



République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche  
Scientifique  
Université Mohamed Chérif Messaadia – Souk Ahras  
Institut des Sciences Agronomiques et Vétérinaires  
Département des Sciences Vétérinaires



# Thèse

Présentée pour l'obtention du diplôme de  
**Doctorat en Sciences Vétérinaires**  
**Spécialité : Zootechnie**  
**Option : Biotechnologies et productions animales**

## Titre

**Contribution à la mise en place d'un  
programme de choix des reproducteurs  
chez les équins d'Algérie**

Présentée par

**HOUSSOU Hind**

Jury :

1	KOUACHI Nouha	Pr.	U. Souk Ahras	Présidente
2	BRERHI El-Hacen	Pr.	U. Constantine	Examineur
3	BOUAZIZ Omar	Pr.	U. Constantine	Examineur
4	AISSI Adel	Pr.	U. Batna	Examineur
5	AFRI-BOUZEBDA Farida	Pr.	ISAV. Souk Ahras	Directrice de thèse
6	BOUZEBDA Zoubir	Pr.	ISAV. Souk Ahras	Co-directeur de thèse

# *Remerciements*

*Louange à DIEU, seigneur de l'univers, qui m'a comblé de ses bienfaits, m'a guidé dans toutes mes années d'études et m'a donné la volonté, la patience et le courage pour terminer ce travail.*

*Je tiens à remercier tous ceux qui d'une façon ou d'une autre, m'ont aidé pendant mon travail, certains par leurs conseils et leurs connaissances scientifiques, d'autres par leur soutien et leurs présences dans les moments les plus pénibles.*

*Mes premiers remerciements vont à Madame **Farida AFRI-BOUZEBDA**, Professeur en médecine vétérinaire au département des sciences vétérinaires de l'Institut des Sciences Agronomiques et Vétérinaires, Directrice du Laboratoire de Production Animale, Biotechnologie et Santé (PABIOS). Directrice de thèse, Université Mohamed Chérif Messaadia. Souk Ahras,*

*Je tiens à vous remercier du fond du cœur pour m'avoir guidée tout au long de la réalisation de ce travail.*

*Je vous remercie pour votre encadrement, votre supervision, votre appui, votre compréhension, vos conseils qui m'ont aidé énormément à progresser et à continuer dans ce domaine intéressant.*

*Encore un merci pour le temps que vous m'avez consacré, votre riche documentation, votre patience et votre disponibilité. Ma profonde reconnaissance et ma respectueuse considération.*

*A Monsieur **Zoubir BOUZEBDA**, Professeur en médecine vétérinaire et Recteur à l'Université Mohamed Chérif Messaadia, Souk Ahras,*

*Je tiens à vous remercier du fond du cœur pour m'avoir guidée tout au long de la réalisation de ce travail.*

*Je vous remercie pour votre encadrement, votre supervision, votre appui, votre compréhension.*

*Profonde et sincère gratitude pour la sympathie et l'optimisme que vous m'avez témoignés tout au long de mon cursus.*

*A Monsieur **El-Hacen BRERHI**, Professeur à l'Université de Mentouri Constantine. Nous vous remercions d'avoir accepté de contribuer par vos remarques à l'amélioration de ce travail. Veuillez croire en notre sincère et respectueuse gratitude.*

*A Monsieur **Omar BOUAZIZ**, Professeur à l'Université de Mentouri Constantine. Nous vous remercions d'avoir accepté de contribuer par vos remarques à l'amélioration de ce travail. Veuillez croire en notre sincère et respectueuse gratitude.*

*A Monsieur **Adel AISSI**, Professeur à l'Université de Batna*

*Nous vous remercions d'avoir accepté de contribuer par vos remarques à l'amélioration de ce travail. Veuillez croire en notre sincère et respectueuse gratitude.*

*A **Nouha KOUACHI** Professeur à Université Mohamed Chérif Messaadia. Souk Ahras. Nous vous sommes très reconnaissants pour avoir jugé ce travail. Veuillez croire en notre sincère et respectueuse gratitude.*

*Nous adressons également nos remerciements :*

*A :*

- *Monsieur **M. S. BENABDELMOUMEN** Le directeur du Haras national de Chaouchoua, Tiaret.*
- *Monsieur **A. BOUCHEMAL**, le directeur général du CNIAAG.*
- *Monsieur **A. BOUDJAKJI**, et à toute l'équipe du CNIAAG pour leurs aides durant notre travail*
- *A Monsieur **A. BACHTARZI**, le Directeur régional de L'ONDEEC de Constantine.*
- *A Madame **Z. HADDOUCHE**, vétérinaire chargé du service technique pour sa précieuse aide.*

*Merci à tous mes collègues et amis de post-graduation pour leur gentillesse, leur disponibilité : **Iness, Amal, Samah, Yamina, Houria, Asma, Sabrina et Kheyreddine.***

*Merci du fond du cœur.*

*Merci aux étalons qui nous ont permis de réaliser cette étude, encore merci.*

*Je terminerai en rendant hommage à tous les enseignants du primaire, du collège, du secondaire et de l'université qui m'ont donné le goût des études.*

# *Dédicaces*

*A la mémoire de mes parents, du plus profond de mon cœur ;  
A mes sœurs, mes frères mes neveux et mes nièces de tout mon cœur ;  
A ma famille,  
Et  
A mes amis de l'université et d'ailleurs.*

## Résumé

Le choix des reproducteurs est un moment clé dans la gestion de la reproduction et l'amélioration d'une race, et ce en raison de leur rôle dans la diffusion des caractéristiques phénotypiques, des performances et de certaines pathologies sexuellement transmissibles. A cet effet, notre étude concerne la contribution à la mise en place d'un programme plus élaboré dans de choix de reproducteurs en Algérie, et comporte plusieurs volets.

Le premier concerne la connaissance préalable de l'historique de ces reproducteurs, menée par une enquête rétrospective sur une période de 11 années (2003-2013). Les étalons appartenant au Haras national de Tiaret sont considérés fertiles étant donné que leur fertilité par cycle est supérieure au pourcentage théorique de 50% (estimée à 96 % pour les étalons Arabe et à 94% pour les étalons de toutes races). La fertilité apparente est de 85 % et 81% respectivement pour la race Arabe et la race Barbe.

D'autres investigations ont été menées pour apprécier la fertilité. Elles concernent chez l'étalon : la détermination du poids vif par le relevé des mensurations corporelles et l'utilisation de différentes formules baryométriques ; les paramètres de reproduction sont l'évolution des critères testiculaires par leurs mensurations (Ls, La.t.g, La.t.d, Lo.t.g., Lo.t.d, H.T.G, H.T.D), les paramètres endocriniens (testostérone, FSH et LH), ainsi que les paramètres d'appréciation du comportement sexuel.

Les résultats montrent que la largeur scrotale (Ls) est significativement corrélée avec le poids corporel, l'âge, tous les paramètres testiculaires et la testostérone ( $p < 0,01$ ). Pour le spermogramme, les résultats obtenus montrent une corrélation significative entre le nombre de sauts et la motilité, et la production spermatique journalière (DSO) ( $r = 0,99$  ;  $p < 0,01$ ).

Le comportement sexuel est apprécié par la notation de la libido et des différents temps (Temps passé à l'érection, temps passé à la monte, temps passé à l'éjaculation, nombre de sauts pour une éjaculation). La valeur moyenne du score de la libido présente une différence significative ( $P < 0,05$ ) entre l'Arabe et le Barbe, pour le reniflement ( $p < 0,001$ ) et pour la fréquence du flehmen ( $P < 0,05$ ). La race Barbe exprime le meilleur score.

Les examens gynécologique, échographique et endocrinien (oestrogènes, progestérone et FSH) ont été utilisés chez les juments pour déterminer leur état physiologique (ovulation, vide ou gestante). Le taux moyen de progestérone est de :  $0,38 \pm 0,19$  ng /ml et de :  $12,04 \pm 7,65$  ng /ml, respectivement chez les juments vides et pleines.

### Mots clés

Algérie – Etalon – Fertilité – Jument – Pathologies – Race – Reproduction.

## Abstract

The selection of breeders is a key moment in the management of reproduction and the improvement of a breed, due to their role in the diffusion of phenotypic characteristics, performance and certain sexually transmitted diseases. Therefore, our study concerns the contribution to the implementation of a more elaborate program in breeding choices in Algeria, and comprises several components

The first concerns the prior knowledge of the history of these breeders, conducted by a retrospective survey over a period of 11 years (2003-2013). Stallions belonging to the National Stud of Tiaret are considered fertile since their fertility per cycle is greater than the theoretical percentage of 50% (estimated at 96% for Arab stallions and 94% for stallions of all breeds). Apparent fertility is 85% and 81% respectively for the Arab race and the Barb race.

Other investigations have been carried out to assess fertility. They concern the standard: the determination of the live weight by the reading of the body measurements and the use of different barymetric formulas; reproductive parameters are the evolution of testicular criteria by their measurements ((TSW, WTL, WTR, TLL, TLR, THL, THR), endocrine parameters (testosterone, FSH and LH), as well as the parameters for assessing sexual behaviour.

The scrotal width (Ls) was significantly correlated with body weight, age, and all testicular parameters ( $p < 0.01$ ); the endocrine parameters analyzed by the serum testosterone and LH (ICSH) and FSH, the scrotal width (Ls) is positively correlated with testosterone. Finally the spermogram showed that there is a significant correlation between the number of jump with motility, and sperm production output (DSO) ( $r=0,99$ ,  $p < 0,01$ ).

The sexual behavior is appreciated by the notation of the libido and the different times (Time spent at the erection, time spent in ejaculation, number of jumps). The mean value of libido score showed a significant difference ( $P < 0.05$ ) for Arab and Barb, the same for sniffing ( $p < 0.001$ ) and the frequency flehmen ( $P < 0.05$ ); the Barb stallion showed the best score.

Gynecological, ultrasound and endocrine examinations (estrogens, progesterone and FSH) were used in mares to determine their physiological status (ovulation, emptiness or pregnancy). The mean progesterone rate is ( $0.38 \pm 0.19$ ) ng/ml and ( $12.04 \pm 7.65$ ) ng/ml, respectively, in empty and in pregnant mares.

## Keywords

Algeria – Diseases – Fertility – Mare – Race – Reproduction – Stallion.

## الملخص

اختيار الفحول هو لحظة أساسية في تحسين سلالة، وذلك بسبب انتشار الخصائص المظهرية وبعض الأمراض المنقولة جنسياً. المعرفة المسبقة لتاريخ هؤلاء الفحول هي أولية. وتحقيقاً لهذه الغاية، تتعلق دراستنا بالمساهمة في تنفيذ برنامج أكثر تفصيلاً في خيارات الفحول في الجزائر، لهذا الغرض تتعلق دراستنا بالمساهمة في تنفيذ برنامج أكثر تفصيلاً وله عدة عناصر.

مسح استعراضي شمل 133 فحول (101 فحول عربي 16 فحول باربري)، و 729 فرس (495 عربي و 175 باربري)، في 11 موسمًا للتربية لعام 2003-2013 من أجل تقدير الخصوبة السنوية و الظاهرية للخيول وتطورها المسجل بها. أدت دراسة تقييم نهاية الموسم لتقييم الخصوبة عن طريق دورة الفحول التي ساهمت في الموسم المذكور إلى أن نستنتج أن الفحول التي تنتمي إلى Haras National تيارت تعتبر خصبة لأن خصوبتها لكل دورة أعلى من النسبة النظرية (50 %)، وبالتالي تتطلب طرق أخرى لتحقيق الخصوبة التي تم علاجها في المعلمات الأخرى المدروسة)

المعلمات الأخرى المدروسة في الفحل هي: تحديد الوزن الحي بواسطة قياس الجسم واستخدام صيغ مختلفة من أجل معرفة؛ المعلمات الإنجابية التي تم تحليلها هي تطور معايير الخصية بواسطة قياساتها (Ls، La.t.g، La.t.d، Lo.G.T، Lo.T.D، H.T.G، H.T.D)؛ ارتبط عرض الصفن (Ls) بشكل كبير مع وزن الجسم، والعمر، وجميع المعلمات الخصية ( $P < 0.01$ )؛ المعلمات الغدد الصماء تحليها من قبل هرمون التستوستيرون المصل و LH (ICSH) و FSH، يرتبط عرض الخصية (Ls) بشكل إيجابي مع التستوستيرون. وأخيرًا الصورة المنوية spermogram حيث تظهر النتائج أن هناك علاقة ملحوظة بين عدد القفزات، و إنتاج الحيوانات المنوية ( $r=0,99$ ،  $p < 0,01$ ) (DSO). يتم تقدير السلوك الجنسي من خلال تدوين الغريزة الجنسية والأوقات المختلفة (الوقت الذي يقضيه في الانتصاب، الوقت الذي يقضيه في القذف، وعدد القفزات). أظهرت القيمة الوسطية لمعدل الرغبة الجنسية اختلافاً معنوياً ( $P < 0.05$ ) في الفحل عربي و باربري، أظهر تكاثر الباربري. أفضل نتيجة.

قد استخدمت الفحوص المتعلقة للأفراس روتينياً، وقد تم استخدام الفحص والموجات فوق الصوتية في الأفراس الحوامل والفارغة بعد 14 يوماً من التبويض، والمقاييس الهرمونية لـ (الإستروجين والبروجسترون و FSH) لتحديد وقت الإباضة، للأفراس الفارغة مستوى بروجسترون متوسط ( $P4 0.38 \pm 0.19$ ) نانوغرام / مل و ( $7.65 \pm 12.04$ ) نانوغرام / مل في الأفراس الحوامل.

### الكلمات المفتاحية

الجزائر-الأمراض-التكاثر - الخصوبة - السلالة - الفحل - الفرس.

## Table des matières

<b>INTRODUCTION GÉNÉRALE .....</b>	<b>i</b>
<b>CHAPITRE I. MATÉRIELS ET MÉTHODES.....</b>	<b>1</b>
I.1/ La zone d'étude.....	1
I.1.1/ L'ONDEEC de Constantine.....	1
I.1.2/ Le Haras National Chaouchoua de Tiaret.....	2
I.1.3/La réglementation des stations de monte.....	3
I.2/ Matériels.....	4
I.2.1/ Matériels techniques .....	4
I.2.1.1/ Le calcul des paramètres de reproduction.....	4
I.2.1.2/ L'étude zootechnique des reproducteurs .....	4
I.2.1.3/ L'étude du comportement sexuel.....	5
I.2.1.4/ L'étude des paramètres testiculaires .....	5
I.2.1.5/ L'étude des paramètres hormonaux .....	5
I.2.1.6/ L'étude de la technologie de la production de semences équinnes .....	5
I.2.2/ Matériels biologiques.....	6
I.3/ Méthodes .....	7
I.3.1/ Le calcul des paramètres de reproduction.....	7
I.3.1.1/ Le calcul des indices de fertilité de l'étalon.....	7
I.3.1.1.1/ Le taux de la fertilité apparente (FA %) ou de fin de saison.....	7
I.3.1.1.2/ Le taux de la fertilité par cycle (FC %) .....	7
I.3.1.1.3/ Le taux de poulinage (TP %).....	7
I.3.1.2/ Ratio juments/étalon.....	8
I.3.1.3/ La durée réelle de la saison de monte.....	8
I.3.1.4/ L'appréciation des paramètres de reproduction des juments.....	8
I.3.1.4.1/ Les paramètres de gestation.....	9
I.3.1.4.2/ Les paramètres de cyclicité.....	9
I.3.2/ L'étude zootechnique des reproducteurs.....	9
I.3.2.1/ Les mensurations corporelles.....	9
I.3.2.2/ Les indices zootechniques.....	10
I.3.3/ L'étude du comportement sexuel.....	11
I.3.3.1/ La phase précopulatoire .....	11
I.3.3.2/ La phase copulatoire .....	13
I.3.4/ L'étude des paramètres testiculaires et paramètres hormonaux .....	14
I.3.4.1/ L'examen clinique de l'appareil génital .....	14
I.3.4.2/ Les mensurations testiculaires .....	14
I.3.4.3/ L'étude des paramètres hormonaux .....	16
I.3.4.3.1/ Le dosage de la testostérone .....	16
I.3.4.3.2/ Le dosage de la LH et la FSH.....	16
I.3.5/ L'étude de la technologie de la production de semences équinnes .....	16
I.3.5.1/ Le protocole utilisé .....	17
I.3.5.1.1/ Le poste 1 : La récolte spermatique .....	17
I.3.5.1.2/ Le poste 2 : Le contrôle spermatique.....	18

I.3.5.1.3/ Le poste 3 : La première dilution.....	20
I.3.5.1.4/ Le poste 4 : Centrifugation, élimination du surnageant, dilution finale et remplissage de paillettes.....	21
I.3.5.1.5/ Le poste 5 :La réfrigération.....	21
I.3.5.1.6/ Le poste 6 :La congélation.....	21
I.3.5.1.7/ Le poste 7: Le stockage en biostats.....	22
I.3.6/ Les méthodes statistiques.....	22
<b>CHAPITRE II. RÉSULTATS .....</b>	<b>23</b>
II.1/ Le calcul des paramètres de reproduction .....	23
II.1.1/ L'appréciation de la fertilité a posteriori des étalons .....	23
II.1.1.1/ L'office national de développement d'élevage équin et camelin (ONDEEC).....	23
II.1.1.1.1/ Le taux de la fertilité apparente (FA %) ou de fin de saison.....	23
II.1.1.2/ Le Haras National Chaouchoua.....	25
II.1.1.2.1/ Le taux de la fertilité apparente (FA %) et taux de poulinage .....	25
II.1.1.2.2/ Le taux de la fertilité par cycle (FC %)......	28
II.1.2.3/ La durée réelle de la saison de monte.....	29
II.1.2.4/ Ratio juments/étalon.....	29
II.1.2/ L'appréciation des paramètres de reproduction des juments.....	30
II.1.2.1/ Les paramètres de gestation.....	30
II.1.2.1.1/ La race Arabe.....	30
II.1.2.1.2/ La race Barbe.....	32
II.1.2.2/ Les paramètres de cyclicité.....	34
II.1.2.2.1/ La race Arabe.....	37
II.1.2.2.2/ La race Barbe.....	37
II.1.2.2.3/ La corrélation entre les différents paramètres de cyclicité (toutes races confondues).....	38
II.2/ L'étude zootechnique des reproducteurs .....	39
II.2.1/ Les mensurations corporelles et indices zootechniques.....	39
II.2.2/ La couleur de la robe chez la race Arabe et la race Barbe.....	41
II.2.3/ Le profil céphalique chez la race Arabe et la race Barbe.....	42
II.3/ L'étude du comportement sexuel.....	42
II.4/ L'étude des paramètres testiculaires et paramètres hormonaux .....	43
II.4.1/ L'étude durant trois saisons consécutives (avril 2014- avril 2016).....	43
II.4.2/ L'étude durant toute l'année (juin 2015- mai 2016).....	46
II.4.2.1/ L'analyse descriptive.....	47
II.4.2.2/ L'analyse des variables selon les caractères étudiés .....	47
II.4.2.2.1/ L'effet de la saison.....	47
II.4.2.2.2/ L'effet de la race .....	49
II.4.2.2.3/ L'effet de l'âge.....	50
II.4.2.2.4/ L'effet du mois.....	52
II.5/ La technologie de la production de semences équines .....	53
II.5.1/ L'analyse descriptive des variables.....	53
II.5.2/ Les tests de corrélation.....	55

<b>CHAPITRE III. DISCUSSION</b> .....	<b>56</b>
III.1/ Le calcul des paramètres de reproduction .....	56
III.1.1/ L'appréciation de la fertilité a posteriori des étalons .....	56
III.1.1.1/L'office national de développement d'élevage équin et camelin (ONDEEC).....	56
III.1.1.2/ Le Haras National Chaouchoua .....	57
III.1.2/ Le calcul des paramètres de reproduction des juments.....	59
III.1.2.1/ Les paramètres de gestation .....	59
III.1.2.2/ Les paramètres de cyclicité .....	63
III.2/ L'étude zootechnique des reproducteurs.....	65
III.3/ L'étude du comportement sexuel.....	67
III.3.1/ La phase précopulatoire .....	68
III.3.2/ La phase copulatoire.....	69
III.4/ L'étude des paramètres testiculaires et paramètres hormonaux.....	70
III.5/ La technologie de la production de semences équines.....	73
<b>CONCLUSION GÉNÉRALE ET RECOMMANDATIONS</b> .....	<b>78</b>

## Liste des figures

Figure 1. Zone d'étude (Anonyme 2, 2017).....	1
Figure 2. Schéma récapitulatif des différentes mensurations corporelles utilisées.....	10
Figure 3. Évolution du nombre des juments saillies et les produits déclarés au cours d'une décennie.....	24
Figure 4. Évolution du taux de la fertilité apparente au cours d'une décennie.....	24
Figure 5. La régression de la fertilité apparente des étalons en fonction des années.....	25
Figure 6. Évolution de la FA, nombre d'étalons et des juments en fonction des années.....	26
Figure 7. La régression de la fertilité apparente en fonction des années chez la race Arabe... 26	
Figure 8. Évolution de saillies effectuées par les étalons de race Arabe durant 2003-2013... 27	
Figure 9. La régression de la fertilité apparente en fonction des années et en fonction du nombre d'étalons.....	28
Figure 10. Évolution du ratio juments/étalon de 2003 à 2009 (HN vs ONDEEC).....	30
Figure 11. La durée moyenne de la gestation chez les deux races (Arabe et Barbe).....	34
Figure 12. Le pourcentage du nombre des cycles exploités pour une conception.....	35
Figure 13. La croissance folliculaire chez une jument Arabe en œstrus (âgée de 9ans).....	35
Figure 14. Les valeurs moyennes du poids corporel chez les étalons selon la race.....	41
Figure 15. La répartition de la couleur de la robe chez les étalons selon la race.....	41
Figure 16. La répartition du taux du profil céphalique chez les étalons selon la race.....	42
Figure 17. La variation de la largeur testiculaire moyenne (La. Tm) en fonction de l'âge.....	46
Figure 18. La variation du poids testiculaire moyenne en fonction du poids corporel (modèle de régression quadratique).....	46
Figure 19. Trame type pour l'évaluation des paramètres de reproduction de l'étalon et de la jument.....	105
Figure 20. Trame type pour des examens gynécologiques de la jument.....	107

## Liste des photos

Photo 1. Ruban pour estimation du poids vif .....	10
Photo 2. Posture d'une jument en chaleur. Vue de profil (A) vue du derrière (B). .....	12
Photo 3. Démarche d'un étalon à l'approche de la jument.(A, B et C ).....	12
Photo 4. Un étalon arrivant en erection.....	13
Photo 5. L'étalon teste la réceptivité de la jument. Naso anale (a) et naso nasale (b).....	13
Photo 6. La phase copulatoire .....	14
Photo 7. Position et conformation normale du scrotum et les testicules de l'étalon.....	14
Photo 8. Largeur scrotale totale .....	16
Photo 9. Largeur testiculaire (b).....	15
Photo 11. Longueur testiculaire.....	15
Photo 11. Hauteur testiculaire.....	15
Photo 12. Préparation du vagin artificiel de type Missouri.....	17
Photo 13. Les étapes lors de la récolte de la semence de l'étalon en utilisant un vagin artificiel du type Missouri (a, b et c).....	18
Photo 14. La filtration .....	18
Photo 15. Sperme non filtré (A) et sperme filtré (B) .....	19
Photo 16. L'observation microscopique d'une goutte de sperme. ....	20
Photo 17. Les étapes de stockage des paillettes dans une grille puis dans l'ice-cube.....	21
Photo 18. Image échographique d'un follicule dominant. ....	36
Photo 19. Image échographique d'un utérus en chaleur. ....	36
Photo 20. Image d'un corps jaune hémorragique (A) et un corps jaune (B).....	36
Photo 21. Images échographiques de la vésicule embryonnaire j 14 (A) et j30 (B). ....	38

## Liste des tableaux

Tableau 1. Répartition de l'effectif équin à l'ONDEEC de Constantine (2010). .....	2
Tableau 2. Répartition de l'effectif équin à l'Haras national de Tiaret fin mars 2017. ....	3
Tableau 3. Les formules qui ont été utilisées pour déterminer le poids corporel.....	10
Tableau 4. Les formules qui ont été utilisées pour calculer les indices zootechniques. ....	11
Tableau 5. La description du score de la libido (Cavinder et al., 2010).....	11
Tableau 6. Les formules utilisées pour calculer les paramètres testiculaires. ....	15
Tableau 7. Récapitulatif du taux de la fertilité apparente durant une décennie. ....	23
Tableau 8. L'équation de régression du taux de la fertilité apparente en fonction des années. ....	24
Tableau 9. Saillies effectuées par les étalons de HN (toutes races confondues) sur une décennie.....	25
Tableau 10. Calcul de la matrice de corrélation FA (toutes races confondues).....	26
Tableau 11. Les saillies effectuées par les étalons de race Arabe et de race Barbe du HN. ...	27
Tableau 12. Calcul de matrice de corrélation entre la fertilité apparente /le nombre d'étalons/année chez la race Arabe. ....	27
Tableau 13. Calcul de matrice de corrélation entre la fertilité apparente / le nombre d'étalons/année chez la race Barbe. ....	28
Tableau 14. Récapitulatif de la fertilité par cycle (FC) des étalons Arabe et toutes races confondues durant 2011-2012.....	28
Tableau 15. Corrélation entre l'âge, le nombre des juments et la fertilité par cycle (FC) des étalons Arabe.....	29
Tableau 16. Corrélation entre l'âge, le nombre des juments et la fertilité par cycle (FC) des étalons de toutes races confondues.....	29
Tableau 17. Période de premiers et de derniers sauts de la saison de monte 2002-2012.....	29
Tableau 18. Évolution du ratio juments/étalon de 2003 à 2013 (HN). ....	30
Tableau 19. Le taux des juments saillies et les juments non saillies (race Arabe) 2003-2013.	31
Tableau 20. La moyenne d'âge des avortons de race Arabe.....	31
Tableau 21. Durée de la gestation et variation selon le sexe des produits chez la race Arabe. ....	31
Tableau 22. Analyse de la variance (ANOVA), des effets des facteurs influençant sur la durée de gestation de la jument.....	31
Tableau 23. Test de corrélation entre les différents paramètres de reproduction de la jument Arabe. ....	32
Tableau 24. Le Sex- ratio, chez la race Arabe.....	32
Tableau 25. Le taux des juments saillies et les juments non saillies de race Barbe 2003-2013. .....	32
Tableau 26. La moyenne d'âge des avortons chez la race Barbe.....	33
Tableau 27. Durée de gestation globale et selon le sexe chez la race Barbe.....	33
Tableau 28. Analyse de la variance (ANOVA) des effets des facteurs influençant sur la durée de gestation de la jument.....	33
Tableau 29. Test de corrélation entre les différents paramètres de reproduction de la jument. ....	33
Tableau 30. Le Sex- ratio chez la race Barbe.....	34
Tableau 31. Test d'ANOVA des cycles exploités entre races. ....	35

Tableau 32. Analyse descriptive des données selon le stade physiologique chez la jument Arabe. ....	37
Tableau 33. Analyse descriptive des données selon le stade physiologique chez la jument Barbe. ....	38
<b>Tableau 34.</b> Corrélation entre les différents paramètres des juments en œstrus (toutes races confondues). ....	39
Tableau 35. Corrélation entre les différents paramètres des juments gestantes toutes races confondues). ....	39
Tableau 36. Variation des paramètres de reproduction selon la race. ....	39
Tableau 37. Étude comparative entre les valeurs moyennes des mensurations corporelles et indices zootechniques chez les étalons de race Arabe et Barbe. ....	40
Tableau 38. Étude descriptive des paramètres du comportement sexuel des étalons (Arabe vs Barbe). ....	43
Tableau 39. Récapitulatif des différents résultats des paramètres testiculaires et hormonaux chez la race Arabe et et la race Barbe (2014-2016). ....	44
Tableau 40. Analyse de variance entre la largeur testiculaire droite (La. t.d.) et la largeur testiculaire gauche (La. t.g.) chez les deux races. ....	45
Tableau 41. Coefficient de corrélation entre les paramètres testiculaires chez les deux races (Arabe et Barbe). ....	45
Tableau 42. Récapitulatif des différents résultats des paramètres testiculaires chez les deux races durant toute l'année. ....	47
Tableau 43. Effet de la saison de monte sur les paramètres testiculaires et hormonaux. ....	48
Tableau 44. Effet de la race sur les paramètres testiculaires et les paramètres hormonaux. ....	49
Tableau 45. Effet de l'âge sur les paramètres testiculaires et hormonaux toutes races confondues. ....	50
Tableau 46. Coefficient de corrélation des paramètres testiculaires avec les paramètres hormonaux. ....	51
Tableau 47. Effet de mois de l'année sur les paramètres testiculaires. ....	52
Tableau 48. Les valeurs moyennes des mensurations testiculaires et les paramètres testiculaires calculés chez trois étalons Arabe récoltés. ....	53
Tableau 49. Résultats du contrôle de qualité des éjaculâts appartenant aux 08 étalons récoltés le 15 juin 2015. ....	54
Tableau 50. Description des données relatives aux paramètres spermatiques des trois étalons (éjaculâts retenus). ....	54
Tableau 51. Résultats du comportement sexuel des trois étalons (éjaculâts retenus). ....	55
Tableau 52. Les coefficients de corrélation entre les moyennes des paramètres testiculaires, spermatiques et du comportement sexuel des trois étalons. ....	55
Tableau annexe 53. Chronologie d'administration des aliments des étalons. ....	104
Tableau annexe 54. Le taux des juments saillies et les juments non saillies (race Arabe) 2003-2013. ....	106
Tableau annexe 55. Le taux des juments saillies et les juments non saillies (race Barbe) 2003-2013. ....	106

## Liste des abréviations

%	<i>Pourcent</i>
±	<i>Plus ou moins</i>
µl	<i>Microlitre</i>
♀	<i>Femelle</i>
♂	<i>Mâle</i>
ANOVA	<i>Analyse de la variance</i>
Ar.	<i>Arabe</i>
BCS	<i>Body score condition</i>
Be.	<i>Barbe</i>
cm	<i>Centimètre</i>
CNIAAG	<i>Centre National de l'Insémination Artificielle et de l'Amélioration Génétique</i>
DSO	<i>Daily sperm output</i>
DSP	<i>Daily sperm product</i>
E2	<i>Oestrogènes</i>
FA	<i>Fertilité apparente</i>
FC	<i>Fertilité par cycle</i>
FSH	<i>Folliculo-stimulating hormone</i>
gr	<i>Gramme</i>
HDD	<i>Hauteur devant et derrière</i>
HG	<i>Hauteur au garrot</i>
HN	<i>Haras National</i>
HNF	<i>Haras nationaux français</i>
HS	<i>Hauteur au sacrum</i>
HTD	<i>Hauteur testiculaire gauche</i>
HTG	<i>Hauteur testiculaire droite</i>
IA	<i>Insémination artificielle</i>
ICP	<i>Indice corporel de profil</i>

I.D.E.E.	<i>Institut de développement de l'élevage équin</i>
IDT	<i>Indice dactylo-thoracique</i>
Kg	<i>Kilogramme</i>
L	<i>Litre</i>
LH	<i>Luteinising hormone</i>
La. t.g.	<i>Largeur testiculaire gauche</i>
La. t.d.	<i>Largeur testiculaire droite</i>
LCA	<i>Longueur du canon</i>
Lo. t.g.	<i>Longueur testiculaire gauche</i>
Lo. t.d.	<i>Longueur testiculaire droite</i>
Ls	<i>Largeur scrotale</i>
LSI	<i>Longueur scapulo-ischiale</i>
m	<i>Mètre</i>
min	<i>Minute</i>
ml	<i>Mililitre</i>
Nb	<i>Nombre</i>
Ng	<i>Nanogramme</i>
NP	<i>Nombre de paillettes</i>
NS	<i>Nombres de sauts pour une éjaculation</i>
ONDEEC	<i>Office national de développement d'élevage équin et camelin</i>
P4	<i>Progésterone</i>
PA	<i>Poids de l'albuginée</i>
PPT	<i>Poids du parenchyme testiculaire</i>
PT	<i>Poids testiculaire</i>
RC	<i>Rapport corporel</i>
s	<i>Seconde</i>
SD	<i>Ecart-type</i>
SIRE	<i>Système d'information relatif aux équidés</i>
spzs	<i>Spermatozoïdes</i>

TEj	<i>Temps passé entre le contact jument et éjaculation</i>
TP	<i>Taux de poulinage</i>
T S	<i>Temps passé entre contact jument et saut</i>
TST	<i>Temps de récolte spermatique</i>
UI	<i>Unité internationale</i>
VA	<i>Vagin artificiel</i>
V.t.s	<i>volume totale de la semence</i>
VTT	<i>Volume testiculaire total</i>

# *Introduction*

### Introduction générale

**Sourate Al' Imran** : (La Famille d'Imran) : Au nom de Dieu, le Tout Miséricordieux, le Très Miséricordieux :

*« On a enjolivé aux gens l'amour des choses qu'ils désirent : femmes, enfants, trésors thésaurisés d'or et d'argent, chevaux marqués, bétail et champs ; tout cela est l'objet de jouissance pour la vie présente, alors que c'est près d'Allah qu'il y a bon retour ».*

**Sourate 3, Âl `Imrân, verset 14 (Traduit par Radhouane, 2017).**

Considéré comme « la plus noble conquête de l'homme ». Les chevaux ont été évoqués à plusieurs reprises dans le Coran, ainsi dans les paroles du prophète (que le salut soit sur lui ) et présent dans les mythes, les légendes, les encyclopédies et toutes formes d'arts, le cheval est, de tous les animaux, celui qui a sans doute le plus marqué l'histoire et les progrès de l'humanité. Le cheval ne peut qu'occuper une place de choix dans le cœur des fidèles, car c'est un être cher à Allah, et aussi parce qu'il est une source de bonheur.

Grâce à une cavale prodigieuse la jument Al- Bourâq, qui a permis au prophète Mohammad (Paix et Bénédiction sur lui) de traverser la Mecque jusqu'à Jérusalem ; puis la montée vers les sept cieux. Rencontrant à la porte de chacun d'eux, ses glorieux aïeux Adam, Joseph, Moïse, Jésus-Christ, Abraham... avant de s'entretenir avec le miséricordieux tout cela dans un temps imperceptible, qui lui fit retrouver, de retour à la Mecque et grâce aux aires de sa monture redoutable, son lit conjugal encore chaud (Stacey, 2011).

***Au nom de Dieu celui qui fait la miséricorde le miséricordieux***

*<<Gloire à celui qui a fait voyager de nuit son serviteur de la mosquée sacrée à la Mosquée la plus éloignée dont nous avons béni l'enceinte, et ceci pour lui montrer certains de nos signes, Dieu est celui qui entend et qui voit parfaitement>>.*

**Sourate XVII << El-Issraa >> le voyage nocturne (Traduit par Radhouane, 2017).**

Le cheval a toujours occupé une place primordiale dans la vie des Arabes et des Berbères.

« *الْخَيْلُ مَعْفُودٌ فِي نَوَاصِيهَا الْخَيْرُ إِلَى يَوْمِ الْقِيَامَةِ* » dit un Hadith. Rapporté par Ibn Majah.

Il a le pouvoir de protéger du malheur ; c'est ce qu'exprime un autre hadith : « Les mauvais esprits n'entrent pas dans la tente où se trouve un cheval de race ». Et on peut encore lire : « Heureux, l'homme qui a entre les mains les rênes de son cheval dans la voie de Dieu, les cheveux en désordre, les pieds enveloppés de poussière... ». Par ailleurs, si l'on reprend les paroles de l'ange Gabriel à propos d'El Bourâq, le cheval engage l'homme à aimer. Grâce à cet amour, le musulman va s'occuper soigneusement de son cheval et se préoccuper, plus que de son bien-être, puisque c'est plus qu'un animal, de son bonheur. C'est là le désir d'Allah : « Tu trouveras le bonheur sur toute la terre et tu seras aimé entre toutes les créatures, car pour toi s'accroîtra l'amour du Maître de la Terre », dit-il au cheval.

Dieu a dit : << j'ai créé pour l'homme tout ce qui est sur la terre. Je donne tout à Adam et à ses descendants. L'homme sera le plus noble des animaux. >> (Daumas, 1858).

## Introduction

---

Nos ancêtres pensaient qu'un animal aussi remarquable que le cheval ne pouvait pas être issu d'une race ordinaire. Selon les Grecs de l'antiquité, le cheval a été créé par Poséidon, le dieu de la mer. Sa première apparition avec l'homme a eu lieu lorsqu'il a émergé de l'océan. Le Centaure, cette créature mi-homme, mi-cheval, symbolise la bête en l'homme. Le mythe des centaures est l'un des plus instructifs sur les conflits de l'instinct et de la raison.

Le Centaure est une créature, mi-homme, mi-cheval. Bercés par la mythologie grecque, adorateurs de Dionysos, certains disent que les centaures sont des créatures violentes et sauvages. Tandis que d'autres affirment que ce sont des êtres bons. Le plus connu d'entre eux est Chiron qui fit l'éducation d'Achille. Malgré l'endurance du cheval terrestre et la sagesse du Centaure, la mythologie a créé Pégase, Licorne et Sleipnir un cheval merveilleux à 8 jambes (**Anonyme 1, 2008**).

En Algérie, l'apparition des équidés remonte à la période préhistorique au cours du 4<sup>ème</sup> millénaire (**Alimen, 1955**), qu'en témoignent les vestiges archéologiques, dessins rupestres qui présentent des chevaux de conformation et des types similaires à ceux du cheval Barbe d'aujourd'hui. Grâce à des fouilles archéologiques effectuées en Algérie, on a abouti à l'identification des restes osseux de l'espèce *Equus algericus*, situé au Sud Est de Tiaret et à Hydra aux environs d'Alger (**Chaid-Saoudi, 1988**). L'avènement de l'Islam a renforcé et consolidé l'attachement des populations à cet animal tant conté par les historiens, sublimé par les poètes et chanté par les artistes. Il fut jadis un fidèle et glorieux compagnon de guerre.

Daumas étudia la place du cheval dans la vie « arabe », et sur la manière dont on le soignait, l'éduquait et le dressait. Il nota ses observations sur les relations entre les Algériens et leurs montures dans un livre consacré à l'équitation et à l'hippologie « Les Chevaux du Sahara », qui parut en 1851 (**Pouillon, 2008**).

On sait aussi que le cheval fut utilisé, également, par le pouvoir français pour ses fantasias officielles, ou autres mises en scènes des festivités coloniales. Le cheval était pour les « Arabes » objet de respect, d'élan poétiques, entremêlés d'approches mystiques-superstitieuses. Il fit don à l'émir Abdelkader d'un exemplaire de ce livre, il en sollicita les avis. Il reçut en retour nombre de commentaires, dont un manuscrit en arabe de la main de l'émir Abdelkader de quelques dizaines de feuillets qui était une étude abrégée sur les chevaux (dirāsa qaṣīra ḥawl al- khuyūl). L'émir et le général avaient, il est vrai, une commune passion pour les chevaux (**Pouillon, 2008**).

Les qualités de ces chevaux découlent ainsi et avant tout du milieu, puis, de l'exigence de l'homme, de celle d'un peuple cavalier, nomade, qui a voulu et sélectionné en regard de l'usage qu'il souhaitait en faire : les déplacements, les razzias, et la chasse. Elles découlent d'une longue sélection. Les montures devaient pouvoir conduire les nomades longtemps sans s'épuiser, faire preuve d'un caractère docile, d'une grande rusticité et d'un pied sûr.

Lorsqu'on parle des chevaux qui ont joué un rôle au cours de l'histoire algérienne, on parle en tout premier lieu des chevaux Barbe, la race endémique à l'Afrique du Nord. Avec l'invasion arabe, on parle aussi des chevaux Arabe. Les arabes ont certainement combattu avec ces derniers, mais aussi certainement avec des chevaux Barbe, à l'occasion de remontes.

## Introduction

---

Les chevaux Arabe et Barbe présentent certaines caractéristiques communes. Ils ont tous deux été modelés par leur environnement naturel, un environnement rude où l'alimentation est pauvre. Ces deux chevaux étaient donc des chevaux résistants et sobres. Ces caractéristiques en font des chevaux qui d'une part se prêtaient bien, aux conflits, et qui d'autre part, orientaient vers une cavalerie de type légère et vers une technique de combat particulière.

Le cheval dans la société algérienne a tenu au cap de temps une place digne, que ce soit au côté du guerrier, plus humblement devant l'araire du fellah ou près de la tente du nomade. L'Émir Abdelkader, fin stratège et éminent homme de cheval, appliqua les anciennes techniques arabes du harnachement pour entraîner ses cavaliers au combat contre l'ennemi.

L'Émir Abdelkader qui était un hippiatre réputé et reconnu comme tel par ses pairs français, particulièrement le général Daumas, qui l'a plusieurs fois sollicité pour annoter son célèbre ouvrage « les chevaux du Sahara ». Dans nos jours, le cheval de guerre a laissé la place aux disciplines culturelles et sportives.

Plusieurs définitions de la race se mélangent ainsi sans cesse et encouragent des confusions toujours d'actualité chez historiens et éleveurs : définition française et définition arabe, définition moderne et définition zootechnique du XIXe siècle, élevage civil et production militaire, usages élitistes et pratiques populaires... Trois fils rouges entretiennent cette illusion d'une « race » à la fois ancienne et figée dans le temps :

- Des ressemblances morphologiques générales dans les représentations graphiques.
- Un rôle militaire permanent et prépondérant de l'Antiquité aux années 1960.
- Des qualités comportementales constamment soulignées d'un siècle à l'autre par les sources (**Husser, 2018**).

Selon le vétérinaire militaire Louis Mercier, publié en 1847, le cheval Algérien primitif est le cheval arabe, qui a ensuite évolué – dégénéré – dans ce nouveau milieu et sous l'effet des invasions successives, introduisant principalement le sang vandale, le sang turc et le sang espagnol, dont Mercier pense retrouver des traces dans les morphologies actuelles. Ainsi par exemple, la tête busquée que présentent certains individus prouve leur filiation avec les chevaux européens des Vandales (**Husser, 2018**).

Le cheval Barbe est l'une des plus anciennes races au monde. Cette race a été sélectionnée pour ses capacités de travail, de transport des personnes et de marchandises plus que pour sa beauté. Sauf qu'aujourd'hui, il est traditionnellement associé aux peuples berbères du Maghreb (**Bererhi, 2004**).

Les défauts physiques du Barbe (tels que la tendance à l'encastelure du pied) ou les maladies endémiques qui frappent à l'époque les populations équines du Maghreb (dourine, farcin d'Afrique) ont fait l'objet d'expériences et de nombreux rapports publiés ensuite dans les revues vétérinaires algériennes et françaises (**Husser, 2018**).

Il est à noter que l'ouverture d'un stud-book par arrêté du 8 mars 1886 en Algérie de la race barbe a eu lieu dans une optique totalement différente de celle qui avait animé les Anglais avec leur pur-sang, ou encore des races de trait françaises dans la seconde moitié du XIXe siècle (**Lizet, 1989**). Le stud-book britannique était tourné vers l'avenir auquel il fournissait une base

## Introduction

---

stable en enregistrant un résultat jugé parfait ; le stud-book algérien est le résultat d'une action menée sur la défensive et avec un sentiment d'urgence : celui de la préservation des derniers éléments ayant échappé à une politique d'élevage menée depuis les années 1850 et considérée comme un échec (**Husser, 2018**).

En 1877, et pour des besoins de la cavalerie militaire, l'élevage du pur-sang arabe a commencé en Algérie par l'importation de chevaux du Moyen-Orient par les autorités coloniales. De plus, dans le sens d'améliorer les races autochtones, des croisements effectués ont donné naissance au cheval Arabe-Barbe. Par la suite, les produits de ce croisement ont été accouplés entre eux ou avec l'une des races parentales. Cependant, tous les chevaux issus de ses différents croisements sont systématiquement considérés comme Arabe-Barbe abstraction faite du degré de sang arabe infusé (**Boujenane et al., 2008**).

Ces dernières années, le cheptel équin en Algérie est en constante évolution, à la faveur de conditions climatiques et économiques favorables (Tableau 3).

L'effectif chevalin en Algérie n'a pas cessé de baisser au fil du temps ; de 216.000 têtes en 1901 il est passé à 200.000 en 1954 et à 105.000 en 1962 pour régresser de façon dramatique lors de l'épidémie de peste équine qui s'est déclarée en 1965 (**Bounekhla, 2002**).

Malgré la motorisation, la production des équidés et particulièrement celle du mulet conserve toute sa valeur. Certains pays étrangers viennent en Algérie se pourvoir en juments et étalons nord-africains (**MADR, 2013**).

Notre communauté ménage aujourd'hui une place majeure aux animaux de compagnie ; et la place qu'occupe le cheval est d'autant plus particulière, quelle que soit sa discipline, elle est exploitée très tôt en regard de sa maturité qu'elle soit physique ou physiologique.

En Algérie, la population chevaline atteint un effectif de 46 841 en 2017 (**FAO, 2017**), ventilé sur le secteur privé, le Haras national, l'ONDEEC, la garde républicaine et les clubs hippiques. Cette population est essentiellement composée des races suivantes : le Barbe, l'Arabe, l'Anglais, le Selle français et tous leurs croisements.

