reproduction and Fertility: Abst. Series N°8*, Abst. N°45, p.28.
- (117) **Guillaume, D.**, Rio, N., Toutain, P.L. 1995. Kinetic studies and production rate of melatonin in pony mares. *American Journal of Physiology* 268:R1236–R1241.
- (118) **Guillaume, D.**, Salazar-Ortiz, J., Martin-Rosset, W. (2006). Effects of nutrition level in mares'ovarian activity and in equines'puberty. In: *Nutrition and feeding of the broodmare* (p. 315-339). Publication - European Association for Animal Production, 120. Presented at European Workshop on Equine Nutrition, Campobasso, ITA (2006-06-20 - 2006-06-22). Wageningen, NLD : Wageningen Academic Publishers.
- (119) **H. M. Warriach**, M. A. Memon, N. Ahmad, S. T. Norman, A. Ghafar and M. Arif, Reproductive Performance of Arabian and Thoroughbred Mares under Subtropical Conditions of Pakistan, *Asian Australas. J. Anim. Sci.* (2014) .27:932-936.
- (120) **Hanlon DW**, Firth EC ,The reproductive performance of Thoroughbred mares treated with intravaginal progesterone at the start of the breeding season. *Theriogenology* 2012a; 77: 952–958.

## Références bibliographiques

---

- (121) **Hanlon DW**, Stevenson M, Evans MJ, Firth EC. 2012b: Reproductive performance of Thoroughbred mares in the Waikato region of New Zealand: 1. Descriptive analyses. *N Z Vet J* 60:329-334.
- (122) **Hayes KE**, Pierson RA, Scraba ST, Ginther OJ (1985) Effects of estrous cycle and season on ultrasonic uterine anatomy in mares. *Theriogenology* 24: 465-477.
- (123) **Hearn P.**, B. Bonnett and J. Samper (1993) Factors influencing pregnancy and pregnancy loss on one thoroughbred farm. *Proc.39th Ann. Conv. Am. Ass. Equine Pract.*, 161-163.
- (124) **Hebia-Fellah I**, Léauté A, Fiéni F, Zientara S, Imbert-Marcille BM, Besse B, Fortier G, Pronost S, Miszczak F, Ferry B, Thorin C, Pellerin JL, Bruyas JF. 2009: Evaluation of the presence of equine viral herpesvirus 1 (EHV-1) and equine viral herpesvirus 4 (EHV-4) DNA in stallion semen using polymerase chain reaction (PCR). *Theriogenology* 71:1381-1389.
- (125) **Held JP**, Rohrbach B. Clinical significance of uterine biopsy results in the maiden and non-maiden mare. *Journal of Reproduction and Fertility Supplement*44, 698-9, 1991.
- (126) **Hemberg E**, Lundeheim N, Einarsson S. 2004: Reproductive performance of thoroughbred mares in Sweden. *Reprod Dom Anim* 39:81-85.
- (127) **Hevia ML**, Quiles AJ, Fuentes F, Gonzalo C. 1994: Reproductive performance of thoroughbred horses in Spain. *J Equine Vet Sci* 14:89 –92.
- (128) **Hughes JE**, Stabenfeldt, GH, Kindahl, H, Kennedy RC. 1979: Pyometra in the mare. *J Reprod Fert* 27:321-329.
- (129) **Hughes JP**, Stabenfeldt GH, Evans JW: clinical and endocrine aspect of the estrus cycle in the mare. *Proceeding American Association Equine Practitioner, San Francisco 1989*, 119-151.
- (130) **Hughes JP**, Stabenfeldt GH, Evans JW: the estrus cycle of the mare. *Journal of reproduction and fertility* 1975, sup 23, 161-166.
- (131) **Hughes JP**, Stabenfeldt GH, Evans JW: the estrus cycle of the mare and its uterine control, *Australian veterinary journal* 1977, 53, 415-419.
- (132) **Hutton C. A.** and T. N. Meacham (1968) Reproductive efficiency on fourteen horse farms. *J. Anim. Sci.* 27, 434-438.
- (133) **Immegart, H.** 2007. Infertility due to noninflammatory abnormalities of the tubular reproductive tract. In: R.S. Youngquist et W.R. Threlfall. *Current Therapy in Large Animal Theriogenology*. 2nd Edition. St Louis: Saunders Elsevier, pp. 153-157.
- (134) **Irvine CHG**, Alexander SL, Mckinnon AO (2000) Reproductive hormone profiles in mares during the autumn transition as determined by collection of jugular blood at 6 h intervals throughout ovulatory and anovulatory cycles. *J Reprod Fert* 118: 101-109.



## Références bibliographiques

---

- (135) **Irvine CHG.** Gonadotrophin profiles and dioestrus pulsatile release patterns in mares as determined by collection of jugular blood at four hours intervals throughout an oestrous cycle. *J. Reprod. Fert.*, 1998, 113: 315-322.
- (136) **Irvine, C.H.**, Alexander, S.L., 1987. A novel technique for measuring hypothalamic and pituitary hormone secretion rates from collection of pituitary venous effluent in the normal horse. *J Endocrinol* 113, 183-192.
- (137) **Irvine, C.H.**, Alexander, S.L., 1994. The dynamics of gonadotrophin-releasing hormone, LH and FSH secretion during the spontaneous ovulatory surge of the mare as revealed by intensive sampling of pituitary venous blood. *J Endocrinol* 140, 283-295.
- (138) **Irvine, C.H.**, Alexander, S.L., 1997. Patterns of secretion of GnRH, LH and FSH during the postovulatory period in mares: mechanisms prolonging the LH surge. *J Reprod Fertil* 109, 263-271.
- (139) **Irvine, C.H.**, Turner, J.E., Alexander, S.L., Shand, N., van Noordt, S., 1998. Gonadotrophin profiles and dioestrous pulsatile release patterns in mares as determined by collection of jugular blood at 4 h intervals throughout an oestrous cycle. *J Reprod Fertil* 113, 315-322.
- (140) **J.D. Van Rijssen** , E.K. Gee, C.W. Rogers, J.R. O'brien, Factors influencing gestation length and interval from foaling to conception in mares managed on a commercial Thoroughbred studfarm, *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production* 2010.Vol 70: 146-148.
- (141) **Jacob, J.C.**, Gastal, E.L., Gastal, M.O., Carvalho, G.R., Beg, M.A., Ginther, O.J., 2009. Temporal relationships and repeatability of follicle diameters and hormone concentrations within individuals in mares. *Reprod Domest Anim* 44, 92-99.
- (142) **Jalim SL**, McKinnon AO. 2010: Surgical results and fertility following correction of vesicovaginal reflux in mares. *Aust Vet J* 88:182-185.
- (143) **Kähn, W.** 1994. Diagnostic échographique chez la jument. *Atlas de diagnostics échographiques*. Paris : Maloine, pp. 11-82.
- (144) **Karadzhov, T.**, (1997). Vliyanie na nyakoi genetichni i negenetichni faktori varhu reproductivnite pokazateli i eksteriornite izmerenia pri konete ot Plevenska iDunavska porodi. St.Zagora 1997 Disertatsia.
- (145) **Karsch, F.J.**, Robinson, J.E., Woodfill, C.J.I.,Brown, M.B. 1989. Circannual cycles of luteinizing hormone and prolactin secretion in ewes during prolonged exposure to a fixed photoperiod: Evidence for an endogenous reproductive rhythm. *Biol Reprod*.41:1034–1046.
- (146) **Kaspar B**, Kähn W, Laging C, Leidl W. 1987: Endometrial cysts in the mare. 1. Post- mortem studies: occurrence and morphology. *Tierarztl Prax* 15:161-166.

## Références bibliographiques

---

- (147) **Katila T**, 2012: Post-mating inflammatory responses of the uterus. *Reprod Domest Anim* 5:31-41.
- (148) **Katila T**. (2003) Effects of hormone treatments, season, age and type of mares on ovulation, twinning and pregnancy rates of mares inseminated with fresh and frozen semen. *Pferdeheilkunde* 19,619-624.
- (149) **Kenney RM**. Cyclic and pathologic-changes of mare endometrium as detected by biopsy, with a note on early embryonic death. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 172, 241-62, 1978.
- (150) **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, 232-240.
- (151) **Knight, P.G.**, Glistler, C., 2001. Potential local regulatory functions of inhibins, activins and follistatin in the ovary. *Reproduction* 121, 503-512.
- (152) **Koc, M.** and A. Altinel, 1992. The studies on some characteristics of arabian horses at anadolu state farm. *J. Fac. Vet. Univ. Istanbul*, 18: 90-101.
- (153) **Kooistra, L.H.** & Ginther, O.J. 1975. Effect of photoperiod on reproductive activity and hair in mares. *American Journal of Veterinary Research*. 36:1413–1419.
- (154) **Korabi N**, Baban Mirjana, Antunovic B, Pavicic Ž, Ostovic M, Tadic D, Jakšić D, Prvanovic Babić Nikica ; reproductive parameters of thoroughbred mares in Croatia, *stocarstvo* 68:2014 (1) 3-9.
- (155) **Koskinen, E.** & Katila, T. 1991. Onset of luteal activity in non-foaling mares during the early breeding season in Finland. *Acta Vet Scand*. 32(3):319–325.
- (156) **Koskinen, E.**, Kurki, E., Katila, T. 1991. Onset of luteal activity in foaling and seasonally anoestrous mares treated with artificial light. *Acta Vet Scand*. 32(3):307–312.
- (157) **Kucuk H**. Estimation the level of production characteristics of arab, haf-linger and halfbred haflinger horses kept at karacabey state farm. Ph.D. Thesis, Istanbul University the Institute for Health Sciences, Istanbul, 1990.
- (158) **Kutluca, A.**, 1995. Fertility traits in purebred arabian mares. Ph.D. Thesis, Ankara University the Institute for Health Sciences, Ankara.
- (159) **Laing J. A.** and F. B. Leech (1975) The frequency of infertility in Thoroughbred mares. *J. Reprod. Fertil., Suppl.* 23, 307-310.
- (160) **Langlois B**, Blouin C, Chaffaux S. 2012: Analysis of several factors of variation of gestation loss in breeding mares. *Animal* 6:1925-1930.