Il est en grand nombre dans les régions où le cheval est utilisé surtout pour la fantasia et les manifestations culturelles : Khenchela, Laghouat, Tébessa, Tiaret, Barika ,pratiques liées à l'image implantée dans l'esprit des habitants qu'un cheval représente un symbole de victoire, de force, de liberté et de fierté depuis l'antiquité. On ne peut pas oublier que le cheval reste à nos jours un moyen utilisé en agriculture dans les régions montagneuses comme la grande Kabylie, mais aussi comme athlète dans les champs de course qui commence à voir le jour (**Bererhi, 2004**).

La reproduction équine est un domaine en pleine évolution, et la sélection des reproducteurs, notamment des étalons est de plus en plus sévère.

Il a donc été nécessaire de procéder à des essais sur les méthodes de conservation à long terme (congélation de la semence). Toutefois l'utilisation de ces reproducteurs est tributaire de leur disponibilité, car la saison de reproduction chevauche sur celle des courses. Et à cet effet, le CNIAAG a mis en place un programme de l'IA pour la préservation et la diffusion du matériel génétique des reproducteurs.

## Introduction

---

À notre connaissance, il y a peu d'études sur l'évaluation de la fonction sexuelle de l'étalon en Algérie. Dans cette perspective, notre travail a pour objectif d'évaluer la relation entre les critères mesurables pour estimer la fertilité d'étalon. Par ailleurs le rôle de la fertilité des juments est étroitement lié à celle des étalons.

En Algérie, l'infertilité et la subfertilité sont les raisons majeures à la non disponibilité d'un grand nombre de reproducteurs.

La meilleure évaluation de la fertilité d'un étalon est la mesure de la fertilité par cycle, mais lorsque cette mesure n'est pas disponible, d'autres estimateurs existent tels que, les mensurations testiculaires, et les dosages hormonaux (**Perumal et al., 2017; Rua et al., 2017; Houssou et al., 2018**). De plus, la motilité spermatique est considérée être comme un des éléments les plus importants de la fertilité (**Matthew, 2016 ; Pande et al., 2018**).

Les personnes dont la vie est liée aux équins, bien qu'ayant une connaissance traditionnelle approfondie de leurs animaux, ont souvent manqué de l'information plus précise qui peut être offerte par des études scientifiques. La plupart du temps, l'approche d'aborder la question de reproduction chez l'étalon se focalise sur la femelle, tout en passant à côté du facteur mâle assez peu étudié.

La jument occupe la première place dans toutes les études qui traite de l'anatomie, la physiologie, les performances, la rentabilité, la zootechnie, et l'élevage. Chez le mâle, par contre, les études sont rares et peuvent être le facteur limitant en reproduction équine.

Les chevaux peuvent accomplir la carrière sportive, préalablement ou parallèlement à leurs rôles de reproducteur, mais les avis sont partagés sur la question. Certains pensent que les dépenses induites par l'activité reproductive nuisent aux performances sportives de l'étalon. D'autres trouvent que les étalons sont bien plus équilibrés dans chacune de leurs activités lorsqu'ils combinent sport et reproduction. Rien n'est vérifié scientifiquement, tous les arguments sont recevables, le tout étant de s'adapter aux spécificités individuelles de chaque étalon (**McDonnell, 2005**).

De plus, le choix des étalons reproducteurs en dehors des performances pour lesquels ils sont sélectionnés passe obligatoirement par la connaissance et l'appréciation de la fonction sexuelle de ces derniers. Cette appréciation intéresse d'une part les caractéristiques de l'appareil reproducteur ; notamment les testicules : en prenant en compte leurs mensurations en vue d'apprécier la quantité spermatique susceptible d'être produite quotidiennement ; mais aussi d'explorer la cinétique de la production hormonale testiculaire par le dosage sérique de la testostérone, de FSH et de LH.

Le choix des reproducteurs passe aussi par l'appréciation du comportement sexuel et par la mesure de sa fertilité.

Une analyse complète et détaillée de la semence permet d'estimer le statut reproducteur de l'étalon. Cette évaluation sera notamment nécessaire lors de l'introduction d'un nouvel étalon au sein d'un centre d'insémination. Sans oublier la saisonnalité de la reproduction dans cette espèce et les éventuelles difficultés à obtenir de la semence de bonne qualité en dehors de la saison. A cette fin, notre étude porte sur l'évaluation des critères de reproduction notamment

## Introduction

---

en contre saison pour procéder à la récolte des étalons à des fins de produire des stocks de semence pour l'insémination artificielle.

Ces dernières années, de nombreuses études ont été menées dans le but de mesurer les concentrations d'une grande variété d'hormones dans les fluides biologiques du cheval. Ces recherches ont permis de connaître les concentrations hormonales dans la circulation périphérique de l'étalon. Les androgènes et les œstrogènes sont responsables de l'expression des caractères sexuels secondaires de l'étalon. Leur dosage sera donc impératif pour la détection d'un éventuel tissu testiculaire rémanent. En réalité, la relation entre les niveaux hormonaux de base et la fertilité de l'étalon a été étudiée selon deux tests de stimulation l'un au **GnRH** et l'autre à L'**HCG**.

La sécrétion d'androgènes peut varier selon la saison, la testostérone est l'hormone clé pour l'activité reproductrice et la qualité de sperme (**Zervos et al., 2010 ; Waddington et al., 2017**) une corrélation entre la testostérone, la circonférence scrotale et le poids corporel indique que ces paramètres peuvent être utilisés dans l'évaluation de fonction testiculaire (**Perumal et al., 2017**).

Par conséquent, l'estimation de la fonction sexuelle de l'étalon est difficile vu les moyens d'investigation qui sont variables.

En outre le choix des étalons reproducteurs destinés à l'insémination artificielle des juments et par conséquent à la diffusion à grande échelle de leur matériel génétique, doit tenir compte d'autres critères, qui doivent être, partie prise dans les programmes du choix des reproducteurs. Nous citerons le diagnostic des maladies sexuellement transmissibles, l'examen cytogénétique par la pratique d'un caryotype pour la détection des aberrations chromosomiques de nombre ou de structure, et enfin l'examen clinique de l'appareil reproducteur pour déceler des pathologies d'autre inflammatoire ou autres (orchites, balanoposthites...).

Il est raisonnable de regrouper les résultats de fertilité de l'étalon et de la jument.

Classiquement, on définit deux grandes catégories de facteurs pouvant influencer la fonction de reproduction de la jument : les facteurs extrinsèques (environnementaux) et les facteurs intrinsèques (propres à l'animal). Ces derniers regroupent l'âge, la race de la jument, la génétique et les affections congénitales ou acquises dont elle peut souffrir. Les premiers sont, pour les plus couramment incriminés : la photopériode, l'alimentation et la température.

S'il paraît évident qu'une jument âgée ou atteinte d'une affection de l'appareil reproducteur sera moins féconde, on pense beaucoup moins au rôle de l'environnement qui, par le biais de divers récepteurs, peut modifier la fonction ovarienne de la jument, sa capacité à concevoir un embryon, à mener une gestation à terme, à mettre bas et à allaiter. L'éleveur cherche de plus à améliorer la fertilité et la fécondité de ses juments. L'approche de tous ces critères exige une connaissance assez précise du mode d'élevage et d'alimentation pour une meilleure interprétation des résultats obtenus.

Des facteurs comme la race, le sexe, l'âge, les changements physiologiques et la photopériode peuvent aussi influencer les paramètres biochimiques du sang. Les bases zootechniques de la photostimulation de la jument ont été publiées au début des années 1980 (**Guillaume et al., 2010**).

## Introduction

---

Des conditions climatiques plus favorables affectent les valeurs nutritionnelles des paires, et par conséquent, la jument peut avoir un large gain nutritionnel et le poulain prend moins de temps à atteindre le poids approprié pour la naissance (**Morel et al., 2008**).

**Langlois (1973)** et **Hafez (1987)** ont indiqué que les juments ayant un régime alimentaire adéquat ont une durée de gestation plus courte que les juments sujettes à des restrictions alimentaires. D'ailleurs, quand les températures s'élèvent, le moment de naissance se rapproche de plus en plus vers le mois qui a les conditions nutritionnelles les plus favorables selon les régions (avril et mai).

La détermination du moment de l'ovulation au cours de l'oestrus qui dure entre 3 et 15 jours est difficile à situer avec précision après J0 du cycle sexuel (**Gilbert, 2005**). Cette détermination exige plus d'investigations, notamment le dosage hormonal et le suivi échographique de la jument. Les follicules ont tendance à croître par vagues, à raison d'une ou deux vagues par cycle (**Driancourt, 2001 ; Ginther et Donadeu, 2002**).

L'induction des chaleurs est certes intéressante, mais le but, est surtout de connaître et de maîtriser le moment de l'ovulation. En effet, les taux de fertilité augmentent significativement si l'insémination ou la saillie a lieu près de l'ovulation. La capacité à induire une ovulation à un moment précis est un outil capital de gestion quand les juments sont mises à la reproduction avec des étalons très côtés, ou des étalons peu fertiles (oligospermiques ou asthénospermiques).

La durée de la gestation est une variable physiologique d'une importance économique dans la majorité des animaux domestiques. La période de gestation varie seulement de quelques jours, même si certaines différences se justifient par des facteurs génétiques plus que par des facteurs environnementaux (**Valera et al., 2006 ; Meliani, 2013**).

Plusieurs études confirment la grande variabilité dans la durée de gestation dans différentes races équinées (**Pérez et al., 2003 ; Kuhl et al., 2015**). La connaissance de la durée de la gestation et la possibilité de notification de la date de poulinage pourraient être importantes pour la bonne gestion de la reproduction des femelles.

Selon les études publiées, les facteurs les plus importants qui influencent la durée de gestation dans certaines races sont liés à l'âge de la mère, l'étalon, le nombre de poulinages, la nutrition, la saison, le sexe du poulain, le mois de conception, la photopériode, en plus des variations individuelles (**Satué et al., 2011 ; Kuhl et al., 2015 ; Ferreira et al., 2016**).

À l'heure actuelle, aucune étude n'a fait état de l'appréciation de la fertilité des étalons en Algérie. C'est pourquoi nous avons cherché à définir les spécificités des reproducteurs et les conditions de leur utilisation dans ce pays.

Un autre point novateur de cette étude est l'introduction d'un nouvel axe de recherche : les techniques de reproduction artificielle habituellement utilisées en Algérie pour les grands ruminants. Ces dernières doivent être appliquées dans les programmes de préservation des races équinées algériennes. Il s'agit en particulier des techniques de cryopréservation de sperme.

Ainsi la présente étude porte sur deux principales parties (la mise d'un programme de choix : des étalons et des poulinières).

## Introduction

---

Il est important de se soucier aussi bien de l'étalon que de la jument lors de l'analyse des résultats de fertilité. L'objectif de l'éleveur reste inchangé : obtenir un poulain par jument et par an.

Il est important de signaler la particularité de la remise à la saillie de la jument en post-poulinage qui est situé entre le 9<sup>ième</sup> au 30<sup>ième</sup> jour. Le premier oestrus post-partum, chez la jument, apparaît du 4e au 10e jour post-partum, ces chaleurs sont dites chaleurs de poulinage ou Foal heat (**Ginther, 1992 ; Watson et al., 1994**).

Nous avons essayé d'établir une méthode de travail selon les moyens dont on a disposé.

Ainsi la présente étude porte sur cinq principaux volets :

### 1/ Premier volet

Le premier volet est composé de deux parties :

- **Première partie** : la fertilité de l'étalon à postériori, par une appréciation globale de la fertilité et une description des principales caractéristiques des reproducteurs en Algérie grâce à une enquête rétrospective à partir de 2000 jusqu'à 2013. Cette étude comprend les reproducteurs du secteur étatique à l'échelle nationale, enregistrés par les services de l'ONDEEC (Constantine) et les reproducteurs de l'unique Haras national de Chaouchoua (Tiaret). La démarche est d'évaluer et de décrire certains paramètres relatifs aux reproducteurs à savoir :

- Le portrait du cheptel reproducteur équin en Algérie (effectif, âge et race).
- La fertilité a posteriori des étalons à partir des résultats des saillies.
- Certains facteurs relatifs aux saillies comme le rapport jument/étalon.
- La durée réelle de la saison de monte en Algérie (l'ONDEEC de la région est, et le Haras national, dans la région ouest).

- **Deuxième partie** : nous avons traité de la fertilité de la jument sous les conditions locales de manière rétrospective et prospective, par l'étude :

- Des particularités physiologiques des paramètres de reproduction de la jument afin de mieux comprendre les contraintes qu'elles impliquent.
- La durée de la gestation et les facteurs de variations.
- Les différentes stratégies hormonales (dosage de : progestérone, œstradiol 17 $\beta$  et FSH), et l'examen échographique pour estimer le moment de l'ovulation au cours des chaleurs.

### 2/ Second volet

Ce volet concerne l'approche zootechnique, il aborde l'aspect phénotypique, les mensurations corporelles et les indices zootechniques chez les étalons de l'étude.

### 3/ Troisième volet

Ce volet traite de l'appréciation du comportement sexuel (différents temps) durant quatre saisons consécutives (2012-2015) au niveau du Haras national de Chaouchoua chez les étalons reproducteurs.

### **4/ Quatrième volet**

Ce dernier traite des mensurations testiculaires de 10 à 12 étalons de race Arabe et 6 étalons Barbe durant trois saisons consécutives. Ce travail s'étale sur trois saisons de reproduction successives pour estimer la production spermatique, et prédire le nombre de juments pouvant être saillies au cours de la saison. Le même travail a été mené sur l'ensemble de l'année pour déterminer la saisonnalité de la reproduction et par là même comparer la saisonnalité de la reproduction sous nos latitudes.

Le dosage hormonal des hormones de reproduction telle la testostérone, la FSH et la LH sérique par la méthode R.I.A. Cette analyse est menée individuellement sur chaque étalon de différents âge et race.

### **5/ Cinquième volet**

Ce dernier volet concerne les premiers essais en Algérie de la cryopréservation de semence équine en utilisant des techniques modernes.

Par ces travaux nous espérons apporter des renseignements fiables pouvant être considérés comme des outils permettant d'améliorer la sélection et la préservation des reproducteurs les plus performants.

Nous terminerons notre travail par une discussion élaborée de tous nos résultats, et nous conclurons en apportant des recommandations qui seront nécessaires pour améliorer l'état actuel des choses.

# *Matériels et Méthodes*

### Chapitre I. Matériels et Méthodes

#### I.1/ Zone d'étude

Les deux wilayas qui sont visées par notre étude sont au niveau de Constantine (ONDEEC) et de Tiaret (Haras national), et ce choix est fondé sur l'importance des effectifs des reproducteurs et la disponibilité des informations sur l'historique de la fertilité des reproducteurs et des reproductrices. La localisation géographique de ces deux wilayas sur le territoire national est reportée sur la figure 1.

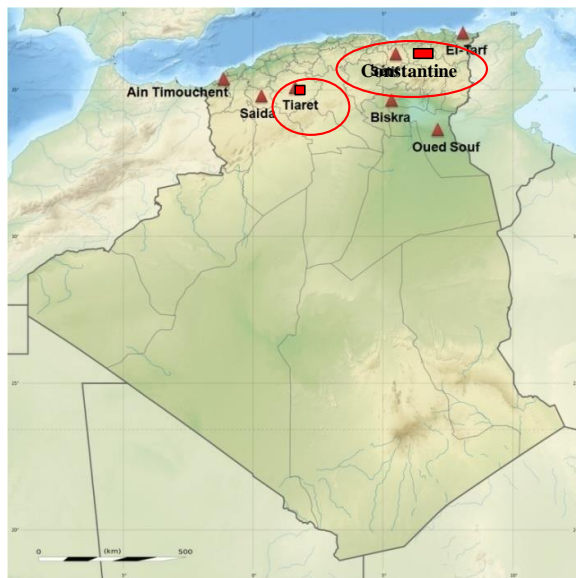


Figure 1. Zone d'étude (Anonyme 2, 2017).

#### I.1.1. L'ONDEEC de Constantine

L'ONDEEC a été créée en 1976 après la dissolution de l'I.D.E.E (l'ordonnance de 21/10/1986), dans le cadre du plan national de développement économique et social pour la promotion et le développement de l'espèce équine et cameline.

L'ancienne nomination ONDEE II a pour missions :

- D'élaborer et de présenter les objectifs nationaux à savoir, les plans et programmes pour la production équine.
- D'établir, sur la base d'un recensement systématique un inventaire des potentialités nationales en matière équine.
- De définir et proposer les conditions scientifiques, techniques, économiques et organisationnelles permettant d'encourager la production équine et veiller à leur mise en œuvre.
- D'assurer la surveillance sanitaire avec la collaboration des institutions spécialisées.
- De veiller à la sauvegarde du potentiel génétique du cheptel équin avec l'aide des différentes unités à travers le territoire national.
- D'identifier les équidés.
- De tenir des registres généalogiques des équidés immatriculés (Stud-Book).

## Matériels et Méthodes

L'ONDEEC est chargée également, de contribuer ou de participer aux actions de soutien et d'encouragements aux activités artisanales et de la production des équipements et matériels dans le domaine liés à son objectif, de fournir l'assistance aux producteurs, éleveurs et utilisateurs.

Actuellement, l'ONDEEC couvre quatre régions du pays à savoir : le centre, le centre-ouest, l'ouest et l'est.

Elle héberge des géniteurs de races différentes.

- **Étalons approuvés** : qui d'après leurs origines, leur conformation voir leurs performances sont reconnus susceptibles de conserver ou d'améliorer la qualité de leur race.
- **Étalons autorisés** : présentant une conformation satisfaisante pour ne pas nuire à l'élevage de la région.
- **Étalons rouleurs** : qui ne sont surveillés que d'un point de vue strictement sanitaire.

L'ONDEEC de Constantine, était installée à l'ancien casernement de Sidi-Mabrouk, au centre-ville de Constantine, le dépôt de reproducteur fut construit de 1874 jusqu'à 1879 et actuellement l'ONDEEC de Constantine, est installée à Ain-Abid.

Le tableau 1 rapporte l'effectif des étalons présents à l'ONDEEC en fonction de la race et du sexe.

**Tableau 1.** Répartition de l'effectif équin à l'ONDEEC de Constantine (2010).

<i>Barbe</i>		<i>Arabe-Barbe</i>		<i>Arabe</i>		<i>PSA</i>		<i>Cheval de selle</i>		<i>Trotteur</i>		<i>Anglo-barbe</i>		<i>Baudet</i>	
♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
05	00	09	02	04	00	02	00	02	00	01	00	01	00	01	00

### I.1.2. Le Haras National Chaouchoua de Tiaret

Anciennement appelé « jumenterie de Tiaret », c'est une institution qui date depuis la période coloniale après la création en 1852 de grands dépôts mixtes et de remontes d'étalons sous les ordres du général Daumas.

Il a été créé par l'arrêté ministériel du 20 novembre 1877, dans le but de fournir aux dépôts reproducteurs des étalons de l'Algérie, et éventuellement en exporter vers la métropole si la production s'avérait suffisante. On y trouvait des reproducteurs de P.S.Arabe de souche orientale, et de race Barbe améliorée par des croisements orientaux ou par sélection. Mais à partir de 1922, la jumenterie n'a produit que des PSA. jusqu'en 1942, date à laquelle il y a eu une relance de la production de Barbe par sélection.

Bien qu'autonome, elle appartient légalement à l'ONDEEC, elle est située à 7 km à l'est de Tiaret, au lieu-dit Chaouchoua » ; le Haras comprend :

- Une jumenterie très bien construite transformée actuellement en Haras national.
- Une annexe (petite jumenterie transformée actuellement en centre équestre.

## Matériels et Méthodes

- Des champs de culture qui s'étendent sur des centaines d'hectares.

Elle représente actuellement le seul et l'unique Haras national.

L'étude a été réalisée à Tiaret, qui est située à environ 300 km au sud-ouest d'Alger. Cette Wilaya s'étend sur les pentes du Djebel Guezoul à une altitude de 1086 mètres, une latitude de 35°15' N. et une longitude de 1°26' E. La situation géographique de cette région est caractérisée par un climat semi-aride, qui se distingue par un hiver froid, humide et un été chaud et sec.

Nous avons mené une recherche au sein du Haras National Chaou-chaoua de Tiaret. Des lignées ont vu le jour à Chaou-Chaoua, on citera, Wadha, Nimrin qui sont à l'origine des lignées : Polonaise, Maghrébine et Française, et les étalons : Bongo, Masboute, Gouta...etc. À l'heure actuelle, la jumenterie de Tiaret constitue le principal fournisseur de chevaux pour les courses hippiques tout en maintenant le modèle et le type original à travers un capital génétique de grande valeur. Elle dispose par ailleurs, d'un potentiel génétique unique. Le Haras totalise un effectif de 252 chevaux (mai-2017), composé de deux races principales (Pur-Sang Arabe et Barbe).

La répartition de l'effectif équin par race et par sexe au niveau du Haras national de Tiaret est portée au tableau 2.

**Tableau 2.** Répartition de l'effectif équin à l'Haras national de Tiaret fin mars 2017.

<i>Barbe</i>		<i>Arabe-Barbe</i>		<i>Arabe</i>		<i>PSA</i>		<i>Anglo-arabe</i>		<i>Anglo-barbe</i>		<i>Cheval de selle</i>		<i>Autres races</i>	
♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
<b>19</b>	<b>30</b>	<b>06</b>	<b>10</b>	<b>40</b>	<b>71</b>	<b>01</b>	<b>00</b>	<b>02</b>	<b>10</b>	<b>01</b>	<b>02</b>	<b>01</b>	<b>04</b>	<b>03</b>	<b>02</b>

### I.1.3. La réglementation des stations de monte

Un registre de saillie à pages numérotées est ouvert au niveau de chaque station de monte. (Art. 12 de l'Arrêté du 31 janvier 1995<sup>b</sup>) :

- Les noms et adresses du propriétaire.
- Le recensement des juments saillies au fur et à mesure de leur présentation.
- Le signalement de la jument ainsi que les dates des saillies.
- Le nom de l'étalon.
- Le numéro du certificat de saillie.

Les étalons nationaux demeurent dans des dépôts de reproducteurs et sortent sur les stations peu avant le début de saison de monte officielle, du 15 février au 15 juin (Art.5 de l'Arrêté du 31 janvier 1995<sup>b</sup>).

La station de monte est équipée de manière à recevoir les juments en pension durant la saison de monte. Elle est tenue de procéder, avant chaque saillie à la vérification de l'identité de toute jument présentée, et d'orienter l'éleveur dans le choix de l'étalon (Art.6 de l'Arrêté du 31 janvier 1995<sup>b</sup>).

## Matériels et Méthodes

---

Décret exécutif n° 02-150 du 26 Safar 1423 correspondant au 9 mai 2002 portant sur le réaménagement de l'office national de développement des élevages équins.

Art 5 : l'O.N.D.E.E.C assure une mission de service public

Art 6 : a pour mission l'encouragement, le développement et la préservation des races équines et camelines. À ce titre, il est chargé :

- De mettre en œuvre les programmes d'encouragement et de développement arrêtés par le ministre d'agriculture.
- De la bonne tenue de Stud book Algérien et de la gestion de la reproduction.
- De créer, de développer et de promouvoir toute activité liée à l'élevage équin et camelin.
- De susciter et d'encourager l'investissement public ou privé dans les différents domaines liés à son activité.
- De contribuer à la diffusion des techniques d'élevage notamment par l'organisation de campagnes de vulgarisation.

De fournir l'assistance technique aux éleveurs et propriétaires de chevaux de race pure et des dromadaires, ainsi qu'à leur association.

### I.2/ Matériels

#### I.2.1/ Matériels techniques

##### I.2.1.1/ Le calcul des paramètres de reproduction

Il s'agit essentiellement de documents de reproducteurs et de reproductrices retirés à partir des services concernés (Figure annexe 19, tableaux annexes 54 et 55) :

- Les registres de saillies des étalons pour les années allant de 2000 à 2009 de l'ONDEEC.
- Les déclarations de naissances enregistrées annuellement de 2001 à 2010 de l'ONDEEC de Constantine.
- Les registres de saillies des étalons du Haras national (HN) incluent les résultats des saillies pour les années allant de 2002-2012 (mises à la reproduction) à 2003-2013 (vacuité, naissances, avortements ou mortalité embryonnaire).
- Les bilans de fin de saison de 2011 et 2012 de HN rapportant les résultats des diagnostics précoces de gestations d'une part, et d'autre part les premiers et derniers sauts de la saison.
- Les fiches individuelles de suivi de reproduction par échographie des juments appartenant au HN pour l'année 2017 (figure 20).
- L'échographe (**marque DRAMINSKI**).
- Deux sondes de 5 MHZ et de 7,5 MHZ.

##### I.2.1.2/ L'étude zootechnique des reproducteurs

Les instruments utilisés à cet effet, à savoir, une toise pour les paramètres de longueur et de hauteur, un ruban métrique pour les circonférences, et un ruban pour estimation du poids vif (Photo 1).



*Photo 1.* Ruban pour estimation du poids vif.

### **I.2.1.3/ L'étude du comportement sexuel**

Nous avons utilisé pour cette rubrique :

- Les entraves et bandages pour les juments.
- Le chronomètre.
- L'appareil numérique.

### **I.2.1.4/ L'étude des paramètres testiculaires**

Nous avons utilisé :

- Le licol ou tord-nez.
- Le pied à coulisse.

### **I.4.1.5/ L'étude des paramètres hormonaux**

Le matériel utilisé :

- L'alcool et les compresses stériles.
- Les seringues.
- Les tubes secs sous vides.
- Le portoir.
- La centrifugeuse.
- Les tubes ependorff.
- L'automate gamma-compteur (Perkins Elmer1470).
- Les réactifs.
- Laveuse des réactifs.

### **I.2.1.6/ L'étude de la technologie de la production de semences équine**

Les instruments utilisés à cet effet :

- Des vagins artificiels du type Missouri.
- Un mannequin.
- Un lubrifiant stérile et non spermicide (Génia®).
- L'étuve.
- Un entonnoir.
- Les tubes coniques de 14 ml.

## Matériels et Méthodes

---

- De l'eau chaude 50°C.
- Des flacons de récolte stérilisable
- Des filtres.
- Des micropipettes.
- Un dilueur de centrifugation (**réf. 13565/0001**).
- Un dilueur final « one step equiplus ».
- Un spectrophotomètre  $\gamma\kappa\lambda$
- Un microscope optique à palatine chauffante.
- Des paillettes de 0,5 ml.
- De la poudre de bouchonnement des paillettes.
- Un réfrigérateur.
- L'azote liquide (-196°C).
- Une grille.
- L'ice-cube qui est programmé « computer controled rate freezer ».

### I.2.2. Matériels biologiques

L'effectif choisi est fonction des paramètres étudiés et surtout de la disponibilité des reproducteurs, il est détaillé comme suit :

L'appréciation du taux de la fertilité apparente des étalons appartenant à l'ONDEEC de Constantine durant une décennie depuis 2000 jusqu'à 2009, de 05 étalons Arabe et 200 juments, la majorité de ces juments appartiennent au secteur privé.

L'étude rétrospective a concerné 133 étalons (dont 101 étalons Arabe, 16 étalons Barbe et 16 étalons de toutes races confondues), âgés de 8 ans à 26 ans et 729 juments (dont 495 Arabe, 175 Barbe et 59 de toutes autres races), âgées de 4 ans à 24 ans pour les 11 saisons de monte 2003-2013 appartenant à l'Haras national. Les juments ont été en bon état d'embonpoint.

L'examen échographique de la croissance folliculaire a été réalisé quotidiennement ou tous les deux jours sur 53 juments de race : Pur-Sang Arabe et Barbe, durant la saison de monte (février-avril ; 2017).

L'appréciation du comportement sexuel (différents temps) menée sur 47 étalons Arabe et 37 étalons Barbe durant quatre saisons consécutives (2012-2015) au niveau du Haras national de Chaouchoua.

Les mensurations corporelles ont concerné les reproducteurs mâles (13 étalons Arabe et 6 étalons Barbe). Alors que, pour estimer la production spermatique, les mensurations testiculaires ont été menées d'abord durant trois saisons consécutives et puis durant une année entière en parallèle avec le dosage hormonal sur un effectif de (10 à 12 étalons Arabe et 6 étalons Barbe).

La récolte du sperme a concerné 10 étalons Arabe (HN, ONDEEC et un étalon du secteur privé) durant une journée, et pendant la saison de monte 2015. (Juin).

### I.3/ Méthodes

#### I.3.1/ Le calcul des paramètres de reproduction

##### I.3.1.1/ Le calcul des indices de fertilité de l'étalon

Des difficultés apparaissent lorsque l'on aborde la fertilité des étalons. Elles sont dues aux nombreux facteurs intervenants, au nombre élevé de juments sans renseignements, aux informations parfois imprécises sur le résultat des saillies (les juments vides ou avortées ne sont pas toujours bien déterminées). Dans les élevages suivis régulièrement et disposant d'informations complètes, la fertilité de l'étalon est généralement exprimée en plusieurs critères.

##### I.3.1.1.1/ Le taux de la fertilité apparente (FA) ou de fin de saison

C'est une estimation globale de la fertilité de la population qui dépend de la qualité de la gestion des juments (nombre des cycles exploités par juments restées vides) (**Palmer et Fauquenot, 1984**).

$$FA (\%) = \frac{\text{Nbre des naissances déclarées} + \text{Nbre D'avortements déclarés}}{\text{Nbre des juments saillies}} \times 100$$

##### I.3.1.1.2/ Le taux de la fertilité par cycle (FC %)

C'est le meilleur indicateur de la fertilité d'un étalon, elle représente le pourcentage de chance qu'il possède pour fertiliser une jument à chaque cycle et elle est calculable à tout moment, pendant et après la saison de monte (**Clément et al., 1998 ; Colenbrander et al., 2003, Allen et Wilsher, 2018**).

$$FC (\%) = \frac{\text{Nbre des cycles fécondés}}{\text{Nbre des cycles fécondés} + \text{Nbre des cycles non fécondés}} \times 100$$

##### I.3.1.1.3/ Le taux de poulinage (TP %)

Le taux de poulinage est calculé à partir des diagnostics de gestations précoces. Cette estimation est connue un an plus tôt que celle de la fertilité apparente, mais aussi imprécise (**Clément et al., 1998**). Total de nombre des produits nés divisé sur le nombre total des juments mises à la reproduction (**Van Buiten et al., 1998**).

$$TP (\%) = \frac{\text{Nbre des naissances}}{\text{Nbre des juments saillies}} \times 100$$

Si tous les éleveurs prenaient soin de déclarer tous les résultats des saillies enregistrées (juments restées vides, ayant avorté ou ayant pouliné) ce calcul permettrait d'obtenir la fertilité réelle des étalons. Elle doit être de 60 à 85% de toutes races confondues (**Heymon et Vignon, 2005**) et plus de 80% chez les pur-sang anglais (**Allen et al., 2007 ; Allen et Wilsher, 2011**).

L'inconvénient majeur du taux de poulinage est l'incapacité du devenir de toutes les juments saillies, aussi le taux de poulinage n'est pas affecté uniquement par la fertilité de l'étalon, mais aussi par celle de la jument (âge, problème antécédent) (**Tibary et al., 2005**).

Dans un second temps nous avons calculé les facteurs relatifs aux saillies dans le but d'étudier une éventuelle influence sur la fertilité.

### **I.3.1.2/ Ratio juments/étalon**

En divisant le nombre total de juments sur le nombre total d'étalons mis à la reproduction chaque année, nous avons pu obtenir la moyenne des juments couvertes par un étalon durant une saison de monte et suivre son évolution depuis 2002 jusqu'à 2012 pour les étalons de HN, et depuis 2000 jusqu'à 2009 pour les étalons étatiques enregistrés par l'ONDEEC.

### **I.3.1.3/ La durée réelle de la saison de monte**

Elle est calculée à travers les premiers et les derniers sauts de la saison. Cet intervalle a été calculé durant la saison de monte 2002-2012 pour le HN.

### **I.3.1.4/ L'appréciation des paramètres de reproduction des juments**

L'examen gynécologique des juments était de routine, avec une palpation rectale et un examen échographique qui sont menés sur les juments vides et gravides, dès le début du mois de février. Toutes les poulinières sont soumises à un suivi échographique tous les deux jours jusqu'à l'oestrus, et tous les jours à partir du premier jour des chaleurs jusqu'à l'ovulation.

L'examen échographique pour le suivi de la croissance folliculaire à partir d'un diamètre de 5 à 20 mm (**Palmer et Driancourt, 1980 ; Pierson, 1987 ; Montavon, 1993 ; Ginther, 2002 ; Raz et Aharonson-Raz, 2012 ; Lemma et al., 2015**).

En plus, l'utilisation de l'échographe a permis de constater la gestation précoce dès le 14<sup>ème</sup> jour post-ovulatoire.

Pour la détermination de la cyclicité, des prélèvements sanguins sont récupérés pour évaluer le profil hormonal. Les prélèvements ont été effectués au niveau de la veine jugulaire à raison de 5 CC par prise à l'aide d'une seringue jetable et un tube sec sous vide après une bonne désinfection du point de prélèvement. Deux prélèvements à huit jours d'intervalle ont été réalisés durant le mois d'avril, justifié par le fait qu'un intervalle entre 7 et 11 jours permet de caractériser, l'état physiologique de la plupart des femelles des espèces domestiques (**Thimonier et al., 2001 ; Abdelnaby et al., 2017**).

## Matériels et Méthodes

---

Les dosages des œstrogènes (œstradiol 17  $\beta$ ), de Follicle Stimulating Hormone (FSH) et la progestérone (P4) ont été réalisés par la méthode RIA au niveau du laboratoire d'analyses médicales, du docteur Bellil (El-Khroub, Constantine).

Les données pour chaque visite effectuée permettent de répertorier les éléments des examens gynécologiques (Figure annexe 20), elles permettent de visualiser un historique de reproduction de la jument au cours de la saison.

Les différents points étudiés durant les productions du 2003 à 2013 sont :

### I.3.1.4.1/ Les paramètres de gestation

Les différents points étudiés sont :

- \* Le taux de tous les produits nés (vivants+mort-nés) et non obtenus (avortements).
- \* L'âge des avortons.
- \* Le nombre de mortalités embryonnaires.
- \* La durée de la gestation.
- \* Le sex-ratio.
- \* Le nombre des juments saillies par rapport à l'effectif total par an.
- \* Le nombre de dystocies.
- \* Les juments improductives (réformées).

### I.3.1.4.2/ Les paramètres de cyclicité

Les différents points étudiés durant les saisons de monte de 2017 sont :

- \* Le nombre des cycles exploités par chaque jument.
- \* La durée du cycle.
- \* La croissance folliculaire.
- \* Le taux des hormones.

Dans le but d'établir un portrait régional des étalons en Algérie, nous avons pu rapporter à partir du bilan délivré par le HN en 2012 les données suivantes :

- \*L'effectif actuel des reproducteurs du secteur public.
- \*Les races les plus dominantes et l'âge moyen des reproducteurs du secteur public.
- \*À partir des dates des premiers et derniers cycles de la saison de monte 2003-2013, du HN, nous avons pu évaluer la durée réelle de la saison de monte en Algérie.

## **I.3.2/ L'étude zootechnique des reproducteurs**

### **I.3.2.1/ Les mensurations corporelles**

Les différentes mensurations corporelles (Figure 2) ont été mesurées par le même opérateur la matinée, 8 mesures ont été utilisées pour chaque animal. (Hauteur au garrot : HG, hauteur au sacrum : HS, longueur scapulo-isciale : LSI, périmètre thoracique : PT, longueur de la tête : LT, longueur du canon antérieur : LCA, tour du canon antérieur : TCA, et finalement longueur de l'encolure : Lc). L'évaluation de l'état corporel a été réalisé en attribuant une note de leur BCS selon le système de notation développé par INRA en 1990 (Arnaud et al., 1997),

## Matériels et Méthodes

et la graisse sous-cutanée (Westervelt et al., 1976 ; Henneke et al., 1983) (fat score ou pli cutanée).

Ces mensurations réalisées pour la caractérisation phénotypique sont inspirées des travaux sur la population équine à travers le monde (Milner et Hewitt, 1969 ; Marcenac et Aublet, 1980 ; Chabchoub et al., 2004 ; Nicks et al., 2006 ; Boujenane et al., 2008 ; FAO, 2013), mais aussi sur d'autres travaux algériens (Boukhaboul et al., 2006 ; Rahal et al., 2009 ; Guedaoura et al., 2011 ; Houssou et al., 2012).



**Figure 2.** Schéma récapitulatif des différentes mensurations corporelles utilisées.

*HG= Hauteur au garrot, LSI= Longueur scapulo-ischial, PT= Périmètre thoracique, Tc= Tour de canon. Lc : Longueur de l'encolure, LT : Longueur de la tête, LCA : longueur du canon antérieur, HS : Hauteur au sacrum.*

Le poids vif (PV) en kilogramme a été pris directement par un ruban mètre (photo 1) et en plus, a été calculé à partir les formules rapportées dans le tableau 3 (pour toutes races confondues).

**Tableau 3.** Les formules qui ont été utilisées pour déterminer le poids corporel.

Auteurs	Formule
Marcenac et Aublet (1980)	Poids selon F1= 80x PT <sup>3</sup>
Martin-Rosset (1990)	Poids selon F2= 3 HG + 4,3 PT-785

## Matériels et Méthodes

### I.3.2.2/ Les indices zootechniques

À partir des différentes mensurations, 4 indices zootechniques ont été calculés selon les travaux de **Marcenac et al. (1980)** ; **Mariante (2002)** ; **Cabral et al. (2004)** et **Afri-Bouzebda (2007)**. (Tableau 4).

**Tableau 4.** Les formules qui ont été utilisées pour calculer les indices zootechniques.

Les indices	La formule
Indice corporel de profil ICP	$\frac{\text{Hauteur au garrot (cm)}}{\text{Longueur du corps (cm)}}$
Indice dactylo-thoracique (IDT)	$\frac{\text{Tour du canon antérieur (cm)}}{\text{Tour de poitrine (cm)}}$
Hauteur devant et derrière (HDD)	$\frac{\text{Hauteur au garrot (cm)}}{\text{Hauteur à la croupe (cm)}}$
Rapport corporel (RC)	$\frac{\text{Tour de poitrine (cm)}}{\text{Hauteur au garrot (cm)}}$

Les caractères qualitatifs étudiés sont les suivants : la couleur de la robe, les profils céphaliques qui ont été répartis en trois catégories : rectiligne, convexitigine et concavitigine.

### I.3.3/ L'étude du comportement sexuel

Les différentes phases ont été calculées à l'aide d'une vidéo ; mais il est difficile de prendre le temps passé entre le premier contact de la jument. Toutefois certains étalons n'ont pas fait l'objet de cette mesure en raison du fait qu'ils arrivent déjà en érection dans l'aire de monte, car entraînés à cette situation (Photo 5).

L'évaluation de la libido, a été quantifiée pour des étalons avec une jument en œstrus selon une échelle de 0 à 4 décrite par **Cavinder et al. (2010)** et présentée dans le tableau 6.

**Tableau 5.** La description du score de la libido (**Cavinder et al., 2010**).

Score	Description
0	Aucun intérêt pour une jument en œstrus
1	La vocalisation légère et l'intérêt s'efface rapidement
2	La vocalisation et intérêt modéré pour la jument, mais l'intérêt se dissipe
3	Le contact modérément intéressé et cohérent avec la jument
4	Fortement intéressé, avec la vocalisation et le grincement ; le contact cohérent

#### I.3.3.1/ La phase précopulatoire

Une activité précopulatrice avec flairage, léchage, mordillements de la jument, la manifestation du réflexe du flehmen (retroussement de la lèvre supérieure en réaction initiale au flairage de la région génitale ou de l'urine de la jument) et l'entrée en érection. L'étalon s'approche d'une jument dans une démarche typique avec le cou arqué et la queue levée. Le temps de réaction a été enregistré quand l'étalon est entré dans la cour (**McDonnell et Murray,**

## Matériels et Méthodes

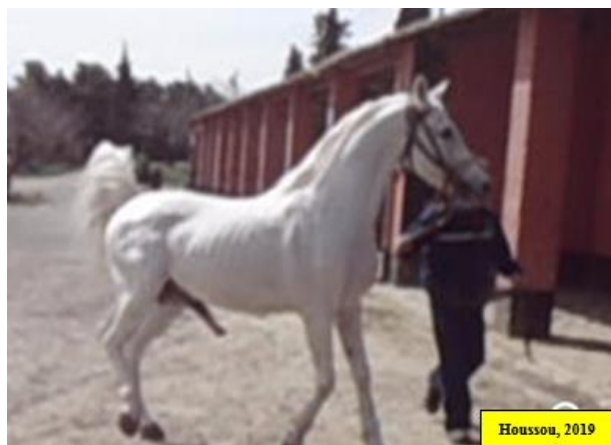
1995 ; McDonnell, 2000 ; Noue et al., 2001, Tibary et al., 2005 ; Cavinder et al., 2010 ; Najjar et al., 2010) (Photos 2 à 5).



*Photo 2.* Posture d'une jument en chaleur. Vue de profil (A) vue du derrière (B).



*Photo 3.* Démarche d'un étalon à l'approche de la jument (A, B et C).



*Photo 4.* Un étalon arrivant en érection.



*Photo 5.* Test de réceptivité de la jument. *Flairage naso anal (A) Flairage naso nasal (B).*

### **I.3.3.2/ La phase copulatoire**

L'aptitude d'un étalon à avoir un comportement sexuel normal est apprécié par plusieurs évènements (érection, chevauchement, intromission, mouvements copulatoires et éjaculation et nombre de sauts pour une éjaculation). Les différents temps doivent être déterminés lors de l'évaluation du statut reproducteur d'un étalon **Mandal et al. (2004)** ; **Waheed et al. (2015)** ; **McDonnell (2016)** et **Zeidan et al. (2017)** (Photo 6).

L'événement copulatoire commence par une approche calme incluant le saut, la pénétration, la poussée et l'éjaculation. Le nombre de sauts nécessaires avant l'éjaculation et le temps de réaction pour chaque étalon a été enregistré. Les stades du comportement sexuel ont été décrits en détail par **McDonnell (2016)**.



*Photo 6.* Phase copulatoire

### **I.3.4/ L'étude des paramètres testiculaires et paramètres hormonaux**

#### **I.3.4.1/ L'examen clinique de l'appareil génital**

L'objectif de l'examen clinique de l'appareil génital des étalons permet de déceler certaines pathologies (épididymites, orchites, indurations ...) par palpation testiculaire selon **Blanchard et al. (2011)** (photo 7).



*Photo 7.* Position et conformation normale du scrotum et les testicules de l'étalon.

#### **I.3.4.2/ Les mensurations testiculaires**

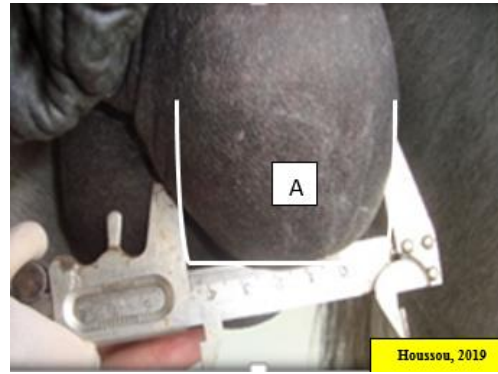
Les mensurations testiculaires effectuées : Largeur scrotale (Ls), largeur testiculaire gauche (La. t.g.), largeur testiculaire droite (La. t.d.), longueur testiculaire gauche (Lo. t.g.), longueur testiculaire droite (Lo. t.d.), hauteur testiculaire gauche (H.T.G), hauteur testiculaire droite (H.T.D), ont été prises à l'aide du pied à coulisse durant 3 saisons de monte consécutives (avril 2014-2016) puis durant toute une année (2015-2016).

On se place du côté du testicule à étudier, en le tenant avec la main gauche, alors que l'autre main manipule le pied à coulisse (Photos 8 à 11).

## Matériels et Méthodes



*Photo 8.* Largeur scrotale totale.



*Photo 9.* Largeur testiculaire (A).



*Photo 10.* Longueur testiculaire.



*Photo 11.* Hauteur testiculaire.

Les paramètres testiculaires :le poids testiculaire (PT); le poids de l'albuginée (PA), le poids du parenchyme testiculaire (PPT), la quantité du sperme éjaculé (DSO), la quantité de sperme produit (DSP) et le volume testiculaire total (VTT) ont été calculés à partir des formules présentées dans les travaux de (Blanchard et al., 2011 ; Regina et al., 2007 ; Ponthier, 2012 ; Houssou et al., 2013 ; Rajak et al., 2013 ; Waddington et al., 2017 ; Perumal et al., 2017 ; Rua et al., 2017). Les formules sont présentées dans le tableau 6.

**Tableau 6.** Les formules utilisées pour calculer les paramètres testiculaires.

Les paramètres testiculaires	Les formules
Le poids testiculaire (gramme)	$PT = 71 (\text{largeur testiculaire}) - 140.$
Le poids de l'albuginée	$PA = 0,145 \times (\text{poids calculé}) + 2,52.$
Le poids du parenchyme testiculaire	$PPT = PT - PA.$
Calcul du DSO 1 selon la formule 1	$(0,066 \times Ls - 3,36) \cdot 10^9.$ (largeur scrotale (en mm))
Calcul du DSP1 selon la formule 1	$(0,093 \times Ls - 4,88) \cdot 10^9.$ (largeur scrotale (en mm))
Le volume testiculaire total (ml)	$VTT = 0,5233 \times \text{Longueur}/2 \times \text{largeur}/2 \times \text{hauteur}/2.$
Calcul DSO2 selon la formule 2	$DSO = 0,024 \times (VT) - 0,76.$
Calcul DSP2 selon la formule 2	$DSP = DSO/0,87.$

### I.3.4.3/ L'étude des paramètres hormonaux

Les prélèvements ont été effectués au niveau de la veine jugulaire à raison de 5 CC par prise à l'aide d'une seringue jetable et un tube sec sous vide après une bonne désinfection du point de prélèvement. Les tubes sont ensuite transportés vers le laboratoire juste après le prélèvement.

Les tubes ont été centrifugés afin de séparer le sérum du culot à raison de 2000 tours par minute. Les concentrations de la testostérone (TE), luteinizing l'hormone (LH) et l'hormone stimulante de follicule (FSH), ont été déterminées par l'utilisation d'une phase solide radioimmunoassay (RIA) utilisant le kit commercial d'Immunotech ® (l'Automate Perkins Elmer).

#### I.3.4.3.1/ Le dosage de la testostérone

Les échantillons à doser ou les calibrateurs sont incubés dans des tubes recouverts d'anticorps avec un traceur (de l'hormone concernée) marqué à l'iode 125. La sensibilité analytique est de 0,025 ng/ml

#### I.3.4.3.2/ Le dosage de la LH et la FSH

Le dosage radioimmunologique (LH et FSH) est un dosage de type sandwich. Dans des tubes recouverts d'un premier anticorps monoclonal, les échantillons ou les calibrateurs sont incubés en présence d'un second anticorps monoclonal marqué à l'iode 125.

La quantité de radioactivité est directement proportionnelle à la concentration de LH et FSH de l'échantillon. La sensibilité analytique : 0,2 UI/L.

Pour convertir les résultats de ng/ml en nmol/l, on multiplie les résultats par 3,47.

Tous les réactifs, de la trousse conservée non ouverte à 2-8° C sont stables jusqu'à la date de péremption mentionnée sur la trousse.

### I.3.5/ La technologie de la production de semences équines

Dans cette partie, nous avons choisi avec la collaboration du CNIAAG, de collecter la semence de 10 étalons Arabe (HN, l'ONDDEEC et un étalon du secteur privé) reconnus pour leurs performances en matière de reproduction et pour leur prestigieuse ascendance.

La récolte s'est déroulée durant la saison de monte de juin 2015, au Centre National d'Insémination Artificielle et d'Amélioration Génétique (CNIAAG) pour équins dont l'ouverture officielle a été au 2014. Ce centre est situé à proximité du Haras national au niveau de la wilaya de Tiaret.

Cette expérimentation est un moyen pour créer une banque de paillettes de semences équines, elle représente le deuxième procédé réalisé en Algérie. Néanmoins, ce présent travail constitue le premier essai faisant appel à un matériel et produits d'actualité, et suivant des protocoles plus récents (Hayden et al., 2015).

### I.3.5.1/ Le protocole utilisé

En totalité il y a sept postes. La collecte du sperme s'est effectuée à un rythme d'un éjaculat par jour, et par étalon en présence d'une femelle en œstrus naturel.

#### I.3.5.1.1/ Le poste 1 : la récolte spermatique

La récolte s'est effectuée au moyen de plusieurs vagins artificiels de **type Missouri** utilisés par alternance, du moment que les étalons ont été récoltés successivement.

Une demi-heure avant la collecte, l'ensemble (capote-cône) de chaque vagin artificiel était rempli d'eau chaude à 50°C afin d'en réchauffer toutes les parties et d'obtenir une température à l'intérieur du VA de 41-45°C. L'eau a été introduite entre les parois internes de la capote par la valve de remplissage représentée par une soupape (valve à air) à deux orifices et qui constitue également une entrée d'air pour créer une pression similaire à un celle d'un vagin naturel (Photo 12).



*Photo 12.* Préparation du vagin artificiel de type Missouri

L'ensemble (capote et cône) a été ensuite recouvert par l'étui portatif en cuir qui comme son nom l'indique permet de porter facilement le vagin, mais surtout d'apporter une certaine rigidité à la capote.

La fiole de récolte (flacon en plastique stérilisable de 250 ml) a été fixée à l'extrémité libre du cône et est changée systématiquement à chaque récolte.

La surface interne du vagin artificiel est lubrifiée avec un lubrifiant stérile et non spermicide (**Génia. Fr**).

Les vagins artificiels préparés préalablement ont été placés dans l'étuve (40°C), ensuite l'opérateur qualifié du CNIAAG a procédé à la récolte du sperme dans le calme.

Les différentes étapes du comportement sexuel lors de la récolte spermatique ont été décrites en détail dans les travaux de **Franck (1988)** ; **McDonnell (2000)** ; **Najjar et al. (2010)** ; **Cavinder et al. (2010)** ; **Rua et al. (2015)** et **McDonnell (2016)** (Photo 13).



**Photo 13.** Les étapes lors de la récolte de la semence de l'étalon en utilisant un vagin artificiel du type Missouri (A, B et C).

### I.3.5.1.2/ Le poste 2 : le contrôle spermatique

Le sperme de chaque étalon a été immédiatement filtré après récolte au moyen d'un filtre stérile afin d'éliminer le gel (le colloïde), puis rapidement examiné au laboratoire situé à proximité de la cour de récolte (Photos 14 et 15).



**Photo 14.** La filtration.



**Photo 15.** Sperme non filtré (A) et sperme filtré (B).

Cet examen a concerné le sperme pur (avant dilution) qui doit être constamment en contact avec des températures avoisinant les 37°C, du fait que les spermatozoïdes ne survivent pas assez longtemps dans le sperme sans rapport d'un milieu de survie. Il s'est déroulé de la manière suivante :

**\* Évaluation macroscopique de l'éjaculat (évaluation visuelle) dans le tube de prélèvement**

Le volume total, directement lu sur le tube collecteur, un volume normal n'est cependant qu'un facteur secondaire de qualité, on note surtout le volume filtré afin de calculer le nombre de Spz/éjaculat.

Couleur et consistance : en général plus le sperme est blanc et visqueux, plus sa concentration en Spzs est élevée.

**\* Évaluation microscopique sur une goutte de sperme**

On place une goutte de sperme sur une lame de verre chaude que l'on observe au microscope, on évalue ainsi la vitesse de tourbillonnement des vagues (*motilité massale*).

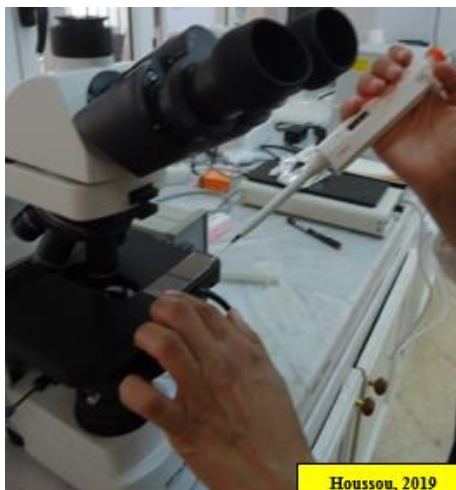
Nous avons utilisé un spectrophotomètre pour lire la concentration. L'appareil est calibré pour utilisation, avec une lumière d'une longueur d'onde de 530 n.m. après avoir placé une goutte sur une lame et sous un objectif 10. Nous avons observé à la périphérie de la plaque chauffante (37°), la motilité massale et la largeur des vagues qui se forment et se déforment. (Photo 16).

La motilité massale, est appréciée par l'observation au microscope à platine chauffante à 37°C, selon une notation de 1 à 5.

- \*Mouvements de vagues tourbillonnaires=5.
- \*Mouvements amples et rapides = 4.
- \*Mouvements limités = 3.
- \*Mouvements faibles =2.
- \*Mouvements très légers = 1.

## Matériels et Méthodes

En se basant sur le seuil d'acceptation ou de rejet du sperme utilisé par le CNIAAG pour les taureaux, nous avons choisi, de garder pour la dilution seulement les éjaculats présentant un pourcentage de Spzs mobiles  $\geq 60\%$  et une note de motilité massale  $\geq 3,5$ . (seuils établis par le CNIAAG) et encore rapportés par (Pal et al., 2011 ; Tejpal et al., 2016 ; El-Badry et al., 2016).



*Photo 16.* L'observation microscopique d'une goutte de sperme.

Préparation du dilueur de centrifugation, nous avons versé un sachet de dilueur (**réf. 13565/0001**) 69 grammes dans un litre de l'eau distillée, placé dans un agitateur magnétique pendant quelques minutes puis dans un bain marie à 37°C.

### I.3.5.1.3/ Le poste 3 : Première dilution

Le nombre total de spermatozoïdes par éjaculat, déterminé par spectrophotométrie après avoir utilisé le dilueur de centrifugation. Ce dilueur riche en sels (**réf. 13565/0001**) dans un but de laver et de nourrir les spermatozoïdes ; et d'éliminer toute trace de gel (nocif pour les spermatozoïdes). Le dilueur préparé préalablement, réchauffé dans un bain-marie à 37°C, pour ne pas agresser les spermatozoïdes, au moment de la dilution, qui doit se faire lentement dans un rapport 1/1 en trois fractions suivant le volume récolté en mélangeant uniformément le dilueur au sperme, par des mouvements rotatifs et en évitant toute secousse nocive aux spzs.

La température du dilueur et de la semence doit être la même au moment de la première dilution (+/-1°C). Les tubes coniques de 14 ml stériles ont été remplis par la semence prédiluée ; nous plaçons les tubes dans une centrifugeuse 500 tours pendant 5 minutes.

En se basant sur le seuil d'acceptation ou de rejet du sperme utilisé par le CNIAAG pour les taureaux, nous avons choisi, de garder pour le contrôle suivant seulement les éjaculats présentant un pourcentage de Spzs mobiles  $\geq 35\%$  et une note de motilité massale  $\geq 3,5$ . Trois sur dix éjaculats uniquement ont été gardés pour les étapes suivantes.

Entre temps nous avons préparé le dilueur final, en placeant le flacon (contenant le dilueur final) dans le bain marie durant quelques minutes.

## Matériels et Méthodes

### I.3.5.1.4/ Le poste 4 : Centrifugation, élimination du surnageant, dilution finale et remplissage de paillettes

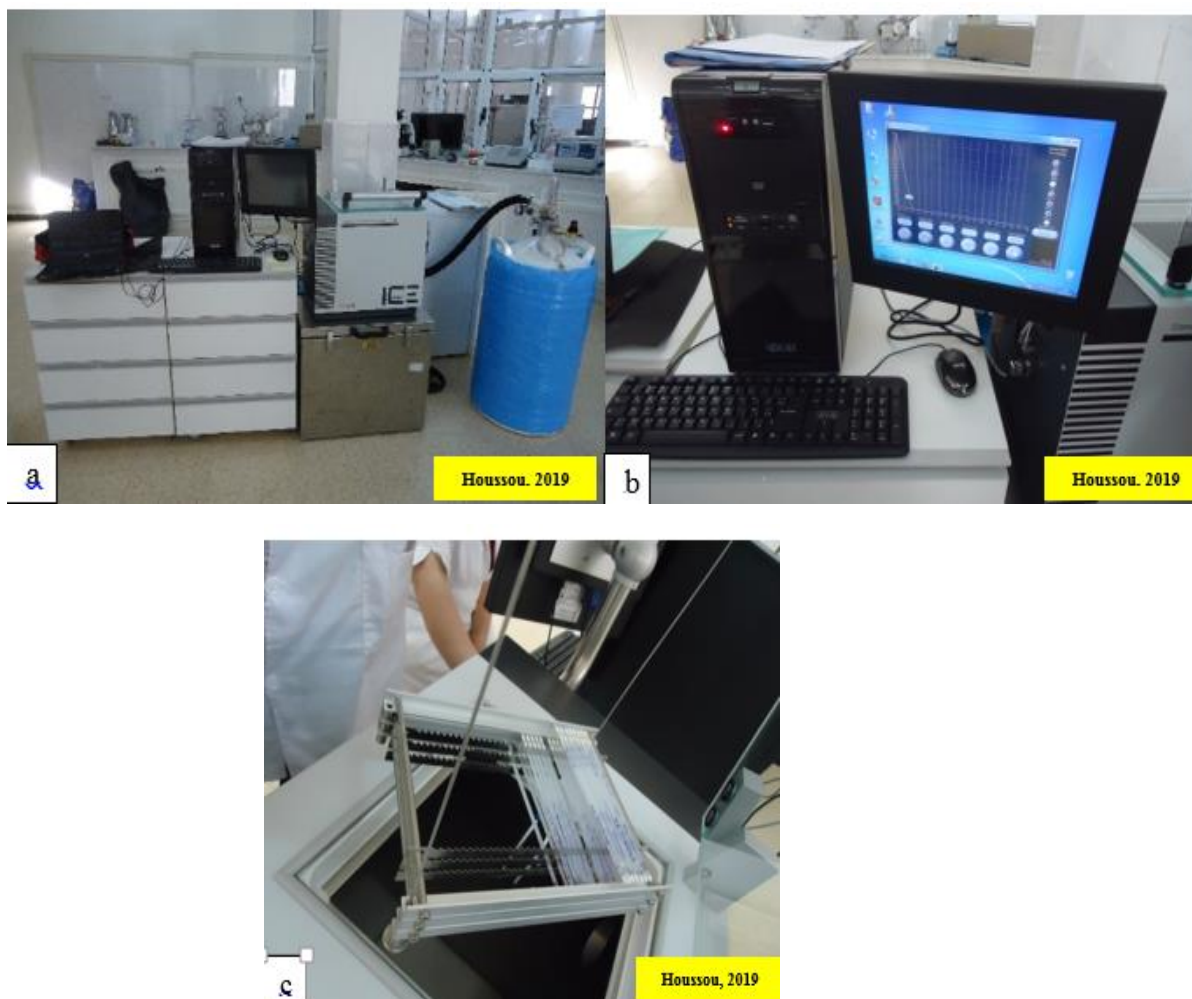
Après la centrifugation, le surnageant a été éliminé ; puis nous avons siphonné le liquide du tube conique sans toucher le fond, nous gardons que 1 ml de la semence puis nous avons ajouté 4 ml du dilueur final « **équi-plus one-step** » au culot. Cela nous a permis de conditionner **38** paillettes de **0,5** ml préalablement identifiées (nom de l'étalon, âge date, immatricule...etc.).

### I.3.5.1.5/ Le poste 5 : Réfrigération

Le premier palier de la descente en température consiste à équilibrer la température de la semence à 5°C pendant 2h30.

### I.3.5.1.6/ Le poste 6 : Congélation

Les paillettes rangées sur des rampes métalliques refroidies, ont été placées dans un congélateur électronique programmé « computer controled rate freezer » relié à un réservoir d'azote liquide, ce dernier envoie des vapeurs d'azote, entre -49°C par minute pour atteindre -140°C). Les paillettes sont ensuite immergées et stockées dans l'azote liquide (-196°C). (Photo 18).



*Photo 17.* Les étapes de stockage des paillettes dans une grille puis dans l'ice-cube (a, b et c).

### I.3.5.1.7/ Le poste 7 : Stockage en biostats

Finalement, la semence est congelée et stockée dans de l'azote liquide à (-196°C).

### I.3.6/ Les méthodes statistiques

Les données ont été saisies sous Excel®, puis ont été traitées par le logiciel SPSS (version 20).

La moyenne indique l'ordre de grandeur de l'ensemble des valeurs. L'écart type, le coefficient de variation et les corrélations donnent une indication sur la façon dont les valeurs sont groupées autour de la moyenne.

Les effets de la race, de l'âge et de la saison de monte ont été comparés par le test de Student, l'effet de la couleur de la robe a été comparé par le test ANOVA à un facteur. Les différences observées au niveau des variables quantitatives ont été étudiées par le modèle linéaire suivant :  $Y_{ijk} = \mu + \text{Race } i + \text{Age } j + \text{Robe } k + \epsilon_{ijk}$

Avec  $y_{ijk}$  = les caractères quantitatifs étudiés (PV, La td, La. t.g, L.m, La.tt , L.s, Lo. t.d, Lo. tg, HTD, HTG, PT gr, PA, PPT, DSO1, DSP1, VT, DSO2 et DSP2),  $\mu$  = moyenne générale de la population; Race= effet de la race (Arabe, Barbe) ; Âge = effet de l'âge ( $\leq 15$  ans,  $> 15$  ans).

Les tests de corrélation ont été exécutés sur les résultats pour les différentes méthodes pour évaluer les paramètres testiculaires. La corrélation entre le taux des hormones sériques et les paramètres testiculaires a été également analysée.

L'analyse de la variance a été exécutée sur des valeurs moyennes de tous les paramètres analysés à différents intervalles de temps. Un test ANOVA sera appliqué pour la confirmation de ce classement des paramètres.

Dans tous les cas, la signification a été placée au niveau ( $p < 0,05$  ;  $p < 0,01$ ) et ( $p < 0,001$ ).

# Résultats

## Chapitre II. Résultats

### II.1/ Le calcul des paramètres de reproduction

Les résultats obtenus ci-dessous concernant l'ONDEEC pour l'effectif étudié dans la région est, puis le Haras national dans la région ouest.

#### II.1.1/ L'appréciation de la fertilité a posteriori des étalons

L'étude des documents antérieurs et ceux consultés durant la présente enquête ainsi que leur interprétation statistique est portée sur les tableaux numérotés de 8 à 15 ; et sur les figures correspondantes, afin d'apprécier la fertilité annuelle ou apparente des étalons et son évolution depuis 2000 jusqu'à 2009 pour les étalons du secteur étatique enregistrés par l'ONDEEC (toutes races confondues) et ceux du Haras national (toutes races confondues, puis la race Arabe et Barbe séparément). Ces étalons reçoivent un régime alimentaire composé d'orge, de fourrage et de paille comme litière et un supplément grossier (tableau de la ration alimentaire : tableau annexe 53).

L'étude du bilan fin de saison (2011 et 2012) du HN est affichée sur les tableaux 16 à 21 et les figures correspondantes, afin d'apprécier la fertilité par cycle des étalons ayant contribué à la saison en question et à d'autres méthodes d'investigations de la fertilité qui seront traités ultérieurement dans les autres volets étudiés.

**Remarque 1** : il est à noter que la technique de la reproduction utilisée en Algérie pour les saillies enregistrées ou contrôlées par les services de l'ONDEEC et le HN, est la monte en main.

**Remarque 2** : le nombre des produits déclarés au service de station de monte reflète seulement **14,77%** de la totalité des naissances obtenues par l'ONDEEC vs **63,64 %** par HN. Par conséquent, seule l'évolution des juments saillies de manière officielle (enregistrées par le Haras national) sera appréciée.

**Remarque 3** : les avortements issus des saillies enregistrées par l'ONDEEC ne sont pas déclarés par les éleveurs ou ne sont pas pris en considération par les services concernés.

#### II.1.1.1/ L'office national du développement d'élevage équin et camelin (ONDEEC)

##### II.1.1.1.1/ La fertilité apparente

Le nombre des juments saillies varie en fonction des années et le pic a été enregistré en 2004 (200 juments) et le taux le plus bas durant l'année 2000 (70 juments) reporté dans le tableau 7.

**Tableau 7.** Récapitulatif du taux de la fertilité apparente durant une décennie.

Année	N <sup>bre</sup> d'étalons	N <sup>bre</sup> des juments saillies	N <sup>bre</sup> des naissances une année après	FA %
Moy± SD	05	126±47,39	34±14,77	27±5,67

*Le nombre de naissances n'est pas apprécié, car il ne reflète pas la réalité (Remarque2)*

## Résultats

La figure 3 et la figure 4 illustrent l'évolution du nombre des juments saillies, le nombre des naissances déclarées et le taux de la fertilité apparente au cours d'une décennie.

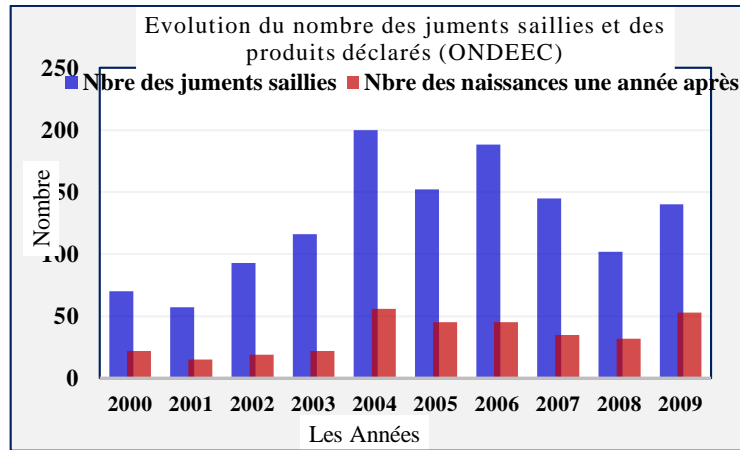


Figure 3. Évolution du nombre des juments saillies et les produits déclarés au cours d'une décennie.

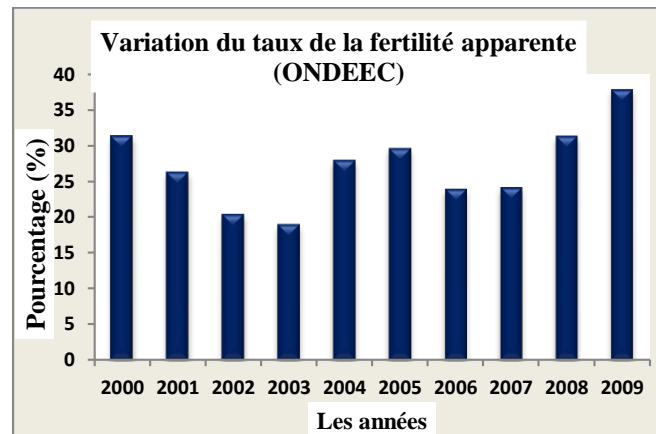


Figure 4. Évolution du taux de la fertilité apparente au cours d'une décennie.

Le tableau 8 décrit les paramètres statistiques de la relation du taux de la fertilité apparente en fonction des années.

Tableau 8. L'équation de régression du taux de la fertilité apparente en fonction des années.

Modèle d'équation de régression	$R^2$ en %	$S_{yx}$	$p$
Taux de FA % = 0,778 Année - 1531	17,2	5,47520	0,233
Taux de FA % = 1937159 - 1934 Année + 0,4825 Année <sup>2</sup>	59,6	4,08658	0,030
Taux de FA % = 1,64+08 - 245169 Année + 121,8 Année <sup>2</sup> - 0,02018 Année <sup>3</sup>	60,1	4,39020	0,807

Le meilleur modèle qui exprime la relation entre le taux de la fertilité apparente en fonction des années est la deuxième équation présentée dans le tableau 8 et illustrée dans la figure 5.

## Résultats

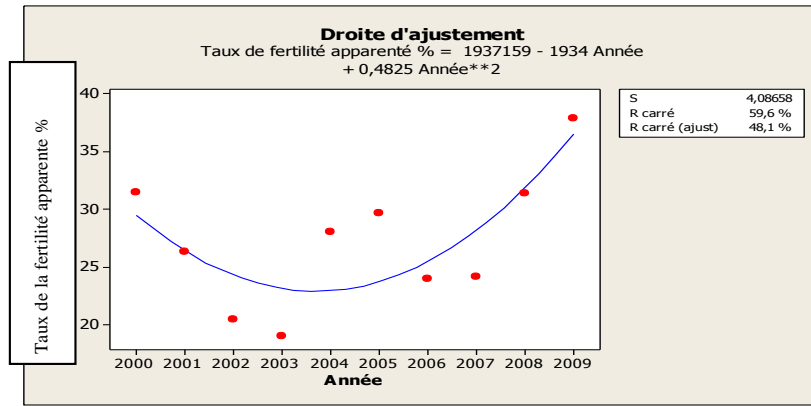


Figure 5. La régression de la fertilité apparente des étalons en fonction des années.

### II.1.1.2/ Le Haras national Chaouchaoua

#### II.1.1.2.1/ La fertilité apparente et taux de poulinage

Le tableau 9 montre que le nombre des juments saillies toutes races confondues ( $n = 729$ ) varie en fonction des années ; le pic a été enregistré en 2004 (70 juments) et le taux le plus bas durant l'année 2008 (61 juments). De plus, il montre que sur une décennie, la fertilité apparente moyenne des étalons toutes races confondues ( $n = 133$ ) du HN est de **85 %**, elle varie entre 68 % et 94 %.

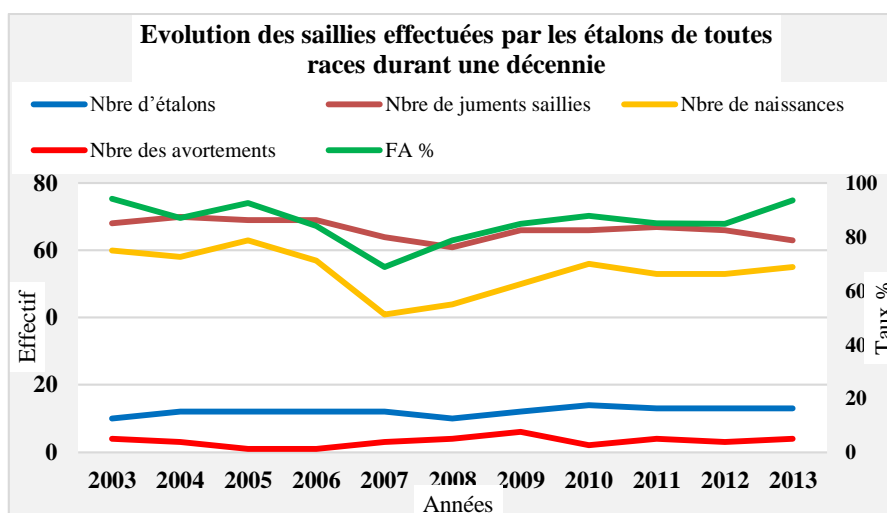
Tableau 9. Saillies effectuées par les étalons de HN (toutes races confondues) sur une décennie.

Paramètres	Nombre d'étalons	Nombre de juments saillies	Nombre de naissances	Nombre des avortements	FA %	Taux de poulinage
Moyenne	12,32	66	54	3	85	80
SD	1,22	2,76	6,57	1,47	7,25	7,84
Min	10	61	41	1	68	64
Max	14	70	63	6	94	91

La figure 6 montre que :

- Le nombre d'étalons par année est inconstant, oscillant entre 10 en (2003 et 2008) et 14 étalons en 2010. L'effet de cette variation annuelle du nombre d'étalons sur la fertilité est analysé par les tableaux 10 à 14.
- L'évolution des taux annuels des naissances déclarés suit pour la plupart celle des juments saillies.
- Le pic des juments saillies est enregistré pendant l'année 2004 (70 juments) suivi par un pic de naissance l'année suivante (63 produits). Cependant, le nombre le plus bas de juments saillies ; est observé en 2008 (61 juments). Le taux de naissances le plus bas ; est observé en 2007 (41 produits).
- Le taux d'avortement ne suit pas celui des juments, le pic est observé pendant l'année 2009.

## Résultats



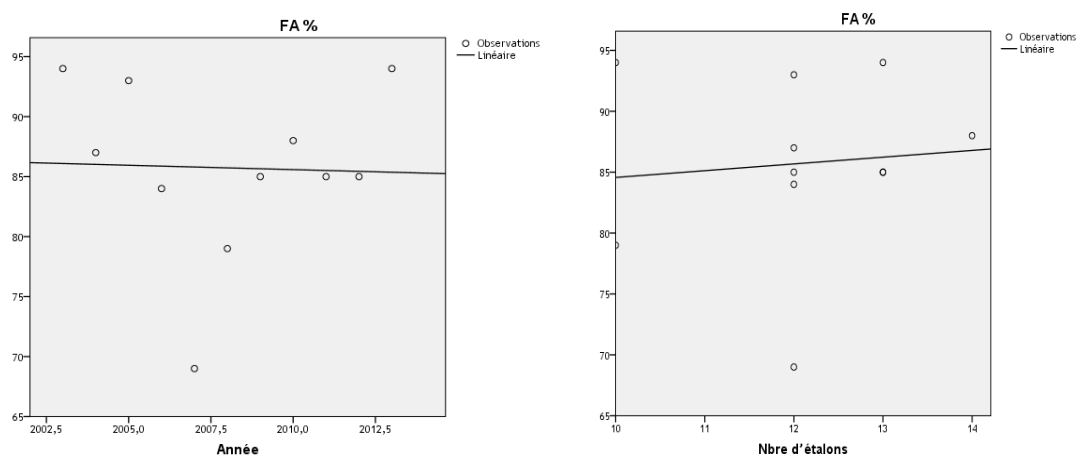
**Figure 6.** Évolution de la FA, nombre d'étalons et des juments en fonction des années.

La matrice de corrélation du tableau 10, montre qu'il y a corrélation négative entre la fertilité apparente et les années ( $r = -0,03$  avec  $p > 0,05$ ) et une corrélation positive entre la fertilité apparente et le nombre d'étalons ( $r = 0,09$  ;  $p > 0,05$ ).

**Tableau 10.** Calcul de la matrice de corrélation FA (toutes races confondues).

Corrélations	Année	FA %
Nombre d'étalons	<b>0,64*</b>	<b>0,09</b>
FA %	<b>-0,03</b>	<b>1</b>

Le meilleur modèle qui exprime la relation entre le taux de la fertilité apparente en fonction des années est le modèle linéaire. De même pour la relation entre le taux de la fertilité apparente et le nombre d'étalons (Figure 7).



**Figure 7.** La régression de la fertilité apparente en fonction des années chez la race Arabe.

Le tableau 11 décrivant que sur les 11 ans ; la fertilité apparente des étalons de la race Arabe ( $n = 101$ ) du Haras national est de **84 %** pour les données variant de **65 %** à de **93 %**. La

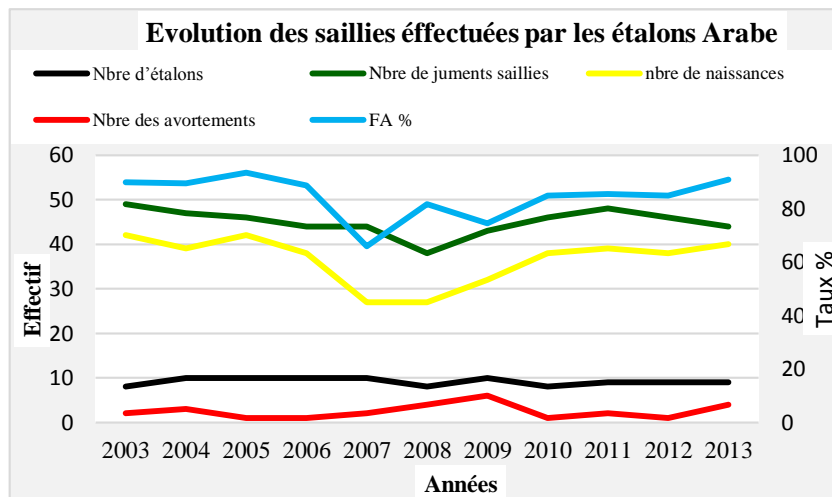
## Résultats

fertilité apparente des étalons de la race Barbe (n = 16) du Haras national est de **81 %** pour les données variant de **76 %** à de **95 %**.

**Tableau 11.** Les saillies effectuées par les étalons de race Arabe et de race Barbe du HN.

	race	Nombre d'étalons	Nombre de juments saillies	Nombre de naissances	Nombre des avortements	FA %	Taux de poulinage
Moyenne ± SD	<b>Ar.</b>	<b>9,18±0,87</b>	<b>45,00±2,96</b>	<b>36,55±5,41</b>	<b>2,45±1,63</b>	<b>84±8,02</b>	<b>80±8,62</b>
	<b>Be.</b>	<b>1,45±0,68</b>	<b>15,63±2,73</b>	<b>11,45±2,33</b>	<b>1,18±1,16</b>	<b>81±11,04</b>	<b>74±10,52</b>

La figure 8 montre que le nombre des étalons Arabe actifs par année oscille entre 8 et 10 étalons durant 2003-2013, mais que leur fertilité annuelle ne suit pas la même allure.



**Figure 8.** Évolution de saillies effectuées par les étalons de race Arabe durant 2003-2013.

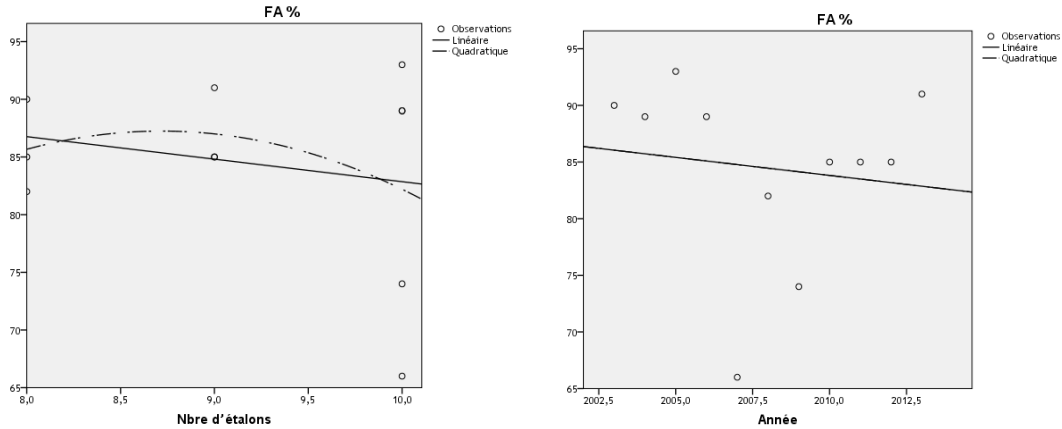
La relation entre ces deux facteurs et leur variation selon les années est visible sur le tableau 12 et la figure 9.

**Tableau 12.** Calcul de matrice de corrélation entre la fertilité apparente /le nombre d'étalons/année chez la race Arabe.

Corrélations	Année	FA %
Nombre d'étalons	<b>-0,20</b>	<b>-0,02</b>
FA %	<b>-0,13</b>	<b>1</b>

La matrice de la corrélation du tableau 12 montre qu'il n'y a pas une corrélation significative entre la fertilité des étalons Arabe, le nombre d'étalons et les années.

## Résultats



**Figure 9.** La régression de la fertilité apparente en fonction des années et en fonction du nombre d'étalons.

La relation entre ces deux facteurs et leur variation selon les années sont étudiées par le tableau 13.

**Tableau 13.** Calcul de matrice de corrélation entre la fertilité apparente / le nombre d'étalons/année chez la race Barbe.

Corrélations	Année	FA %
Nombre d'étalons	<b>-0,20</b>	<b>-0,02</b>
FA %	<b>-0,13</b>	<b>1</b>

### II.1.1.2.2/ La fertilité par cycle

Elle a été calculée uniquement pour les étalons du Haras national durant les saisons de monte 2011 et 2012 ; contribuant à d'autres investigations ultérieures. Les résultats sont exposés dans les tableaux 14 à 18.

Le tableau 14 rapporte respectivement la fertilité par cycle des étalons Arabe (n = 19) et des étalons de toutes races confondues (n = 28) durant les saisons de monte 2011 et 2012.

**Tableau 14.** Récapitulatif de la fertilité par cycle (FC) des étalons Arabe et toutes races confondues durant 2011-2012.

Paramètres	Arabe	Toutes races confondues
	Moy± SD	Moy± SD
Âge des étalons	<b>14,21±5,60</b>	<b>14,43±6,18</b>
Nombre des juments saillies	<b>5,32±5,38</b>	<b>4,75±4,56</b>
Conception	<b>4,89±4,75</b>	<b>4,29±4,04</b>
NC	<b>0,42±1,07</b>	<b>0,46±1,03</b>
FC %	<b>96±8,42</b>	<b>94±12,37</b>

NC : non conçues, FC : fertilité par cycle.

## Résultats

Le calcul de la matrice de corrélation entre l'âge et la FC des étalons Arabe ne montre aucune différence significative ( $r=0,19$  ;  $p>0,05$ ) (tableau 15).

**Tableau 15.** Corrélation entre l'âge, le nombre des juments et la fertilité par cycle (FC) des étalons Arabe.

r	Âge des étalons	Nombre des juments	FC %
Âge des étalons	1	-0,39	0,19
Nombre des juments	-0,39	1	-0,59
FC %	0,19	-0,59	1

\*\* La corrélation est significative au niveau 0.01 (bilatéral), (FC) : fertilité par cycle

Le calcul de la matrice de corrélation entre l'âge et la FC des étalons de toutes races confondues durant deux ans ne montre aucune différence significative ( $r = 0,19$  ;  $p > 0,05$ ).

**Tableau 16.** Corrélation entre l'âge, le nombre des juments et la fertilité par cycle (FC) des étalons de toutes races confondues.

r	Âge des étalons	Nombre de juments saillies	FC %
Âge des étalons	1	-0,36	0,35
Nombre de juments saillies	-0,36	1	-0,37
FC %	0,35	-0,37	1

\*\* La corrélation est significative au niveau 0.01 (bilatéral), (FC) : fertilité par cycle

### II.1.1.3/ La durée de la saison de monte

Le tableau 17 rapporte à travers les premiers et les derniers sauts de la saison, l'intervalle réel de la durée de la saison de monte 2002-2012 pour le HN.

**Tableau 17.** Période de premiers et de derniers sauts de la saison de monte 2002-2012.

Mois	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet
Sauts						
Moyenne	13,05	15,22	12,24	10,35	7,21	0,57
SD	3,94	7,48	0,70	4,94	4,24	0,42
Min	10	9	11	7	4	0
Max	17	21	12	14	7	1

### II.1.1.4/ Ratio juments/étalon

L'évolution du rapport juments/étalon pour les années allant de 2003 à 2013 sera rapportée par le tableau 18.

Une étude comparative de ce rapport entre les deux régions (ONDEEC région est vs HN région ouest) pour les années 2003 à 2009 est rapportée par le tableau 21.

## Résultats

Tableau 18. Évolution du ratio juments/étalon de 2003 à 2013 (HN).

Année	Nombre d'étalons	Nombre de juments saillies	Ratio Juments/Étalon
Moyenne $\pm$ SD	<b>12 <math>\pm</math> 1,22</b>	<b>66 <math>\pm</math> 2,76</b>	<b>6</b>
Min	<b>10</b>	<b>61</b>	<b>5</b>
Max	<b>14</b>	<b>70</b>	<b>7</b>

Le tableau 18 ci-dessus montre un rapport moyen de 06 juments par étalon (allant de 5 à 7 juments/étalon/année) pour le Haras national pendant 11 ans.

La figure 10, montre un rapport moyen de 30 juments par étalon (allant de 23 à 40 juments/étalon/année), la région est (ONDEEC) montre le plus grand nombre de juments par étalon.

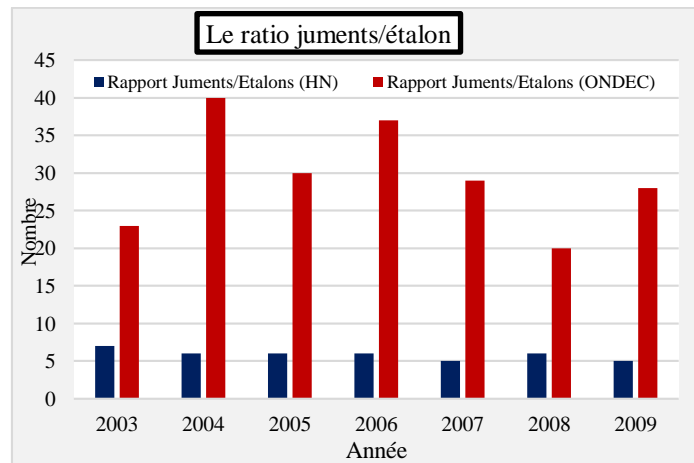


Figure 10. Évolution du ratio juments/étalon de 2003 à 2009 (HN vs ONDEEC).

### II.1.2/ L'appréciation des paramètres de reproduction des juments

#### II.1.2.1/ Les paramètres de gestation

L'étude rétrospective a concerné 729 juments dont : 495 juments de race Arabe et 175 juments Barbe, étalé sur 11 saisons de monte, 2003- 2013. Les juments sont âgées de 4 ans à 25 ans.

##### II.1.2.1.1/ La race Arabe

Le tableau 19 nous indique que le nombre des juments présentes est supérieur à celui des naissances.

Les produits vivants obtenus sont en moyenne de **36,55  $\pm$  1,18** alors que la mortalité embryonnaire est de 5,45 %. Durant notre étude rétrospective, nous avons constaté une gestation gémellaire de la jument *DAOUHA* (race Arabe, production 2013) avec une durée de gestation de 223 jours.

## Résultats

**Tableau 19.** Le taux des juments saillies et les juments non saillies (race Arabe) 2003-2013.

	Juments présentes	Naissances	Non conçues	Avortements	Dystocie	ME	Juments réformées
Moyenne	<b>49</b>	<b>36,55</b>	<b>2,90</b>	<b>2,45</b>	<b>0,90</b>	<b>2,45</b>	<b>0,81</b>
SD	<b>1,18</b>	<b>5,41</b>	<b>2,42</b>	<b>1,63</b>	<b>0,30</b>	<b>2,38</b>	<b>1,25</b>
Taux	<b>100</b>	<b>81,21 %</b>	<b>6,46 %</b>	<b>5,45 %</b>	<b>2,02 %</b>	<b>5,45 %</b>	<b>2,36 %</b>

*ME : mortalité embryonnaire.*

D'après les résultats obtenus (tableau 20), on remarque que la fréquence des avortements est beaucoup plus élevée dans les 7<sup>ème</sup> et 10<sup>ème</sup> mois de gestation, que dans les 8<sup>ème</sup> et 9<sup>ème</sup> mois.

**Tableau 20.** La moyenne d'âge des avortons de race Arabe.

	%	≤7 mois	8 mois	9 mois	10 mois
Moyenne	<b>5,45</b>	<b>0,72</b>	<b>0,54</b>	<b>0,54</b>	<b>0,63</b>
SD		<b>0,46</b>	<b>0,93</b>	<b>0,68</b>	<b>0,92</b>

D'après les résultats du tableau 21, on constate que la durée moyenne de gestation est de **332,22 j ± 3,09**, avec un Maximum de **362,00 j** et un Minimum de **310,90 j**.

**Tableau 21.** Durée de la gestation et variation selon le sexe des produits chez la race Arabe.

	Durée de gestation	Durée : Sexe mâle	Durée : Sexe femelle
Moyenne	<b>332,22</b>	<b>334,05</b>	<b>329,88</b>
SD	<b>3,09</b>	<b>3,11</b>	<b>2,88</b>
Minimum	<b>310,0</b>	<b>313,0</b>	<b>310,0</b>
Maximum	<b>362,00</b>	<b>362,00</b>	<b>344,0</b>

Les résultats des tableaux 21 et 22 montrent un effet significatif, du sexe du poulain (**p<0,001**), de l'âge, du mois de poulinage (**p<0,01**) et de l'étalon (**p<0,05**) sur la durée de gestation.

**Tableau 22.** Analyse de la variance (ANOVA), des effets des facteurs influençant sur la durée de gestation de la jument.

variable	Intervalle	P
Facteur sexe	<b>[310-362]</b>	<b>0,000</b>
Facteur âge	<b>[4-25]</b>	<b>0,035</b>
Facteur mois de poulinage	<b>[Décembre-juin]</b>	<b>0,037</b>
Facteur étalon	<b>(Figure annexe 19)</b>	<b>0,007</b>

## Résultats

Le calcul de la matrice de corrélation révèle une corrélation significative entre les différents paramètres de reproduction de la jument Arabe (tableau 23).

**Tableau 23.** Test de corrélation entre les différents paramètres de reproduction de la jument Arabe.

r	Etalon	Durée de gestation	Mois de poulinage	Sexe femelle	Sexe mâle
Etalon	<b>1</b>				
Durée de gestation	<b>-0,379**</b>	<b>1</b>			
Mois de poulinage	<b>-0,047</b>	<b>-0,068*</b>	<b>1</b>		
Sexe femelle	<b>0,477**</b>	<b>-0,464**</b>	<b>0,318*</b>	<b>1</b>	
Sexe mâle	<b>0,368**</b>	<b>-0,0005</b>	<b>-0,010</b>	<b>-0,935**</b>	<b>1</b>

\*\*La corrélation est significative au niveau 0.01 (bilatéral), \*La corrélation est significative au niveau 0.05 (bilatéral).

D'après notre enquête, nous avons constaté que le nombre des femelles obtenu **18,27 ± 3,58** est significativement (**p<0,001**) plus élevé que celui des mâles **17,64 ± 4,80** (tableau 24).

**Tableau 24.** Le Sex- ratio, chez la race Arabe.

Sexe	Moyenne	SD	Minimum	Maximum	Variance	p
Sexe mâle	<b>17,64</b>	<b>4,80</b>	<b>10</b>	<b>24</b>	<b>23,05</b>	<b>0,000</b>
Sexe femelle	<b>18,27</b>	<b>3,58</b>	<b>12</b>	<b>26</b>	<b>12,81</b>	

### II.1.2.1.2/ La race Barbe

D'après le tableau 25 nous avons remarqué que le nombre des juments présentes est de 18 et celui des produits vivants obtenus sont en moyenne de **11,72±2,37**. Les taux de non conçues, des avortements, des mortalités embryonnaires et des juments réformées sont indiquées au même tableau.