## Références bibliographiques

---

- (161) **Langlois B.** and C. Blouin (2004) Statistical analysis of some factors affecting the number of horse births in France. *Reprod. Nutr. Dev.*44, 583-595.
- (162) **Langlois, B.** Estimation de quelques paramètres démographiques du Pur Sang Anglais en France. *Ann. Génét. Sél. Anim.*, 8: 315-329. 1976.
- (163) **LeBlanc MM**, Magsig J, Stromberg AJ. 2007: Use of a low-volume uterine flush for diagnosing endometritis in chronically infertile mares. *Theriogenology* 68:403-412.
- (164) **LeBlanc MM**, Causey RC. 2009: Clinical and subclinical endometritis in the mare: both threats to fertility. *Reprod Domest Anim* 3:10-22.
- (165) **LeBlanc MM**, Neuwirth L, Jones L, Cage C, Mauragis D. Differences in uterine position of reproductively normal mares and those with delayed uterine clearance detected by scintigraphy. *Theriogenology*50, 49-54, 1998.
- (166) **LeBlanc MM**. 2010a: Advances in the diagnosis and treatment of chronic infectious and post-mating-induced endometritis in the mare. *Reprod Domest Anim* 2:21-27.
- (167) **LeBlanc, M.M.** 1993. Endoscopy. In : A.O. McKinnon et J.L. Voss. *Equine Reproduction* . Philadelphia : Lea & Febiger, pp. 255-257.
- (168) **LeBlanc, M.M.** 2008. When to refer an infertile mare to a theriogenologist. *Theriogenology*. Vol. 70, pp. 421-429.
- (169) **LeBlanc, MM**, 2010b. The postpartum mare: Managing basic problems (Proceedings). In : *dvm360°* [en ligne]. Disponible à l'adresse : <http://veterinarycalendar.dvm360.com/postpartum-mare-managing-basic-problems-proceedings?id=&sk=&date=&%0A%09%09%09&pageID=2>.
- (170) **Leidl W**, Kaspar B, Kahn W. 1987: Endometrial cysts in the mare. 2. Clinical studies: occurrence and significance. *Tiera"rtztliche Praxis* 15:281-289.
- (171) **Lindzey, J.**, Jayes, F.L., Yates, M.M., Couse, J.F., Korach, K.S., 2006. The bi-modal effects of estradiol on gonadotropin synthesis and secretion in female mice are dependent on estrogen receptor-alpha. *J Endocrinol* 191, 309-317.
- (172) **Liuex P.** 1980: Comparative results of breeding on the first and second post-foaling heat periods. *Proc Am Assoc Equine Pract* pp. 129-132.
- (173) **Lowis TC**, Hyland J. Analysis of post-partum fertility in mares on a Thoroughbred stud in southern Victoria. *Australian Veterinary Journal* 68, 304-6, 1991.
- (174) **Loy RG.** 1980: Characteristics of postpartum reproduction in mares. *Vet Clin North Amer Large Anim Prac* 2:345-348.
- (175) **Ludu Ioana Camelia**, Marcu N., Sut-Gherman Mariana, Ludu O. the analysis of reproduction indices in the transylvanian half-heavy horse breed in beclean stud farm, *Lucrari stiintifice Zootehnie si Biotehnologii*, vol. 40(2), (2007), Timisoara p 165-172.

## Références bibliographiques

---

- (176) **M. L. Schulman**, P. H. Kass, A. Becker, B. Van der Merwe, A predictive model for reproductive performance following abortion in thoroughbred mares, *Veterinary Record* (2012) In press.
- (177) **M.Svinga**, J.W.Hesselink, H.W.Barkema, reproductive performance of Friesian mares after retained placenta and manual removal of the placenta, *ELSEVIER Science, Theriogenology* 57 (2002) 923-930.
- (178) **MacPherson ML**, Blanchard TL. Breeding mares on foal-heat. *Equine Veterinary Education* 17, 44-52, 2005.
- (179) **Mair, T.** 1998. *Equine Medicine, Surgery and Reproduction*. London : WB Saunders Company, 1998. 498 p.
- (180) **Maischberger E**, Irwin J, Carrington S, Duggan V. 2008: Equine postbreeding endometritis: A review. *Ir Vet J* 61:163-166.
- (181) **Malschitzky, E**, Trein, CR, Bustamante Filho, IC, Garbade, P, Gregory, RM et Mattos, RC, 2006. Young maiden mares can also be susceptible to a persistent mating-induced endometritis. *Pferdeheilkunde*. Vol. 22, p. 201-206.
- (182) **Martin-Rosset W.** (2012). *Nutrition et alimentation des chevaux*. Editions Quae, Versailles, 620 p.
- (183) **Maya, Popova**, Duration of reproductive utilization of mares from Purebred arabian and Shagya-arabian breed ,*journal of central european agriculture*, 15(2),p 129-136, 2014.
- (184) **McCue PM**, Roser JF, Munro CJ, Liu IK, Lasley BL. 2006: Granulosa cell tumors of the equine ovary. *Vet Clin North Am Equine Pract* 22:799-817. Review.
- (185) **McCue, P.M.** 2008. The problem mare: Management Philosophy, Diagnostic Procedures, and Therapeutic Options. *Journal of Equine Veterinary Science*. Vol. 28, 11, pp. 619-626.
- (186) **McCue, P.M.**, Squires, E.L., 2002. Persistent anovulatory follicles in the mare. *Theriogenology* 58, 541-543.
- (187) **McKinnon AO**, Squires EL, Vaala WE, Varner DD. 1993a: *Equine reproduction*. First edition, Lea and Febiger, Pennsylvania.
- (188) **McKinnon AO**, Squires EL, Carnevale EM, Harrison LA, Frantz DD, et al. (1987) Diagnostic ultrasonography of uterine pathology in the mare. *Proceeding of 33rd Annual Convention of American Association of Equine Practice*: 605-622.
- (189) **McKinnon AO**, Squires EL, Harrison LA, Blach EL, Shideler RK. Ultrasonographic studies on the reproductive-tract of mares after parturition - effect of involution and uterine fluid on pregnancy rates in mares with normal and delayed 1st postpartum ovulatory cycles. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 192, 350-3, 1988.