**Tableau 25.** Le taux des juments saillies et les juments non saillies de race Barbe 2003-2013.

	Juments présentes	Non conçues	Naissances	Avortements	ME	Juments réformées
Moyenne	<b>18</b>	<b>1,45</b>	<b>11,72</b>	<b>1,45</b>	<b>1,09</b>	<b>0,36</b>
SD	<b>1,95</b>	<b>1,21</b>	<b>2,37</b>	<b>1,21</b>	<b>1,13</b>	<b>0,67</b>
Taux	<b>100 %</b>	<b>9,14 %</b>	<b>73,71 %</b>	<b>9,14%</b>	<b>6,85%</b>	<b>2,28%</b>

*ME : mortalité embryonnaire.*

D'après les résultats obtenus (tableau 26), on remarque que la fréquence des avortements est beaucoup plus élevée dans le 7<sup>ème</sup> et le 10<sup>ème</sup> mois de gestation, que celle entre le 8<sup>ème</sup> et le 9<sup>ème</sup> mois.

## Résultats

**Tableau 26.** La moyenne d'âge des avortons chez la race Barbe.

	%	≤7 mois	8 mois	9 mois	10 mois
Moyenne	9,46	0,45	0,27	0,09	0,45
SD		0,52	0,46	0,30	0,89

D'après les résultats du tableau 27, on constate que la durée moyenne de la gestation est de **326,87j± 6,66**.

**Tableau 27.** Durée de gestation globale et selon le sexe chez la race Barbe.

	Durée de gestation globale	Durée : Sexe mâle	Durée : Sexe femelle
Moyenne	326,87	328,32	325,41
SD	6,66	7,19	6,22
Minimum	312	312	313
Maximum	357,00	357	341

D'après les résultats du tableau 28 et tableau 29, nous avons remarqué que la durée de la gestation est significativement longue ( $p < 0,001$ ) quand le produit est un mâle, cette dernière n'est influencée ni par l'étalon ni par l'âge de la jument ( $p > 0,05$ ).

**Tableau 28.** Analyse de la variance (ANOVA) des effets des facteurs influençant sur la durée de gestation de la jument.

Variable	Intervalle	p
Facteur sexe	[310-362]	0,000
Facteur âge	[4-22]	0,385
Facteur mois de poulinage	[Décembre-Mai]	0,008
Facteur étalon	(Figure annexe 19)	0,297

**Tableau 29.** Test de corrélation entre les différents paramètres de reproduction de la jument.

	Durée de gestation	Sexe femelle	Sexe mâle	Etalon	Mois de poulinage
Durée de gestation	1	0,992**	0,994**	-0,399	-0,096
Sexe femelle	0,992**	1	0,524	-0,030	-0,596
Sexe mâle	0,994**	0,524	1	0,055	-0,307
Etalon	-0,399	-0,030	0,055	1	-0,124
Mois de poulinage	-0,096	-0,596	-0,307	-0,124	1

\*\* La corrélation est significative au niveau 0.01 (bilatéral).

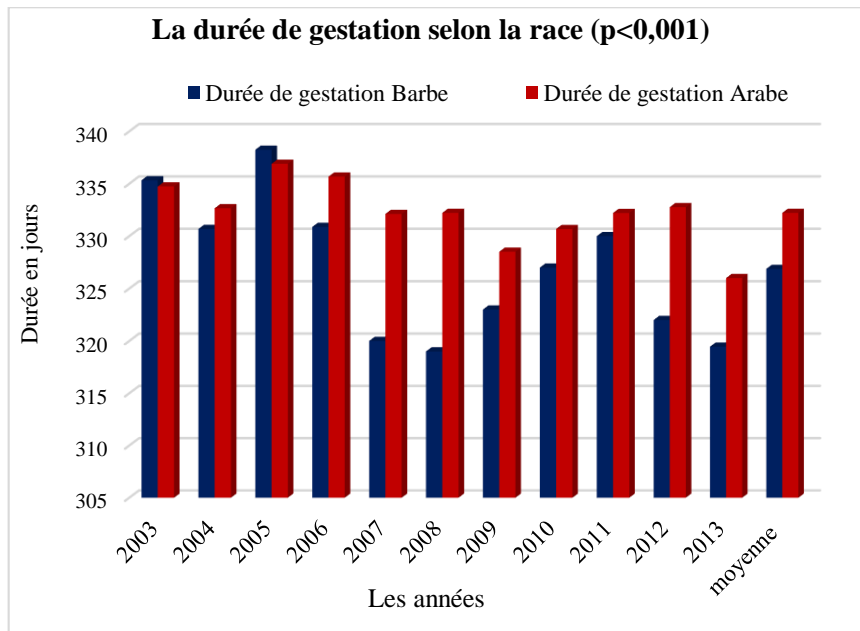
## Résultats

Nous avons observé que chez la race Barbe, le nombre de mâles obtenus  $6,27 \pm 2,05$  est significativement ( $p < 0,001$ ) plus élevé que le nombre de femelles  $5,45 \pm 0,93$ , (Tableau 30).

**Tableau 30.** Le Sex- ratio chez la race Barbe.

Sexe	Moyenne	Ecart type	Minimum	Maximum	Variance	P
Sexe mâle	6,27	2,05	3	10	4,218	0,000
Sexe femelle	5,45	0,93	4	7	0,873	

La figure 11 montre que la durée de la gestation est significativement plus longue chez la race Arabe que chez la race Barbe ( $p < 0,001$ ).



**Figure 11.** La durée moyenne de la gestation chez les deux races (Arabe et Barbe).

### II.1.2.2/ Les paramètres de cyclicité

Dans cette partie, nous nous sommes intéressés à déterminer le moment de l'ovulation. De trente-six juments Arabe (65 cycles œstraux) âgées de  $11,42 \pm 4,63$  ans, avec un intervalle d'âge de 4-20 ans. Dix-sept juments Barbe (32 cycles œstraux) âgées en moyenne de  $8,19 \pm 3,25$  ans avec un intervalle d'âge de 4-16 ans, pendant la saison de la reproduction (février – avril, 2017).

L'état d'embonpoint de ces juments (BCS) est de 5 selon l'échelle de 1 à 9 (Henneke et al., 1983), ces juments ont été cliniquement saines durant la présente d'étude.

La figure 12 rapporte le nombre de cycles exploités pour une conception et par jument en fonction de la race. Le tableau 31 indique que le nombre de cycles exploités par les juments est significativement différent selon la race ( $p < 0,001$ ).

## Résultats

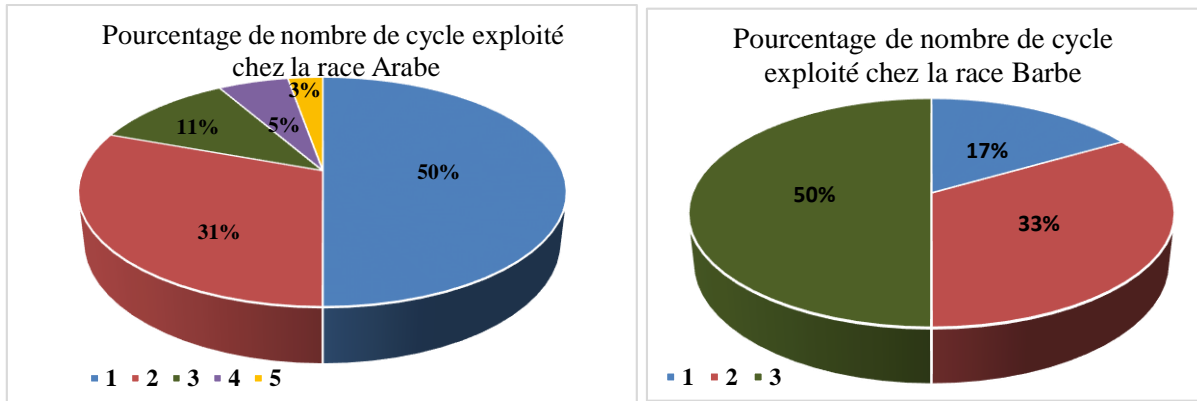


Figure 12. Le pourcentage du nombre des cycles exploités pour une conception.

Tableau 31. Test d'ANOVA des cycles exploités entre races.

	Moyenne	SD	Minimum	Maximum	Erreur std	Variance	P
Nombre de cycle	1,81	1,037	1	5	0,173	1,075	0,000
	1,88	0,885	1	3	0,221	0,783	

La durée qui sépare deux ovulations successives des juments est de 19 à 22 jours sans différence significative ( $p > 0,05$ ). La taille du follicule ovulatoire varie entre 15 et 50 millimètres durant la phase œstrale avec une vitesse de croissance quotidienne de 2 à 4 millimètres, pour les deux races, illustrée dans la figure 13 et les tableaux 32 et 33.

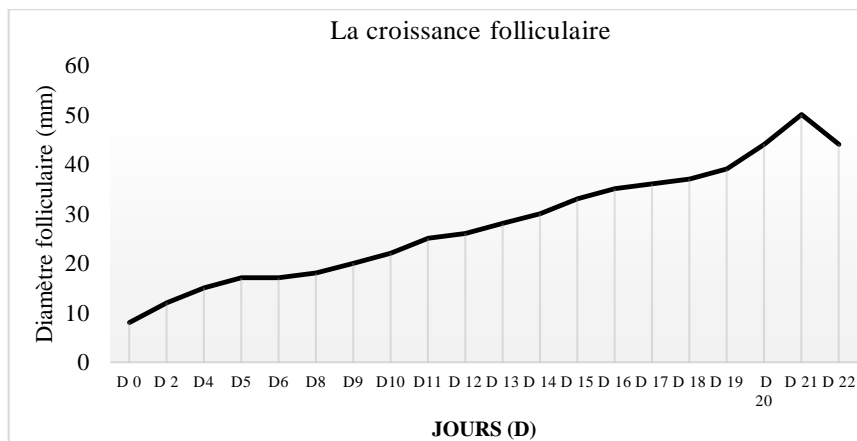
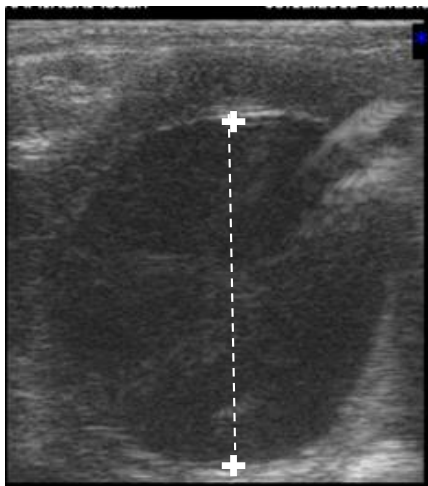


Figure 13. La croissance folliculaire chez une jument Arabe en œstrus (âgée de 9ans).

En pratique, l'ovulation s'évalue a posteriori en suivant la croissance du follicule dominant jusqu'à sa transformation en corps jaune par l'échographe (Photos 18, 19 et 20).

## Résultats

---



*Photo 18.* Image échographique d'un follicule dominant.



*Photo 19.* Image échographique d'un utérus en chaleur (coupe d'orange).



*Photo 20.* Image d'un corps jaune hémorragique (A) et un corps jaune (B).

## Résultats

### II.1.2.2.1/ Chez la race Arabe

➤ **La taille folliculaire** : l'examen échographique de la croissance des follicules varie entre **15 à 50** millimètres chez des femelles durant l'œstrus, et de **15 à 47** millimètres quotidiennement lors du diœstrus avec une différence significative chez la jument Arabe (**p<0,05**), (Tableau 33).

➤ **Le taux de P4** chez la jument Arabe est significativement plus élevé en dioestrus (**p<0,01**) avec une moyenne de **12,04±7,65** ng /ml par rapport à l'œstrus **0,38±0,19** ng /ml (Tableau 32).

**Tableau 32.** Analyse descriptive des données selon le stade physiologique chez la jument Arabe.

Variable	N	Stade physiologique.	Moyenne	SD	Variance	Minimum	Maximum	p
Taille folliculaire (mm)	12	E	32,67	12,37	153,07	15,00	47,00	0,036*
	12	D	25,00	14,94	223,09	15,00	50,00	
P4 ng /ml	12	E	0,38	0,19	0,03	0,24	0,77	0,002**
	12	D	12,04	7,65	58,60	4,92	28,44	
Estradiol pmol/L	12	E	5,30	2,13	4,55	4,00	9,00	0,186
	12	D	6,49	4,60	21,12	4,00	16,01	
FSH UI/L	12	E	0,30	0,06	0,004	0,23	0,41	0,248
	12	D	0,29	0,05	0,003	0,21	0,37	

\* significative au niveau 0,05 ; \*\* significative au niveau 0,01, E : œstrus, D : diœstrus

### II.1.2.2.2/ Chez la race Barbe

Le tableau 33 rapporte l'étude descriptive de l'ensemble des paramètres folliculaires et hormonaux.

➤ **La taille folliculaire** : l'examen échographique de la croissance des follicules varie entre 15 à 50 millimètres chez des femelles durant l'œstrus, et de 15 à 47 millimètres quotidiennement lors du diœstrus sans différence significative chez la jument Barbe (**p> 0,05**).

➤ **Le taux de P4** : chez la jument Barbe, est significativement plus élevé en dioestrus (**p< 0,05**) avec une moyenne de **9,02±5,04** ng /ml par rapport à l'œstrus **0,31±0,06** ng /ml (Tableau 33).

## Résultats

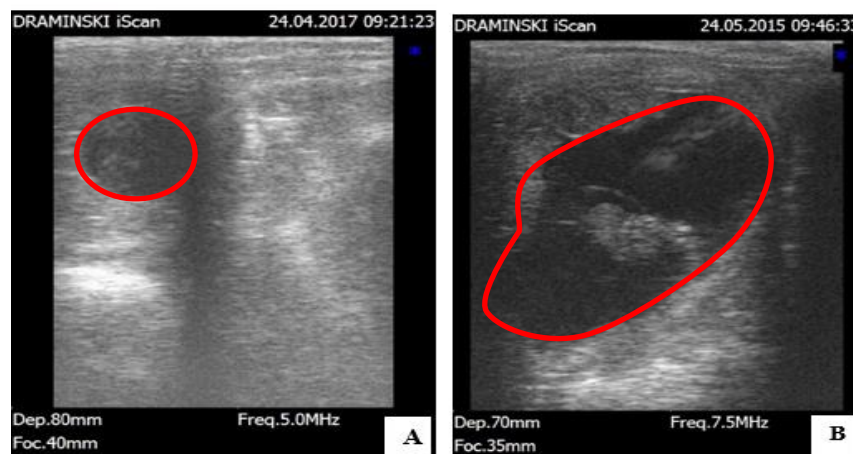
**Tableau 33.** Analyse descriptive des données selon le stade physiologique chez la jument Barbe.

Variables	N	Stade physiologique.	Moyenne	SD	Variance	Minimum	Maximum	p
Taille folliculaire (mm)	12	E	30,50	18,19	331,00	15,00	50,00	0,950
	12	D	29,75	14,17	200,91	15,00	47,00	
P4 ng /ml	12	E	0,31	0,06	0,01	0,24	0,39	0,013*
	12	D	9,02	5,03	25,31	5,05	15,82	
Œstradiol pmol/L	12	E	4,70	1,41	2,002	4,00	6,83	0,193
	12	D	9,55	6,45	41,62	4,00	16,01	
FSH UI/L	12	E	0,32	0,07	0,001	0,23	0,41	0,698
	12	D	0,30	0,01	0,00	0,30	0,310	

\* significative au niveau 0,05, P4: progesterone, E2: oestradiol 17 $\beta$ , FSH: Folliculo-stimulating hormone.

Alors que le taux des estrogènes et le taux de Follicle-Stimulating Hormone (FSH) ne présentent aucune différence significative ( $p > 0,05$ ) dans les deux phases du cycle et chez les deux races (tableaux 32 et 33).

Un examen échographique est en général conseillé avant le 35<sup>ème</sup> jour post-ovulation. Le jour de gestation peut être estimé plus ou moins précisément selon la taille de la vésicule embryonnaire dès le 14<sup>ème</sup> jour après la fécondation (Photo 21).



**Photo 21.** Images échographiques de la vésicule embryonnaire j 14 (A) et j30 (B).

### II.1.2.2.3/ La corrélation entre les différents paramètres de cyclicité (toutes races confondues)

Le tableau 34 montre la plus grande corrélation négative entre le taux de FSH et la croissance de la taille folliculaire chez les juments ( $r = -0,93$  ;  $p < 0,01$ ) durant la phase œstrale.

Une corrélation négative entre le taux de la P4 et le taux d'œstradiol et de FSH. Une corrélation positive entre la taille folliculaire et le taux de P4 et l'œstradiol est respectivement de ( $r = 0,49$  ;  $p > 0,05$ ) et ( $r = 0,06$  ;  $p > 0,05$ ) et r entre la FSH avec l'œstradiol est de ( $r = 0,16$  ;  $p > 0,05$ ) (Tableau 34).

## Résultats

**Tableau 34.** Corrélation entre les différents paramètres des juments en œstrus (toutes races confondues).

r	Taille folliculaire (mm)	P4 ng/ml	Œstradiol pmol/L	FSH UI/L
Taille folliculaire (mm)	1	0,49	0,06	-0,93**
P4 ng/ml	0,49	1	-0,45	-0,64
Œstradiol pmol/L	0,06	-0,45	1	0,16
FSH UI/L	-0,93**	-0,64	0,16	1

\*\**. La corrélation est significative au niveau 0.01 (bilatéral).*

Le tableau 35 rapporte l'existence d'une corrélation négative entre la croissance de la taille folliculaire chez les juments gestantes et le taux de la P4 ( $r = -0,44$ ,  $p > 0,05$ ) ; une corrélation négative entre les différents taux hormonaux ( $p > 0,05$ ).

Une corrélation positive entre la croissance des follicules et le taux d'œstradiol ( $r = 0,42$ ,  $p > 0,05$ ) et une faible corrélation avec la FSH ( $r = 0,11$  ;  $p > 0,05$ ).

**Tableau 35.** Corrélation entre les différents paramètres des juments gestantes toutes races confondues).

r	Taille folliculaire (mm)	P4 ng/ml	Œstradiol pmol/L	FSH UI/L
Taille folliculaire (mm)	1	-0,44	0,42	0,11
P4 ng/ml	-0,44	1	-0,52	-0,48
Œstradiol 17 $\beta$ pmol/L	0,42	-0,52	1	-0,12
FSH UI/L	0,11	-0,48	-0,12	1

\*\**. La corrélation est significative au niveau 0.01 (bilatéral).*

L'ensemble des paramètres étudiés ne présente aucune différence significative ( $p > 0,05$ ) dans les deux races ( $p > 0,05$ ) (tableau 36).

**Tableau 36.** Variation des paramètres de reproduction selon la race.

	Somme des carrés	ddl	Moyenne des	F	Signification
P4 ng/ml	174,919	1	174,919	2,762	0,116
Taille folliculaire (mm)	95,069	1	95,069	0,453	0,511
E2 pmol/L	15,438	1	15,438	1,007	0,331
FSH UI/L	0,004	1	0,004	1,317	0,268

*P4: progestérone, E2: œstradiol 17 $\beta$ , FSH: Folliculo-stimulating hormone.*

## II.2/ L'étude zootechnique des reproducteurs

Les résultats sont présentés selon les mensurations utilisées et les paramètres calculés. Les chevaux ayant participé à l'étude sont adultes âgés de 5 à 24 ans, et au nombre de treize chevaux de race Arabe et six étalons de race Barbe (mars 2013).

### II.2.1/ Les mensurations corporelles et indices zootechniques

Le tableau 37 décrit les valeurs moyennes des paramètres morphométriques et les indices zootechniques moyens relatifs aux étalons étudiés en fonction de la race.

## Résultats

**Tableau 37.** Étude comparative entre les valeurs moyennes des mensurations corporelles et indices zootechniques chez les étalons de race Arabe et Barbe.

	Race	N	Moyenne	SD	Maximum	Minimum	P
Age	Ar.	13	14,92	5,53	23	5	ns
	Be.	6	16,17	7,11	24	7	
Pli cutané (cm)	Ar.	13	4,69	0,75	6	4	*
	Be.	6	5,67	0,51	6	5	
BCS	Ar.	13	3,38	0,506	4	2,5	*
	Be.	6	4,83	0,40	4	3	
HG (cm)	Ar.	13	150,92	1,754	153	147	ns
	Be.	6	152,00	1,095	153	150	
HS (cm)	Ar.	13	150,31	1,974	153	146	ns
	Be.	6	151,67	1,506	153	149	
LSI (cm)	Ar.	13	151,20	2,08	154	146	*
	Be.	6	154,00	2,28	157	152	
PT (cm)	Ar.	13	164,92	4,46	171	158	*
	Be.	6	169,33	3,01	173	166	
LT (cm)	Ar.	13	55,31	5,48	64	48	ns
	Be.	6	52,33	3,67	57	48	
LCA (cm)	Ar.	13	32,31	4,11	37	26	ns
	Be.	6	33,83	2,13	36	30	
TCA (cm)	Ar.	13	18,42	1,60	20	17	ns
	Be.	6	20,67	0,81	22	20	
Lc (cm)	Ar.	13	66,36	2,25	64	68	ns
	Be.	6	65,20	1,94	64	66	
Poids vif (ruban) (kg)	Ar.	13	370,15	29,79	402	328	*
	Be.	6	406,50	27,91	422	386	
PF1 (kg)	Ar.	13	369,69	28,541	400	326	*
	Be.	6	392,67	20,70	414	366	
PF2 (kg)	Ar.	13	386,38	22,05	406	341	*
	Be.	6	408,67	16,03	418	376	
ICP	Ar.	13	0,995	0,076	0,980	1,010	ns
	Be.	6	0,988	0,018	0,960	1,010	
IDT	Ar.	13	0,111	0,009	0,100	0,130	ns
	Be.	6	0,120	0,008	0,110	0,130	
HDD	Ar.	13	0,934	0,252	0,093	1,013	ns
	Be.	6	1,002	0,003	1,000	1,006	
RC	Ar.	13	1,093	0,027	1,039	1,125	ns
	Be.	6	1,113	0,016	1,098	1,138	

. Ar : race arabe, Be race barbe, HG : Hauteur au garrot, LSI : Longueur scapulo-ischial, PT : Périmètre thoracique, Tc : Tour de canon. Lc : Longueur de l'encolure, LT : Longueur de la tête, LCA : longueur du canon antérieur, HS : Hauteur au sacrum, ICP : Indice corporel de profil, IDT : Indice dactylo-thoracique, HDD : Hauteur devant et derrière, RC : Rapport corporel, ns : non significative.

## Résultats

La figure 14 rapporte le poids corporel moyen d'après une lecture directe sur le ruban mètre puis calculé selon deux formules décrites dans la partie : matériels et méthodes.

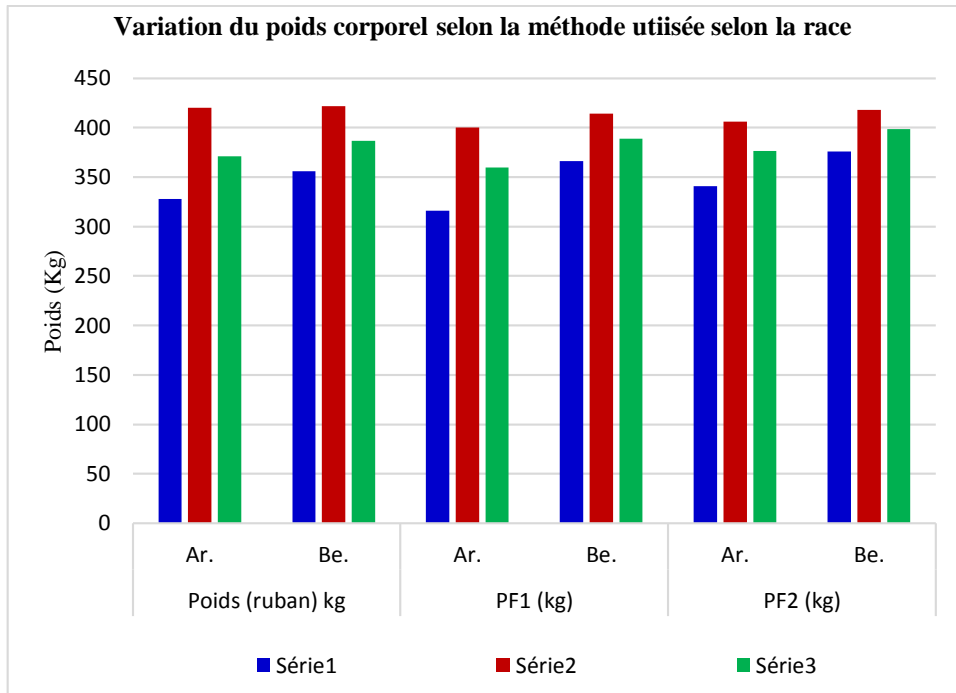


Figure 14. Les valeurs moyennes du poids corporel chez les étalons selon la race.

### II.2.2/ La couleur de la robe chez la race Arabe et la race Barbe

Les figures 15 et 16 rapportent la répartition des paramètres qualitatifs : la couleur de la robe et le profil céphalique des étalons, en fonction de la race.

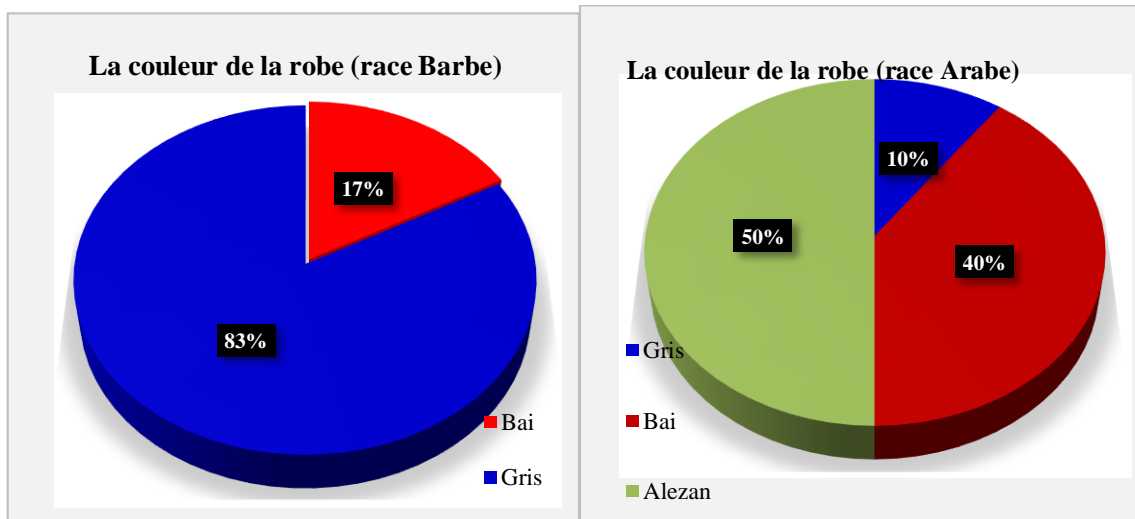
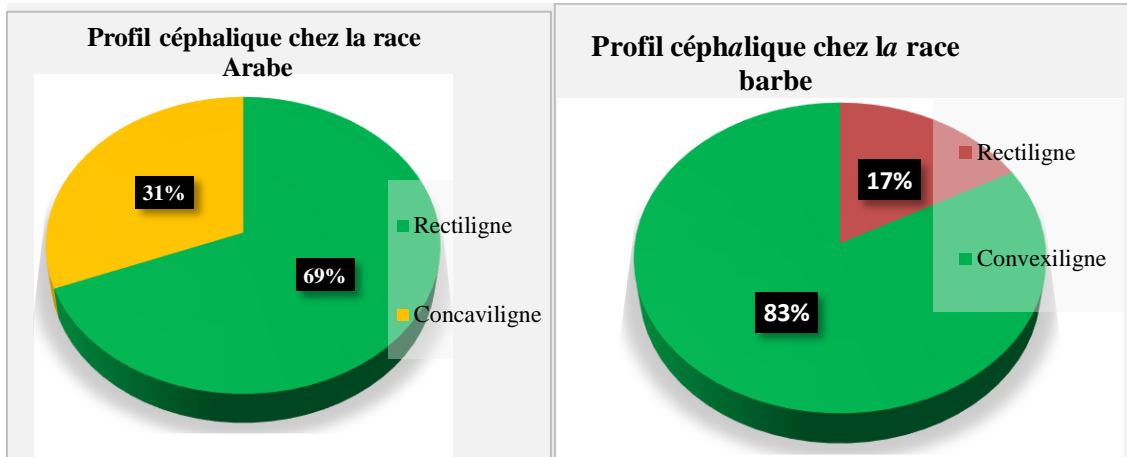


Figure 15. La répartition de la couleur de la robe chez les étalons selon la race.

### II.2.3/ Le profil céphalique chez la race Arabe et la race Barbe



*Figure 16.* La répartition du taux du profil céphalique chez les étalons selon la race.

### II.3/ L'étude du comportement sexuel

Le score libido des étalons a été jugé en présence d'une jument en œstrus, une note a été attribuée sur une échelle de 0 à 4, selon la méthode de **Cavinder et al. (2010)**.

- **La valeur moyenne du score de libido :** présente une différence significative (**P < 0,05**)  $3,07 \pm 0,66$  contre  $3,67 \pm 0,76$  respectivement pour les étalons de race Arabe et Barbe.
- **Le score du reniflement :** Il existe une différence significative (**p < 0,001**) entre l'étalon Barbe et l'Arabe
- **La fréquence du Flehmen :** présente une différence significative (**P < 0,05**).
- **La phase copulatoire :** temps passé pour une éjaculation  $19,15 \pm 10,76$  v.s  $12,23 \pm 2,68$  secondes, respectivement chez les étalons Arabe et les étalons Barbe, avec une différence significative (**p < 0,01**) (Tableau 38).

## Résultats

**Tableau 38.** Étude descriptive des paramètres du comportement sexuel des étalons (Arabe vs Barbe).

Variables		N	Race	Moy	SD	Min	Max	P
Phase Precopulatoire	Libido score	47	Ar.	3,07	0,66	1,00	4,00	0,045*
		37	Be	3,67	0,76	2,00	4,00	
	Reniflement	47	Ar.	6,54	3,78	2,00	15,00	<0,001***
		37	Be	16,85	7,47	6,00	30,00	
	Flehmen	47	Ar	1,61	1,38	0,00	4,00	0,033*
		37	Be	2,48	1,57	0,00	7,00	
	Mordillements	47	Ar	1,33	1,27	0,00	5,00	0,057
		37	Be	0,84	0,98	0,00	2,00	
Temps passé à l'érection (sec)	47	Ar	48,70	56,20	8,0	245	0,940	
	37	Be	50,38	20,15	17,00	80,00		
Phase Copulatoire	Temps passé pour le premier saut (sec)	47	Ar	112	58,90	29,0	365	0,020*
		37	Be	90,54	33,17	47,00	180	
	Nombre de sauts	47	Ar	2,00	1,00	1,00	5,00	0,029*
		37	Be	1,46	0,51	1,00	2,00	
	Temps passé pour l'éjaculation (sec)	47	Ar	19,15	10,76	8,00	65,00	0,005**
		37	Be	12,23	2,68	9,00	17,00	
	Temps total de l'accouplement (sec)	47	Ar	218	18,24	75	710	0,373
		37	Be	169	55,80	69	247	

*Ar: race arabe, Be race barbe.*

### II.4/ L'étude des paramètres testiculaires et paramètres hormonaux

Les mensurations testiculaires effectuées : Largeur scrotale (Ls), largeur testiculaire gauche (La. t.g.), largeur testiculaire droite (La. t.d.), longueur testiculaire gauche (Lo. t.g.), longueur testiculaire droite (Lo. t.d.), hauteur testiculaire gauche (H.T.G), hauteur testiculaire droite (H.T.D) sur 12 étalons Arabe et 6 étalons Barbe durant 3 ans (avril 2014-2016) pour apprécier l'effet de l'âge. Une note d'état corporel (BCS) est ensuite attribuée allant de 0 à 5 ou de 1 à 9 selon le système de notation utilisé. Durant toute l'année 2016 nous avons étudié la saisonnalité de nos races sous notre latitude. Tous les résultats obtenus sont reportés dans les tableaux 39 à 41 et les figures 17 et 18.

#### II.4.1/ L'étude durant trois saisons consécutives (avril 2014- avril 2016)

Les résultats obtenus pour les paramètres testiculaires dans les deux races (Arabe et Barbe) durant trois saisons de monte au mois d'avril (2014-2016) sont transcrits dans le tableau 39.

## Résultats

**Tableau 39.** Récapitulatif des différents résultats des paramètres testiculaires et hormonaux chez la race Arabe et et la race Barbe (2014-2016).

Variable	N	Race	Moy	SD	Min	Max	Variance	Std.Error
Age (an)	36	Ar.	15,38	5,14	5,00	25,00	26,41	0,74
	18	Be.	16,40	6,05	5,00	26,00	51,50	1,44
P.C. (kg)	36	Ar.	375,40	29,40	328,00	426,00	875,67	4,27
	18	Be.	405,94	25,76	3,66	422	965,48	5,14
BCS	36	Ar.	5,02	0,21	4,00	6,00	0,25	0,04
	18	Be.	5,30	0,24	4,00	6,00	0,45	0,07
La. t.d. (cm)	36	Ar.	5,32	1,11	3,00	6,10	1,23	0,16
	18	Be.	5,59	0,57	5,00	6,05	0,32	0,13
La. t.g. (cm)	36	Ar.	6,08	0,96	4,00	6,50	0,93	0,14
	18	Be.	6,03	0,52	5,04	6,45	0,27	0,12
La. t.m (cm)	36	Ar.	5,85	1,09	4,00	6,44	1,19	0,16
	18	Be.	5,89	0,45	5,10	6,67	0,21	0,10
Ls (cm)	36	Ar.	11,06	1,55	8,00	12,00	2,40	0,22
	18	Be.	11,10	0,68	10,05	12,15	0,46	0,16
Lo. t.d. (cm)	36	Ar.	7,50	1,38	5,00	8,00	1,92	0,20
	18	Be.	7,37	0,56	6,25	8,50	1,83	0,11
Lo. t.g. (cm)	36	Ar.	7,21	1,60	4,00	9,00	2,55	0,23
	18	Be.	7,46	0,72	6,14	9,22	1,83	0,14
HTD (cm)	36	Ar.	5,85	0,77	4,00	8,00	0,60	0,11
	18	Be.	6,01	0,55	5,28	7,07	0,63	0,11
HTG (cm)	36	Ar.	5,98	0,81	4,00	7,00	0,66	0,12
	18	Be.	6,38	0,45	5,52	7,25	0,89	0,09
PT (gr)	36	Ar.	501,40	74,70	456,00	538,00	10511,41	15,62
	18	Be.	559,06	48,61	492,50	660,28	8944,9	9,92
PA (gr)	36	Ar.	85,73	15,68	69,00	124,00	245,73	2,26
	18	Be.	88,08	7,05	88,43	112,76	188,07	1,44
PPT (gr)	36	Ar.	465,67	82,53	388,00	485,00	8561,68	13,36
	18	Be.	470,98	41,56	404,07	547,52	6538,74	8,48
DSO (10 <sup>9</sup> )	36	Ar.	3,70	1,02	2,00	5,00	1,12	0,15
	18	Be.	3,76	0,45	3,44	5,00	0,77	0,09
DSP (10 <sup>9</sup> )	36	Ar.	5,40	1,54	3,00	6,50	2,37	0,22
	18	Be.	5,58	0,63	4,71	6,91	1,52	0,13
VTT (ml)	36	Ar.	257,54	86,29	98,00	329,00	9272,13	13,90
	18	Be.	271,39	44,53	223,96	388,74	10755,5	9,09

*PC : poids corporel pris par ruban equimax, BCS : body score condition, Ls (cm) : largeur scrotal total, Lt.t (cm) : la largeur testiculaire total, DSO (10<sup>9</sup>) : la quantité spermatique éjaculée, DSP (10<sup>9</sup>) : la production spermatique quotidienne, La.t.g (cm) : largeur testiculaire gauche, La.t.d (cm) : largeur testiculaire droite, l.m (cm) : largeur testiculaire moyenne, Lo.t.g. (cm) : longueur testiculaire gauche, Lo.t.d. (cm) : longueur testiculaire droite, H.T.G (cm) : hauteur testiculaire gauche, H.T.D (cm) : hauteur testiculaire gauche, VTT (ml) : volume testiculaire, PT (gr) : poids testiculaire, PA : poids de l'albuginée, PPT : poids du parenchyme testiculaire.*

Le tableau 40 apporte le résultat de l'analyse de variance entre la largeur testiculaire droite (La. t.d.) et la largeur testiculaire gauche (La. t.g.) chez les deux races.

## Résultats

**Tableau 40.** Analyse de variance entre la largeur testiculaire droite (La. t.d.) et la largeur testiculaire gauche (La. t.g.) chez les deux races.

variable	race	t	ddl	p
La. t.d. (cm)	Ar.	33,395	35	0,000
La. t.g. (cm)		40,698	35	
La. t.d. (cm)	Be.	41,660	17	
La. t.g. (cm)		49,439	17	

Arabe : Ar., barbe : Be.

Le calcul de matrice de corrélation entre les paramètres testiculaires chez les deux races est porté au tableau 41.

**Tableau 41.** Coefficient de corrélation entre les paramètres testiculaires chez les deux races (Arabe et Barbe).

r	Age	Ls (cm)	PTgr	PA gr	PPT gr	DSO	DSP 10 <sup>9</sup>	VTT ml
Age	1	-0,58**	-0,58**	-0,58**	-0,58**	-0,62**	-0,60**	-0,66**
Ls (cm)	-0,58**	1	0,97**	0,97**	0,97**	0,94**	0,95**	0,79**
PT (gr)	-0,58**	0,97**	1	1,00**	1,00**	0,93**	0,97**	0,81**
PA gr	-0,58**	0,97**	1,00**	1	1,00**	0,93**	0,97**	0,81**
PPT (gr)	-0,58**	0,97**	1,00**	1,00**	1	0,93**	0,97**	0,81**
DSO 10 <sup>9</sup>	-0,62**	0,94**	0,93**	0,93**	0,93**	1	0,94**	0,72**
DSP 10 <sup>9</sup>	-0,60**	0,95**	0,97**	0,97**	0,97**	0,94**	1	0,80**
VTT ml	-0,66**	0,79**	0,81**	0,81**	0,81**	0,72**	0,80**	1

P.C. : poids corporel pris par ruban equimax, Ls (cm) : largeur scrotal total, DSO(109) : la quantité spermatique éjaculée, DSP(109) : la production spermatique quotidienne, La.t.g (cm) : largeur testiculaire gauche, La.t.d (cm) : largeur testiculaire droite, l.m (cm) : largeur testiculaire moyenne, Lo.t.g. (cm) : longueur testiculaire gauche, Lo.t.d. (cm) : longueur testiculaire droite, H.T.G (cm) : hauteur testiculaire gauche, PT (gr) : poids testiculaire, PA : poids de l'albuginée, PPT : poids du parenchyme testiculaire, VTT (ml) : volume testiculaire total. \* Significative à  $P < 0.05$ \*\* Significative à  $P < 0.01$ .

La figure 17 montre que la largeur testiculaire varie en fonction de l'âge ; (régression quadratique) augmente lentement jusqu'à 12-15 ans puis régresse.

## Résultats

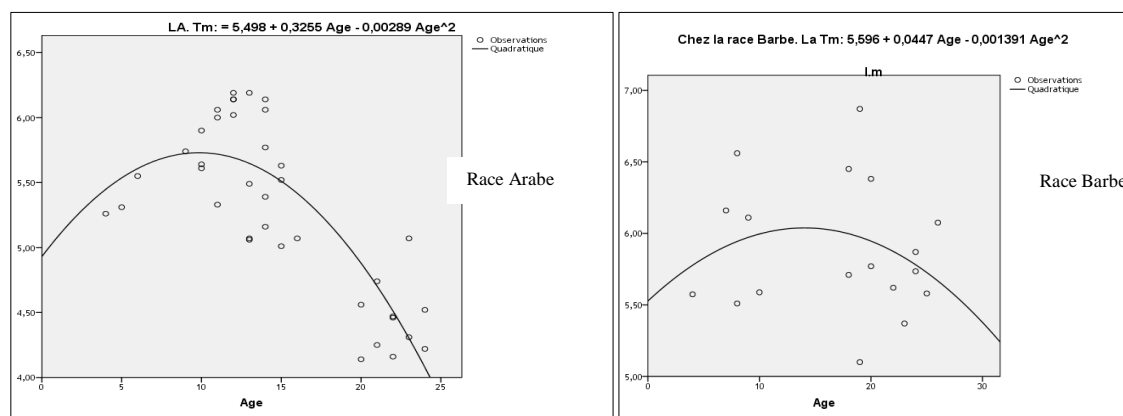


Figure 17. La variation de la largeur testiculaire moyenne (La. Tm) en fonction de l'âge.

La largeur testiculaire totale obtenue par l'addition des deux largeurs mesurées pour les deux races Arabe et Barbe est respectivement de :  $11,40 \pm 1,00$  cm et  $11,62 \pm 0,57$  cm, cette mesure est légèrement supérieure à la largeur scrotale totale ( $11,06 \pm 1,55$  cm chez l'Arabe et  $11,10 \pm 0,68$  cm chez le Barbe).

La figure 18 montre que la corrélation entre le poids testiculaire et le poids corporel est significative ( $p < 0,05$ ) pour la race Arabe et hautement significative chez la race Barbe ( $p < 0,001$ ).

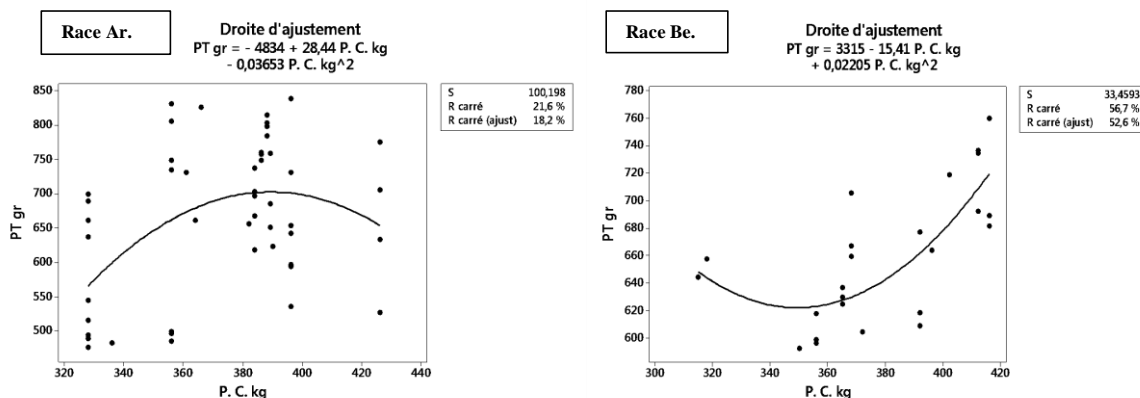


Figure 18. La variation du poids testiculaire moyenne en fonction du poids corporel (modèle de régression quadratique).

### II.4.2/ L'étude durant toute l'année (juin 2015- mai 2016)

Notre étude a été effectuée au HN, de la wilaya de Tiaret durant une année (juin 2015 à mai 2016).

L'effectif choisi est en fonction de la disponibilité de reproducteurs dans les centres expérimentaux pour la préservation de la race. Ainsi, un ensemble de 16 à 18 animaux âgés de 5 et 24 ans. 10 à 12 étalons de race Arabe et 6 de race Barbe ont fait l'objet de mesures testiculaires. L'étude des paramètres testiculaires et hormonaux est effectuée en fonction de race, de l'âge et du mois de l'année (tableaux 42 au 45).

## Résultats

### II.4.2.1/ L'analyse descriptive

**Tableau 42.** Récapitulatif des différents résultats des paramètres testiculaires chez les deux races durant toute l'année.

variables	N	Moyenne	Ecart type	Erreur std	Minimum	Maximum	Variance
BCS	202	3,10	0,36	0,03	2,50	4,00	0,13
P.C. kg	202	383,57	36,81	2,59	315,00	458,00	1354,85
La. t.d. (cm)	202	4,98	0,78	0,05	3,00	7,80	0,61
La. t.g. (cm)	202	5,45	0,78	0,05	3,87	7,85	0,60
L.m. (cm)	202	5,23	0,73	0,05	3,52	8,38	0,53
L.s (cm)	202	9,91	1,23	0,09	7,27	13,95	1,52
Lo. t.d (cm)	202	7,03	0,96	0,07	5,00	9,58	0,92
Lo. t.g (cm)	202	7,16	1,03	0,07	4,21	10,01	1,07
H.T.D (cm)	202	5,62	0,82	0,06	4,01	8,65	0,67
H.T.G (cm)	202	5,65	0,83	0,06	3,45	9,08	0,69
PT (gr)	202	563,47	87,61	6,16	376,02	550,52	7675,29
PA (gr)	202	84,22	12,70	0,89	57,04	95,84	161,37
PPT (gr)	202	479,24	74,90	5,27	318,98	424,68	5609,30
DSO1 (10 <sup>9</sup> )	202	3,17	0,81	0,06	1,43	5,14	0,66
DSP1(10 <sup>9</sup> )	202	4,33	1,15	0,08	1,87	6,09	1,31
VTT (ml)	202	225,23	81,74	5,75	67,10	318,69	6681,28
DSO2(10 <sup>9</sup> )	202	4,64	1,96	0,14	0,85	14,08	3,83
DSP2(10 <sup>9</sup> )	202	5,33	2,26	0,16	0,97	16,19	5,09
PT/PC	202	0,014	0,11	0,04	0,011	0,015	3,22

*P.C. moyen : poids corporel moyen, Ls (cm) : largeur scrotal total, DSO(10<sup>9</sup>) : la quantité spermatique éjaculée, DSP(10<sup>9</sup>) : la production spermatique quotidienne, La.t.g (cm) : largeur testiculaire gauche, La.t.d (cm) : largeur testiculaire droite, l.m (cm) : largeur testiculaire moyenne, Lo.t.g. (cm) : longueur testiculaire gauche, Lo.t.d. (cm) : longueur testiculaire droite, H.T.G (cm) : hauteur testiculaire gauche, PT (gr) : poids testiculaire, PA : poids de l'albuginée, PPT : poids du parenchyme testiculaire, PT/PC : rapport poids testiculaire sur poids corporel VTT (ml) : volume testiculaire total.*

### II.4.2.2/ L'analyse des variables selon les caractères étudiés

#### II.4.2.2.1/ L'effet de la saison

Le tableau 43 indique que les paramètres testiculaires sont fortement influencés par la saison de monte ( $p < 0,001$ ) pour toutes races confondues.

## Résultats

**Tableau 43.** Effet de la saison de monte sur les paramètres testiculaires et hormonaux.

Saison	Hors saison	En saison	P
N	154	48	
P.C. (kg)	<b>389,82±37,60</b>	<b>369,94±30,72</b>	<b>**</b>
La. t.d (cm)	<b>4,79±0,58</b>	<b>5,58±1,02</b>	<b>***</b>
La. t.g (cm)	<b>5,22±0,56</b>	<b>6,16±0,93</b>	<b>***</b>
L.m. (cm)	<b>5,01±0,46</b>	<b>5,92±0,96</b>	<b>***</b>
L.s (cm)	<b>9,58±0,92</b>	<b>10,95±1,51</b>	<b>***</b>
Lo. t.d (cm)	<b>6,80±0,77</b>	<b>7,75±1,15</b>	<b>***</b>
Lo. t.g (cm)	<b>6,99±0,83</b>	<b>7,70±1,39</b>	<b>***</b>
H.T.D (cm)	<b>5,41±0,64</b>	<b>6,32±0,94</b>	<b>***</b>
H.T.G (cm)	<b>5,43±0,60</b>	<b>6,36±1,05</b>	<b>***</b>
PT (gr)	<b>440,42±65,57</b>	<b>537,41±107,26</b>	<b>***</b>
PA (gr)	<b>80,88±9,51</b>	<b>94,94±15,55</b>	<b>***</b>
PPT (gr)	<b>359,95±56,06</b>	<b>442,44±91,69</b>	<b>***</b>
DSO1 10 <sup>9</sup>	<b>2,96±0,61</b>	<b>3,86±1,00</b>	<b>***</b>
DSP1 10 <sup>9</sup>	<b>4,03±0,86</b>	<b>5,30±1,41</b>	<b>***</b>
VT ml	<b>197,92±44,28</b>	<b>302,86±79,10</b>	<b>***</b>
DSO <sup>2</sup> 10 <sup>9</sup>	<b>3,99±1,06</b>	<b>6,74±2,61</b>	<b>***</b>
DSP <sup>2</sup> 10 <sup>9</sup>	<b>4,58±1,22</b>	<b>7,75±3,01</b>	<b>***</b>
PT/PC	<b>0,007±0,001</b>	<b>0,015±0,001</b>	<b>**</b>
TE ng/ml	<b>0,56 ± 0,31</b>	<b>0,33 ± 0,02</b>	<b>***</b>
LH UI/L	<b>0,17 ± 0,12</b>	<b>0,14 ± 0,07</b>	<b>***</b>
FSH UI/L	<b>0,13 ± 0,02</b>	<b>0,12 ± 0,12</b>	<b>ns</b>

*P.C.* : poids corporel, *Ls (cm)* : largeur scrotale totale, *DSO(10<sup>9</sup>)* : la quantité spermatique éjaculée, *DSP(10<sup>9</sup>)* : la production spermatique quotidienne, *La.t.g (cm)* : largeur testiculaire gauche, *La.t.d (cm)* : largeur testiculaire droite, *l.m (cm)* : largeur testiculaire moyenne, *Lo.t.g. (cm)* : longueur testiculaire gauche, *Lo.t.d. (cm)* : longueur testiculaire droite, *H.T.G (cm)* : hauteur testiculaire gauche, *PT (gr)* : poids testiculaire, *PA* : poids de l'albuginée, *PPT* : poids du parenchyme testiculaire, *VTT (ml)* : volume testiculaire total, *PT/PC* : rapport poids testiculaire sur poids corporel. \* Significative à  $P < 0,05$  \*\* Significative à  $P < 0,01$ . \*\*\* Significative à  $P < 0,001$ , ns : non significative.

## Résultats

### II.4.2.2.2/ L'effet de la race

La race Barbe a un grand format, elle est plus lourde que la race Arabe. Poids vif :  $400,40 \pm 35,47$  kg vs  $385,52 \pm 32,87$  ( $p < 0,05$ ).

La largeur testiculaire est significativement plus développée chez le Barbe que chez la race Arabe ( $p < 0,05$ ) et par conséquent des différences significatives sur l'ensemble des paramètres testiculaires ( $p < 0,05$ ), (Tableau 44) sont observées.

**Tableau 44.** Effet de la race sur les paramètres testiculaires et les paramètres hormonaux.

Race	Arabe	Barbe	P
N	125	72	
P.C. (kg)	385,52±32,87	400,40±35,47	*
La. t.d. (cm)	4,97±0,84	4,99±0,68	ns
La. t.g. (cm)	5,40±0,76	5,47±0,81	ns
L.m. (cm)	5,15±0,76	5,25±0,68	ns
L.s. (cm)	9,69±1,21	10,05±1,25	*
Lo.t.d (cm)	6,81±0,78	7,06±0,63	*
Lo.t.g (cm)	7,13±1,18	7,21±0,74	ns
H.T.D. (cm)	5,51±0,76	5,70±0,85	ns
H.T.G. (cm)	5,69±0,92	5,59±0,66	ns
PT (gr)	503,23±85,83	547,63±88,71	*
PA (gr)	85,63±12,45	91,92±12,86	*
PPT (gr)	417,89±73,38	456,70±75,82	*
DSO 1 10 <sup>9</sup>	3,03±0,83	3,27±0,80	*
DSP1 10 <sup>9</sup>	4,12±1,16	4,46±1,12	*
VT ml	210,93±91,95	235,97±61,12	ns
DSO2 10 <sup>9</sup>	4,42±1,47	4,77±2,20	ns
DSP2 10 <sup>9</sup>	5,08±1,6	95,49±2,54	ns
PT/PC	0,013±0,001	0,012±0,001	*
TE ng/ml	0,40 ± 0,25	0,45 ± 0,13	*
LH UI/L	0,12 ± 0,07	0,14 ± 0,12	ns
FSH UI/L	0,10 ± 0,09	0,11 ± 0,05	ns

P.C. moyen : poids corporel moyen, Ls (cm) : largeur scrotale totale, DSO(109) : la quantité spermatique éjaculée, DSP(109) : la production spermatique quotidienne, La.t.g (cm) : largeur testiculaire gauche, La.t.d (cm) : largeur testiculaire droite, l.m (cm) : largeur testiculaire moyenne, Lo.t.g. (cm) : longueur testiculaire gauche, Lo.t.d. (cm) : longueur testiculaire droite, H.T.G (cm) : hauteur testiculaire gauche, PT (gr) : poids testiculaire, PA : poids de l'albuginée, PPT : poids du parenchyme testiculaire, VTT (ml) : volume testiculaire total, PT/PC : rapport poids testiculaire sur poids corporel. \* Significative à  $P < 0,05$  \*\* Significative à  $P < 0,01$ . \*\*\* Significative à  $P < 0,001$ . ns : non significative.

## Résultats

### II.4.2.2.3/ L'effet de l'âge

L'ensemble des paramètres testiculaires pour toutes races confondues sont significativement influencés par l'âge des étalons ( $p < 0,05$ ,  $p < 0,01$ ,  $p < 0,001$ ) excepté la longueur testiculaire (Tableau 45).

**Tableau 45.** Effet de l'âge sur les paramètres testiculaires et hormonaux toutes races confondues.

Age	≤ 15 ans	> 15 ans	P
N	90	112	
PC (kg)	<b>398,61±29,92</b>	<b>371,48±37,48</b>	***
La. t.d (cm)	<b>5,18±0,73</b>	<b>4,82±0,78</b>	**
La. t.g (cm)	<b>5,66±0,72</b>	<b>5,27±0,78</b>	***
L.m (cm)	<b>5,42±0,66</b>	<b>5,07±0,75</b>	**
L.s. (cm)	<b>10,34±1,18</b>	<b>9,56±1,17</b>	***
Lo. t.d (cm)	<b>7,17±0,98</b>	<b>6,91±0,94</b>	ns
Lo. t.g (cm)	<b>7,54±0,92</b>	<b>6,85±1,02</b>	***
H.T.D. (cm)	<b>5,73±0,82</b>	<b>5,54±0,81</b>	*
H.T.G. (cm)	<b>5,91±0,75</b>	<b>5,45±0,84</b>	***
PT (gr)	<b>594,48±83,91</b>	<b>538,55±82,74</b>	***
PA (gr)	<b>88,71±12,17</b>	<b>80,61±12,00</b>	***
PPT (gr)	<b>505,76±71,72</b>	<b>457,94±70,74</b>	***
DSO1 10 <sup>9</sup>	<b>3,46±0,78</b>	<b>2,94±0,77</b>	***
DSP1 10 <sup>9</sup>	<b>4,74±1,09</b>	<b>4,00±1,08</b>	***
VT (ml)	<b>248,40±83,80</b>	<b>206,61±75,39</b>	***
DSO2 10 <sup>9</sup>	<b>5,19±2,00</b>	<b>4,19±1,81</b>	***
DSP2 10 <sup>9</sup>	<b>5,97±2,31</b>	<b>4,82±2,08</b>	***
PT/PC	<b>0,014±0,0001</b>	<b>0,013±0,0001</b>	*
TE ng/ml	<b>0,51 ± 0,29</b>	<b>0,42 ± 0,10</b>	*
LH UI/L	<b>0,024 ± 0,012</b>	<b>0,02 ± 0,005</b>	*
FSH UI/L	<b>0,30± 0,09</b>	<b>0,24± 0,01</b>	*

*P.C.*: poids corporel, *Ls (cm)*: largeur scrotale totale, *DSO(10<sup>9</sup>)*: la quantité spermatique éjaculée, *DSP(10<sup>9</sup>)*: la production spermatique quotidienne, *La.t.g (cm)*: largeur testiculaire gauche, *La.t.d (cm)*: largeur testiculaire droite, *L.m (cm)*: largeur testiculaire moyenne, *Lo.t.g. (cm)*: longueur testiculaire gauche, *Lo.t.d. (cm)*: longueur testiculaire droite, *H.T.G (cm)*: hauteur testiculaire gauche, *PT (gr)*: poids testiculaire, *PA*: poids de l'albuginée, *PPT*: poids du parenchyme testiculaire, *VTT (ml)*: volume testiculaire total, *PT/PC*: rapport poids testiculaire sur poids corporel. \* Significative à  $P < 0,05$  \*\* Significative à  $P < 0,01$ . \*\*\* Significative à  $P < 0,001$ . ns: non significative

## Résultats

Le calcul de matrice de corrélation entre les paramètres testiculaires avec les concentrations hormonales sont reportés dans le tableau 46.

**Tableau 46.** Coefficient de corrélation des paramètres testiculaires avec les paramètres hormonaux.

r	Age	Ls(cm)	PT gr	PPT gr	DSO 10 <sup>9</sup>	DSP 10 <sup>9</sup>	VTT ml	TE ng/ml	FSH UI/L	LH UI/L
TE ng/ml	-0,59*	0,14	0,02	0,02	-0,03	-0,09	0,34	1	0,24	-0,40
FSH UI/L	-0,37*	0,50	0,59	0,59	0,59	0,59	0,58	0,24	1	-0,46
LH UI/L	0,40	-0,77**	-0,69*	-0,69*	-0,06	-0,55	-0,75*	-0,40	-0,46	1

*Ls (cm) : largeur scrotal total, DSO(10<sup>9</sup>): la quantité spermatique éjaculée, DSP(10<sup>9</sup>) : la production spermatique quotidienne, Lm (cm) : largeur testiculaire moyenne, PT (gr) : poids testiculaire, PA : poids de l'albuminée, PPT : poids du parenchyme testiculaire), VTT (ml) : volume testiculaire total, TE : testotérone; Follicle-Stimulating Hormone: (FSH) ; luteinizing hormone: (LH) \* Significative à P <0,05\*\* Significative à P <0,01.*

## Résultats

### II.4.2.2.4/ L'effet du mois

Le tableau 47 rapporte les variations des paramètres testiculaires en fonction du mois.

**Tableau 47.** Effet de mois de l'année sur les paramètres testiculaires.

Mois	N	Poids vif (kg)	La. t.d (cm)	La. t.g (cm)	L.m (cm)	L. s. (cm)	Lo.t.d (cm)	Lo.t.g (cm)	H.T.D. (cm)	H.T.G. (cm)	PT (gr)
P		*	***	***	***	***	***	***	***	***	***
16/06/2015	21	380,29±31,89	4,75±0,65	5,32±0,73	5,06±0,53	9,86±0,93	6,85±0,77	7,11±0,88	5,74±0,53	5,52±0,75	560,03±66,18
16/07/2015	16	373,50±31,76	4,73±0,55	5,39±0,5	5,06±0,37	10±0,89	6,54±0,86	6,79±0,85	5,23±0,29	5,09±0,51	569,99±63,52
16/08/2015	16	373,50±31,76	4,61±0,61	5,2±0,48	4,9±0,48	9,57±0,7	6,24±0,86	6,58±0,68	4,9±0,39	5,09±0,36	539,2±49,71
16/09/2015	17	397,76±40,48	4,97±0,67	5,22±0,4	5,08±0,44	9,6±0,99	7,01±0,75	7,33±0,89	6,03±0,88	6,01±0,55	541,55±69,99
16/10/2015	17	397,76±40,48	4,77±0,55	5,29±0,47	5,06±0,43	9,44±0,93	7,1±0,74	7,38±0,92	5,79±0,7	5,87±0,5	530,39±66,3
16/11/2015	17	397,76±40,48	4,76±0,46	4,93±0,54	4,84±0,46	9,23±1	6,73±0,56	6,88±0,48	5,12±0,45	5,34±0,49	515,49±71,13
16/12/2015	17	397,76±40,48	4,75±0,49	4,93±0,42	4,84±0,41	9,17±0,84	6,91±0,6	6,88±0,73	5,22±0,41	5,41±0,34	511,03±59,39
16/01/2016	17	397,76±40,48	5,02±0,49	5,21±0,48	5,11±0,44	9,86±0,97	6,88±0,74	7,01±0,7	5,25±0,35	5,42±0,41	560,35±69,07
16/02/2016	16	373,5±31,76	4,74±0,69	5,53±0,75	5,14±0,56	9,47±0,84	6,92±0,83	6,87±1,06	5,26±0,65	5,07±0,63	532,36±59,64
16/03/2016	16	369,94±29,99	4,92±0,68	5,48±0,4	5,20±0,44	9,78±1	7,47±0,92	7,35±1,12	6,44±0,88	6,02±0,93	554,05±70,81
16/04/2016	16	369±31,41	5,98±1,21	6,84±1,02	6,55±1,12	11,17±1,4	7,66±1,25	7,46±1,55	6,8±1,1	6,96±1,32	603,41±99,15
16/05/2016	16	370,88±32,69	5,85±0,78	6,17±0,71	6,01±0,68	11,9±1,31	8,11±1,21	8,31±1,34	5,72±0,39	6,1±0,54	654,75±93,18

*P.C. moyen : poids corporel moyen, Ls (cm) : largeur scrotale totale, DSO(109) : la quantité spermatique éjaculée, DSP(109) : la production spermatique quotidienne, La.t.g (cm) : largeur testiculaire gauche, La.t.d (cm) : largeur testiculaire droite, L.m (cm) : largeur testiculaire moyenne, Lo.t.g. (cm) : longueur testiculaire gauche, Lo.t.d. (cm) : longueur testiculaire droite, H.T.G (cm) : hauteur testiculaire gauche, PT (gr)*

## Résultats

### II.5/ La technologie de la production de semences équine

#### II.5.1/ L'analyse descriptive des variables

Le tableau 48 rapporte les résultats des paramètres testiculaires chez les trois étalons Arabes sur dix étalons qui ont été candidats à la récolte spermatique.

Les largeurs testiculaires gauche et droite obtenues sont respectivement de  $4,53 \pm 1,05$  cm et de  $4,48 \pm 0,89$  cm, les hauteurs testiculaires gauche et droite sont respectivement de  $5,83 \pm 0,63$  et  $5,30 \pm 0,34$ , et les longueurs testiculaires gauche et droite sont respectivement  $7,07 \pm 0,92$  et  $6,94 \pm 0,86$  cm.

Alors que, la largeur scrotale totale est de  $9,00 \pm 0,42$  cm. La valeur de la production quotidienne des spermatozoïdes (DSP) moyenne est de  $3,62 \pm 0,17.10^9$ .

**Tableau 48.** Les valeurs moyennes des mensurations testiculaires et les paramètres testiculaires calculés chez trois étalons Arabe récoltés.

	Age Ans	BCS	la.t.d. (cm)	la.t.g. (cm)	Ls (cm)	Lo.t.d (cm)	Lo.t.g (cm)	H.t d (cm)	H.t.g (cm)	PT (gr)	PA (gr)	PPT (gr)	DSO $10^9$	DSP $10^9$	VTT ml
Moy	12,66	3,16	4,48	4,53	9,00	6,94	7,07	5,30	5,83	498	74,87	424	2,58	3,62	87,70
SD	4,04	0,35	0,89	1,05	0,42	0,86	0,92	0,34	0,63	29,88	4,32	25,59	0,27	0,17	11,02
Min	8	3	3,83	3,86	8,52	6,20	6,15	5,01	5,11	465	69,89	394	2,26	3,43	78,01
Max	15	3,5	5,49	5,76	9,27	7,90	8,01	5,68	6,32	518	77,74	441	2,77	3,76	99,70

*BCS : body score condition, Ls (cm) : largeur scrotal total, l.t.t (cm): la largeur testiculaire total DSO, (109) : la quantité spermatique éjaculée , DSP(109) : la production spermatique quotidienne, l.t.g (cm) : largeur testiculaire gauche, l.t.d (cm) : largeur testiculaire droite, , L.T.G (cm) : longueur testiculaire gauche, L.T.D (cm) : longueur testiculaire droite, H.T.G (cm) : hauteur testiculaire gauche, H.T.D (cm) : hauteur testiculaire gauche, VTT (ml) : volume testiculaire total, PT (gr) : poids testiculaire, Moy : Moyenne.*

Deux étalons ont refusé la monte au fantôme. Les résultats portés sur le tableau 49, concernent les différents examens et contrôles des 08 éjaculats récoltés le 15 juin 2015.

## Résultats

**Tableau 49.** Résultats du contrôle de qualité des éjaculats appartenant aux 08 étalons récoltés le 15 juin 2015.

N°	Age ans	Volume total (ml)	Volume filtré (ml)	Couleur	% Spzs mobil	Nbre total de spzs 10 <sup>9</sup>	Qualité	Motilité massale	Observation
1	15	80	20	blanc	35	3	10 /40	3,5	Retenu
2	08	130	60	blanc	35	2	30/40	4	Retenu
3	15	10	10	blanc	35	5	65/40	3,5	Retenu
4	22	50	20	blanc	/	/	10/10	/	Rejeté
5	16	70	70	/	/	/	10/10	/	Rejeté
6	09	Refus							
7	16	10	10	Crème jaune	/	/	/	/	Rejeté
8	13	50	50	gris	/	/	10/10	/	Rejeté
9	15	100	100	liquide sém.	/	/	/	/	Rejeté
10	14	Refus							

*Spzs : spermatozoïdes.*

En fonction des valeurs séminales obtenues au premier contrôle des 8 éjaculats, surtout celles relatives à la mobilité des spermatozoïdes, et en se basant sur les seuils d'acceptation des éjaculats purs, nous avons gardé trois éjaculats présentant un pourcentage des spzs mobiles  $\geq 35\%$  et une note de motilité massale  $\geq 3,5$  pour une dilution finale, un refroidissement puis le conditionnement dans des paillettes de 0,5 ml et stockage. (Tableau 50).

Le tableau 50 donne les paramètres statistiques relatifs aux paramètres spermatiques des trois étalons (éjaculats retenus).

On note une grande variabilité (SD assez élevée et une grande étendue) entre les caractéristiques séminales des éjaculats de ces 8 étalons évalués par le premier contrôle sur sperme pur (volume total, volume sans gel, nombre total spzs, concentration, motilité massale).

**Tableau 50.** Description des données relatives aux paramètres spermatiques des trois étalons (éjaculats retenus).

	Âge (ans)	Volume total (ml)	Volume sans gel (ml)	Nombre total spzs 10 <sup>9</sup>	Motilité massale	N P
Moyenne	<b>12,66</b>	<b>73,33</b>	<b>30</b>	<b>3,33</b>	<b>3,66</b>	<b>12,66</b>
SD	<b>4,04</b>	<b>60,27</b>	<b>26,45</b>	<b>1,53</b>	<b>0,28</b>	<b>4,04</b>
Min	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>3,5</b>	<b>8</b>
Max	<b>15</b>	<b>130</b>	<b>60</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>15</b>

*NP : nombre de paillette, Spzs : spermatozoïdes, SD : écart-type.*

## Résultats

Le tableau 51 concerne les 3 éjaculats retenus de 3 étalons et les différents temps calculés du comportement lors de la récolte spermatique :

- Le temps passé à la préparation (TST) :  $101 \pm 18,05$  secondes
- Le temps passé à la collecte (Tc) :  $161,87 \pm 72,02$  secondes.
- Le nombre de sauts (NS) :  $1,33 \pm 0,57$ .

**Tableau 51.** Résultats du comportement sexuel des trois étalons (éjaculats retenus).

	Age (an)	T P (s)	N S	T. C (s)
Moyenne	12,66	101	1,33	161
SD	4,04	18,05	0,57	72,02
Min	8	21	1	82
Max	15	70	2	223

T P : Temps passé pour préparation ; (NS) : Nombre de sauts pour une éjaculation ; (TC) : Temps de de récolte spermatique ; seconde :(s).

### II.5.2/ Les tests de corrélation

Les coefficients de corrélation entre les moyennes des paramètres du comportement sexuel, testiculaires et spermatiques des étalons Arabe sont représentés dans le tableau 52.

**Tableau 52.** Les coefficients de corrélation entre les moyennes des paramètres testiculaires, spermatiques et du comportement sexuel des trois étalons.

r	L.s. (cm)	PT	PPT	DSO 10 <sup>9</sup>	DSP 10 <sup>9</sup>	VTT (ml)	V. t. s (ml)	NT spzs	Motilité M.	NP	TP (s)	N S	Tc (s)
L.s. (cm)	1	1,00**	1,00**	1,00*	0,98	0,81	0,81	0,81	0,57	0,99	0,99**	0,57	0,97
PT (gr)		1	1,000**	1,00*	0,98	0,81	0,81	0,81	0,57	0,99	0,99**	0,57	0,97
PPT (gr)			1	1,00*	0,98	0,81	0,81	0,81	0,57	0,99	0,99**	0,57	0,97
DSO 10 <sup>9</sup>				1	0,99	0,82	0,82	0,82	0,59	0,99	0,99*	0,59	0,97
DSP 10 <sup>9</sup>					1	0,89	0,89	0,88	0,68	0,97	0,98	0,68	0,99
VTT (ml)						1	0,99**	0,99**	0,94	0,76	0,8	0,94	0,92
V. t. s (ml)							1	1,00**	0,94	0,76	0,8	0,94	0,92
NT spzs								1	0,94	0,75	0,80	0,94	0,92
Motilité M.									1	0,56	0,56	0,99**	0,74
NP										1	0,80	0,56	0,92
TP (s)											1	0,57	0,57
N.S												1	0,57
Tc (s)													1

\*\* . La corrélation est significative au niveau 0.01 (bilatéral). \* . La corrélation est significative au niveau 0.05 (bilatéral). Ls : largeur testiculaire, PPT : poids du parenchyme testiculaire, VTT : volume testiculaire total, NP : nombre de paille, NT spz : nombre total des spermatozoïdes ; V. t. s : volume totale de la semence , T S : Temps passé entre contact jument et saut, TEj : Temps passé entre le contact jument et éjaculation ; NS : Nombres de sauts pour une éjaculation, TST : Temps de récolte spermatique ; seconde :(s).

## *Discussion*

### Chapitre III. Discussion

#### III.1/ Le calcul des paramètres de reproduction

##### III.1.1/ L'appréciation de la fertilité a posteriori des étalons

##### III.1.1.1/ L'office national du développement d'élevage équin et camelin (ONDEEC)

Les résultats obtenus par l'appréciation du taux de la fertilité apparente durant une décennie (2000-2009) au niveau de l'ONDEEC de Constantine montrent une moyenne de mise à la reproduction de **126** juments/année, la majorité de ces juments appartiennent au secteur privé.

En **2004**, le pic de juments saillies enregistré est de **200** juments, suivi par un pic de naissances durant l'année suivante **56** naissances enregistrées en **2005**, alors que les taux minimaux des saillies sont observés en **2001** avec **57** juments saillies, et celui des naissances déclarées est de **15** produits en **2010**.

La fertilité apparente se calcule en général sur dix ans de monte et à raison de 25 juments par étalon et par an (**Clément et al., 1998**), nos résultats calculés sur dix ans de saillies pour cinq étalons sont de **25,26** juments par étalon et par an. Au niveau de l'ONDEEC, le taux de fertilité apparente moyen est de  $27 \pm 5,67$  %.

Nous remarquons une baisse de taux de la fertilité apparente à partir de l'année **2000** pour atteindre une valeur minimale de **18,97** % en **2003**, une amélioration de ce taux avec une valeur maximale de **37,86**% enregistrée en **2009**, mais ce taux ne reflète pas la fertilité annuelle réelle de ces reproducteurs.

La corrélation entre le taux de fertilité apparente et l'année est de **0,415**, sans signification ( $p > 0,05$ ).

Le meilleur modèle qui exprime la relation entre le taux de fertilité apparente en fonction des années est la deuxième équation ;  $R^2 = 59,6\%$  qui est significatif avec une valeur de probabilité ( $p < 0,05$ ) et l'erreur d'estimation la plus faible : **4,068**.

D'après **Blanchard et al. (2011)** et **Allen et Wilsher (2018)**, plusieurs facteurs agissent sur la fertilité des étalons que : la variation individuelle, le nombre de juments accouplées dans une saison, et autres facteurs intrinsèques liés à la jument.

D'après **Heymon et Vignon (2005)**, si tous les éleveurs prenaient soin de déclarer tous les résultats des saillies enregistrées ce calcul permettrait d'obtenir la fertilité réelle des étalons qui est de **50** à **85**%.

Nos résultats montrent que le taux de la fertilité apparente **27,21**% est largement inférieur à celui rapporté par les études précitées, le manque de déclaration systématique des naissances et des avortements semble être la raison de ce faible taux. C'est d'ailleurs la raison pour laquelle d'autres investigations sur la fonction sexuelle de ces étalons n'ont pas eu lieu.

### III.1.1.2/ Le Haras National Chaouchoua

Les données concernant la fertilité a posteriori des étalons du Haras national (HN) sont les seules à prendre en considération si on veut estimer avec plus ou moins de précision la fertilité des reproducteurs en Algérie.

La variation de la performance de reproduction diffère entre les espèces. Chez le cheval, le taux de poulinage par étalon varie de plus de 40%, cela a été illustré dans cette étude. Chez les bovins et les porcins, cette variation des performances de reproduction a été réduite à 10% en améliorant la gestion et la sélection pour la fertilité (**Schukken et al., 1992**).

Les taux de poulinage vont typiquement de 40 à 80% (**Bruck et al., 1993 ; Dowsett et Pattie, 1982; McDowell et al., 1992d**). Cette variation est importante par rapport à celle des autres espèces après insémination, à savoir 50-60% pour les bovins et 75-85% pour les porcs (**Van Buiten et al., 1998**).

Les résultats de ce travail ont montré que, le taux de poulinage (TP) était de 80%, selon **Ginther et al. (1983)**, le taux de fertilité a diminué d'environ 10% chez les juments barren par rapport aux juments en lactation. Dans notre étude, le statut reproductif (barren ou allaitante) n'a pas été étudié.

La fertilité par cycle était 96% des étalons du HN comparable à celles de **Morris et Allen (2002) ; Allen et Wilsher (2018) ; et de Colenbrander et al. (2003)** qui ont rapporté que les études expérimentales démontrent que les taux de fécondation peuvent atteindre des niveaux élevés chez les juments accouplées au moment approprié avec le sperme d'un étalon de fertilité prouvée (> 90%).

Il existe une corrélation négative hautement significative entre le nombre de juments accouplées et la fréquence du cycle de reproduction ( $r = - 0,59 ; p < 0,01$ ), ce qui concorde avec l'observation de **Voss et al. (1981)**. Les performances de reproduction des étalons peuvent être affectées par la fréquence d'accouplement (**Voss et al., 1981**).

Quoique la fertilité apparente se calcule en général sur 10 ans de monte et à raison de 25 juments par étalon et par an (**Clément et al., 1998**), nos résultats calculés sur 11 ans de saillies, mais seulement sur un nombre maximal de 14 étalons et à raison de 5 juments par étalon (85 %) est supérieur à ceux obtenus dans les HN français.

Nos résultats montrent que la fertilité apparente des étalons du HN est satisfaisante, mais reste une estimation globale d'une population restreinte qui n'est pas influencée par le nombre d'étalons ( $p > 0,05$ ). Par contre elle augmente en fonction des années pour toute la population ( $r = 0,64 ; p < 0,05$ ). Ceci pourrait être attribué à la fertilité propre des étalons, à la fertilité des juments et à la façon dont le cheval est utilisé, qui est connu pour influencer les taux de conception.

La fertilité par cycle calculé durant deux ans est estimée à 96 % pour les étalons Arabe et à 94% pour les étalons de toutes races. On pense que la majeure partie de la variabilité

## Discussion

---

observée est due non seulement au potentiel de fertilité propre de l'étalon, le nombre de juments mises à la saillie et son état sanitaire peut entraîner des fluctuations importantes.

Les étalons sont considérés fertiles étant donné que leur fertilité par cycle est supérieure au pourcentage théorique de 50%, en dessous duquel la catégorie des reproducteurs étudiés par **Clément et Vidament (1998)** est désignée subfertile.

Or, pour avoir une estimation précise de la fertilité par cycle chez l'étalon, **Vidament et al. (1995)** rapportent que le nombre de juments doit osciller entre 15 et 100 jument par étalon.

De plus il est nécessaire de suivre un étalon sur plus de 25 cycles par an et sur 6 années de reproduction pour que la mesure de sa fertilité par cycle ait une répétabilité supérieure ou égale à 0,8 (**Vidament et al., 1995**).

Au regard du faible nombre d'étalons étudiés et du faible nombre de cycle exploités par étalon, la répartition en classes d'âge n'a pas pu être réalisée et de ce fait aucune corrélation entre ce dernier et la fertilité par cycle n'a pu être déterminée ; contrairement à ce qui a été obtenu par **Vidament et al. (1995)** et **Clément et Vidament (1998)** qui ont remarqué une baisse de fertilité chez des étalons âgés de 15 ans et plus.

Le rapport annuel juments/étalon (6 juments/étalon/an), est relativement peu élevé. Ceci peut être dû au faible effectif de juments et étalons détenus par le Haras national.

L'âge moyen des reproducteurs mâles ayant contribué à la saison de monte 2011 et la saison 2012 pour les étalons Arabe ou de toutes races est de 14 ans. Ceci ne semble pas avoir influencé la fertilité par cycle.

La saison officielle de monte en Algérie s'étend du 15 février au 15 juin de chaque année et les stations de monte sont tenues d'informer les éleveurs au moins un mois à l'avance de l'ouverture de la saison de monte (Arrêté du 31 janvier 1995 b). Les juments du Haras national ont été exploitées avant même l'ouverture officielle de la saison de monte (Au début du mois de février : 07 février en 2012 - 02 février en 2011).

Néanmoins, les derniers sauts de la saison ont été enregistrés entre le 15 juin et le début du mois de juillet. Ceci ne semble pas poser de problème bien au contraire il y a allongement de manière officielle de la saison de monte jusqu'au 15 juillet ce qui coïncide ainsi avec la saison biologique et naturelle des équidés c'est-à-dire la fin de printemps (**Rossdale, 1992**).

Les registres de reproduction doivent constituer l'information historique objective la plus détaillée que le clinicien peut obtenir. Cela va de papiers manuscrits mal organisés à des feuilles de calcul informatisées hautement organisées.

Cependant, même les programmes informatisés de tenue des dossiers demeurent généralement insuffisants pour résumer et mesurer les paramètres pertinents de la fertilité, et une collecte et une analyse plus approfondies sont nécessaires pour une évaluation précise des performances de reproduction.

La fertilité par cycle calculé à partir de diagnostics de gestation précoces est le meilleur estimateur de la fertilité de l'étalon. Cependant plus le nombre de juments saillies est important, plus grand est le nombre de cycles exploités par étalon.

## Discussion

---

En effet le rapport annuel juments/étalon sur l'ensemble du territoire national est faible il est très éloigné des normes (6 juments/étalon v.s. 30 juments/étalon).

- L'âge moyen des reproducteurs mâles pour les étalons Arabe ou de toutes races est de 14 ans.
- La durée réelle de la saison de monte en Algérie s'étend du 02 février au 24 juin de chaque année.
- La saison de monte en Algérie peut être rallongée jusqu'au 15 juillet sans interférer avec la fertilité des reproducteurs ou celle des juments.

Cette enquête a permis dans un premier lieu, de juger de la qualité de l'élevage de reproducteurs, des conditions d'utilisation d'étalons et de juments et de la gestion des saillies et des naissances par les institutions nationales, et dans un second temps elle nous a permis d'avoir une idée globale sur la fertilité des reproducteurs nationaux et de son évolution de 2003-2013.

Les analyses de **Langlois et Blouin (2004)**, portant sur plus de 500.000 mises à la reproduction, montrent clairement que les juments mises à la reproduction avant le mois de mai, ont deux fois plus de chances d'être gestantes que celles mises à la reproduction durant le mois de juin ou après. De plus, en France, un ancien arrêté fixant la saison de monte du 15 février au 15 juillet, encore partiellement suivi, est aussi appliqué en Algérie.

### III.1.2/ L'appréciation des paramètres de reproduction des juments

#### III.1.2.1/ Les paramètres de gestation

La durée de gestation est une variable physiologique ayant une importance économique dans la majorité des espèces animales domestiques. Nous avons mené une étude sur 729 juments dont 495 juments Arabe et 175 juments Barbe, étalée sur 11 ans, dans le but de faire une étude comparative des paramètres de la reproduction (gestation et la cyclicité).

Les juments de notre étude sont âgées de 4 à 25 ans, il s'est avéré que plus de 85% des juments conçues donnent plus de 80% de produits vivants, et un nombre de 2 saillies pour la conception.

Néanmoins, nous avons trouvé un taux d'avortement en moyenne de **2,45 v.s 1,45** respectivement chez la jument Arabe et la jument Barbe. Quelle que soit la race il s'est avéré que la fréquence des avortements est beaucoup plus élevée au 7<sup>ème</sup> et le 10<sup>ème</sup> mois, que dans le 8<sup>ème</sup> et le 9<sup>ème</sup> mois de gestation.

Le taux de gestation gémellaire par mise à la reproduction durant 2003-2013 est un seul cas : **0, 20 %** constaté uniquement chez la race Arabe.

Dans une étude rétrospective en France de 1999 à 2002 sur 1218 cycles de 620 juments, ce taux de gestation gémellaire était faible de 5 à 9 % des gestations précoces (**Betsch et al., 2004**). Ces gestations gémellaires présentent un risque d'avortement tardif, dans les suivis de reproduction, elles sont donc réduites dès que le diagnostic est établi. 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.

## Discussion

---

En effet, chez la jument les gestations gémellaires sont suivies généralement d'une mortalité embryonnaire ou d'un avortement. La race « pur sang » présente l'incidence la plus élevée d'ovulations multiples 20 à 30 % et les races « poney » les plus faibles 2 % (**Ginther, 1992**).

La durée moyenne de gestation de nos juments Arabe a été de **332,22 j** avec un intervalle de **310 à 362** jours et a été de **326,87** avec un intervalle de **313 à 357** jours chez les juments Barbe, cette durée est significativement plus longue chez la race Arabe que chez la race Barbe et encore quand le produit est un mâle quelle que soit la race (**p < 0,001**).

Généralement, une durée de gestation prolongée, chez la jument, est expliquée par une diapause embryonnaire (**Lofstedt, 1992 ; Vandeplassche, 1992**), c'est pourquoi la durée de gestation ne peut être utilisée comme seul moyen de déterminer si le poulain est prêt à naître (**Valera et al., 2006**).

**Lofstedt (1992)** a mentionné qu'un retard de développement embryonnaire peut être observé entre le 20<sup>ème</sup> et le 40<sup>ème</sup> jour de gestation, ce qui est associé à un taux plasmatique inférieur de progestérone.

Cependant, les gestations prolongées chez le pur-sang Arabe ont trouvé leur explication chez les juments, pur-sang Arabe élevées dans la péninsule ibérique, par le nombre élevé d'heures d'ensoleillement en Espagne et les conditions climatiques spécifiques de la région (**Valera et al., 2006**).

Alors que le facteur génétique prépondérant, mis à part la race elle-même, est la jument, aussi les effets du poulain et de l'étalon ont été analysés (**Marteniuk et al., 1998 ; Aoki et al., 2013 ; Meliani, 2013 ; Ali et al., 2014**).

La durée de gestation est influencée par l'âge et du mois de poulinage (**p < 0,01**) et finalement de l'étalon (**p < 0,05**) chez l'Arabe alors que cette dernière n'est influencée ni par l'étalon ni par l'âge de la jument Barbe (**p > 0,05**).

Selon **Valera et al. (2006)**, cette période varie seulement de quelques jours même si certaines différences se justifient par des facteurs génétiques plus que par des facteurs environnementaux **McCue et Ferris, 2012 ; Hanlon et al., 2012 ; Aoki et al., 2013 ; Ali et al., 2014**).

Nos résultats sont similaires à ceux de plusieurs auteurs qui rapportent qu'une durée de gestation de 320 à 360 jours peut être considérée comme normale (**Rossdale et al., 1984 ; Rossdale, 1993 ; Cilek, 2009 ; Ali et al., 2014 ; Meliani et al., 2013 ; Heck et al., 2017**). Cependant que, **McCue et Ferris (2012)** rapportent que l'intervalle de la durée de la gestation entre 307 et 381 jours sur un total de 1047 poulinages.

Il est préférable de parler de durée moyenne que de durée précise de gestation.

**Bos et Van Der Mey (1980)** ont rapporté que chez les chevaux, la variabilité de la durée de gestation est plus grande que dans les autres espèces, de même, plusieurs études confirment une grande variabilité dans la durée de gestation dans différentes races équinnes (**Rossdale, 1976 ; Pérez et al., 2003 ; Meliani, 2013 ; Aoki et al., 2013**).

## Discussion

---

Ce même auteur **Rossdale (1976)**, rapporte que cette durée, pour les différentes races, varie généralement entre 335 et 345 jours ; bien que des gestations, dites à terme, ont été décrites s'étalant de 294 à 386 jours.

Les gestations, d'une durée inférieure à 320 jours, sont généralement considérées comme courtes, et les poulains peuvent être prématurés et prédisposés à des maladies néonatales, un poids à la naissance inférieur à la normale et même de l'inaptitude à se mettre debout (**Valera et al., 2006 ; Cilek, 2009**).

Ces mêmes auteurs ont rapporté, chez le pur sang espagnol, deux poulains issus de gestations d'une durée inférieure à 300 jours, ont survécues, ce qui paraît contradictoire avec les rapports concernant la viabilité des poulains (**Rossdale, 1976**), dans la même étude, **Valera et al. (2006)** ont rapporté des durées supérieures à 360 jours avec un taux inférieur à 1%.

De même, une gestation d'une durée supérieure à 360 jours est considérée comme une gestation prolongée, dans ces cas, le poulain nouveau-né, peut montrer une certaine fatigue, un poids élevé par rapport à la normale, avec un faible développement musculaire et plusieurs autres anomalies (**Rossdale, 1993**).

L'influence de l'âge de la mère, est probablement due à la diminution de l'efficacité nutritionnelle de l'utérus et du placenta en même temps (**Pashan et Allen, 1979 ; Meliani, 2013**) et/ou des facteurs endocriniens menant à la vieillesse (**Gluckman et Hanson, 2004**).

Alternativement, d'autres auteurs ont conclu que les juments primipares ont une durée de gestation plus courte que les autres juments plus âgées **Schermerhorn et al., 1980 ; Meliani, 2013**).

L'effet de l'âge observé dans notre étude est en cohérence avec les résultats d'autres études de terrain (**Allen et al., 2007 ; Cilek, 2009 ; Allen et Wilsher, 2011 ; Ali et al., 2014**). Ainsi, la jument âgée a une fertilité dégradée (**Nath, 2010 ; Meliani et al., 2013 ; Scoggin, 2015**). Et il est important de prévenir le propriétaire en début de saison de reproduction de la difficulté d'obtenir une gestation sur une jument âgée de plus de 15 ans.

Néanmoins, d'autres facteurs de moindre importance ont été étudiés, même si leurs influences ont été non significatives, comme la couleur de la robe (**Dring et al., 1981 ; Blesa et al., 1999 ; Meliani et al., 2011**), ou la phase du cycle lunaire (**Blesa et al., 1999 ; Meliani, 2013**).

Généralement, une durée de gestation prolongée uniquement chez la jument, est expliquée par une diapause embryonnaire (**Lofstedt, 1992 ; Vandeplassche, 1992**) ; c'est pourquoi la durée de gestation ne peut être utilisée comme seul moyen de déterminer si le poulain est prêt à naître (**Valera et al., 2006**).

**Lofstedt (1992)** a mentionné qu'un retard de développement embryonnaire peut être observé entre le 20<sup>ème</sup> et le 40<sup>ème</sup> jour de gestation, ce qui est associé à un taux inférieur de progestérone plasmatique.

Les mêmes observations ont été rapportées pour le nombre de poulinage, **Pool-Anderson et al. (1994)** ont rapporté une différence de 10 jours entre les juments pluripares et nullipares de race Quarter.

## Discussion

---

Cette large variabilité dans la durée de gestation, pouvant donner un poulain viable, indique, que la période de gestation chez la jument est très sensible aux facteurs génétiques et environnementaux. L'héritabilité de la durée de gestation chez la jument Arabe été entre 0,16 et 0,36 (Cilek, 2009 ; Ali et al., 2014).

Selon les études publiées, les facteurs les plus importants qui influencent la période de gestation, dans certaines races, sont liés à l'âge de la mère, le nombre de poulinage, la nutrition, l'année, la saison, le mois de conception, la photopériode et le sexe du poulain (Hevia et al., 1994 ; Panchal et al., 1995 ; Cilek, 2009 ; Satué et al., 2011 ; Aoki et al., 2013 ; Ali et al., 2014 ; Bene et al., 2014 ; Heck et al., 2017). Ce dernier est expliqué par l'hypothèse de l'effet causé par la testostérone ou le chromosome lié au sexe (Cilek, 2009), ou encore, à l'allantochorion qui est plus développé chez les poulains mâles (Heck et al., 2017).

Le taux d'avortement total de notre étude a été de 5% vs 9 % respectivement chez l'Arabe et le Barbe sur les 11 années. Ce taux d'avortement est inférieur à celui rapporté dans la littérature, de 18% (Ginther, 1992 ; Ali et al., 2014 ; Scoggin, 2015). Le taux a varié selon les années. Aucune jument n'a avorté plus d'une fois dans la saison. Alors que, Kurth (2006) a rapporté une incidence des avortements variant entre 25% et 45%. Le tiers de ces avortements est d'origine infectieuse (Kurth et al., 2006).

L'évaluation de la fréquence des avortements est importante, car les performances de reproduction dépendent bien entendu de facteurs zootechniques, mais aussi pathologiques. Dans ce contexte, la fréquence des pathologies du post-partum ou de gestation qu'elles, soient de nature métabolique, infectieuse ou hormonale revêt une importance certaine.

Il importe cependant que ces pathologies, soient définies et notées aussi précisément que possible. De plus, leur identification ait au besoin fait appel à des méthodes connues pour leur degré d'exactitude et que la détermination de leur fréquence résulte d'une parfaite sélection des animaux concernés.

Le taux de mortalité embryonnaire par cycle a été de 5% vs 8 % respectivement chez l'Arabe et le Barbe. Dans l'étude anglo-saxonne, le taux de mortalité embryonnaire était de 7,2 à 8% entre le 15<sup>ème</sup> et le 42<sup>ème</sup> jour et de 3,6 à 6,1% au-delà de 42<sup>ème</sup> jour (Allen et al., 2007). La majorité des morts embryonnaires de notre étude sont survenues entre le moment de fixation de l'embryon (J16) et le moment de début de formation des enveloppes placentaires (J35-42), le stade de la gestation reconnu le plus à risque (Ali et al., 2014 ; Scoggin, 2015).