## Références bibliographiques

---

- (190) **McKinnon, A.O.**, et Voss 1993b. Diagnostic ultrasonography. In : A.O. McKinnon et J.L. Voss. Equine Reproduction. Philadelphia : Lea & Febiger, pp. 266-302.
- (191) **McMeen SL** (2002) Follicular growth and development and gonadotropin response of mares treated with dihydrotestosterone and estradiol benzoate. Thesis of Master of Science. Louisiana State University.
- (192) **Meliani S**, Benallou B, Abdelhadi SA , Halbouche M, Naceri A. 2011: Environmental factors affecting gestation duration and time of foaling of pure bred Arabian mares in Algeria. Asian J Anim Vet Adv 6:599-608.
- (193) **Melrose, P.A.**, Pickel, C., Cheramie, H.S., Henk, W.G., Littlefield-Chabaud, M.A., French, D.D., 1994. Distribution and morphology of immunoreactive gonadotropin-releasing hormone (GnRH) neurons in the basal forebrain of ponies. J Comp Neurol 339, 269-287.
- (194) **Merkt, H.** and A. R. Gunzel. 1979. A survey of early pregnancy losses in West German thoroughbred mares. Equine Vet J 11:256-258.
- (195) **Mohammed Saad Mohammed Alamaary**, reproductive performance of arab mares in the kingdom of saudi arabia with reference to causes and treatments of infertility, qassim university college of agriculture and veterinary medicine department of veterinary medicine, a thesis submitted to department of veterinary medicine college of agriculture and veterinary medicine in partial fulfillment for the requirement of the degree of master science, 2013 G.
- (196) **Morel MCG.** 1993: Equine reproductive physiology, breeding and stud management. First edition, Farming Press, Diamond farm Enterprises, USA.
- (197) **Morel MC**, Newcombe JR, 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: 1241-1247.
- (198) **Morris LH**, Allen WR. 2002: Reproductive efficiency of intensively managed Thoroughbred mares in Newmarket. Equine Vet J 34:51-60.
- (199) **Munroe GA**, Weese JS. 2011. Equine clinical medicine, surgery, and reproduction: G. A. Munroe and J. S. Weese, Eds. Manson publishing, Spain, p 251.
- (200) **Munroe G.** 2001: Equine Clinical Medicine, Surgery and Reproduction. Manson Publishing Ltd, London.
- (201) **Nagaoka, K.**, Nambo, Y., Nagamine, N., Nagata, S.I., Tanaka, Y., Shinbo, H., Tsunoda, N., Taniyama, H., Watanabe, G., Groome, N.P., Taya, K., 1999. A selective increase in circulating inhibin and inhibin pro-alphaC at the time of ovulation in the mare. Am J Physiol 277, E870-875.