Enfin, après une étude menée sur dix saisons de monte, Malschitzk et al. (2015) constatent l'importance des stratégies de gestion visant à améliorer le bien-être des juments pour réduire le taux de mortalité embryonnaire. Ils ont comparé le stress social d'un lot de juments dites stressées dans le premier groupe. Vingt juments étaient placées dans un même pré le jour puis rentrées la nuit en box individuels. La composition du groupe changeait régulièrement avec l'entrée de nouveaux animaux. L'alimentation était distribuée de manière collective et un passage devant l'étalon souffleur était réalisé tous les jours. Dans le second groupe, cinq à dix juments étaient laissées au pré de manière continue, sans recomposition du groupe, avec une alimentation distribuée dans des mangeoires individuelles. Et aucun passage devant l'étalon souffleur n'était réalisé.

## Discussion

---

Globalement, les résultats de reproduction ont été meilleurs chez les juments moins stressées, avec un taux de gestation plus élevé et surtout une perte embryonnaire moins importante. Ainsi, les performances reproductrices peuvent être améliorées par la qualité de vie des juments, en réduisant leur stress social, permettant ainsi de réduire les pertes embryonnaires et le nombre de cycles par gestation (**Malschitzk et al., 2015**).

### III.1.2.1/ Les paramètres de cyclicité

Les juments semblent ovuler, plus généralement de l'ovaire gauche que de l'ovaire droit (**Koskinen et al., 1989**) et c'est soutenu par les conclusions de cette étude. La durée du cycle oestral des juments est de 19 à 22 jours, semblable aux résultats rapportés par (**Heidler et al., 2004 ; Morel et al., 2005 ; Yoon, 2012 ; Warriach et al., 2014 ; Walborn et al., 2017**).

Pourtant, **Gilbert (2005)**, révèle que la grande variabilité de la durée des chaleurs 3 à 15 jours influence significativement la durée du cycle oestral 15 à 33 jours ; seules les chaleurs de poulinage sont très souvent courtes, de 2 à 7 jours.

Cette particularité du cycle oestrien de la jument est le principal obstacle au suivi de la reproduction dans l'espèce ; pour assurer un bon suivi de la reproduction, il faut une connaissance du comportement individuel de chaque jument, car la durée du cycle d'une jument donnée est constante, et en plus, il existe des juments ayant régulièrement des chaleurs longues alors que d'autres des chaleurs courtes (**Gilbert, 2005 ; Meliani, 2013**).

Le follicule préovulatoire grandit au taux de 2 à 4 mm par jour, pour arriver finalement au stade ovulatoire ; ceci est en accord avec les résultats trouvés par **Pierson et Ginther (1987) ; Aurich (2011) ; Raz et Aharonson-Raz (2012) et Vliet et al., (2014)**.

En effet il existe une très grande variation de la taille et de la consistance des follicules préovulatoires, c'est pourquoi, l'ovulation chez la jument n'est détectée qu'à posteriori. Le suivi du développement du follicule préovulatoire, permet cependant, de réduire le nombre de saillies en les centrant sur l'ovulation (**Gilbert, 2005**).

En outre, **Pierson et Ginther (1987) ; Blanchard et al. (2011) ; Aurich (2011) ; Raz et Aharonson-Raz (2012) ; Vliet et al. (2014)** ont rapporté que de grands follicules peuvent se présenter pendant n'importe quel stade du cycle oestral, donc la taille folliculaire seule n'est pas un indicateur fiable de la phase d'oestrus ou de diestrus.

À notre connaissance, il n'existe pas d'étude dans la littérature sur la relation entre la fertilité et la taille du follicule.

Le nombre de cycles exploités par jument pour une conception est significativement différent selon la race (**p<0,001**). Les juments Arabe exploitent jusqu'à cinq cycles pour une conception.

D'après l'enquête préliminaire, l'examen des juments vides après deux cycles ou plus n'a révélée aucune atteinte susceptible d'être à l'origine de ce type d'infertilité. C'est pour cette raison que nous avons suspecté une anomalie chromosomique. Il peut s'agir dans ce cas des

## Discussion

---

translocations réciproques (Cribiu, 1992), d'une délétion au niveau du chromosome 13 ou 2 (Bowling et al., 1997), de la trisomie du chromosome X (Power, 1987) ou de la monosomie X (Bhanu et al., 2000 ; Blue et al., 2015). Les examens cytogénétiques pour les juments de cette catégorie n'ont révélé aucune anomalie de ce genre.

Ce syndrome est connu sous le nom de repeat breeding, il est le plus fréquemment rencontré en gynécologie équine. Son étiologie reste vaste mais on peut la résumer en deux causes majeures : le défaut de fécondation et la mortalité embryonnaire précoce (avant le 16ème jour) (Tibary et al., 2005).

Les juments en œstrus ont un taux moyen de la progestérone P4 :  $0,38 \pm 0,19$  ng /ml pendant l'œstrus, les concentrations de progestérone dans le plasma sont inférieures à  $1 \text{ ng/mL}$  (Raz et Aharonson-Raz, 2012).

Les valeurs de progestérone sont comparables avec celles rapportées par (Ginther, 1992 ; Nagy et al., 2000 ; Nagy, 2004 ; Raz et Aharonson-Raz, 2012 ; Abo-El maaty et El-Shahat, 2012 ; Gharagozlo et al., 2014 ; Abdelnaby et Abo El-Maaty 2017; Leisinger et al., 2018).

Les juments gestantes ont un taux moyen de la progestérone P4 :  $12,04 \pm 7,65$ , ( $p < 0,01$ ) ng /ml, qui est hautement significatif, l'évolution du corps jaune se traduit par un taux de progestérone de  $> 3 \text{ ng/ml}$  (Nagy, 2004 ; Abdelnaby et Abo El-Maaty, 2017 ; Leisinger et al., 2018).

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 (Checura et al., 2008).

La FSH est responsable du développement folliculaire, avec la LH, ses concentrations suggèrent une excrétion bi-phasique avec des niveaux élevés entre J9 et J12 du cycle et au moment d'ovulation. Le plus grand pic commence à J15, avec un niveau de 4 ng/ml puis augmente à 9 ng/ml pendant l'œstrus. Cette sécrétion bi-phasique appuie la théorie du développement folliculaire en 21 jours chez la jument, au contraire de la chèvre, la vache et la truie, qui est plus court de 3 à 6 jours.

Le pic à l'ovulation permet l'achèvement du développement terminal du follicule avant ovulation ; et de déclencher une nouvelle cohorte de follicules pour la prochaine ovulation après 21 jours (Fay et Douglass, 1987 ; Alexander et Irvine, 1993 ; Irvine et Alexander, 1994). Plus de dix follicules peuvent initialement être touchés par le pic de FSH mais un seul, et parfois deux, se développent pour atteindre la maturité (Davies-Morel, 2008).

La corrélation négative est significative entre le taux de FSH et la taille folliculaire durant l'œstrus ( $r = - 0,93$  ;  $p < 0,01$ ). La sécrétion de FSH est inférieure pendant le début de l'œstrus à cause de la sécrétion de protéines inhibin-like par les follicules quand le follicule atteint le stade préovulatoire ; il produit des hormones, qui inhibent la sécrétion pituitaire de FSH (Carnevale et al., 1994 ; Morel et al., 2005 ; Ginther et al., 2005 ; Tharasanit, 2011 ; Scoggin, 2015 ; Claes et al., 2017).

## Discussion

---

D'après **Tharasanit (2011)** la FSH baisse quand la taille du plus grand follicule atteint approximativement 13 millimètres.

La corrélation positive entre le diamètre folliculaire et la progestérogène P4 ( $r=0,49$ ,  $p > 0,05$ ) est semblable aux valeurs rapportées par **Tharasanit (2011)** quand le développement du follicule se maintient pendant un niveau de progestérogène élevé (**Tharasanit, 2011**). Une corrélation positive entre la FSH et le taux d'œstradiol ( $r = 0,16$  ;  $p > 0,05$ ) à cause d'une activité synergique entre les œstrogènes et la FSH en stimulant la croissance folliculaire (**Driancourt, 2001**).

La diminution de la sécrétion de FSH aboutit à la sélection du follicule dominant qui sécrète de grandes quantités d'œstrogènes (**Driancourt, 2001**).

La Concentration d'œstrogène circulante principalement l'œstradiol, est influencé positivement durant l'œstrus avec le diamètre du follicule ovulatoire (**Abdelnaby et Abo El-Maaty, 2017**). La croissance folliculaire se maintient au cours des taux élevés de la progestérogène (**Theerawat, 2011**). Une corrélation positive entre le taux de la FSH avec l'œstradiol ( $r=0,16$   $p>0,05$ ) lorsque les œstrogènes agissent en synergie avec la FSH en stimulant la croissance folliculaire (**Driancourt, 2001**).

Au cours de leur développement, les follicules secrètent les oestrogènes qui sont responsables du changement du comportement chez la jument, en plus de la réceptivité sexuelle et oestrale. L'oestrogène majeur est l'oestradiol  $17\beta$ , un stéroïde ovarien, produit à partir du cholestérol. Il est sécrété dans la circulation sanguine 24 à 48 h avant ovulation, avec un pic de 10 à 15 pg/ml, qui descend à un taux basal immédiatement après l'oestrus (**Tucker et al., 1991**).

La corrélation positive entre la taille de follicules et le taux d'œstradiol est de  $r=0,42$  ( $p > 0,05$ ), **Driancourt (2001)** a rapporté que de nombreux follicules moyens peuvent contribuer à l'augmentation de la concentration d'œstrogènes pendant le diœstrus ; le corps jaune peut avoir un rôle secondaire dans l'augmentation d'oestrogènes pendant le diœstrus.

Une corrélation négative entre le taux de la P4 et la croissance de la taille folliculaire chez les juments gestantes ( $r= -0,44$  ;  $p > 0,05$ ) du fait que la progestérogène P4 bloque la maturation folliculaire.

### III.2/ L'étude zootechnique des reproducteurs

L'évaluation de la situation du secteur équin en Algérie s'avère nécessaire, et il est important, de déterminer les facteurs limitant son développement. Ces facteurs sont trop souvent imputés à des déficits en matière : d'infrastructures, d'équipement, de potentiel équin, de valorisation des ressources humaines, et de réglementation régissant tous les aspects liés à l'élevage et à la gestion des races.

Les moyennes techniques mises en oeuvre peuvent consister en la notation régulière des informations zootechniques et sanitaires des animaux.

## Discussion

---

Dans un objectif de comprendre l'intérêt et l'exigence des propriétaires des juments dans le choix des étalons reproducteurs lors de l'accouplement, nous avons procédé à la caractérisation morphométrique, phénotypique de ces derniers. Par ailleurs, très peu d'études ont été faites concernant la morphologie de ces chevaux. Il y a lieu de signaler l'étude morphologique comparative entre le cheval Barbe, Arabe et Pur-Sang qu'ont mené **M'taalah et Benyounes (1998)**.

Compte tenu des enjeux financiers, il est extrêmement important de pouvoir certifier l'identité des étalons reproducteurs.

L'identification permet d'effectuer le suivi administratif des animaux en répertoriant leur existence. Elle a des objectifs zootechniques dans la mesure où elle permet de certifier les origines d'un étalon lorsqu'elles sont connues. Cela permet par la suite de relier les étalons à ses produits, ainsi qu'aux performances qu'il a pu obtenir.

A l'échelle nationale, il est indispensable d'adapter les systèmes d'identification et d'inscription des équidés dans des catégories spécifiques de races ou de populations, conformément aux différentes évolutions scientifiques et technologiques.

Le système d'identification adopté en Algérie consiste, outre l'identification conventionnelle par les signalements descriptifs et graphiques, en une identification électronique par la mise en place d'une puce électronique.

L'identification génétique en utilisant des marqueurs moléculaires de choix, à savoir : les microsatellites, ont été effectués au niveau du laboratoire d'analyse génétique des espèces animales LABOGENA – France, et ont intéressé les géniteurs de race Barbe appartenant au Haras National de Tiaret et de l'ONDEEC.

La gestion des races équines autochtones ou d'importation en Algérie, n'a pas bénéficié, à ce jour, de système informatisé répertoriant les équidés et rassemblant dans une base de données commune, les renseignements relatives aux origines, aux performances et aux particularités phénotypiques et génotypiques des individus enregistrés, du moins des principaux géniteurs (**Guedaoura, 2011a**).

Cela est d'autant plus important, lorsque de nombreux produits de race « Barbe », « Arabe » ou « Arabe-Barbe », portant le label algérien, si prisé, se retrouvent exportés vers différents pays dont les exigences concernant la reconnaissance du pedigree fait appel à une identification génétique à des fins de contrôle de filiation.

Par conséquent, nombreux de ces produits, parfois mêmes inscrits aux stud-books, restent sous-estimés et pénalisés par une réglementation qui n'est pas conforme aux normes internationales (**Guedaoura, 2011b**).

Nous avons constaté que l'Arabe se différencie du Barbe en étant plus léger, présentant plus de finesse, une encolure plus allongée et peu épaisse, un profil de la tête rectiligne ou concaviligne, une queue courte et attachée haut et une croupe plus horizontale. L'ensemble de ces caractéristiques de type répond au standard du cheval Arabe rapporté par les travaux de **Gaudois (1989)** ; **Haras nationaux français (2012)**.

## Discussion

---

Chez la race Arabe le poids moyen est de **375,40 ± 29,79** kg, cette valeur est légèrement inférieure aux résultats rapportés par **Sadek et al. (2006)** et **Martinson et al. (2014)**. Cependant, **Baratoux (2003)** a argumenté que le poids dépasse rarement 400 kg ; donc le Pur-Sang Arabe est très léger, et se différencie des autres chevaux par sa petite taille 1,40 m à 1,55 m, ce qui en fait une monture remarquablement équilibrée.

Le poids corporel moyen du Barbe, soit **405,94 ± 25,76** kg, proche à la valeur rapportée par **Guedaoura et al. (2011)** témoigne d'un cheval plus ou moins léger en comparaison aux autres chevaux de selle de 450 à 600 kg (**Marcenac et al., 1998**).

Le modèle des reproducteurs Arabe ou Barbe purs étudiés, rassemblés au Haras national de Tiaret, semble homogène, même si beaucoup d'auteurs citent l'hétérogénéité du Barbe en fonction des régions (**Bogros, 1987 ; OMCB, 1989 ; Tamzali, 1989 ; Kadri, 2006 ; Haras nationaux Français, 2012**).

Les étalons Barbe, sont fort représentatifs du type Barbe des hauts plateaux de l'Ouest souvent décrit comme cheval petit, mais bien développé, harmonieux, avec des membres de bonne densité (**Association française du Cheval barbe, 2002**).

**La race Arabe, présente une morphologie plus ou moins proche de celle du Barbe.** Les étalons Barbe étudiés correspondent au standard international de la race avec comme caractéristiques principales une petite taille par rapport aux races usuelles de chevaux de selle (1,51 m en moyenne) et un type médioligne marqué, le rapport entre la hauteur au garrot et la longueur du corps étant de 1,010.

Nous avons remarqué que, quelle que soit la race il existe une différence significative entre les trois formules de calcul du poids corporel moyen des étalons au cours (**p < 0,05**).

La notation de l'état corporel est basée sur des critères manuels (maniements) renforcés par des critères visuels. Des sites anatomiques ont été sélectionnés pour leur reflet des variations de la couverture grasseuse du cheval : processus épineux lombaires, côtes, attache de la queue, arrière de l'épaule, encolure et garrot. Une note d'état corporel est ensuite attribuée allant de 0 à 5 ou de 1 à 9 selon le système de notation utilisé.

### III.3/ L'étude du comportement sexuel

L'alimentation et l'état corporel sont deux points clés en matière de reproduction. De nombreuses études ont été menées afin de connaître l'influence du score corporel et de l'apport énergétique sur les performances reproductrices. L'influence de l'état corporel sur les capacités reproductrices a été démontrée, d'abord sur les animaux de rente (**Donaldson, 1969**), notamment les vaches, puis s'est confirmée sur les juments (**Henneke et al., 1984**).

**Perkins et al., (1985)** et **Burkholder (2000)** ont reporté que le BCS peut encore influencer la santé et la production ; ainsi que sur la reproduction des animaux. Selon **Laura et al. (2004)**, **Mantovani et Bailoni (2011)**, un minimum de BCS est très important pour assurer une activité de reproduction adéquate.

## Discussion

---

Le body condition score (BCS) un système développé pour les juments est aussi utilisé chez les étalons (**Henneke et al., 1983**). L'évaluation a été de routine pour apprécier l'état d'embonpoint des étalons durant l'expérience.

L'aptitude d'un étalon à avoir un comportement sexuel normal (érection, chevauchement, intromission, mouvements copulatoires et éjaculation) doit être déterminée lors de l'évaluation du statut reproducteur d'un étalon.

L'obésité a des effets non négligeables sur les performances de l'étalon : la libido s'en retrouve clairement affectée, la durée de l'acte sexuel augmente, la réserve et la qualité du sperme en sont diminuées ; sans oublier qu'elle prédispose l'étalon à la fourbure (**Hurtgen, 2000 ; Umphenour et Steiner, 2000 ; Tibary et al., 2005**).

### III.3.1/ La phase précopulatoire

Le score de libido moyenne pour des étalons Arabe semblable au résultat rapporté par **Cavinder et al. (2010)**. En revanche, les étalons Barbe présentent un score de libido plus élevé et par conséquent expriment mieux leurs comportements sexuels, cela argumenté par **Blanchard et al. (2011)**, un étalon avec une bonne libido manifeste immédiatement une attirance intense pour la jument.

Dans l'espèce équine, la reconnaissance de la jument en chaleur, implique les sens de la vision, de l'olfaction, de l'audition, ainsi que les interactions tactiles entre mâle et femelle (**Stahlbaum et al., 1989 ; Crowell-Davis, 2007**). Toutefois, l'importance relative des signaux olfactifs n'est pas claire.

Certains auteurs ont affirmé qu'un étalon enfermé dans un box pouvait percevoir l'odeur d'une jument en oestrus à une distance d'un demi-mile (**Ainslie et Ledbetter, 1980**).

Cependant, ceci n'a pas été démontré. À partir d'échantillons biologiques seuls, les étalons ne différencient pas les urines ou les fécès de jument en oestrus et en dioestrus, mais différencient les fécès d'étalon et les fécès de juments (**Haupt et Guida, 1984 ; Marinier et al., 1988 ; Stahlbaum et Haupt, 1989**).

Les résultats obtenus du score du reniflement et la fréquence du flehmen des étalons Barbe et Arabe sont proches des résultats rapportés par **McDonnell (1986) ; McDonnell (1992c) et Guillaume et al. (2018)** pour les étalons normaux. Nous avons remarqué une différence significative du score du reniflement ( $p < 0,001$ ), et encore de la fréquence du flehmen ( $P < 0,05$ ) entre les étalons Arabe et Barbe. En conséquence, ces derniers se sont hautement intéressés à la jument. **Jeziarski et al. (2017)** a rapporté que l'étalon avec une bonne libido renifle significativement plus longtemps.

Durant la saison de la reproduction, les chevaux utilisent des indices sensoriels divers pour évaluer le statut reproducteur de la jument en œstrus. A titre d'exemple nous citerons les indices auditifs, indices visuels, ou olfactifs (**Stahlbaum et et Haupt, 1989 ; Crowell-Davis, 2007**)

## Discussion

---

Selon **Lindsay et al. (1983)** et **Guillaume et al. (2018)** tous les étalons intéressés par les indices olfactifs ont exprimé immédiatement un reniflement, et par la suite l'expression de flehmen. Pendant l'expression de flehmen, les étalons produisent quelques millilitres de sécrétion nasale,

**Briant et al. (2011)** rapportent que l'olfaction n'apparaît pas primordiale pour la détection de la jument en chaleurs et l'olfaction seule n'est pas suffisante. Au contraire, la vision de la femelle et les interactions tactiles avec elle au cours desquelles elle accepte ou refuse le mâle sont essentielles. Les odeurs émises par la femelle ne seraient donc pas importantes pour cette phase précise de l'activité sexuelle. Il apparaît donc peu probable que l'étalon puisse détecter à distance une jument en oestrus s'il ne peut pas la voir. Ceci est une indication importante qui peut faciliter la gestion des étalons et des juments sur un même site.

Cependant, les odeurs émises par la jument en œstrus ont été mises en évidence avec un mâle détecteur d'une autre espèce, le rat (**Rampin et al., 2006**). Chez l'étalon, ces odeurs ont probablement un autre rôle spécifique dans l'activité sexuelle, au-delà de la simple détection de la jument en chaleurs.

En effet, la perturbation de l'olfaction chez l'étalon entraîne des altérations de la séquence sexuelle avec la femelle, avec diminution des comportements de flehmen. Or actuellement, la fonction du flehmen dans le cadre de l'activité sexuelle de l'étalon n'est pas connue (**Jeziarski et al., 2017**).

Chez le taureau l'expression des comportements de flehmens après exposition à une vache en oestrus est corrélée aux concentrations de LH et de testostérone qui agissent sur le comportement sexuel et la qualité de la semence.

L'odeur d'oestrus pourrait donc avoir un effet stimulant sur certains paramètres de l'activité sexuelle qui restent à déterminer. Les études sur l'olfaction se sont concentrées principalement sur le rôle de phéromones dans le comportement correspondant (**Saslow, 2002**).

### III.3.1/ La phase copulatoire

La plupart des étalons ont généralement une réponse rapide lorsqu'ils sont présentés à une jument en chaleurs, qui se manifeste par une érection complète dans 1 minute et un saut dans 1 ou 2 minutes après l'érection. Des recherches semblables sont aussi rapportées par beaucoup d'auteurs : **McDonnell (1986)** ; **McDonnell (1992d)** ; **Tibary et al. (2005)** et **Guillaume et al. (2018)**.

Tous les étalons étaient semblables dans le nombre de mordillements. Néanmoins, une certaine variation dans le temps passé à l'érection ( $p < 0,05$ ), le nombre de sauts à l'éjaculation ( $p < 0,05$ ) et le temps passé à l'éjaculation ( $p < 0,01$ ) entre l'étalon Barbe et l'Arabe.

Selon **McDonnell (2000)**, dans les sauts les plus dirigés, on ne permet pas d'habitude à l'étalon de monter la jument sans érection, parce qu'il est supposé que, quand l'étalon passe moins de temps montant la jument, le risque de la blessure à l'animal ou à l'entraîneur guidant la procédure est réduit.

## Discussion

La phase copulatoire, du saut à l'éjaculation est de  $19,15 \pm 10,76$  et de  $12,23 \pm 2,68$  respectivement chez l'étalon Arabe et l'étalon Barbe est significativement différente ( $p < 0,01$ ).

A notre connaissance ya pas d'études sur l'effet de la race sur la réponse sexuelle. Toutefois, **Tibary et al. (2005)** rapportent que la réponse sexuelle est très lente chez les chevaux lourds et surtout chez les baudets.

### III.4/ L'étude des paramètres testiculaires et paramètres hormonaux

La mesure de la largeur testiculaire a été évaluée séparément (gauche et droit), la moyenne de la largeur du testicule droit (La. Td) est inférieure de la largeur de testicule gauche (La. Tg.), avec une différence très hautement significative ( $P < 0,001$ ), (Tableau 40).

**Mambrini et Snoeck (2010) ; Rua et al. (2017) ; Hafez et Hafez (2004)** ont remarqué une tendance plus importante de la taille du testicule gauche, et ont suggérer que ceci arrive en raison du développement antérieur du testicule gauche par rapport au testicule droit. En revanche, **Tibary et al. (2005)** et **Blanchard et al. (2011)** rapportent la difficulté d'approcher le cheval du droit côté. Selon **Rua et al. (2017)**, des mesures testiculaires sont influencées par la race, l'âge et la saison de la reproduction.

Nos résultats révèlent que les mensurations testiculaires étaient fortement corrélées l'un avec l'autre, notamment avec la largeur scrotale (Ls) et âge des étalons ( $p < 0,01$ ). En plus, tous les coefficients étaient fortement significatifs ( $p < 0,01$ ). **Tibary et al. (2005) ; Samper et al. (2007) ; Houssou (2011)** et **Rua et al. (2017)**, rapportent que les mensurations les plus fréquemment utilisées sont la largeur du scrotum (Ls).

**Pickett (1993) ; Tibary et al. (2005)** rapportent que le nombre des spermatozoïdes qu'un étalon peut produire est un paramètre d'indication pour évaluer sa fertilité, qui dépend de la quantité du parenchyme testiculaire fonctionnel.

Le meilleur modèle qui exprime la relation entre la largeur testiculaire en fonction de l'âge est le quadratique, car il a la valeur de  $R^2$  le plus élevé, l'équation (chez toutes races confondues) est la suivante :

$$La.tm = 5,586 + 0,193 \text{ Âge} - 0,10 \text{ Âge}^2$$

De même d'après Elwish et Jones cité par **(Clément et al., 1998)** la taille testiculaire augmente jusqu'à 5 ans, plus lentement de 12 à 15 ans , puis régresse ensuite. Ils ont trouvé une équation qui relie la largeur (Y) en fonction de l'âge (X en années):

$$Y (cm) = 4,498 + 0,143 X - 0,006 X^2$$

L'équation de régression chez la race **Arabe** ( $p < 0,05$ ) est de :

$$l.a.tm = 5,498 + 0,3255 \text{ Âge} - 0,00289 \text{ Âge}^2$$

## Discussion

L'équation de régression chez la race **Barbe** ( $p > 0,05$ ) est de :

$$La.tm = 5,596 + 0,0447 \hat{Age} - 0,00139 \hat{Age}^2$$

La largeur moyenne du testicule droit est significativement inférieure à la largeur moyenne du testicule gauche quelque soit la race, ( $p < 0,001$ ). Cette donnée est justifiée par la difficulté d'aborder le cheval du côté droit (**Tibary et al., 2005 ; Blanchard et al., 2011**), ou au retard du développement du testicule droit par rapport au testicule gauche (**Borges et al., 2010 ; Hafez et Hafez, 2004 ; Rua et al., 2017**). Le testicule gauche est légèrement plus gros que le droit (**Vaissaire, 1977 ; Rossdale, 1992 ; Morel, 1999**).

La production de sperme éjaculé (DSO) et la production spermatique quotidienne (DSP) calculée à partir des mesures testiculaires.

$DSO = DSP + \text{Nbre de spermatozoïdes stockés dans la queue de l'épididyme}$ . La DSP peut donc être estimée après 5 à 7 jours d'éjaculations quotidiennes. C'est une méthode précise, mais laborieuse qui n'est pas adoptée en routine. Elle est donc estimée à partir des mensurations testiculaires à partir des formules présentées dans le tableau 7.

Selon **Blanchard et al. (2011) ; Samper et al. (2007)**, les mensurations testiculaires ainsi que le poids du parenchyme testiculaire sont fortement corrélés à la production journalière des spermatozoïdes (DSP), ce qui est en accord avec nos résultats.

D'après **Pickett (1993) ; Guillaume (1996) ; Dadoune et Demoulin (2001)** et **Tibary (2007)**, le nombre des spermatozoïdes qu'un étalon peut produire est un paramètre important pour évaluer sa fertilité, il dépend de façon très importante de la quantité du tissu testiculaire fonctionnel, et détermine le nombre de juments saillies par un étalon.

Les valeurs de la production spermatique quotidienne selon les deux formules (DSP1 et DSP 2) et la production spermatique éjaculés (DSO1 et DSO2) montrent une différence hautement significative chez les deux la race ( $p < 0,01$ ).

Les coefficients de corrélation entre les moyennes des paramètres testiculaires sur l'ensemble des étalons Arabe et Barbe sont comparables aux travaux de **Tibary et al. (2007)**. Selon **Blanchard et al. (2005) ; Samper et al. (2007)**, les mensurations testiculaires ainsi que le poids du parenchyme testiculaire sont fortement corrélés à la production journalière des spermatozoïdes, ce qui est en accord avec nos résultats.

L'évolution du poids testiculaire moyen par rapport au poids corporel moyen PT (gr)/PC (gr) est de **1,32/ 1000**, ce dernier est supérieur à (**1/1200**), d'après **Vaissaire (1977)**.

L'étude menée l'année nous a permis d'interpréter l'effet de la race sur le poids et les paramètres testiculaires, et de mieux apprécier le niveau de la saisonnalité des races sous nos latitudes.

La race Barbe est la race qui a un grand format, elle est plus lourde, le poids vif est de **400,40±35,47 kg** ( $p < 0,05$ ). De plus la largeur testiculaire est plus développée que chez la race

## Discussion

---

Arabe ( $p < 0,05$ ) et des différences significatives sur l'ensemble des paramètres testiculaires sont trouvées ( $p < 0,05$ ).

L'analyse de variance a montré que la largeur scrotale est hautement influencée par la race, la saison, l'âge et le mois.

La saison affecte de manière significative et négative le poids vif. Certains auteurs ont constaté que les besoins des étalons sont supérieurs aux besoins d'entretien des autres chevaux de même poids. Ces besoins sont encore plus importants en saison de reproduction. En effet, lors de cette période les étalons peuvent être sujets à une perte de poids et une diminution d'appétit (**Hurtgen, 2009 ; Umphenour et Steiner, 2000 ; Tibary et al., 2005 ; Rua et al., 2017**).

La valeur de la testostéronémie moyenne est de  $0,40 \pm 0,25$  ng/ml, chez la race Arabe et de  $0,45 \pm 0,13$  ng/ml chez le Barbe, cela explique l'excellent score de libido exprimé par ces étalons Barbe). La concentration de la testostérone durant la saison de monte est comparable avec les travaux de : **Amann (1993a) ; Burns et al. (1982) ; Botton et al., (2008) et Bollwein et al., (2008)**. Cette variation est non significative pour le taux de FSH et LH ( $p > 0,05$ ).

La concentration de testostérone a des corrélations modérées avec les paramètres testiculaires. De même, **Rua et al. (2017)** ont observé qu'il y a une corrélation positive, mais pas significative entre la testostérone et le volume testiculaire, le parenchyme testiculaire et la production de sperme.

**Roser (2008)** a rapporté que la FSH influence la production des oestrogènes des cellules de Sertoli, car ces dernières sont porteuses de récepteurs à FSH.

La corrélation positive ( $r = 0,24 ; p < 0,05$ ) entre la testostérone et FSH est démontrée

Les coefficients de corrélations montrent que le taux de la LH est significativement corrélé avec la largeur scrotale (Ls) ( $r = -0,77 ; p < 0,01$ ), ainsi qu'avec le poids testiculaire et le poids du parenchyme testiculaire ( $r = -0,69 ; p < 0,01$ ). **Perumal et al. (2017)** ont rapporté que la luteinizing hormone (LH) ou ICSH (Interstitial cell stimulating Hormone) est essentielle pendant la spermatogénèse pour la production du sperme.

La corrélation négative entre (TE) et LH ( $r = -0,40 ; p < 0,05$ ) est trouvée dans notre étude. D'après **Varnier et al. (2002) ; Perumal et al. (2017)**, les sécrétions de LH et de FSH sont contrôlées par deux mécanismes différents. La sécrétion de LH est pulsatile et due à une synthèse pulsée de GnRH par l'hypothalamus, cependant elle n'est pas toujours suivie d'une décharge de FSH et vice versa. La sécrétion de FSH semble être beaucoup moins dépendante de la GnRH que la sécrétion de LH.

Selon **Amann (1993a)** et **Taya et al. (2000)**, la sécrétion de la LH est pulsatile, avec des épisodes irréguliers de sécrétion produite toutes les 2- 4 heures, d'où la difficulté de mesurer le taux basal de la LH.

D'après **Janet (2008)** les études ont démontré que les doses croissantes de LH stimulent la production de la testostérone et les œstrogènes (par aromatisation des androgènes) par cellules de Leydig. Les doses croissantes de FSH influencent la production des œstrogènes des cellules de Sertoli. Ce qui explique la forte corrélation entre la testostérone et FSH ( $r = 0,61 ; p < 0,05$ ) et entre la testostérone et LH ( $r = 0,43$ ).

## Discussion

---

Selon les travaux récents, le dosage de la testostéronémie plasmatique se pratique quelques heures après l'injection de HCG ou de GNRH. (**Blanchard et al., 2011 ; Samper et al., 2007 ; Barry et al., 2008**). Selon **Pineda (2003)**, la concentration de testostérone par unité de volume de sang présente une très forte variabilité interindividuelle.

D'après **Amann (1993b)** la sécrétion de la LH est pulsatile, avec des épisodes irréguliers de sécrétion produite toutes les 2- 4 heures, d'où la difficulté de mesurer le taux basal de la LH. Une forte corrélation sans différence significative entre le taux de testostérone et le taux de la LH,  $r = 0,43$  ( $p > 0,05$ ), s'explique par le pic de LH qui est suivi par élévation de la testostéronémie.

La production de testostérone est de même augmentée d'une façon épisodique à la suite de plusieurs pics de production LH selon **Amann (1993b) et Irvine et Alexander (1982)**.

La sécrétion d'androgènes peut varier selon la saison, la testostérone est l'hormone clé pour l'activité reproductrice et la qualité de sperme (**Zervos et al., 2010 ; Waddington et al., 2017**). Une corrélation entre la testostérone, la circonférence scrotale et le poids corporel indique que ces paramètres peuvent être utilisés dans l'évaluation de fonction testiculaire (**Perumal et al., 2017**).

D'autres auteurs rapportent que les besoins énergétiques en période de reproduction ne sont pas bien plus élevés que les besoins de maintenance. Une pâture adéquate ou un foin de bonne qualité suffirait à assurer les besoins de maintenance d'un étalon en reproduction. Une légère augmentation de la prise énergétique peut être nécessaire au milieu de la période de reproduction ; néanmoins, la surestimation des besoins à cette période est fréquente.

L'excès de poids est un problème récurrent chez les étalons qu'ils soient en reproduction ou au repos.

L'obésité a des effets non négligeables sur les performances de l'étalon : la libido s'en retrouve clairement affectée, la durée de l'acte sexuel augmente, la réserve et la qualité du sperme en sont diminuées ; sans oublier qu'elle prédispose l'étalon à la fourbure (**Hurtgen, 2000 ; Tibary et al., 2005**).

L'analyse de variance a montré que la largeur scrotale est hautement influencée par la race, des variations existent entre races ce qui confirme les résultats de plusieurs auteurs (**Pickett, 1993 ; Tibry et al., 2005 ; Dadoune et Demoulin, 2001 ; Borges et al., 2010 ; Rua et al., 2017**). D'ailleurs, elle se trouve positivement corrélée ( $P < 0,001$ ) avec tous les paramètres testiculaires.

L'ensemble des paramètres testiculaires pour toutes races confondues sont significativement influencés par l'âge des étalons ( $p < 0,05$  ;  $p < 0,01$  ;  $p < 0,001$ ) excepté la longueur testiculaire. Au-delà de 15 ans la fertilité régresse.

Nos résultats concernant les mensurations testiculaires sont en accord avec les résultats rapportés par **Pickett et al. (1993) ; Blanchard et al. (2011) ; Ponthier et al. (2012)**. (Tableau 49).

### III.5/ La technologie de la production de semences équinnes

La sélection d'étalons dépend en grande partie de la performance et du phénotype, plutôt que de la qualité de sperme (Yeste et al., 2013 ; El-Badry et al., 2016).

La valeur de la production quotidienne des spermatozoïdes (DSP) moyenne est de :  $3,62 \cdot 10^9$ , cette valeur est légèrement inférieure aux valeurs rapportées par Amann et al. (1993b) ; Dadoune et al. (2001) ; Tibary et al. (2005).

D'après Tibary et al. (2005) quelle que soit la race, 15 à 21 millions de spermatozoïdes sont produits par gramme de parenchyme testiculaire, et par jour ; et par conséquent la production quotidienne des spermatozoïdes (DSP) est de  $6,43 \cdot 10^9$  à  $8,48 \cdot 10^9$  spzs

Le nombre de spermatozoïdes qu'un étalon peut produire est un paramètre important pour évaluer sa fertilité, il dépend de façon très importante de la quantité du tissu testiculaire fonctionnel, et détermine le nombre de juments saillies par un étalon. La valeur de la DSO moyenne est de  $2,58 \cdot 10^9$  spzs.

Concernant les différents temps calculés du comportement sexuel lors de la récolte spermatique :

- Le temps passé à la préparation est de  $101 \pm 18,05$  secondes est supérieur au résultat rapporté par Amann (1993a) ; mais proche des résultats de Noue et al. (2001) et Tibary et al. (2005) ; et Najjar et al. (2010).
- Le temps passé à la collecte est de  $161,87 \pm 72,02$  secondes, est supérieur au résultat rapporté par Najjar et al. (2010), qui a étudié cinq étalons Arabe en Tunisie.

Le nombre de sauts est de  $1,33 \pm 0,57$ , notre résultat est identique à celui de Noue et al. (2001) et encore proche du résultat rapporté par Najjar et al. (2010). Le comportement sexuel des étalons lors de la récolte de sperme n'est pas très différent de celui qui est observé au cours de la saillie naturelle (Noue et al., 2001).

Le protocole standardisé d'examen du sperme d'un étalon devrait se faire selon la méthode Française (Palmer et Fauquenot, 1984 ; Colenbrander et al., 2003 ; Ponthier et al., 2014 ; El-Badry et al., 2016), sur 5 jours consécutifs avec analyse des quatre derniers éjaculats, ou selon la méthode américaine (Pickett, 1987 ; Squires et Pickett, 2011), sur deux éjaculats espacés d'une heure d'intervalle, Hayden et al. (2015) a travaillé sur trois éjaculats par étalon et par jour.

Notre expérimentation a été faite dans un cadre de créer une banque de paillettes destinées à la congélation pour l'IA. Elle a fait appel à des contrôles de qualité évaluant en particulier la mobilité spermatique et sa concentration.

Un véritable spermogramme traitant toutes les caractéristiques qualitatives et quantitatives du sperme aurait du être fait, mais par faute de moyens et surtout de temps cette étape n'a pu être réalisée.

## Discussion

---

Les étalons du Haras national pris pour ces essais ont refusé la monte du fantôme et leur fertilité ne peut être testée que sur les juments saillies (**FA** et **FC**). C'est pourquoi nous avons quand même examiné les éjaculâts des étalons appartenant à l'ONDEEC et du secteur privé pour ressortir les corrélations entre les paramètres spermatiques et testiculaires lors de la récolte.

En Algérie l'IA est à ses débuts, et notre contribution est d'élaborer un programme d'appréciation des étalons présentés pour récolte spermatique, en dehors des données relatives à leur historique en tant que reproducteur.

Durant l'étude sur les dix étalons présentés à la récolte, et à l'observation sur les huit éjaculâts, cinq prélèvements ont présenté que du plasma séminal, et par conséquent nous avons analysé trois éjaculâts. D'après **Pickett (1993)** ; **Morel (2005)** ; **Sieme et al. (2004)** ; **Ponthier et al. (2014)** l'excitation sexuelle augmente la sécrétion des vésicules séminales, en augmentant le volume et en diminuant proportionnellement la concentration.

À la période de récolte, la quantité de gel étant plus élevée en été (**Jussiaux et Trillaud, 1977** ; **Guillaume, 1996**) ou aux conditions de récolte (calme, gestes, vagin artificiel fermé...etc.).

D'ailleurs, durant notre expérience, la période de récolte était le 15 juin. Le volume, cependant, n'affecte en rien la fertilité et la capacité à féconder. La présence ou pas de gel dans un éjaculât ne peut refléter son potentiel de fertilité (**Voss et al., 1981**).

Les problèmes de caryotype sont d'environ 2% chez les étalons, ce qui est relativement élevé (**Tibary et al., 2005**).

L'anomalie chromosomique la plus impliquée dans la réduction de la fertilité des mâles est le caryotype 65,XXY L'étalon porteur de cette aberration est de conformation normale, avec une libido normale. Cliniquement, il n'est pas repérable, mais la spermatogénèse est bloquée à un stade précoce et l'éjaculât est azoospermique (**Kubien et al., 1993** ; **Mäkinen et al., 2000**).

D'après **Clément et al. (1995)**, les caractéristiques séminales qui sont plus souvent corrélées avec la fertilité sont :

- La concentration,
- Le nombre total de spermatozoïdes,
- Le pourcentage de spermatozoïdes mobiles à 0h.

L'éjaculât de l'étalon est composé de deux fractions majeures : une fraction liquide et une fraction gélatineuse. Certains étalons de la race Arabe ont des éjaculâts faibles, ou complètement dépourvus de gel (**Dowsett et Knott, 1996** ; **Blanchard et al., 2005**).

Ceci a également été argumenté par certains auteurs (**Rossdale, 1992** ; **Pickett, 1993**) qui considèrent que le volume de gel diminue avec la réduction de l'intervalle entre éjaculations, probablement dues à la capacité limitée des vésicules séminales à produire rapidement cette substance colloïdale.

## Discussion

---

Nous avons obtenu une moyenne un volume d'éjaculat total de **73,33 ± 60,27** ml .Ce résultat est proche à celui rapporté par (**Knobil et Neill, 1999 ; Rossdale, 1992 ; Hafez et Garner, 2000 ; Dadoune et Demoulin, 2001 ; Pesch et al., 2006 ; Najjar et al., 2010**). Le volume filtré obtenu pour ces 3 étalons **30± 26,45** ml (tableau 50) n'est pas très différent de celui obtenu par **Najjar et al. (2010)** pour cinq étalons de même race.

La différence avec les normes usuelles concernant le volume total peut être liée au volume du gel qui varie énormément selon les étalons testés.

Le nombre total des spermatozoïdes **3,33 10<sup>9</sup>** est légèrement inférieur au résultat rapporté par (**Rossdale, 1992 ; Blanchard et al., 2011 ; Tibary et al., 2005 ; Najjar et al., 2010**).

La différence peut résider dans notre protocole (un éjaculat par étalon et par jour) ou le dilueur utilisé. D'ailleurs, la plupart des auteurs (**Pickett, 1993 ; Morel, 2005 ; Squires et Pickett, 2011 ; Ponthier et al., 2014**) recommandent une récolte quotidienne d'une semaine au minimum afin d'éliminer le plus de réserve spermatique possible, avant de pouvoir estimer le réel nombre de spermatozoïdes éjaculés par jour (DSO).

Les normes séminales sont donc à interpréter en fonction de différents facteurs, entre autres le protocole de récolte ou aux conditions de récolte (calme, gestes, vagin artificiel fermé...etc.).

Nous avons utilisé les seuils d'acceptation des éjaculats purs, nous avons gradé les trois éjaculats présentant un pourcentage des spz mobiles  $\geq 60\%$  et une note de motilité de masse  $\geq 3,5$  (seuils établis par le CNIAAG) et aussi rapportés par (**Guedaoura, 2001 ; Pal et al., 2011 ; Tejpal et al., 2016 ; El-Badry et al., 2016**).

D'après **Pickett (1993), Blanchard et al. (2011) Tibary et al. (2005) ; Samper et al. (2007)** la mensuration la plus fréquemment utilisée est la largeur totale du scrotum (Ls) et elle est hautement corrélée avec la production quotidienne des spermatozoïdes (DSO) éjaculés (DSP) et avec le poids du parenchyme testiculaire, ce qui est en accord avec nos résultats détaillés dans le tableau 53 (**r=1 ; p<0,05 et p<0,01**).

Aussi une corrélation significative est trouvée, entre le temps de préparation des étalons lors de la récolte spermatique, avec la production quotidienne des spermatozoïdes (DSO) et la motilité (**r=0,99 ; p<0,05**).

Une corrélation significative entre le nombre de sauts et la motilité des spermatozoïdes est de **r=0,99 ; p<0,01**. **Sieme et al. (2004) Najjar et al. (2010)**, ont trouvé que l'importance du gel dans l'éjaculat et le nombre de sauts influencent sur la motilité.

Sur 10 étalons de Sang fertiles et matures du Haras national, ONDEEC, et un privé, 03 seulement soit **30%** sont qualifiés avec « semence congelable » avec un pourcentage moyen de spermatozoïdes mobiles de **35%** et peuvent être exploités en IA en sperme congelé. Nos résultats s'éloignent des résultats actuels sur les étalons nationaux de sang en France (HNF), ou

## Discussion

---

**66%** des étalons sont utilisables en sperme congelé **Clément et Vidamment, 1998 ; Guedaoura, 2001**).

Cette différence peut être liée à plusieurs facteurs à savoir, l'effectif d'étalons testés, la technique de récolte (certains étalons du HN n'ont pas été collectés et d'autres ont présenté trop de smegma), le nombre d'éjaculâts (on doit tester les étalons candidats sur 6 éjaculâts, au minimum 3 éjaculâts), la technique d'examen (le pourcentage des spzs mobiles et la note attribuée à leur motilité sont subjectifs).

*Quel est donc la proportion d'étalons avec une semence congelable parmi une population d'étalons subfertiles ?*

**Clément et Vidamment (1998)** considèrent que le sperme équin congelé est déjà un sperme subfertile ainsi que le sperme réfrigéré à 24 heures ou pour certains étalons, moins de 8 heures. De manière générale, la fertilité est diminuée lors de l'utilisation de semence congelée (de l'ordre de 40 à 50%) par rapport à l'utilisation de semence réfrigérée ou fraîche (50 à 60%) (**Mourier, 2010**).

En effet, le temps de survie dans le tractus génital est réduit à quelques heures (**Ponthier et al., 2014**). Ainsi, le choix de conservation de la semence influence la fertilité et détermine la fréquence des examens gynécologiques, le nombre d'inséminations par chaleur et le site de dépôt de la semence. L'utilisation de semence congelée impose une IA la plus proche possible de l'ovulation.

*Conclusion générale et*  
*Recommandations*

---

## Conclusion générale et Recommandations

---

### Conclusion générale et Recommandations

Au vu des résultats obtenus, la fertilité des étalons ne semble pas compromise. Néanmoins, la situation en matière d'élevage équin est cependant alarmante.

L'élevage chevalin de plus en plus délaissé, risque d'être réduit à un niveau tel que l'on sera appelé un jour à recourir à l'importation de géniteurs si l'état ne s'implique pas davantage en encourageant l'élevage équin (subvention, courses hippiques, clubs d'équitation, augmentation du nombre des Haras...).

La population équine risque aussi de connaître une diminution drastique, car l'abattage des équins devient de plus en plus fréquent, et la consommation de viande chevaline, vu sa compétition avec les autres viandes, commence à s'installer dans les mœurs des citoyens Algériens.

L'étude de la fertilité a posteriori nous a permis dans un premier lieu, de juger de la qualité de l'élevage de reproducteurs, des conditions d'utilisation d'étalons et de juments et de la gestion des saillies et des naissances par les institutions nationales, et dans un second temps elle nous a permis d'avoir une idée globale sur la fertilité des reproducteurs nationaux et de son évolution de 2003-2013.

Nous constatons que la majorité des juments saillies enregistrées par l'ONDEEC, font partie du secteur privé pour les raisons suivantes :

- ❖ Le nombre restreint des femelles du secteur étatique.
- ❖ Les prix élevés des aliments qui conduisent les éleveurs à limiter le nombre des mâles élevés.
- ❖ Le manque du choix des reproducteurs conduit les éleveurs à s'orienter vers la station de monte étatique.

L'ONDEEC doit assister techniquement les éleveurs équins et les encourager par des primes de déclaration de naissance, permettant à l'avenir de calculer avec précision la fertilité apparente de la population des étalons nationaux, par l'organisation de compétitions et d'octroi de prix.

Le renforcement de la création de centres d'équitation à travers le territoire national pourrait contribuer à vulgariser cette discipline qui reste encore inaccessible qu'à une très petite frange de la société. Un regain d'intérêt doit être suscité, car il s'agit d'un patrimoine national culturel et identitaire qu'il faut préserver et développer.

Les registres de reproduction existent sous de nombreuses formes (taux de poulinage, fertilité par cycle ou de non-retour par cycle ou fertilité apparente), mais il reste nécessaire de développer des tests permettant de prédire la fertilité avec un degré de certitude raisonnable avant que l'étalon n'ait commencé sa carrière.

## Conclusion générale et Recommandations

---

L'étude des performances de reproduction des juments au sein de HN est d'analyser et d'évaluer les facteurs de variation. Le but est de contribuer à l'évaluation objective des stratégies de gestion de la reproduction.

Les juments sont exceptionnelles en raison de leur capacité à avoir une croissance folliculaire considérable durant l'œstrus à raison de 2 à 4 millimètres par jour et occasionnellement, un follicule atteint la taille préovulatoire et ovule durant le diœstrus sans aucun signe de chaleur.

L'examen échographique seul ne fournit pas d'information suffisante pour prédire le moment de l'ovulation de la jument et les grands follicules peuvent exister pendant n'importe quel stade du cycle œstral, donc la taille folliculaire seule n'est pas un indicateur fiable de l'ovulation. Par conséquent, le dosage hormonal principalement le taux de la progestérone joue un rôle très important dans le diagnostic précoce de la gestation de la jument.

Quoiqu'il en soit, le critère de taille des follicules préovulatoires ainsi que d'autres paramètres indicateurs de chaleurs sont pertinents et nécessaires pour déterminer le meilleur moment pour inséminer les femelles.

Lors de notre étude, une incidence élevée d'endométrite a été observée et est associée à une baisse des performances de reproduction, avec notamment des juments qui semblaient prédisposées à cette pathologie. Cependant, même si les endométrites constituent la première cause d'infertilité chez la jument, il existe peu de données bibliographiques relatives à l'efficacité des traitements préventifs ou curatifs.

Toutefois, dans notre étude, le recours à des examens complémentaires pourrait permettre de mieux caractériser le degré de sévérité des endométrites et de choisir des traitements adaptés. Sur les juments prédisposées des traitements préventifs pourraient être mis en place de façon plus systématique.

Cette étude mériterait d'être élargie à l'échelle nationale. D'après notre étude approfondie, nous terminerons la conclusion par quelques recommandations pour une meilleure gestion de la reproduction afin d'éviter des erreurs commises précédemment :

- ✚ Ne pas modifier la composition des groupes de juments pour éviter le stress social, ayant une influence sur le taux de mortalité embryonnaire.
- ✚ Éliminer les causes d'infertilité.
- ✚ Reformuler les juments âgées pour éviter le surmenage des étalons.
- ✚ Administration d'une bonne alimentation sur le plan quantitatif et qualitatif.

La race Arabe, présente une morphologie plus ou moins proche de celle du Barbe. C'est la caractérisation génétique par la recherche de marqueurs sanguins et biomoléculaires qui permettrait d'apporter le plus de renseignements quant aux diverses origines ethniques.

## Conclusion générale et Recommandations

---

De telles études assureraient la caractérisation d'un patrimoine national et s'intégreraient dans la défense des intérêts socio-économiques de l'exploitation de cette diversité animale.

Pour conclure, la connaissance du comportement sexuel sous des conditions Algériennes nous a permis, de faire une distinction entre l'étalon Barbe et l'Arabe dans l'expression de l'ardeur sexuelle. L'espoir dans l'avenir, est d'étudier :

1. L'évaluation de routine de comportement sexuel d'étalons dans un effort d'établir les caractéristiques modèle pour chaque étalon mature et fertile.

2. La connaissance de la fonction sexuelle et des troubles de dysfonctionnement pendant la saison de la reproduction.

Notre étude a été faite pour améliorer nos connaissances dans le domaine de la physiologie de la reproduction et la sémiologie équine à travers l'examen clinique de l'appareil reproducteur, l'estimation de la production et l'excrétion quotidienne des spermatozoïdes à la suite de mensurations testiculaires, évaluation du comportement sexuel et le spermogramme pour un meilleur choix des reproducteurs.

L'examen de la taille testiculaire est un critère important à apprécier lorsqu'on souhaite sélectionner ou suivre un étalon pour en faire un reproducteur de qualité.

L'étude menée sur douze étalons Arabe et six étalons Barbe durant le mois d'avril pendant trois saisons de monte consécutives (avril 2014-2016) nous a permis d'affirmer la forte corrélation entre la largeur scrotale et les différents paramètres spermatiques et hormonaux ; et de situer la période la plus appropriée à la reproduction sous nos latitudes durant le mois d'avril.

Toutefois, une analyse de tous les critères étudiés, sur l'année, nous permettra de mieux apprécier le niveau de saisonnalité des races sous nos latitudes et de planifier un éventuel programme national d'IA ; d'une part pour la sauvegarde de la pureté des races existantes et d'autre part pour l'amélioration de la carrière sportive de certains étalons.

L'étalon est économisé puisqu'en moyenne un éjaculat permet de servir environ 25 juments sans limitation du nombre d'IA par chaleur, de plus il peut poursuivre parallèlement une carrière sportive (HNF).

La sélection d'étalons dépend en grande partie des performances et du phénotype, plutôt que de la qualité de sa semence. Une large variabilité interindividuelle dans la qualité de sperme chevaline est devenue le défi principal affectant l'efficacité de sperme de cryopréservation.

Nos résultats démontrent que la qualité de la conservation de la semence varie en fonction des étalons de sang, matures et testés. Sur les 10 étalons testés, 30% seulement sont qualifiés avec semence facilement congelable.

## Conclusion générale et Recommandations

---

Le choix des reproducteurs en Algérie doit passer par :

- + Le choix des étalons de pedigree.
- + L'examen clinique de l'appareil reproducteur.
- + Les mensurations testiculaires.
- + L'estimation de la production et l'excrétion quotidienne des spermatozoïdes.
- + L'évaluation du comportement sexuel.
- + La pratique du spermogramme des étalons sélectionnés pour un programme de l'insémination artificielle, avec des méthodes actualisées comme la cytométrie en flux.
- + Le calcul à chaque saison de monte de la fertilité par cycle des reproducteurs nationaux doit être systématique pour suivre et classer les étalons. À cela, il faudrait associer, de manière régulière, le suivi ovarien des juments saillies.
- + Le **dilueur**, la **température** de conservation et la **stratégie d'insémination** sont les principaux éléments à prendre en compte pour assurer une bonne fertilité lors de l'utilisation de la semence congelée.
- + S'assurer que les étalons destinés aux biotechnologies de la reproduction soient indemnes de MST.
- + Faire un caryotype de tous les étalons destinés à la diffusion génétique, afin de détecter les aberrations chromosomiques de nombre ou de structure qui peuvent engendrer d'autres anomalies, lors de leur croisement avec des juments indemnes de toute pathologie d'ordre génétique.
- + Sensibiliser les propriétaires et les vétérinaires praticiens de la présence des anomalies chromosomiques et leur impact sur la fertilité des chevaux.
- + Faire un examen d'appréciation des aplombs
- + Utiliser des logiciels adaptés à la gestion de la reproduction, pour faciliter le diagnostic des infertilités, et prendre les mesures nécessaires dans les plus brefs délais.
- + L'exploitation d'un étalon en insémination artificielle nécessite des exigences supplémentaires. Plus la technique de conservation de la semence est sophistiquée, plus il convient d'être sévère sur les critères de sélection des étalons et plus il est nécessaire d'éliminer des étalons.
- + Entreprendre des cycles de formation en reproduction équine pour le personnel responsable et technique ; dans les nouvelles techniques de spermogramme et de l'échographie.
- + Étendre ce type d'investigation sur terrain, à l'ensemble des structures d'élevage équin au niveau national.

## *Références bibliographiques*

## Références bibliographiques

1. **Abdelnaby EA. et Abo El-Maaty AM. 2017.** Dynamics of follicular blood flow, antrum growth and angiogenic mediators in mares from deviation to ovulation. *Journal of Equine Veterinary Science*, 55: 51-59.
2. **Aberle KS., Hamann H., Drogemuller C. et Distl O. 2007.** Phylogenetic relationships of German heavy draught horse breeds inferred from mitochondrial DNA D-loop variation. *J. Anim. Breed. Genet*, **124**: 94–100.
3. **Abo-El maaty AM. et El-Shahat KH. 2012.** Hormonal and biochemical serum assay in relation to the estrous cycle and follicular growth in Arabian mare. *Asian Pacific Journal of Reproduction*. 1(2), 105-110.
4. **Afri-Bouzebda F. 2007.** Performances zootechniques et structure d'élevage dans la population bovine de type local (Est algérien). Thèse de Doctorat d'état en Sciences Vétérinaires. Université Mentouri de Constantine, p.123.
5. **Al-Dujailie A. 2006.** Development and validation of a simple and direct ELISA method for the determination of conjugated (glucuronide) and non-conjugated testosterone excretion in urine. *Clin. Chim. Acta.*, **364**, 172-179.
6. **Alexander SL., et Irvine CHG., 1993.** FSH and LH. in: McKinnon, A.O. and Voss, J.L. Ed., *Equine reproduction*, Lea and Febiger, Philadelphia, pp 45-56.
7. **Ali A., Alamaary M., et Al-Sobayil F. 2014.** Reproductive performance of Arab mares in the Kingdom of Saudi Arabia. *Tierärztliche Praxis Großtiere*. (3): 145-149.
8. **Alimen H. 1955.** Le cheval in : *Préhistoire de l'Afrique*. Edition Bondé et Cie, Paris. 35–40.
9. **Allen W.R., Brown L., Wright M. et Wilsher S. 2007.** Reproductive efficiency of Flatrace and National Hunt Thoroughbred mares and stallions in England. *Equine Vet. J.* 39: 438-445.
10. **Allen WR. 2001.** Luteal deficiency and embryo mortality in the mare. *Reproduction in Domestic Animals*. 36 : 121-131.
11. **Allen WR., et Wilsher S. 2011.** The influence of mare numbers, ejaculation frequency and month on the fertility of Thoroughbred stallions. *Equine Veterinary Journal*, 43: 1–7.
12. **Allen WR., et Wilsher S. 2018.** Half a century of equine reproduction research and application: A veterinary tour de force. *Equine Veterinary Journal*, 50: 10–21.
13. **Amann RP. 1993a.** Functional anatomy of the adult male. In: MCKINNON A.O., VOSS J.L. *Equine Reproduction*. Philadelphia: Lea and Febiger, 645-656.
14. **Amann RP. 1993b.** Physiology and endocrinology. In: MCKINNON A.O., VOSS J.L. *Equine Reproduction*. Philadelphia: Lea and Febiger, 943-949.
15. **Aoki T., Yamakawa K. et Ishii M. 2013.** Factors affecting gestation length in heavy draft mares. *Journal of Equine Vet. Sci.* 33, 437-440.
16. **Arnaud G., Dubroeuq H. et Rivot D. 1997.** Notation de l'état corporel des chevaux de selle et de sport : Guide pratique. Paris : Institut de l'élevage, 40p.
17. **Aurich C. 2011.** Reproductive cycles of horses. *Animal Reproduction Science*, 124, 220–228

18. **Ball B., Little TV. et Hillman RB. 1986.** Pregnancy rates at days 2 and 14 and estimated embryonic loss rates prior to day 14 in normal and subfertile mares. *Theriogenology*, 26, 611-619.
19. **Baratoux G. 2003.** Le cheval. Les Haras nationaux. Editions Molière, Paris, p 25-45.
20. **Barry A. et Ball DVM. 2008.** Diagnostic methods for evaluation of stallion subfertility. *Journal of Equine Veterinary Science* Vol 28, No 11p 16.
21. **Bene S., Benedek Z., Nagy S., Szabó F. et Polgár P. 2014.** Some effects on gestation length of traditional horse breeds in Hungary. *J. Cent. Eur. Agric.* 15, 1 - 10.
22. **Bererhi E. 2004.** Enquête épidémiologique des viroses respiratoires chez les équidés wilaya de Khenchela. Thèse de doctorat es-sciences, p.143.
23. **Berndtson WE., Pickett BW. et Nett M. 1974.** Reproductive physiologie of the stallions TV. Seasonal changes in the testosterone concentration of peripheral plasma, *J. Reprod. Fert.*, 39, 115-118.
24. **Betsch JM., Estrade M., Wagner I., Levy I. et Bruyas JF. 2004.** Résultats d'une étude prospective de terrain sur les ovulations multiples et la gémellité chez la jument. Haras Nationaux. 3 mars 2004. N° 30ème journée d'étude.
25. **Bhanu P., Chowhary et Raudsepp T. 2000.** Cytogenetics and Physical gene maps, In : Bowling A.T. et Ruvinsky A. *The genetics of the horse*, CABI international, New York, 171-242.
26. **Blanchard TL., D. Varner J., Schumacher CC., Love Sp. et Rigby Sl., 2011.** Manual of equine reproduction. 2nd edition. Mosby, St Louis, MO, USA Chapter 2. Examination of the Stallion for Breeding Soundness. p. 10.
27. **Blanchard TL., Varner DD., Schumacher J., Love CC., Brinsko S P. et Rigby SL. 2005.** Manual of equine reproduction. 2nd edition. Mosby 2 Testicular germ cell apoptosis and formation of the sertoli cell barrier during the initiation of spermatogenesis in pubertal stallions, *Animal Reproduction Science*.
28. **Blesa F., Valera M., Vinuesa M. et Molina A. 1999.** The length of gestation in the Andalusian Horse and Arabian Horse. In: *Proceeding E.A.A.P. 50th Meeting*, Zurich, Switzerland.
29. **Blue M.G., Bruère A.N., Dewes H.F. 2015.** The significance of the XO syndrome in infertility of the mare. *New Zealand Veterinary Journal*, 26:6, 137-141.
30. **Bogros D. 1987.** Histoire et Histoires du Barbe. Caracole : Lausanne, 1987, p 113.
31. **Bollwein H., Schulze J.J., Miyamoto A. et Sieme H. 2008.** Testicular blood flow and plasma concentrations of testosterone and total estrogen in the stallion after the administration of the human chorionic Gonadotrophin. *Journal of the reproduction and development*, Vol. 54, No 5.
32. **Boone G., Drogoul. C., Gadoud R., Jussiaux R., Montemas L. et Robin G. 1988.** Reproduction des mammifères d'élevage. Collection INRAP. Editions Foucher, Paris 15-23.
33. **Borges GS., Melo MIV., Mambrini JVM. et Snoeck PPN. 2010.** Biometria testicular de garanhões da raça campolina. *Boletim de Indústria Animal*, 67:157-162.
34. **Bos H. and Van Der Mey GJW. 1980.** Length of gestation periods of horses and ponies belonging to different breeds. *livest. prod. sci.* 7, 181-187.

35. **Botton D., Janett D., Burger F., Imboden D., Kähn I. et Thun R. 2008.** Influence of long-term treatment with equine somatotropin (EquiGen) on gonadal function in stallions with poor semen quality. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde*, 150(4):157-65.
36. **Boujenane I., Touati I. et Machmoum M. 2008.** Mensurations corporelles des chevaux Arabe-Barbe au Maroc *Revue Méd. Vét.*, 2008, 159, 3, 144-149.
37. **Boukkaboul A., Bouakkaz A. et Kerboeuf D. 2006.** Détection d'une résistance aux benzimidazoles chez les strongles digestifs du cheval en Algérie. *Revue Médecine Vétérinaire* 157: 59-64.
38. **Bounekhla AF. 2002.** Arabe-Barbe: Plaidoirie pour une discipline ancestral le monde hippique: *Revue mensuelle Algérienne* 14-16.
39. **Bowling A. T., Breen M., Chowdhary B. P. et al. 1997.** International system for cytogenetic nomenclature of the domestic horse », *Chromosome Research*, 5, 433-443.
40. **Briant C., Bouakkaz A., Gaudé Y., Bruneau B., Yvon JM., Guillaume D., Rampin O. et Maurin Y. 2011.** Importance relative de l'olfaction pour la détection de la jument en oestrus par l'étalon. 37ème Journée de la Recherche Equine, février 2011. 5-10.
41. **Bruck I., Anderson GA. et Hyland JH. 1993.** Reproductive performance of thoroughbred mares on six commercial stud farms. *Australian Veterinary Journal*, 70(8): 299-303.
42. **Burkholder WJ. 2000.** Use of body condition scores in clinical assessment of the provision of optimal nutrition. *Journal of the American Veterinary*, 217: 650-654.
43. **Burns PJ., Jawad MJ., Edmousson A., Cahill C., Boucher JK., Wilson EA. et Douglas RH. 1982.** Effects of increased photoperiod on hormone concentrations in thoroughbred stallions, *J. Reprod. Fert.*, 1982,32, 103-111.
44. **Cabral GC., Almeida FQ. et Quirino CR. 2004.** Morphometric evaluation of Mangalarga Marchador horse: conformation index and body proportions. *Rev. Bras. Zootec.*, 33 (4) : 989-1000.
45. **Carnevale EM., Bergfelt DR. et Ginther OJ. 1994.** Follicular activity and concentrations of FS and LH associated with senescence in mares. *Animal Reproduction Science*, 35(3-4), 231-46.
46. **Casey PJ., Gravance CG. et Davis RO. 1997.** Morphometric differences in sperm head dimensions of fertile and subfertile stallions. *Theriogenology*, 47(2):575- 582.
47. **Chabchoub A., Landolsi F. et Jari Y. 2004.** Etude des paramètres morphologiques des chevaux Barbe de Tunisie. *Revue Méd. Vét.*, 2004, 155, 31-37.
48. **Chaffaux S. 1992.** Le testicule de l'Etalon, glande endocrine, *Revue de médecine vétérinaire*. 168(11/12), 907-915.
49. **Chaid SY. 2006.** Les origines d'*Equus Caballus* en Algérie et les origines de la domestication. *Revue de l'OMCB.*, 46-52.
50. **Chaid-Saoudi Y. 1988.** La préhistoire du cheval en Afrique du Nord. *Maghreb vétérinaire*. 3,14, 7.
51. **Charrière G. 1974.** Mythes et réalités sur la plus noble conquête de l'homme et sur son plus perfide ennemi. In: *Revue de l'histoire des religions*, tome 186 n°1, pp. 3-44.
52. **Checura CM., Beg MA., Gastal E.L., Gastal MO., Wiltbank MC., Parrish JJ. et Ginther OJ. 2008.** Effect of suppression of FSH with a GnRH antagonist (acyline) before and during follicle deviation in the mare. *Reprod. Domest. Anim.*

53. **Cilek S. 2009.** The survey of reproductive success in Arabian horse breeding from 1976-2007 at Andalu State farm in Turkey. *Journal of Anim. Vet. Adv.* 2009; 8: 389-396.
54. **Claes A., Ball BA., Scoggin KE., Roser JF., Woodward EM., Davolli GM., Squires EL. Et Troedsson MHT. 2017.** The influence of age, antral follicle count and diestrus ovulations on estrous cycle characteristics of mares, *Theriogenology*, 15: 97: 34-40
55. **Clay CM., Squires EL., Amann R.P. et Pickett B.W. 1987.** Influences of season and artificial photoperiod on stallions: testicular size, seminal characteristics and sexual behavior. *J. Anim. Sci.*, 1987 Feb, **64**: 517-525.
56. **Clément F. et Vidamment M. 1998.** facteurs influençant la fertilité des étalons nationaux. *Point vétérinaire*, 29 (193) : 47-52.
57. **Clément F., Plongere G., Magistrini M. et Palmer E. 1998.** Appreciation de la fonction sexuelle de l'étalon. *Point vétérinaire*, 119: 343– 348.
58. **Clément F., Vidament M. et Magistrini M. 1995.** Estimation du pouvoir fécondant de l'étalon *Rec. Méd. Vêt.* 168(11 /12), 947-957.
59. **Clure Mc., Chaffin SR. et Beaver BV. 1992.** Non pharmacologic management of stereotypic self-mutilative behavior in a stallion. *Jamer vet med assn.* 200, (12), 1975-1977.
60. **Colenbrander B., Gadella BM. et Stout TAE. 2003.** The Predictive Value of Semen Analysis in the Evaluation of Stallion Fertility. *Reproduction in Domestic Animals*, 38(4): 305–311.
61. **Cox J., Rehead P. et Jawad N. 1988.** The effect of artificial photoperiod at the end of the breeding season on plasma testosterone concentration in stallions, *Aust Vet. J.*, , 65(8), 239-241.
62. **Crawley MJ. 1983.** *Herbivory the Dynamics of Animal-Plant Interactions.* University of California Press, Berkeley and Los Angeles.
63. **Cribiu E.P. 1992.** Cytogénétique et pathologie équine, *Rec.Med.Vet.*, 168,1005-1010.
64. **Crowell-Davis SL. 2007.** Sexual behavior of mares. *Hormones and Behavior*, 52: 12–17.
65. **Dadoune JP. et Demoulin A. 2001.** dans la reproduction chez l'homme et les mammifères, structure et fonction du testicule, 260-280, 914p.
66. **Daumas E. 1887.** « les chevaux du Sahara et les moeurs du désert » 9eme édition, revue et commentée avec des commentaires par l'émir Abd-El Kader, Paris, Calmann Lévy, 1887.
67. **Daumas E. 1858.** Les chevaux du Sahara et les commentaires de l'Emir Abdelkader. Ed PM Favre, Caracole, p.255.
68. **Donaldson LE. 1969.** Relationships between body condition, lactation and pregnancy in beef cattle. *Australian Veterinary Journal.*;45(12):577-81.
69. **Dowsett KF. et Knott LM. 1996.** The influence of age and breed on stallion semen. *Theriogenology* 46:397-412.
70. **Dowsett KF. et Pattie WA. 1982.** Characteristics and fertility of stallion semen. *Journal of Reproduction and fertility*, Suppl. 32: 1-8.
71. **Driancourt MA. 2001.** Regulation of ovarian follicular dynamics in farm animals. Implications for manipulation of reproduction. *Theriogenology*, 55: 1211-1239.
72. **Dring LA., Hintz HF. et Van Vleck LD. 1981.** Coat color and gestation length in Thoroughbred mares. *j. hered.* 72, 65–66.

73. **El-Badry DA., El Sisy GA. et Abo El-Maaty AM. 2016.** Seminal plasma hormonal profile of Arabian stallions that are classified 'good' or 'poor' for semen freezing. *Asian Pacific Journal of Reproduction* 2016; 5(6): 453–458.
74. **Ensminger M. 1977.** *Horses and Horsemanship*, 7th Ed, Danville, IL: The Interstate Printers, 1999, 598 p.
75. **Falque M. 2011.** Évolution des méthodes de génotypage. In : *Journée A.S.F. « Génétique d'association et Amélioration des plantes : Évolution des outils de génotypage et de phénotypage à haut-débit.* du 3 février 2011, p 1-16.
76. **Fay, J.E., et Douglass, R.H. 1987** changes in thecal and granulosa cell LH and FSH receptor content associated with follicular fluid and peripheral plasma gonadotrophin and steroid hormone concentrations in preovulatory follicles of mares. *Journal of reproduction and fertility, suppliment 37*: 169-181.
77. **FAO. 2013.** Caractérisation phénotypique des ressources génétiques animales. Directives FAO sur la production et la santé animales No. 11. Rome. FAO, 2013. p 151.
78. **FEH C. 1989.** Grandir en liberté, l'adolescence du cheval. Optipress, Montfort l'Amaury.
79. **Ferreira J.R.M., Meirelles M.G., Guimarães C.F Alonso., M.A., Nichi M., Fernandes C.B. 2016.** Factors affecting gestational length in the Mangalarga Paulista breed. *Anim. Reprod., Belo Horizonte.*13, (2), 117-121.
80. **Franck M. et Giraud D. 1988.** projection de film vidéo de l'ENV de Lyon ; l'insémination artificielle dans l'espèce équine.
81. **Froget FJ. 1992.** L'organisation de l'élevage et de la monte publique des Equidés en France, *Ree. Med. Vet.,*168(11/12), 917-926.
82. **Gaudois M. 1989.** Le cheval barbe et ses croisements. In : *Recueil de tous les textes officiels sur le cheval barbe*, Organisation mondiale du Cheval Barbe. Caracole: Lausanne, 1989, 85-93.
83. **Gharagozlou F., Akbarinejad V., Youssefi, R., Masoudifard M. et Hasani N. 2014.** Reduced anti-Müllerian hormone (AMH) in mares with hemorrhagic anovulatory follicles. *Iranian Journal of Veterinary Research.,* 2014, Vol. 15, No. 4, Ser. No. 49, Pages 336-340.
84. **Gilbert B. 2005.** reproduction des mammifères d'élevages. Editions Educagri. 156p.
85. **Ginther OJ. 1992.** Reproductive biology of the mare: Basic and applied aspects. Equiservices Cross Plaines, Wis.
86. **Ginther OJ., Beg MA., Gastal EL., Gastal MO., Baerwald AR. et Pierson RA. 2005.** Systemic concentrations of hormones during the development of follicular waves in mares and women. A comparative study *Reproduction*, 130(3), 379–388.
87. **Ginther OJ. et Donadeu FX. 2002.** Follicular waves and circulating concentrations of gonadotrophins, inhibin and Oestradiol during the anovulatory season in mares. *Reproduction*, 124, 875-885.
88. **Ginther OJ., Scraba ST. et Nuti LC. 1983.** Pregnancy rates and sexual behavior under pasture breeding conditions in mares. *Theriogenology*, 20(3): 333-345.
89. **Gluckman PD. et Hanson MA. 2004.** Maternal constraint of fetal growth and its consequences. *Semin. Fetal Neonatal Med.,* 9: 419–425.
90. **Gordon I. 1997.** Reproduction in Horses, Deer & Camelids. *Controlled Reproduction in farm animals series*, 23-25. 1997.

91. **Gouvernement General. 2003.** Elevage brochure., Les grands secteurs de l'Agriculture algérienne Édité par le Gouvernement Général Revu et augmenté par les soins de l'office Algérien d'Action Économique et Touristique OFALAC - 40 rue d'Isly – Alger document adressé par Jean Soler.
92. **Guedaoura S. 2001.** Etude des paramètres de fertilité des étalons et premiers essais de cryopreservation du sperme. mémoire de diplôme de magistère, CUET, P 139.
93. **Guedaoura S., Cabaraux J.-F., Moumene A., Tahraoui A. et Nicks B. 2011a.** Evaluation morpho métrique de chevaux de race barbe et dérivés en Algérie, *Ann. Méd. Vét.*, 155, 14-22.
94. **Guedaoura S. 2011b.** Identification et caractérisation des principales races equines en Algérie : le barbe et ses dérivés, thèse de doctorat es-sciences p 155.
95. **Guillaume D. 1996.** Action de la photopériode sur la reproduction des équidés. *Prod. Anim*, 9: 61-69.
96. **Guillaume D., Moussu C., de Geoffroy F., Chesneau D. et Keller M. 2018.** Olfactory stimulation or inhibition of sexual behavior of stallions in non-breeding season. *Physiology and Behavior* 186:1-9.
97. **Guillaume D., Salazar-Ortiz J., Menassol JB., Malpoux B. et Chemineau P. 2010.** Photopériode, métabolisme et reproduction: intérêt du modèle équin. *Bull. Acad. Vét. France* — 200 – (163). 5-18.
98. **Hafez ESE. et Hafez B. 2004.** *Reprodução animal*. 7. ed. São Paulo: Manole, p 400-480.
99. **Hafez ESE. 1987.** *Reproduction in farm animals*. Lea & Febiger, Philadelphia p100-124.
100. **Hafez ESE. et Garner DL., 2000.** *Reproduction in farm animals seventh edition* Lippincott Williams & Wilkins; p96-108.
101. **Hanlon DW., Stevenson M., Evans MJ. et Firth EC. 2012.** Reproductive performance of thoroughbred mares in the Waikato region of New Zealand: Multivariable analyses and sources of variation at the mare, stallion and stud farm level. *New Zealand Vet J.* 60(6): 335-343.
102. **Haras Nationaux Français 2012.** Le tempérament des étalons. In : Haras Nationaux, Catalogue. Etalons loisir. 2-5.
103. **Hayden SS., Blanchard TL., Steen P., Brinsko SP., Varner DD., Hinrichs K. et Love CC. 2015.** The “dilution effect” in stallion sperm. *Theriogenology* 83 (2015) 772–777.
104. **Heck L., Clauss M. et Sánchez-Villagra MR. 2017.** Gestation length variation in domesticated horses and its relation to breed and body size diversity. *Mammalian Biology - Zeitschrift für Säugetierkunde*, 84:44-51.
105. **Heidler B., Aurich JE., Pohl W. et Aurich CHR. 2004.** Body weight of mares and foals, estrous cycles and plasma glucose concentration in lactating and non-lactating Lipizzaner mares. *Theriogenology*, 61 (5), 883-893.
106. **Henneke DR, Potter GD. et Kreider JL. 1984.** Body condition during pregnancy and lactation and reproductive efficiency of mares. *Theriogenology*; 21(6):897-909.
107. **Henneke DR., Potter GD., Kreider JL. et Yeates BF. 1983.** Relationship Between Condition Score, Physical Measurement and 477 Body Fat Percentage in Mares. *Equine Vet J.* 15, 371–372.

- 108. Hevia ML., Quiles AJ., Fuentes F. et Gonzalo C. 1994.** Reproductive performance of thoroughbred mares in Spain. *J. equine vet. sci.* 53 (suppl. 1), 295.
- 109. Heymon Y. et Vignon X. 2005.** Reproduction des animaux d'élevage. p31-65 Educagri.
- 110. Houpt K. 2005.** Domestic Animal Behavior for Veterinarians and Animal Scientists Blackwell Publishings, Ames, 506 p.
- 111. Husser B. 2018.** Le cheval barbe entre France et Algérie : lumières et paradoxes d'une « race-fossile » (1542-1914). *Bull. Acad. Vét.* 171 (2). 117-123.
- 112. Houpt KA. et Guida L. 1984.** Equine behaviour. *Equine Practice* 6, 32-35.
- 113. Houssou H. 2011.** L'approche de la fonction sexuelle des étalons en Algérie. mémoire de diplôme de magistère, CUET, p 164.
- 114. Houssou H., Bensalem M., Bouzebda Afri F. et Bouzebda Z. 2012.** Les méthodes d'évaluation du poids corporel moyen du cheval en Est-Algérien 2eme journées nationales en Productions animales. Université de Chlef. 14-15 Novembre 2012.
- 115. Houssou H., Bensalem M., Bouzebda Afri F. et Bouzebda Z. 2013.** Mesure et prédiction de la fertilité des étalons de l'Est Algérien. In : 11emes journées internationales des Sciences Vétérinaires. Université d'Alger. 30 novembre-01 Décembre 2013, p 14.
- 116. Houssou H., Bouzebda Afri F., Bouzebda Z. et Benidir M. 2019.** Evaluation of sexual behavior of stallion (Arabian versus Barb) during breeding season in Algeria. En ligne *Indian J. Anim. Res.*,
- 117. Houssou H., Bouzebda Afri F., Bouzebda Z. et Haddouche Z. 2018.** A Retrospective Study of Arabian Stallion Fertility Used in National Stud Farm of Tiaret (West of Algeria). *Global Veterinaria*, 20(3): 106-109.
- 118. Hurtgen J. 2000.** Breeding management of the Warm blood stallion. In : Samper, J. C. Equine breeding management and artificial insemination. W. B. Saunders Company, Philadelphia, 73-80.
- 119. Hurtgen JP. 2009.** Breeding management of the warmblood stallion. In: Samper JC, editor. Equine breeding management
- 120. Irvine CHG. et Alexander S. 1982.** Importance of testicular hormones in maintaining the annual pattern of LH secretion in male, *J. Reprod. Fert. suppl.*, 1982, 32, 97-102.
- 121. Irvine CHG., et Alexander, SL. 1994.** The dynamics of gonadotrophin releasing Hormone, LH and FSH secretion during spontaneous ovulatory surge of the mare as revealed by intensive sampling of pituitary venous blood. *Journal of Endocrinology* 140: 283-295.
- 122. Janet FR. 2008.** Regulation of testicular function in the stallion: An intricate network of endocrine, paracrine and autocrine systems *Animal Reproduction Science* , 107,( 3-4), ) 179-196.
- 123. Jasko DJ., Little TV., Lein DH. et Foote RH. 1992.** Comparison of spermatozoa movement and semen characteristics with fertility in stallions: 64 cases (1987-1988). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 200(7):979-985.
- 124. Jezierski T., Jaworski Z., Sobczynska M., Ensminger J. et Górecka-Bruzda A. 2017.** Do olfactory behavior and marking responses of Konik polski stallions to faeces from conspecifics of either sex differ? *Behavioural Processes*.

125. **Jones R., Lawrence T., Veevers A., Cleave N. et Hall J. 1989.** Accuracy of prediction of the live weight of horses from body measurements. *The Veterinary Record*, **125**, 22, 549-553.
126. **Jussiaux M., Trillaud GC. 1977.** La reproduction chez le cheval I. l'étalon, 10-32.
127. **Kadri A. 2006.** Le cheval barbe, cheval du Nord de l'Afrique, son rôle en Algérie. *Rev. Organism. Mond. Cheval Barbe*, 2006, 9-45.
128. **Katila T. 2016.** Evaluation of diagnostic methods in equine endometritis. *Reproductive Biology*. septembre 2016. Vol. 16, n° 3, pp. 189- 196.
129. **Knobil E. et Neill J.D. 1999.** *Spermatozoa*. In: Encyclopedia of Reproduction. (4). 1999; 586-596.
130. **Koskinen E., Kuntsi H., Lindeberg H. et Katila T. 1989.** Predicting Ovulation in the Mare on the Basis of Follicular Growth and Serum Oestrone Sulphate and Progesterone Levels. *J. Vet. Med. A.*, **36**, 299-304.
131. **Kubien E.M., Pozor M.A. et Tischner. 1993.** Clinical, cytogenetic and endocrine evaluation of a horse with a 65,XX karyotype, *Equine Veterinary Journal*, 25,333-335.
132. **Kuhl J., Stock K. F, Wulf M., et Aurich C. 2015.** Maternal Lineage of Warmblood Mares Contributes to Variation of Gestation Length and Bias of Foal Sex Ratio. *PLOS ONE*, 2015; 10 (10): e0139358 DOI: 10.1371/journal.pone.0139358.
133. **Kumar D., Jhamb D. et Saxena A. 2011.** Effect of different seasons and thawing protocols on certain seminal attributes of Indian standard bred stallion semen preserved using 1% glycerol and 1% dimethyl formamide as cryoprotectants. *Indian Journal of Animal Research*, 45: 247-55.
134. **Kurth A., Douglas E.S. et Alvin WS. 2006.** Serologic evidence of vesivirus specific antibodies associated with abortion. In horses. *AJVR*, Vol 67 , No.6,1033 p
135. **Langlois B. et Blouin C. 2004.** Practical efficiency of breeding value estimation based on annual earnings of horses for jumping, trotting and galloping races in France. *Livestock Production science*. 87, 99-107.
136. **Langlois B. 1973.** Caractères quantitatifs chez le cheval: aspects génétiques revue bibliographique. bulletin technique du département de génétique animale 16, 36-38.
137. **Laura R., Donald L., Thompson J., Glen T., Del Vecchio R., Keith P., Davis A. et Del Vecchio PM. 2004.** The Relationship Between Body Condition Score and Ultrasonic Fat Measurements in Mares of High Versus Low Body Condition. *Journal of Equine Veterinary Science* **24**:198-203.
138. **Leisinger CA., Medina V., Markle ML., Paccamonti DL. et Pinto CRF. 2018.** Morphological evaluation of Day 8 embryos developed during induced aluteal cycles in the mare. *Theriogenology*, 1; 105: 178-183.
139. **Lemma A., Birara C., Hibste A. et Zewdu G. 2015.** Breeding soundness evaluation and reproductive management in Baldras sport horses, *Ethiopian Veterinary Journal*, 19 (2), 11-25.
140. **Lindsay FE. et Burton FL. 1983.** Observational study of "urine testing" in the horse and donkey stallion. *Equine Veterinary Journal* 15: 330-6.
141. **Lofstedt RM. 1992.** Miscellaneous diseases of pregnancy and parturition. *Equine Reproduction*. Ed. McKinnon and Voss. Lea &Febiger, Philadelphia, London, p. 596-603.

- 142. Love C., Varner D. et Thompson J. 2000.** Intra- and inter-stallion variation in sperm morphology and their relationship with fertility. *Journal of Reproduction and Fertility Supplement*; 56:93-100.
- 143. Love CC. 2011.** Relationship between sperm motility, morphology and the fertility of stallions *Theriogenology*, 76(3): 547–557.
- 144. Mäkinen A., Haesgawa T., Makila M, Katila T. 2000.** Infertility in two mares with XY and XXX sex chromosomes, *Equine Veterinary Journal*, 32, 358-360.
- 145. Malpoux B. 2001.** Cycle annuel de reproduction chez la brebis : signaux photopériodiques et rythme endogène. Th. D. : Sciences Naturelles : Université Paris 6, 63 p.
- 146. Malschitzky E., Pimentel A., Garbade P., Jobim M., Gregory R. et Mattos R. 2015.** Management Strategies Aiming to Improve Horse Welfare Reduce Embryonic Death Rates in Mares. *Reproduction in Domestic Animals*. 2015;50(4):632-6
- 147. Mambrini JVM. et Snoeck PPN. 2010.** Biometria testicular de garanhões da raça campolina. *Boletim de Indústria Animal*, 67: 157–162.
- 148. Mandal DK. et Tyagi S. 2004.** Pre-copulatory behavior of Sahiwal bulls during semen collection and effects of age and season on their sexual performance. *Indian Journal of Dairy Science* 57: 334–38.
- 149. Mantovani R. et Bailoni L. 2011.** Energy and protein allowances and requirements in stallions during the breeding season, comparing different nutritional systems. *Journal of Animal Science* 2011, 89:2113-2122. Marcenac L N et Aublet H 1980 *Encyclopédie du cheval*. 4e éd., Maloine S.A.Editeur, Paris, 1980. P. 1185.
- 150. Marcenac L., Aublet H. et D'autherville P., 1980.** Etude comparative des régions proportions – compensations Hippométrie. *In : Maloine: Encyclopédie du cheval*, Paris, France, 195- 212.
- 151. Mariante A da S., Miserani MG., McManus C., Santos SA., De Abreu UGP. et Da silva J.A. 2002.** Body indexes for the Pantaneiro Horse. *Proc. 7th World Cong. Genet. Appl. Livest. Prod.*, 30 : 431-434.
- 152. Marinier SL., Alexander AJ. et Waring GH. 1988.** Flehmen behaviour in the domestic horse: discrimination of conspecific odours. *Applied Animal Behaviour Science* 19, 227-237.
- 153. Marteniuk JV., Carleton CL., Lloyd JW. et Shea ME. 1998.** Association of sex of fetus, sire, month of conception, or year of foaling with duration of gestation in standardbred mares. *J. am. Vet. assoc.* 212 (11), 1743–1745.
- 154. Martinson KL., Coleman RC., Rendahl AK., Fang Z. et McCue ME. 2014.** Estimation of body weight and development of a body weight score for adult equids using morphometric measurements. *J. Anim. Sci.* 92:2230–2238.
- 155. Martin-Rosset W. 1990.** L'alimentation des chevaux : techniques et pratiques. Institut national de la Recherche agronomique (INRA) : Paris, 232 p.
- 156. Matthew DU. 2016.** Prediction of bull fertility. *Animal Reproduction Science* 169: 37–44.
- 157. McCue PM. et Ferris RA. 2012.** Parturition, dystocia and foal survival: A retrospective study of 1047 births. *Equine Vet J Suppl*; 41: 22–25.

158. **Mc Clure S., Chaffin M. et Beaver BV. 1992.** Non pharmacologic management of stereotypic self-mutilative behavior in a stallion. *Vet. med. assn.* 200, (12), 1975-1977.
159. **Mc Donnell SM. 1999a.** *Domestic Animal Behavior for Veterinarians and Animal Scientists* Blackwell Publishing's, Ames, 506 p.
160. **Mc Donnell SM. 2000.** Stallion sexual behavior. In: Samper, J. C. *Equine breeding management and artificial insemination.* W. B. Saunders Company, Philadelphia, 53-62.
161. **Mc Donnell SM. 1992b.** neural and vascular events of sexual response in the horse *Vet. Clin.Of north Am*; 1992; 8, (1).
162. **Mc Donnell SM. 1986.** Reproductive Behavior of the Stallion. *Equine Practice*: 535-555.
163. **Mc Donnell SM. 1992c.** Normal and abnormal sexual behavior. In Blanchard TL, Varner DD (Eds), *Veterinary Clinics of North America Equine Practice, Stallion Management* 8: 71-89.
164. **Mc Donnell SM. 1992a.** Normal and abnormal sexual behavior. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.* 8, (1), 71-89
165. **Mc Donnell SM. 1992c.** Sexual behavior dysfunction in stallions. In: Robinson, N.E. *Current Therapy in Equine Medicine*, third edition. W. B. Saunders Company, Philadelphia, 668-677.
166. **Mc Donnell SM. 1999 b.** Libido, erection, and ejaculatory dysfunction in stallions. *Compendium* 21, 263-266.
167. **Mc Donnell SM. 2005.** Techniques for extending the breeding career of aging and disabled stallions. *Cli. Tech. equine. Pract.* (4), 269-276.
168. **Mc Donnell, SM. 2000b.** Reproductive behavior of stallions and mares: comparison of free-running and domestic in-hand breeding. *Animal Reproduction Science* 60: 211–219.
169. **Mc Donnell, SM. 2016.** Revisiting Clinical Stallion Sexual Behavior: Applying Ethology in the Breeding Shed. *Journal of Equine Veterinary Science* (2016) 1–5.
170. **Mc Donnell, SM. et Murray SC. 1995.** Bachelor and harem stallion behavior and endocrinology. *Biol of Reprod Mono* 1995 1:577–90.
171. **Mc Dowell KJ., Powell DG. et Baker CB. 1992d.** Effect of book size and age of mare and stallion on foaling rates in Thoroughbred horses. *Journal of Equine Veterinary Science*, 12(6): 364-367.
172. **McGreevy P. 2004.** *Equine behavior: a guide for veterinarians and equine scientists.* Saunders, Edinburgh, 369 p.
173. **M'taallah B. ; Ben youness A. 1998.** Etude morphologique comparative du cheval Barbe, Pur sang Arabe et Pur sang Anglais. *Albytari*, n°19, t p 32.
174. **Meliani S., Benallou B., Halbouche M., Abdelhadi SA. et Naceri A. 2011.** Environmental factors affecting gestation duration and time of foaling of pure bred Arabian mares in Algeria. *Asian J Anim Vet Adv* 2011; 6: 599-608.
175. **Meliani S., Benallou B., Halbouche M. et Haddouche Z. 2013.** Time of foaling in Arabian mares raised in Tiaret, Algeria. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 3(7): 587-588.
176. **Meliani S., 2013.** Etude des facteurs influençant la duree de gestation et la variation des paramètres biochimiques selon le stade de reproduction chez la jument arabe. Thèse de Doctorat en sciences agronomiques. 105-145.