## Références bibliographiques

---

- (202) **Nagy P**, Gy. Huszenicza, J. Juhász, M. Kulcsfir, L. Solti, J. Reiczigel and K. Abavhry : factors influencing ovarian activity and sexual behavior of postpartum mares under farm conditions .*Theriogenology* 50:1109-1119, 1998 © 1998 by Elsevier Science Inc.
- (203) **Nagy, P.**, Huszenicza, G., Reiczigel, J., Juhasz, J., Kulcsar, M., Abavary, K., Guillaume, D., 2004. Factors affecting plasma progesterone concentration and the retrospective determination of time of ovulation in cyclic mares. *Theriogenology* 61, 203-214.
- (204) **Nambo, Y.**, Kaneko, H., Nagata, S., Oikawa, M., Yoshihara, T., Nagamine, N., Watanabe, G., Taya, K., 1998. Effect of passive immunization against inhibin on FSH secretion, folliculogenesis and ovulation rate during the follicular phase of the estrous cycle in mares. *Theriogenology* 50, 545-557.
- (205) **Nath LC**, Anderson GA, McKinnon AO. 2010: Reproductive efficiency of Thoroughbred and Standardbred horses in north-east Victoria. *Aust Vet J.* 88:169-175.
- (206) **Nelson EM**, Kiefer BL, Roser JF, Evans JW. 1985: Serum estradiol-17beta concentrations during spontaneous silent estrus and after prostaglandin treatment in the mare. *Theriogenology* 23:241-262.
- (207) **Nelson, R.J.** & Drazen, D.L. 1999. Melatonin mediates seasonal adjustment in immune function. In Proceedings of the 8 meeting of the european Pineal Society, Tours, 3 au 7 juillet 1999. *Reproduction Nutrition Développement* 39:383–398.
- (208) **Newcombe, JR**, 1997. The effect of the incidence and depth of intra-uterine fluid in early diestrus on pregnancy rate in mares. *Pferdeheilkunde*. Vol. 13, p. 545.
- (209) **Noden, P.A.**, Oxender, W.D., Hafs, H.D., 1975. The cycle of oestrus, ovulation and plasma levels of hormones in the mare. *J Reprod Fertil Suppl*, 189-192.
- (210) **Noden, P.A.**, Oxender, W.D., Hafs, H.D., 1978. Early changes in serum progesterone, estradiol and LH during prostaglandin F2alpha-induced luteolysis in mares. *J Anim Sci* 47, 666-671.
- (211) **Nogueira GP**, Barnabe RC, Verreschi IT. 1997: Puberty and growth rate in thoroughbred fillies. *Theriogenology* 48:581-588.
- (212) **Overbeck W**, Witte TS, Heuwieser W. 2011: Comparison of three diagnostic methods to identify subclinical endometritis in mares. *Theriogenology* 75:1311-1318.
- (213) **Overbeck W**, Jäger K, Schoon HA, Witte TS. 2013: Comparison of cytological and histological examinations in different locations of the equine uterus-an in vitro study. *Theriogenology* doi: 10.1016/j.theriogenology.2013.02.007.
- (214) **Ozdemir B**. 1998: The reproductive performance, viability and body measurements of purebred arabian horses raised in sultansuyu state farm. Ph.D. Thesis, Uluda G. University the Institute for Health Sciences, Bursa, Turkey.

## Références bibliographiques

---

- (215) **Paccamonti, D** et Pycock, TJ, 2009. Infertility and subfertility in the mare. NOAKES, DE, PARKINSON TJ et ENGLAND, GW (éd.) Veterinary reproduction and obstetrics. Neuvième édition. Philadelphie, Pennsylvanie : Saunders Elsevier. p. 630-645.
- (216) **Palmer E**, Driancourt MA (1980) Use of ultrasonic echography in equine gynecology. Theriogenology 13: 203-216.
- (217) **Palmer, E.**, Terqui, M., 1977. The measurement of total plasma oestrogens during the follicular phase of the mare's oestrous cycle. Theriogenology 7, 331-338.
- (218) **Palmer, E.**, Driancourt, M.A., Ortavant, R.1982. Photoperiodic stimulation of the mare during winter inactivity Journal of Reproduction and Fertility 32:275–282.
- (219) **Papa, F.O.**, M.D. Lopes, M.A. Alvarenga, C. De, Meira, M.C.R. Luvizotto, H. Langoni, E.F. Ribeiro, A.E. Azedo and A.C. Bomfim, 1998. Early embryonic death in mares: clinical and hormonal aspects. Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci., 35: 170-173.
- (220) **Parker W.A** : sequential changes of the ovulating follicle in the estrus mare determined by rectal palpation : proceeding annual conference college of veterinary medicine and biomedical science colorado state university fort collins 1971.
- (221) **Pascoe RR** ,1979: Observations on the length and angle of declination of the vulva and its relation to fertility in the mare. J Reprod Fertil Suppl 27:299-3
- (222) **Pierson RA** (1993) Folliculogenesis and ovulation. In: Equine Reproduction. McKinnon, A, Voss J (eds.) Williams & Wilkins, Media, PA: 161.
- (223) **Pierson RA**, Ginther OJ: follicular population dynamics during the estrus cycle of the mare. Animal reproduction science 1987, 24, 219-231.
- (224) **Pierson RA**, Ginther OJ: ultrasonic evaluation of the preovulatory follicle in the mare. theriogenology 1985, 24(3), 359-368.
- (225) **Plante, C.** et Jimenez Escobar, C. 1999. Reproduction équine : La jument infertile. La médecine vétérinaire du Québec. Vol. 29, 3, pp. 149-153.
- (226) **Platt, H.** 1973. Aetiological aspects of abortion in the Thoroughbred mare. J Comp Pathol 83:199-205.
- (227) **Plotka, E.D.**, Foley, C.W., Witherspoon, D.M., Schmoller, G.C., Goetsch, D.D., 1975. Periovarian changes in peripheral plasma progesterone and estrogen concentrations in the mare. Am J Vet Res 36, 1359-1362.
- (228) **Popot MA**, Bobin S, Bonnaire Y, Delahaut PH, Closset J: IGF-I plasma concentrations in non-treated horses and horses administered with methionyl equine somatotrophin. Res Vet Sci 2001, 71:167-173.