- 177. Milner J. et Hewitt D. 1969.** Weight of horses: improved estimates based on girth and length. *Canadian Veterinary Journal*, **10**, n°12, 314-316.
- 178. Montavon S. 1993.** Croissance et dynamique folliculaires avant et pendant l'ovulation chez la jument. *Schweiz. Arch. Tierheilk.* **135**, 151-155.
- 179. Morel D. 1999.** Equine artificial insemination; Cabin publishing New York; 21-53 p.
- 180. Morel MCG., Newcombe JR. et Swindlehurst JC. 2005.** The effect of age on multiple ovulation rates, multiple pregnancy rates and embryonic vesicles diameter in the mare. *Theriogenology*, **63**, 2482-2493.
- 181. Morel JM., Johannisson A. et Dalin AM. 2008.** Sperm morphology and chromatin integrity in Swedish warmblood stallions and their relationship to pregnancy rates. *Acta Veterinaria Scandinavica*, **50** (1):1-7.
- 182. Morris LHA. et Allen WR. 2002.** Reproductive efficiency of intensively managed thoroughbred mares in Newmarket. *Equine Veterinary Journal*, **34**(1): 51-60.
- 183. Mourier E. 2010.** Le moment de l'insémination, l'insémination artificielle post-ovulation chez la jument. *Le nouveau praticien vétérinaire*. Juin 2010. Vol. 6, n° 22, 6-12.
- 184. Muyan M., Roser JF., Dybdal N. et Baldwin DM. 1993.** Modulation of gonadotropin releasing hormone-stimulated Luteinizing hormone release in cultured male equine anterior pituitary cells by gonadal steroids. *Biol. of Reprod.* **49**, 2, 340-345.
- 185. Nagy P. 2004.** Factors affecting plasma progesterone concentration and the retrospective determination of the time of ovulation in cyclic mares. *Theriogenology*, **6**, 1203-1214.
- 186. Nagy P., Guillaume D. et Daels P. 2000.** Seasonality in mares. *Anim.Reprod. Sci.* **60**:245-262.
- 187. Najjar A., Benaoun B., Ezzaouia M., Ben Maâtoug AA., Magistrini M. et Ben Mrad M. 2010.** Determination of Semen and Sexual Behavior Parameters of Arabian Stallions to Be Selected for an Artificial Insemination Program under Tunisian Conditions *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, **8** (2): 173-177.
- 188. Nath LC. 2010.** Reproductive efficiency of thoroughbred and Standardbred horses in north-east Victoria. *Aust. Vet. J.* **88**, 169-175.
- 189. Nicks B., Delfontaine B., Canart B., Vanderbruggen J. et Vandenheede M. 2006.** Caractéristiques morphologiques des juments de Trait belge. *Ann. Méd. Vét.*, **150**, 247-251.
- 190. Noue P., Bernabé J., Rampin O., Vidament M., Dumas T., Palmer E. et Magistrini M. 2001.** Sexual behavior of stallions during in-hand natural service and semen collection: an observation in French studs. *Animal Reproduction Science* **68**: 161-169.
- 191. OMCB. 1989.** L'Organisation mondiale du cheval barbe. In : Recueil de tous les textes officiels sur le cheval barbe, Organisation mondiale du Cheval Barbe. Caracole : Lausanne, 165-189.
- 192. Ouragh L. 2004.** Typage ADN du cheval Barbe. Conférence à l'Assemblée générale de l'OMCB au Maroc.
- 193. Pal Y., Arangasamy A., Legha RA., Singh J., Bansal RS., Khurana SK. et Tandon SN. 2011.** Freezability and fertility of Marwari stallion semen. *Indian Journal of Animal Sciences* **81**(5): 445-47.
- 194. Palmer E. et Driancourt MA. 1980.** Use of ultrasound echography in equine gynecology. *Theriogenology*, **13**, 203-216.

- 195. Palmer E. et Fauquenot A. 1984.** Mesure et prédiction de la fertilité des étalons. Etude méthodologique. In : Jarrige R., Martin R. éd., le cheval. Reproduction., Sélection., Aliment INRA., Paris p113-127.
- 196. Panchal MT., Gujarati ML. et Kavani FS. 1995.** Some of the reproductive traits in kathi mares in gujarat state. *Indian j. Anim. Reprod.* 16, 1.
- 197. Pande M., Srivastava N., Soni YK., Omerdin KM., Tyagi S., Sharma A. et Kumar S. 2018.** Presence of Fertility-associated antigen on sperm membrane corresponds to greater freezability potential of Frieswal bull semen. *Indian Journal of Animal Sciences* **88**(1): 39–45
- 198. Pashan RL. et Allen R. 1979.** The role of the fetal gonads and placenta in steroid production, maintenance of pregnancy and parturition. *J. Reprod. Fertil., (Suppl. 27, Equine Reproduction II):* 499–509
- 199. Pérez CC., Rodrigez I., Mota J., Dorado J., Hidalgo M., Felipe M. et Sanz J. 2003.** Gestation length in CarthusianSpanishbred mares. *Livest. Prod. Sci.,* 82: 181-187.
- 200. Perkins BL., Smith RD. et Sniffen CJ. 1985.** Body condition scoring: a useful tool for dairy herd management. *Condition\_scoring.html.* Accessed on May 28, 2003.
- 201. Perumal P., Savino N., Sangma CTR., Khan MH., Ezung E., Chang S. et Sangtam TZT. 2017.** Seasonal effect on physiological, reproductive and fertility profiles in breeding mithun bulls. *Asian Pacific Journal of Reproduction,* 6(6): 268-278.
- 202. Pesch S., Bergmann M., Hartwig B. 2006.** Determination of some enzymes and macro- and microelements in stallion seminal plasma and their correlations to semen quality.
- 203. Pickett BW., Sullivan JJ. et Seidel GE. 1975.** Reproductive physiology of the stallion. V. Effect of frequency of ejaculation on seminal characteristics and spermatozoal output. *Journal of Animal Science* 40:917–23.
- 204. Pickett BW., McKinnon AO., Squires EL.1987.** Semen collection, evaluation and extention. *Proceedings of post-graduate committee in veterinary science; N°94. The stallion: artificial breeding and embryo transfer, University of Sydney,* 183-218.
- 205. Pickett BW. 1993.** Factors affecting sperm production and output. In: MCKINNON A.O., VOSS J.L. *Equine Reproduction.* Philadelphia: Lea and Febiger, 1993, 689-699.
- 206. Pierson RA. et Ginther OJ. 1987.** Follicular population dynamics during the estrous cycle of the mare. *Animal Reproduction Science,* 14, 219-231
- 207. Pimentel CA., Hammes AM. et Dietrich G. 1997.** Fertility in the stallion as assessed by the spermatozoa morphology, *Ciência Rural, Santa Maria,* 27(4): 671-674.
- 208. Pineda MH. 2003.** Male reproductive system. In: pineda m.h., dooley m.p. *Veterinary endocrinology and reproduction.* Fifth edition. Iowa: Blackwell Publishing Company, 2003, 239-282.
- 209. Ponthier J., Desvals M., Franck T., Spalart M., Palmer E., Serteyn D. et Deleuze S. 2012.** Myeloperoxidase in equine semen: Concentration and Localization during freezing processing. *Journal of Equine Veterinary Science,* 2012; 32: 32-37.
- 210. Ponthier J., Van Den Berghe F., Parrilla Hernandez S., Hanzen C. et Deleuze S. 2014.** Congélation de sperme dans l'espèce équine: état des lieux et perspectives. In : *Annales de Médecine Vétérinaire.* Université de Liège. 2014. pp. 56–71.

211. **Pouillon F. 2008.** Émir Abd el-Kader, général Daumas Eugène, Dialogues sur l'hippologie arabe. Arles, Actes Sud (Arts équestres), 2008, 578 p. ISBN : 978-2742780662.
212. **Power M. M. 1987.** Equine half sibs with an unbalanced X;15 translocation or trisomy 28 », *Cytogenet. Cell Genet.*, 45, 163-168.
213. **Pycock J., Samper, JC. et McKinnon AO. 2006.** Current Therapy in Equine Reproduction, Elsevier Health Sciences. p 275-400.
214. **Rahal K., Guedioura A. et Oumouna M. 2009.** Paramètres morphométriques du cheval barbe de Chaouchaoua, Algérie *Revue Méd. Vét.*, 160, 12, 586-589.
215. **Rajak SK, Kumaresan A., Gaurav MK., Muhammad Aslam MK., Mohanty TK., Prasad SHIV., Chakravarty K. et Venkatasubramanian V. 2013.** Testicular biometry and semen quality is not altered by the process of fine needle aspiration in crossbred bulls. *Indian Journal of Animal Sciences* 83 (7): 732–735.
216. **Rampin O., Jérôme N., Briant C., Boué F. et Maurin Y. 2006.** Are oestrus odours species specific? *Behavioural Brain Research*. 172(1),169-72.
217. **Raz T. et Aharonson-Raz K. 2012.** Ovarian follicular dynamics during the estrous cycle in the mare. *Israel Journal of Veterinary Medicine*, 67(1) 11-18
218. **Reavell Dg. 1999.** Measuring and estimating the weight of horses with tapes, formulae and visual assessment. *Equine Veterinary Education*, 11 (6), 314-317.
219. **Roser JF. 2008.** Regulation of testicular function in the stallion: An intricate network of endocrine, paracrine and autocrine systems. *Animal Reproduction Science*, 107: 179–196
220. **Roser JF. 2000.** Reproductive Endocrinology of the Stallion. In: SAMPER J. Equine Breeding Management and artificial Insemination. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 2000, 41-52.
221. **Roser JF. 2001.** Endocrine and paracrine control of sperm production in stallions *Animal Reproduction Science* 68 (2001) 139–151.
222. **Rossdale PD. 1976.** A clinician's view of prematurity and dysmaturity in thoroughbred foals. *Proc. R. Soc. Med.*, 69: 631–632.
223. **Rossdale PD. 1992.** Le cheval : reproduction et élevage. Edit. Maloine, 240p.
224. **Rossdale PD. 1993.** Clinical view of disturbances in equine foetal maturation. *Equine Vet. J.*, 14: 3–7.
225. **Rossdale PD., Ousey J.C., Silver M. et Fowden A.L. 1984.** Studies on equine prematurity guidelines for assessment of foal maturity. *Equine.Vet. J.*, 16: 300–302.
226. **Rua MAS., Quirino CR., Bastos R., Junior AB., Santoro PN., Mariana SR., Matos LF. et Barreto MAP. 2015.** Evaluation of the sexual behavior and testosterone concentrations of Mangalarga Marchador stallions. *Applied Animal Behaviour Science*, 7.
227. **Rua MAS., Quirino CR., VEJA WHO., Bartholazzi JA., , Bastos R., Matos LFD. et Caroline MG. 2017.** Biometric testicular and serum testosterone concentration of Brazilian Ponies stallions. *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim., Salvador*, 18 (1) : 204-210.
228. **Sadek MH., Al-Aboud AZ. et Ashmawy AA. 2006.** Factor analysis of body measurements in Arabian horses. *J. Anim. Breed. Genet.* 123:369–377.
229. **Samper J., Reed SM., Bayly WM. et Sellod C. 2007.** The Stallion Equine Internal Medicine. Elsevier: W.B. Saunders Company, 2004, p 1135-1168..
230. **Saslow CA. 2002.** Understanding the perceptual world of horses. *Applied Animal Behaviour Science* 78:209-224.

- 231. Sato F., Tominari M., Murase H., Ishimaru M., Yusa S., Nakanishi S. et Tozaki T. 2016.** Verification of a Pregnancy by the First Mated Stallion in Successive Estrus Cycles After Stallion Change by DNA Parentage Testing. *Journal of Equine Veterinary Science*, (39): 20–24.
- 232. Schukken YH., Buurman J., Huirne RBM., Willemse A. et Vernooij JCM. 1992.** Epidemiological evaluation of fertility management in swine herds. *Animal Reproduction Science*, 28(1): 45-50.
- 233. Scoggin C. 2015.** Not just a number: effect of age on fertility, pregnancy and offspring vigour in thoroughbred brood-mares. *Reproduction fertility and Development*, 27(6), 872–879.
- 234. Setchel Bp. et Cox JE., 1982.** Secretion of free and conjugated steroids by the horse testis into lymph and venous blood. *J. Reprod. Fert.*, suppl. **32**, 123-127.
- 235. Sharp Dc., Grubaugh W., Zav MT. et Vernon MW. 1980.** Seasonal variation in melatonin secretory patterns in mares. *J. Anim. Sci.*, 51, Suppl. 1, Abst. 535.
- 236. Sieme H., Katila T. et Klug E. 2004.** Effect of semen collection practices on sperm characteristics before and after storage and on fertility of stallions. *Theriogenology* 61: 769–784.
- 237. Squires EL. et Pickett BW. 2011.** Factors affecting sperm production and output. In : McKinnon A.O., Squires E.L., Vaala W.E. (Eds), *Equine reproduction*. 2nd edition. Wiley-Blackwell: Oxford, 2011, 689-704.
- 238. Staempfli S, Janett F., Burger D, Koenig F., Imboden I., Hassig M. et Thun R. 2006.** Effect of exercise and suspensory on scrotal surface temperature in the stallion *Thériogenology* 66 (2006) 2120–2126.
- 239. Stacey A., 2011.** Le voyage nocturne et l'ascension (partie 1 de 6) : le voyage nocturne IslamReligion.com
- 240. Stahlbaum CC. et Houpt KA. 1989.** The role of the Flehmen response in the behavioral repertoire of the stallion. *Theriogenology* 45:1207-1214.
- 241. Sullivan JJ., Turner LC. Gutteridge HB. et Bartlett DE. 1975.** Survey of reproductive efficiency in the quarter-horse and Thoroughbred. *Journal of Reproduction and Fertility* Oct, (23): 315-318.
- 242. Tamzali Y. 1989.** La situation du cheval barbe en Algérie. In : Recueil de tous les textes officiels sur le cheval barbe, Organisation mondiale du Cheval Barbe. Caracole : Lausanne, 1989, 107-115.
- 243. Taya K., Nagata. S., Tsunoda N., Nagamine N., Tanaka Y., Nagaoka K., Taniyama H., Nambo Y. et Watanabe G. 2000.** Testicular secretion of inhibin in stallions. *J. Reprod. Fert. Suppl.*, 2000, 56, 43-50.
- 244. Tejpal K., Mehta JS., Ravi SK., Talluri TR., Kumar A., Kumar A. et Yogesh S. 2016.** Cryosurvival of Marwari stallion sperm in different extenders. *Indian Journal of Animal Sciences* 86 (12): 1396–1400.
- 245. Tharasanit T. 2011.** Control of Follicle Development and Ovulation in Mare: Principal and Clinical Aspects. *Thai Journal of Veterinary Medicine* 41, 55-57.
- 246. Thibault C. et Levasseur MC. 2001.** La reproduction chez les mammifères et l'homme. Coédition INRA-Ellipse, Paris, p277-278.

247. **Thimonier J. 2000.** Détermination de l'état physiologique des femelles par analyse des niveaux de progestérone INRA Prod. Anim, 13 (3), 177-183
248. **Tibary A. 2007.** Stallion reproductive behavior. In: Current therapy in equine reproduction. Saunders Elsevier, Saint-Louis, 174-184.
249. **Tibary A., Bakkoury M., Anouassi A., H'midouch A., Ouassat M., Sghiri A. et Tnibar MA. 2005.** Reproduction équine. Tome II: L'étalon. 2005. Actes Editions, Rabat, Maroc. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, editor, 58-64 ; 554 p.
250. **Troedsson M., Alghamdi As. et Foster Dn. 2004.** Equine seminal plasma reduces sperm binding to polymorphonuclear neutrophils (PMNs) and improves the fertility of fresh semen into inflamed uteri. *Reproduction*. **127**: 593-600.
251. **Troedsson M., Rozeboom K., Rocha CG. et Crabo Bg. 2001.** The chemotactic properties of porcine seminal components toward neutrophils in vitro. *J. Anim. Sci.* **79**: 996-1002.
252. **Tucker K.E., Henderson K.A. et DUBY R.T. 1991.** In vitro steroidogenesis by granulosa cells from equine preovulatory follicles. *Journal of reproduction and fertility Supplement* 44 : 45-55.
253. **Tucker RD. 1995.** Laparoscopic electrosurgical injuries Survey and results and their implications. *Surg. Laparosc. Endosc.* 1995 Aug, **5**, 4, 311-317.
254. **Umphenour NW. et Steiner J. 2000.** Breeding management of the thoroughbred stallion. In: SAMPER, J. C. Equine breeding management and artificial insemination. W. B. Saunders Company, Philadelphia, 63-72 p.
255. **Vaissaire JP. 1977.** Sexualité et reproduction des mammifères, 81-150 p.
256. **Valera M., Blesa F., Dos Santos R. et Molina A. 2006.** Genetic study of gestation length in andalusian and arabian mares. *Animal Reproduction Science* 95, 75-96.
257. **Van Buiten A., Remmen JLAM. et Colenbrander B. 1998.** Validation of non-return rate as a parameter for stallion fertility. *The veterinary quarterly*, 20(3): 100-103.
258. **Van Langeveld F. et Prins H. 2008.** Introduction on Resource Ecology. In: Resource Ecology: Spatial and Temporal Dynamics of Foraging (Ed. by H.H.T.Prins & F.van Langeveld), pp. 1-6. Springer.
259. **Vandeplassche M. 1992.** Prebirth complications and dystocia. Current therapeutic equine medicine, second ed. inter-medica, Buenos Aires, Argentina, pp. 578-583.
260. **Varner D., Thompson J., Blanchard TL., Heck R., Love CC. et Brinks SP. 2002.** Induction of the acrosome reaction in stallion spermatozoa: effects of incubation temperature, incubation time, and ionophore concentration. *Theriogenology*;58:303-6.
261. **Vidament M. 1999.** Endocrinologie de l'étalon, actualité en reproduction équine. INRA. Prod. Anim.,12 (5), 345-347.
262. **Vidament M., Clément F. et Palmer E. 1995.** La reproduction chez l'étalon : définition d'une fertilité normale, conditions d'utilisation, androl., 5, 155-166.
263. **Vliet D., Stout TAE. et Hendriks WK. 2014.** The oestrous cycle in Friesian mares Faculty of Veterinary Medicine, dspace. Library. Utrecht University. The Netherlands, 2-12.
264. **Voss J.L., Pickett BW. et Squires EL. 1981.** Stallion spermatozoa morphology, motility, and their relationship to fertility. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 178(3): 287-299.

265. **Waddington B., Penitente-Filho JM., Neves JGS., Pinho RO., Chaya AY., Maitan PP., Silveira CO., Neves MG., Guimarães SEF., de Carvalho GR. et Guimarães GD. 2017.** Testosterone serum profile, semen characteristics and testicular biometry of Mangalarga Marchador stallions in a tropical environment. *Reproduction in Domestic Animals*. 52(2):335-343.
266. **Waheed MM., Ghoneim IM. et Abdou MS. 2015.** Sexual behavior and hormonal profiles in arab stallions, *Journal of Equine Veterinary Science* 35(6): 499-504
267. **Walborn SR., Love CC., Blanchard TL., Brinsko SP. et Varner DD. 2017.** The effect of dual- breeding on stallion fertility. *Theriogenology*, 94, 8-14.
268. **Warriach HM., Memon MA., Ahmad N., Norman ST., Ghafar A. et Arif M. 2014.** Reproductive Performance of Arabian and Thoroughbred Mares under Subtropical Conditions of Pakistan Asian-Australasian. *Journal of Animal Sciences*, 27(7), 932-936.
269. **Watson ED., McDonnell AM. et Cuddeford D. 1994** Characteristics of cyclicity in maiden thouroughtbred mares in the united kingdom. *Veterinary Record*. (135): 104-106.
270. **Westervelt RG., Stouffer JR., Hintz HF. et Schryver HF. 1976.** Estimating fatness in horses and ponies. *Journal of Animal Science*, 43 (4), 781-785.
271. **Williams S. 2009.** Assessment of the boar reproductive efficiency: physiology and implications *Rev Bras Reprod Anim Supl*, Belo Horizonte, n.6, p.194-198.
272. **Yeste M., Estrada E., Casas I, Bonet S., Enric J., Rodríguez-Gil JE. 2013.** Good and bad freezability boar ejaculates differ in the integrity of nucleoprotein structure after freeze thawing but not in ROS levels. *Theriogenology*; 79: 929-939.
273. **Yoon M. 2012.** The Estrous Cycle and Induction of Ovulation in Mares. *Journal of Animal Science and Technology.*, 54(3), 165~174.
274. **Zeidan AEB., El-Sharabassy AA., Mekkawy MY. et El-Nady IA. 2017.** Sexual Behavior of Arabian Stallions as Affected by Age and Season of the Year under the Egyptian Environmental Conditions. *J. Animal and Poultry Prod.*, Mansoura Univ., 8: 79 – 82.
275. **Zervos IA., Lavrentiadou SN., Tsantarliotou MP., Georgiadis MP., Kokolis NA. et Taitzoglou A. 2010.** Seasonal variation of plasminogen activator activity in spermatozoa and seminal plasma of boar, buck, bull and stallion. *Reproduction in Domestic Animals*, 45(6): 440–446.

### *Sitographie*

276. **Anonyme 1 2008.** <http://acoeurotacris.centerblog.net/6584578-animaux-equides-cheval-mythologie-et-legendes>. consulté le 11/10/2014.
277. **Anonyme 2. 2017.** [www.google.dz/maps/Algérie](http://www.google.dz/maps/Algérie). consulté le 01/02/2017.
278. **Association Française du Cheval Barbe Le cheval barbe et arabe-barbe. 2002.** [En ligne] adresse URL : <http://afcb.perso.neuf.fr/chevalbarbe.htm>, consulté le 01/12/2012.
279. **MADR 2013.** [Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et de la Pêche](http://www.madr.gov.fr/Ministere-de-l-Agriculture-du-Developpement-Rural-et-de-la-Pêche) .
280. **Radhouane Nebil 2017.** traduction du coran, publiée par le forum islamique (Al Muntada Al Islami). <https://quranenc.com>. consulté le 21/10/2019.



# *Annexes*

## *Productions scientifiques*

Ce travail de thèse a fait l'objet des publications internationales et des communications nationales et internationales :

### **Publications internationales :**

1. A Retrospective Study of Arabian Stallion Fertility Used in National Stud Farm of Tiaret (West of Algeria)

*Auteurs : Houssou Hind, Bouzebda-Afri Farida, Bouzebda Zoubir and Haddouche Zohra*

2. Evaluation of sexual behavior of stallion (Arabian versus Barb) during breeding season in Algeria.

*Auteurs: Hind Houssou, Farida Bouzebda-Afri1, Zoubir Bouzebda1 and Mohamed Benidir*

### **Communications internationales :**

1. Communication affichée 2013, rencontre des femmes scientifiques méditerranéennes, thème « les méthodes d'évaluation du poids corporel moyen du cheval en Est-Algérien ». Université 20 août 1955 Skikda

*Auteurs : HOUSSOU Hind, M. BENSALÉM, F.AFRI BOUZEBDA, Z. BOUZEBDA*

2. Communication orale 2013, 11<sup>èmes</sup> journées internationales des sciences vétérinaires, thème « Mesure et prédiction de la fertilité chez les étalons à l'est de l'Algérie ». École nationale supérieure vétérinaire d'Alger.

*Auteurs: HOUSSOU Hind, M. BENSALÉM, F.AFRI BOUZEBDA, Z. BOUZEBDA*

3. Communication affichée 2015 International Workshop on genetics and biodiversity entitled "Evaluation morphometric horse race Barb and Arab-Barb in Algeria." Tlemcen University.

*Auteurs: HOUSSOU Hind, AFRI BOUZEBDA F., BOUZEBDA Z., BENSALÉM M.*

4. Communication orale 2015 : Conférence internationale sur la Biotechnologie et l'Agriculture, Tunis thème "Morphometric assessment of Barb and Arabian-Barb horses in Algeria." Bizerte Tunisia

*Auteurs : HOUSSOU Hind, AFRI BOUZEBDA F., BOUZEBDA Z., BENSALÉM M.*

### **Communication nationale :**

1. Communication orale 2012, conférence nationale sur les Productions animales et Alimentation, thème « les méthodes d'évaluation du poids corporel moyen du cheval en Est-Algérien ». Université Chlef.

*Auteurs : HOUSSOU Hind, BENSALÉM M., AFRI BOUZEBDA F., BOUZEBDA Z.*

## Article publié N° 01

Global Veterinaria 20 (3): 106-109, 2018  
ISSN 1992-6197  
© IDOSI Publications, 2018  
DOI: 10.5829/idosi.gv.2018.106.109

### A Retrospective Study of Arabian Stallion Fertility Used in National Stud Farm of Tiaret (West of Algeria)

<sup>1,2</sup>Hind Houssou, <sup>1,2</sup>Farida Bouzebda-Afri, <sup>1,2</sup>Zoubir Bouzebda and <sup>3</sup>Zohra Haddouche

<sup>1</sup>Veterinary Sciences Department, Institute of Agronomy  
and Veterinary science University of Souk-Ahras, Algeria

<sup>2</sup>Laboratory of Animal Productions, Biotechnologies and Health, Institute Agronomic  
and Veterinary Sciences, Souk-Ahras University, Algeria

<sup>3</sup>Reproductive manager at Stud farm of Chaouchoua Tiaret, Algeria

**Abstract:** The aim of this paper to evaluate the stallion fertility in advance and to aid breeding management. The collection of a historical information about the Arabian stallions adults (n=101) and 495 mares with range age between (8 and 26) years in the national stud farm of Chaouchoua Tiaret. Fertility was measured using three endpoints: foaling rates (FR), percent pregnant per cycle (PC) and percent pregnant per season (PR) during (2003-2013). The pregnant per season rate (PR) was of 84 % The foaling rate (FR) was of 80%, the pregnancy cycle rate (PC) was of 96 % ; a strong correlation existed between the number of mares mated and (PC) ( $r = -0.59$ ;  $p < 0.01$ ). We conclude that breeding records existed in many forms (foaling, pregnancy per cycle, or per season rates), but there is still a need to develop tests that can predict fertility with a reasonable degree of certainty before the stallion has begun his breeding career.

**Key words:** Fertility - Pregnancy Rate - Foaling Rate - Stallion

#### INTRODUCTION

In Algeria, stallions are selected for breeding primarily on their athletic powers, or other phenotypic characteristics. Fertility or fertility potential are usually at best secondary considerations and in most cases, assessment is limited to selecting out stallions that clearly do not possess the characteristics necessary for reasonable fertility. Evaluating the fertility or 'fertility potential' of a stallion is an important part of sire selection and of breeding management. In addition, knowledge of past fertility and semen quality can be invaluable in the investigation of problems, or suspected problems, with fertility. Of course, the true indices of fertility are the pregnancy and foaling rates, however both are retrospective and are influenced dramatically by factors extrinsic to the stallion, such as mare quality and breeding management [1-4].

Colenbrander *et al.* [4] reported that stallion fertility can be measured in various ways (Foaling, pregnancy or non-return rates per cycle, season or first cycle), The

variation in the relationship between sperm quality and stallion fertility may be limited by number of stallions examined, as well as the number of mares bred by each stallion [5-7].

To our knowledge, there are few works on evaluation of the stallion fertility in Algeria; for that purpose our work concerned the collection of historical information about the Arabian stallions in the national stud farm of Chaouchoua Tiaret. The aim of breeding is not only to produce a foal but also to achieve genetic progress. Fertility was measured using two endpoints: foaling rates (FR) and percent pregnant per cycle (PC) and percent pregnant per season (PR).

#### MATERIALS AND METHODS

**The Study Area:** The study was realized in the national stud farm of Tiaret, which is situated in approximately 300 km in the southwest of Algiers. The province of Tiaret is characterized by a continental climate with harsh winter, hot and dry summer and average rainfall of 300-400 mm

**Corresponding Author:** Hind Houssou, Veterinary Sciences Department, Institute of Agronomy and Veterinary University of Souk-Ahras, Algeria. Laboratory of Animal Productions, Biotechnologies and Health, Institute Agronomic and Veterinary Sciences, Souk-Ahras University, Algeria. E-mail: houssouhind@yahoo.fr.

## Article publié N° 02

B-950  
[1-5]Indian J. Anim. Res.,  
Print ISSN: 6547-4722 / Online ISSN: 0974-8555AGRICULTURAL RESEARCH COMMUNICATION CENTRE  
www.arccjournals.com/www.ijaronline.in

## Evaluation of sexual behavior of stallion (Arabian versus Barb) during breeding season in Algeria

Hind Housson\*, Farida Bouzebda-Afri<sup>1</sup>, Zoubir Bouzebda<sup>1</sup> and Mohamed Benidir<sup>2</sup>Veterinary Sciences Department, Institute of Agronomy and Veterinary science  
University of Souk-Ahras, Algeria.

Received: 22-03-2018

Accepted: 21-08-2018

DOI:10.18805/ijar.B-950

## ABSTRACT

This study was carried out at National Haras of Tizeret (west of Algeria) to understand and to compare the normal sexual behavior and libido of stallions (Arabian vs Barb) while mounting a mare in estrus. Eighty-four stallions were divided into two groups from 5 to 24 years of age (n=47 Arabian; n=37 Barb). Results revealed significant differences between Arabian and Barb stallion: in sniffing (p=0.001), libido score (p=0.05), semen response (p=0.05), time to first mount with erection (p=0.05), number of mounts to ejaculation (p=0.05) and mount time for ejaculatory (p=0.01). These stallions were exactly tested in the same place and conditions allowed us to discard any side effects due to animal management or any other confounding bias. Our study provided us the knowledge of sexual behavior under Algerian environmental conditions and the distinction between Arabian and Barb stallion in their sexual behavior expression.

Key words: Algeria, Race, Season, Sexual behavior, Stallion.

## INTRODUCTION

The applied animal behavior science focus on the use of this knowledge in domestic animal management. Although extraordinarily relevant to breeding of domestic animals, basic or applied ethology and animal behavior science are rarely included in much practical detail in animal husbandry (McDonnell, 2016). Rua *et al.* (2015) reported that the assessment of stallion's sexual behavior is greatly important because it is connected to reproductive efficiency. For maximum reproductive efficiency, stallions have to be managed to maintain normal sexual behavior and good libido (Pickett *et al.*, 1975). To maximize the reproduction efficiency of stallions, they should be handled frequently to maintain adequate sexual behavior and good libido. (Siems *et al.*, 2004).

Hurtgen (2009) reported that many factors influence libido and mating ability in stallions. These factors may be hereditary, environmental condition, or learned patterns and are highly influenced by management of stallions.

The problems are most typically seen in young or in experienced stallions. Furthermore, a common cause for reduced or arrested libido in stallions is a mismanagement, especially overuse or repetitive abusive punishment for expression of sexual interest. (McDonnell 1992 ; Bugalia *et al.*, 2000; Blanchard *et al.*, 2011 ; Kumar *et al.*, 2011 and Housson *et al.*, 2018).

Pycock *et al.* (2006) concluded that the evaluation of the reproductive behavior is an integral part of examination

for breeding potential or problems in the stallions. An understanding of the sequence of behaviors displayed by the stallion in preparation, during, and after mating is important for the diagnosis of disorders such as poor libido, erection, or ejaculation failure. The age don't affect the sexual behavior (Flehmen, number of bites, kicks, sniffs, vocalizations reaction time, mount time and ejaculation time) or libido in stallions (Rua *et al.*, 2015).

This study begins with the description of the sexual behavior in order to explain their stages, to illustrate their usefulness, and to compare between Arabian and Barb stallion in order to provide the difference between their expression of sexual behavior under Algerian conditions.

## MATERIALS AND METHODS

**Data location:** The study was performed in the National Haras of Chaouchaoua Tizeret. This province is located in the west of Algeria (35 ° 15 'N of latitude and 1 ° 26' E of longitude).

It is characterized by a continental climate with harsh winter, and hot and dry summer, and the rainfall is 300–400 mm per year on average. The Haras, created in 1877, on a surface of 800 ha, with a total of 250 horses, compound of two main breeds (Arabian and Barb).

**Study population:** The study was conducted in March, April and May (2012-2015), for four consecutive breeding season. The number chosen based on the availability of breeding animals. Eighty-four stallions were used in the development

\*Corresponding author's e-mail: houssonhind@yahoo.fr

<sup>1</sup> Laboratory of Animal Productions, Biotechnologies and Health, Institute Agronomic and Veterinary Sciences, Souk-Ahras University, Algeria.<sup>2</sup> Algeria's National Institute for Agricultural Research (INRAA), Setif 19000, Algeria.

## Annexes

### *\*La ration alimentaire*

La ration durant la saison sexuelle se distribue deux fois par jour, et se compose de :

- Orge 4 kg/jour.
- Foin+Paille 4 kg/jour ¼ botte ou à volonté dans la boîte.
- Avoine + 1kg/jour parfois associée avec l'orge.
- Luzerne 1 kg/jour.
- L'abreuvement deux (deux fois par jour avant la distribution de l'orge).

La chronologie d'administration des aliments est la suivante.

**Tableau annexe 53.** Chronologie d'administration des aliments des étalons

<i>La ration</i> <i>Heure</i>	<i>Paille</i>	<i>Orge /Avoine/ Luzerne</i>	<i>Abreuvement</i>	<i>Paille et Foin</i>
<b>Matin</b>	<b>8. 00h</b>	<b>10. 45 h</b>	<b>10. 00h</b>	
<b>Après midi</b>		<b>14 .45h</b>	<b>14. 00 h</b>	<b>15. 00 h</b>

Les juments ont été en bon état d'embonpoint en stabulation mixte ; dans les paddocks où elles sont libérées de 11h00 à 16h00, ou elles trouvent leur besoin en herbe surtout pendant le printemps.

Les juments reçoivent un régime alimentaire composé d'orge, de fourrage et de paille comme litière et un supplément grossier. De même des traitements ont été utilisés par mesure prophylactique, on cite la vaccination contre la rage, le tétanos et la grippe, la vermifugation contre certaines parasitoses, et les traitements curatifs contre certaines pathologies.

## Annexes

" PRODUCTION ANNÉE 2003 "									
N°	Nom de l'étalon	Nom de la jument	Date de naissance	Nom du cheval	Sexe	Date de naissance	Age	Sexe	Notes
01	OUENIS	SHOUHA	09.02.02	JABET LEKHEIR	F	Bai	01.04.03	2 <sup>Mo</sup>	Nécessite 385js
02	NAKHTAR	LOUHA	10.02.02	JALEL	M	Alger	07.04.03	1 <sup>Mo</sup>	Nécessite 330js
03	N'HAR	BOUIRA	17.02.02	JAMHOURI	M	Bai	19.04.03	19 <sup>Mo</sup> 80	15mm 336js
04	OUENIS	MAGHNIA	13.02.02	JENINE	M	Alger	21.04.03	16 <sup>Mo</sup> 45	17mm 342js
05	OUENIS	AKILA	24.02.02	JAHID	M	Alger	22.04.03	3 <sup>Mo</sup>	5 <sup>Mo</sup> 332js
06	ROHIL	LABADA	26.02.02	JOUBDAN	M	Bai	22.04.03	4 <sup>Mo</sup>	5 <sup>Mo</sup> 336js
07	TEOJ	SACIA	19.02.02	JEBALI	M	Bai	24.04.03	18 <sup>Mo</sup> 80	15mm 337js
08	N'HAR	ASRIA	13.02.02	JAFFAR	M	Alger	30.04.03	3 <sup>Mo</sup>	17mm 344js
09	OUENIS	HADDA	28.02.02	JENANE	M	Bai	03.04.03	6 <sup>Mo</sup> 80	17mm 329js
10	ROHIL	BOUSRA	02.03.02	JEFNA	F	Alger	25.04.03	20 <sup>Mo</sup>	30mm 329js
11	OUENIS	ISLA	03.03.02	JOUHAINA	F	Bai	28.04.03	3 <sup>Mo</sup>	1 <sup>Mo</sup> 334js
12	ROHIL	MABKUKA	07.03.02	JEDDI	M	Bai	31.04.03	00 <sup>Mo</sup> 30	20mm 328js
13	EFTEH	ALMAZA	14.03.02	JOBI-JOBA	F	Alger	01.05.03	02 <sup>Mo</sup>	20mm 344js
14	EL-HADJAI	NEUBEROL	30.03.02	JOUMED	M	Bai	02.05.03	19 <sup>Mo</sup>	sup 344js 2.0.0.0.0.0
15	NEKHTAR	NACIA	03.03.02	JAOUHAR	F	Alger	03.05.03	07 <sup>Mo</sup>	10mm 337js
16	EL-HADJAI	MAZOUZA	02.03.02	JADIDE	M	Bai	03.05.03	03 <sup>Mo</sup>	15mm 347js

Production - Janvier 2013									
N°	ÉTALONS	JEUNESSES	Date de naissance	Nom du cheval	Sexe	Date de naissance	Age	Sexe	Notes
1	SEIR	ASSIA	09.02.12		M	Alger	20.12.12	4 <sup>Mo</sup>	N. 325js
2	BO. GET. UMM.	MALIKHOLON	13.02.12		M	Bai	25.12.12	22 <sup>Mo</sup>	N. 316js
3	QUISSAS	SJEBLIA	24.02.12		F	Bai	02.01.13		N. 342js
4	RAMZ	NDUTOUS	13.02.12		M	Alger	03.01.13		N. 320js
5	DORWAN	KIHAILIA	18.02.12		M	Bai	09.01.13		N. 321js
6	SHEERLOKUM	LOUNJANIA	19.02.12		F	Bai	11.01.13	02 <sup>Mo</sup>	N. 327js
7	SHEERLOKUM	KAMELIA	18.02.12		M	Alger	11.01.13	5 <sup>Mo</sup>	N. 328js
8	SHEERLOKUM	LEBTAQUA	24.02.12		F	Alger	11.01.13	19 <sup>Mo</sup>	N. 326js
9	NOBEL	NOURIA	25.02.12		F	Bai	12.01.13	20 <sup>Mo</sup>	N. 322js
10	HADJAR	GHADIA	02.03.12		M	Bai	13.01.13	6 <sup>Mo</sup>	20 <sup>Mo</sup> 317js
11	BO. GET. UMM.	LABIBA	18.02.12		F	Alger	13.01.13	25 <sup>Mo</sup>	N. 330js
12	BO. GET. UMM.	SABLAJA	17.02.12		F	Alger	14.01.13	24 <sup>Mo</sup>	N. 332js
13	R'ZIG	EDJABA	03.03.12		M	Alger	14.01.13	16 <sup>Mo</sup>	N. 327js
14	DORWAN	DAOUHA	27.02.12		F	Alger	15.01.13	27 <sup>Mo</sup>	N. 322js
15	BO. GET. UMM.	ASRIA	14.03.12		M	Bai	19.01.13	19 <sup>Mo</sup>	N. 310js
16	BO. GET. UMM.	L'HENBIA	14.03.12		M	Alger	20.01.13	4 <sup>Mo</sup>	N. 318js
17	MAZAFRAN	HANIA	21.03.12		M		21.01.13	03 <sup>Mo</sup>	N. 335js

Figure 19. Trame type pour l'évaluation des paramètres de reproduction de l'étalon et de la jument.

## Annexes

**Tableau annexe 54. Le taux des juments saillies et les juments non saillies (race Arabe) 2003-2013**

Année	Nombre de juments présentes	Nbre de juments saillies	Non conçues	Nbre de naissances	Nbre des avortements	Nbre ME	Nbre de juments réformée
2003	50	49	0	42	02	01	02
2004	51	47	01	39	03	04	04
2005	50	46	01	42	01	02	0
2006	48	44	02	38	01	03	0
2007	48	44	06	27	02	08	01
2008	48	38	05	27	04	02	0
2009	48	43	04	32	06	0	01
2010	48	46	02	38	01	04	01
2011	50	48	04	39	02	03	0
2012	50	46	07	38	01	0	0
2013	48	44	0	40	04	0	0
Moy ± SD	49 ± 1,18	45,00 ± 2,96	2,90 ± 2,42	36,55 ± 5,41	2,45 ± 1,63	2,45 ± 2,38	0,81 ± 1,25
Min	48	38	0	27	1	0	0
Max	51	49	7	42	6	8	4

**Tableau annexe 55. Le taux des juments saillies et les juments non saillies (race Barbe) 2003-2013**

Année	Nbre de juments présentes	Nbre de juments saillies	Non conçues	Nbre de naissances barbe	Nbre des avortements	Nombre ME	Nbre de juments réformée
2003	18	15	01	12	02	00	00
2004	19	18	00	13	03	04	01
2005	18	18	02	13	01	01	00
2006	20	20	00	15	04	01	00
2007	20	20	03	14	01	01	01
2008	13	13	05	07	00	01	00
2009	18	18	01	14	00	01	02
2010	18	11	00	10	01	00	00
2011	18	14	02	10	02	00	00
2012	17	14	02	10	01	01	00
2013	16	14	00	11	01	02	00
Moy ± SD	17,72± 1,95	15,90 ± 3,01	1,45 ± 1,21	11,72±2,37	1,45±1,21	1,09±1,13	0,36±0,67
Min	13	11	0	7	0	0	0
Max	20	20	5	15	4	4	2

## Annexes

10 1008 2017

L'indian J14, Bchara J14, Braquafa J30  
 Ibrahima J14, Fayrouz (PF CJ) Al Bahria (PF CJ)  
 Quirat Nada (PF, PFV) Quelle chance (PF, 44)  
 Malizia (PF, CJ) Taguirara (PF, CJ) ASMA NOOR (PF, 44)  
 Sidra (PF, PF)

N°	Indiennes	DC	OD	T	Parité	DC	OD
01	L'INDIAN			E J14			J20
02	BRAQUAFA	/	/	J14			J46
03	FAYROUZ	26+PF	CJ	QP			72H
04	BRAHIA	44	PF	C	BIFIV		818H
05	K'SIRA	CJ	PF	QP			72H
06	QUIRAT NADA	PF	BU	C			814
07	QUELLE CHANCE	PF	46	C			24H
08	AL BAHRIA	PF	26+CJ	C			72H
09	MALIZIA	PF	CJ +PF	QP			72H
10	TAGUIRARA	PF	CJ+PF	QP			72H
11	D'CHARA	/	CJ	DE?			72H
12	ASMA NOOR	PF	44	C			24H
13	SIDRA	GF	PF	C			818H
14	RAMA	PF	-	QP			48H
15	AMIDA	PF	CJ	QP			72H

**Figure 20.** Trame type pour des examens gynécologiques de la jument.

# Contribution à la mise en place d'un programme de choix des reproducteurs chez les équins d'Algérie

---

## Résumé

Le choix des reproducteurs est un moment clé dans la gestion de la reproduction et l'amélioration d'une race, et ce en raison de leur rôle dans la diffusion des caractéristiques phénotypiques, des performances et de certaines pathologies sexuellement transmissibles. A cet effet, notre étude concerne la contribution à la mise en place d'un programme plus élaboré dans de choix de reproducteurs en Algérie, et comporte plusieurs volets.

Le premier concerne la connaissance préalable de l'historique de ces reproducteurs, menée par une enquête rétrospective sur une période de 11 années (2003-2013). Les étalons appartenant au Haras national de Tiaret sont considérés fertiles étant donné que leur fertilité par cycle est supérieure au pourcentage théorique de 50% (estimée à 96 % pour les étalons Arabe et à 94% pour les étalons de toutes races). La fertilité apparente est de 85 % et 81% respectivement pour la race Arabe et la race Barbe.

D'autres investigations ont été menées pour apprécier la fertilité. Elles concernent chez l'étalon : la détermination du poids vif par le relevé des mensurations corporelles et l'utilisation de différentes formules baryométriques ; les paramètres de reproduction sont l'évolution des critères testiculaires par leurs mensurations (Ls, La.t.g, La.t.d, Lo.t.g., Lo.t.d, H.T.G, H.T.D), les paramètres endocriniens (testostérone, FSH et LH), ainsi que les paramètres d'appréciation du comportement sexuel.

Les résultats montrent que la largeur scrotale (Ls) est significativement corrélée avec le poids corporel, l'âge, tous les paramètres testiculaires et la testostérone ( $p < 0,01$ ). Pour le spermogramme, les résultats obtenus montrent une corrélation significative entre le nombre de sauts et la motilité, et la production spermatique journalière (DSO) ( $r = 0,99$  ;  $p < 0,01$ ).

Le comportement sexuel est apprécié par la notation de la libido et des différents temps (Temps passé à l'érection, temps passé à la monte, temps passé à l'éjaculation, nombre de sauts pour une éjaculation). La valeur moyenne du score de la libido présente une différence significative ( $P < 0,05$ ) entre l'Arabe et le Barbe, pour le reniflement ( $p < 0,001$ ) et pour la fréquence du flehmen ( $P < 0,05$ ). La race Barbe exprime le meilleur score.

Les examens gynécologique, échographique et endocrinien (oestrogènes, progestérone et FSH) ont été utilisés chez les juments pour déterminer leur état physiologique (ovulation, vide ou gestante). Le taux moyen de progestérone est de :  $0,38 \pm 0,19$  ng /ml et de :  $12,04 \pm 7,65$  ng /ml, respectivement chez les juments vides et pleines.

## Mots clés

Algérie – Etalon – Fertilité – Jument – Pathologies – Race – Reproduction.

**HOUSSOU Hind**

**Tél : 0554 04 97 18**

**Mail : [houssouhind@yahoo.fr](mailto:houssouhind@yahoo.fr)**