## Références bibliographiques

---

- (229) **Porter, M.**, Sharp, D., 2002. Gonadotropin-releasing hormone receptor trafficking may explain the relative resistance to pituitary desensitization in mares. *Theriogenology* 58, 523-526.
- (230) **Portus BJ**, Reilas T, Katila T. 2005: Effect of seminal plasma on uterine inflammation, contractility and pregnancy rates in mares. *Equine Vet J* 37:515-519.
- (231) **Proietti CP**, Bietta A, Coppola G, Felicetti M, Cook RF, Coletti M, Marenzoni ML, Passamonti F. 2011: Isolation and characterization of  $\beta$ -haemolytic-Streptococci from endometritis in mares. *Vet Microbiol* 152:126-130.
- (232) **Pycock JF**, DielmanS, Drifjhout P, Van der Brug Y, Oei Y, et al. (1995) Correlation of plasma concentrations of progesterone and oestradiol with ultrasound characteristics of the uterus and duration of oestrous behaviour in the cycling mare. *Reprod Dom Anim* 30: 224-227.
- (233) **Pycock, J.F.** 2007. Therapy for mares with uterine fluid. In: J.C. Samper; J.F. Pycock et A.O. McKinnon. *Current Therapy in Equine Reproduction*. St Louis: Saunders Elsevier, 2007, pp. 93-104.
- (234) **Reef, V.B.**, Sertich, P.L. et Turne, R.M.R. 1998. *Equine Diagnostic Ultrasound*. Philadelphia: W.B.Saunders Company. 560 p.
- (235) **Ricketts S**, Crowhurst J, Newton R, Gibbens N. 2012: Contagious equine metritis organism confirmed in loucestershire. *Vet Rec* 170:398.
- (236) **Ricketts SW**, Alonso S. The effect of age and parity on the development of equine chronic endometrial disease. *Equine Veterinary Journal*23, 189-192, 1991a.
- (237) **Ricketts, S.** et Troedsson, M.H.T. 2007.Fertility expectations and management for optimal fertility. In: J.C. Samper; J.F. Pycock et A.O. McKinnon. *Current Therapy in Equine Reproduction*. St Louis: Saunders Elsevier, pp. 53-69.
- (238) **Ricketts, S.W.** et Alonso, S. 1991b. Assessment of the breeding prognosis of mares using paired endometrial biopsy techniques. *Equine vet. J.*, Vol. 23, 3, pp. 185-188.
- (239) **Ricketts, S.W.**, Young, A. et Medici, E.B. 1993.Uterine and clitoral cultures. In : A.O. McKinnon et J.L. Voss. *Equine Reproduction*. Philadelphia : Lea & Febiger, pp. 234-245.
- (240) **Riddle, WT**, Leblanc, MM et Stromberg, AJ, 2007. Relationships between uterine culture, citology and pregnancy rates in a Thoroughbred practice.*Theriogenology*.Vol. 68, p. 395-402.
- (241) **Robinson NE**, Sprayberry KA. 2009: *Current therapy in equine medicine*. Saunders-Elsever, Missouri.
- (242) **Roser JF**. Endocrine basis for testicular function in the stallion. *Theriogenology* 48,883-92, 1997.



## Références bibliographiques

---

- (243) **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, p:15-27.
- (244) **Salazar-Ortiz, J.**, Camous, S., Briant, C., Lardic, L., Chesneau, D., Guillaume, D., 2011. Effects of nutritional cues on the duration of the winter anovulatory phase and on associated hormone levels in adult female Welsh pony horses (*Equus caballus*). *Reprod Biol Endocrinol* 9, 130.
- (245) **Samper JC**, Tibary A. 2006: Disease transmission in horses. *Theriogenology* 66:551-559.
- (246) **Samper JC** (2008) Induction of estrus and ovulation: why some mares respond and others do not. *Theriogenology* 70: 445-447.
- (247) **Samper JC**, Pycock JF (2007) the normal uterus in estrous. In: *Current therapy in Equine Reproduction*. Samper, JC, Pycock, JF, McKinnon AO (eds.). Saunders, St. Louis, Missouri: 32-35.
- (248) **Schulman, M.L.**, C.H.B. Marlow and J.P.A. Nurton, 2003. Survey of reproductive success in south African thoroughbred horse breeding from 1975-1999. *J. South Afr. Vet. Assoc.*, 74: 17-19.
- (249) **Scraba, S.T.** & Ginther, O.J. 1985. Effects of lighting programs on onset of the ovulatory season in mares. *Theriogenology*. 24:667–679.
- (250) **Sertich pl.** 1998. Ultrasonography of the genital tract of the mare. *In* : REEF VB. *Equine diagnostic ultrasound*. Philadelphia : WB Saunders, 405-424.
- (251) **Sharma S**, Davies MCG, More, Dhaliwa GS. 2010a: Factors affecting the incidence of postpartum oestrus, ovarian activity and reproductive performance in Thoroughbred mares bred at foal heat under Indian subtropical conditions. *Theriogenology* 74:90–99.
- (252) **Sharma S**, Dhaliwal GS, Dadarwal D. Reproductive efficiency of Thoroughbred mares under Indian subtropical conditions: A retrospective survey over 7 years. *Animal Reproduction Science* 117, 241-8, 2010b.
- (253) **Sharp, D.C.**, Vernon, M.W., Zavy, M.T. 1979. Alterations of seasonal reproductive patterns in mares following superior cervical ganglionectomy *Journal of Reproduction and Fertility Suppl.* 27:87–93.
- (254) **Shideler, R.K.** 1993 c. rectal palpation. In: A.O. Mc Kinnon et J.L. Voss. *Equine Reproduction*. Philadelphia: Lea & Febiger, pp. 204-210.
- (255) **Shideler, R.K.** 1993 b. External examination. In : A.O. Mc Kinnon et J.L. Voss. *Equine Reproduction*. Philadelphia : Lea & Febiger, pp. 199-203.

## Références bibliographiques

---

- (256) **Shideler, R.K.** 1993a .History. In : A.O. Mc Kinnon et J.L. Voss. Equine Reproduction. Philadelphia : Lea & Febiger, pp. 196-198.
- (257) **Shibley WD**, Bergin WC. 1968: Genital health in the mare. 3. Pneumovagina. *Vet Med Small Anim Clin* 63:699-702.
- (258) **Silvia, P.J.**, Meyer, S.L., Fitzgerald, B.P., 1995. Pulsatile gonadotropin secretion determined by frequent sampling from the intercavernous sinus of the mare: possible modulatory role of progesterone during luteolysis. *Biol Reprod* 53, 438-446.
- (259) **Singh, M.K.**, Yadav, M.P., Mehta, N.T. Breed characteristics of Marwari and Kathiawari horses. *Indian Journal of Animal Sciences* 72 (4): 319-323, April. 2002.
- (260) **Squires EL.** 1993. Estrous detection. In: MCKINNON A and VOSS JL, editors. Equine reproduction. Philadelphia:Williams&Wilkins, 186-195.
- (261) **Stabenfeldt SE**, Munglani G, García AJ, LaPlaca MC (2010) Biomimetic microenvironment modulates neural stem cell survival, migration, and differentiation. *Tissue Eng Part A* 16: 3747-3758.
- (262) **Stabenfeldt, G.H.**, Hughes, J.P., Evans, J.W., Neely, D.P., 1974. - Spontaneous Prolongation of Luteal Activity in the Mare. - 6, - 163.
- (263) **Staun, H.**; Bruns, E.; Forde, D.J.; Haring, H; Langlois, B; Minkema, D. 1982. VII. Horses. Í Politiek, R.D. og Bakker, J.J. (ritstjórar), Livestock production in Europe, perspectives and prospects. Elsevier Scientific Pub. Comp., Amsterdam: 217-234 og 279-280.
- (264) **Sullivan JJ**, Turner PC, Self LC, Gutteridge HB, Bartlett DE. Survey of reproductive efficiency in the Quarter-horse and Thoroughbred. *J Reprod Fertil* 1975; 23: 315–318.
- (265) **Swerczek, T.W.** et Caudle, A.B. 2007. Bacterial causes of subfertility and abortion in the mare. In: R.S. Youngquist et W.R. Threlfall. *Current Therapy in Large Animal Theriogenology*. 2nd Edition. St Louis: Saunders Elsevier, pp. 168-175.
- (266) **Tanaka, Y.**, Nagamine, N., Nambo, Y., Nagata, S., Nagaoka, K., Tsunoda, N., Taniyama, H., Yoshihara, T., Oikawa, M., Watanabe, G., Taya, K., 2000. Ovarian secretion of inhibin in mares. *J Reprod Fertil Suppl*, 239-245.
- (267) **Tannus RJ**, Thun R. 1995: Influence of endometrial cysts on conception rate of mares. *J Vet Med Sci* 42:275–283
- (268) **Taveira RZ**, Mota MDS. Genetic and quantitative evaluation of breeding traits in Thoroughbred mares. *Revista Eletrónica de Veterinaria* 2007; 8: 1–11.
- (269) **Tekin N**, Yurdaydin N, Klug E, Yavas Y, Aksu A, Gülyüz F. 1991: Survey of the reproductive features and insemination/mating results in full blood Arabian and Haflinger mare herds on stud farms in west and middle Anatolia. *Dtsch Tierarztl Wochenschr* 98:350-352.

## Références bibliographiques

---

- (270) **Terttu Katila**, Kaisa Nivola, Tiina Reilas, Jenni Sairanen, Terttu Peltonen, Anna-Maija Virtala, Factors affecting reproductive performance of horses, *Pferdeheilkunde* 26 (2010) 1 (Januar/Februar) p 6-9.
- (271) **Tibary A**, Shiri A and Anouassi A. 1994. Physiologie de la reproduction chez la jument. In: TIBARY A and BAKROURY M, editors. *Reproduction equine, Tome 1: la jument*. Rabat : Actes,87-92.
- (272) **Timoney, P.** 2003. Equine Viral Arteritis, In: *Equine Respiratory Diseases*. Ed. Lekeux, P. International Veterinary Information Service, Ithaca, New York, USA.
- (273) **Torbeck RL.** 1986: Diagnostic ultrasound in equine reproduction. *Vet Clin North Am Equine Pract* 2:227-25.
- (274) **Tranquillo GG**, Kelleman AA, Sertich PL. 2009: Theriogenology question of the month. Pregnancy, pyometra, mucometra, hydrometra, hemorrhage, and urometra in Quarter Horse-Patient mare. *J Am Vet Med Assoc* 235:1161-1164.
- (275) **Troedsson MH**, Loset K, Alghamdi AM, Dahms B, Crabo BG. 2001: Interaction between equine semen and the endometrium: the inflammatory response to semen. *Anim Reprod Sci* 68:273-278.
- (276) **Troedsson MH.** 2006: Breeding-induced endometritis in mares. *Vet Clin North Am Equine Pract* 22:705-712.
- (277) **Turner, D.D.**, Garcia, M.C., Ginther, O.J., 1979. Follicular and gonadotropic changes throughout the year in pony mares. *Am J Vet Res* 40, 1694-1700.
- (278) **Urosevic M**, Lako B, Milanov D, Urosevic I, Aurich C. 2010: Results of bacteriological and cytological examinations of the endometrium of subfertile mares in stud farms in Serbia. *Berl Munch Tierarztl Wochenschr* 123:365-368.
- (279) **Valera, M.**; Esteves, M.M.; Molina, A. The Lusitano native Thoroughbred: A genetics study of the important reproductive parameters in plans for conservation and improvement. *Arch. Zootec.* 49: 147-156. 2000.
- (280) **Valera M**, Blesa F, Dos Santos, R.; Molina, A. 2006. Genetic study of gestation length in Andalusian and Arabian mares. *Anim Reprod Sci*, 95:75-96.
- (281) **Vanderwall DK.** Early embryonic loss in the mare. *J Equine Vet Sci* 2008;28:691–702.
- (282) **Varner DD**, Schumacher J, Blanchard TL, Johnson L. *Diseases and management of breeding stallions*, American Veterinary Publications, Goleta, California, 1991.
- (283) **Vivo R**, Vinuesa M, Rodriguez I (1992) Valoración del desarrollo folicular preovulatorio en yeguas Pura Raza Española y Árabes. *Arch Zootec* 41: 19-26.

## Références bibliographiques

---

- (284) **Vogelsang MM**, Vogelsang SG, Lindsey BR, Massey JM. 1989: Reproductive performance in mares subjected to examination by diagnostic ultrasound. *Theriogenology* 32:95-103.
- (285) **W.M. Ahmed**, M.M. Zaabal, E.M. Hanafi, E.F. Abu Atia, H.S. Elkhadrawy and K.A. El Battawy, relationship between immunogenetic markers and some reproductive parameters in purebred arabian mares, *Global Veterinaria* 10 (6): 702-707, 2013.
- (286) **Watson ED**, Thomassen R, Steele M, Heald M, Leask R, et al. (2002) Concentrations of inhibin, progesterone and oestradiol in fluid from dominant and subordinate follicles from mares during spring transition and the breeding season. *Anim Reprod Sci* 74: 55-67.
- (287) **Watson ED**. 1994: Infertility in the mare. *J Comp Pathol* 111:333-351.
- (288) **Watson, ED**, Alonso, S, Berrocal, B, Sheerin, O, Marchi, V, Zavaglia, G et Necchi, D, 2001. Effect of insemination time of frozen semen on incidence of uterine fluid in mares. *Theriogenology*. Vol. 56, n° 1, p. 123-131.
- (289) **Wesson, J.A.**, Ginther, O.J., 1981. Influence of season and age on reproductive activity in pony mares on the basis of a slaughterhouse survey. *J Anim Sci* 52, 119-129.
- (290) **Wilsher S**, Allen WR. 2003. The effects of maternal age and parity on placental and fetal development in the mare. *Equine Vet J*, 35:476-483.
- (291) **Wolfsdorf, K.** et Caudle, A.B. 2007. Inflammation of the tubular reproductive tract of the mare. In: R.S. Youngquist et W.R. Threlfall. *Current Therapy in Large Animal Theriogenology*. 2nd Edition. St Louis : Saunders Elsevier, pp. 158-167.
- (292) **Wolter R.**, Barre C., Benoit P. (2014). *L'alimentation du cheval*. Troisième édition, éditions France Agricole, Paris, 401 p.
- (293) **Yalcin, B.C**, 1975. Bazi cevre faktorlerinin verim ozellikleri uzerindeki etkilerinin istatistiksel Eliminasyonu. *Istanbul Universitesi veteriner fakultesi Dergisi*, 1(1): 82-102.
- (294) **Yang YJ**, and Cho GJ. 2007: Factors concerning early embryonic death in Thoroughbred mares in South Korea. *J Vet Med Sci* 69:787-792.
- (295) **Youngquist RS**, Threlfall WR (2007) *Clinical Reproductive Anatomy and Physiology of the Mare*. In: *Large Animal Theriogenology*. Youngquist RS, Threlfall WR (eds.). Saunders Elsevier, St Louis: 47- 67.
- (296) **Yurdaydin, N.** and A. Sevinc, 1983. Fertility in arabian, haflinger and halfbred haflinger mares. *J. Fac. Vet. Med.*, 30: 283-291.
- (297) **Zeller, D.**, 2000. Effect of the environmental temperature and air moisture on some reproductive parameters in foaling mares. *Czech J. Anim. Sci.*, 45: 385-388.

# *Annexe*

