

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITE IBN KHALDOUN DE TIARET
INSTITUT DES SCIENCES VETERINAIRES
DEPARTEMENT DE SANTE ANIMALE**

**PROJET DE FIN D'ETUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE
DOCTEUR VETERINAIRE**

SOUS LE THEME

***-LES PERFORMANCES DE LA REPRODUCTION CHEZ LA JUMENT
PUR SANG ARAB AU NIVEAU DE LA JUMENTERIE DE TIARET-***

PRESENTE PAR:

- GHRIBI HICHEM
- MEGHOUFEL AYOUB

ENCADREE PAR:

-Dr. MELIANI SAMIA

Remerciements

Tous d'abord nous remercions Dieu le tout puissant pour la volonté, la santé et la patience qu'il nous a donné durant toutes ces longues années d'études afin que nous puissions arriver là.

*Nous exprimons notre profondes gratitude et reconnaissance à
Tous ceux qu'ont collaborés de près ou de loin à
l'achèvement de ce travail notamment :*

Dr. Meliani Samia pour avoir accepté et diriger ce travail tout au long de sa réalisation; pour ces interventions précieuses et les conseils qu'il a bien voulu consacrer a ce mémoire.

*Des remerciement particulier à tout qui nous ont aidé
surtout*

*Dr- Haddouche Zohra,
qu'ils y trouvent nos remerciements les plus Sincères.*

Dédicaces

Je dédie ce travail, résultat de mes années d'étude et
de Patience à :

*Celui qui m'a offert la vie et à qui je dois ma réussite,
source de sagesse, et de tendresse qui m'a appris le
respect et le sens du devoir:*

à mon père ;

*à la femme qui est toujours fière de moi :
à ma mère ,*

*à mon frère, mes chères sœurs,
à mon binôme Ayoub ,
à mes amies :*

Abdeljelil, Abdelkarim, Ibrahim, Abdelhafid, Mohamed

A tous ceux que j'ai oublié de mentionner leurs noms.

-GHRIBI HICHEM-

Dédicaces

Je dédie ce mémoire

Au meilleur des pères

A ma très chère maman

Qu'ils trouvent en moi la source de leur fierté

A qui je dois tout

A ma sœur, mon neveu, mes oncles.

Pour leur patience, leur amour, leur soutien et leurs

Encouragements.

A mes amies et mes camarades.

Sans oublier tout les professeurs que se soit du

Primaire, du moyen, du secondaire ou de

L'enseignement supérieur.

-MEGHOUFEL AYOUB-

SOMMAIRE

SOMMAIR.....	05
LIST DES TABLEAUX ET FIGURES.....	06
INTRODUCTION	08
ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE.....	10
CHAPITRE I : PHYSIOLOGIE DE LA REPRODUCTION CHEZ LA JUMENT.....	11
I. LE CONTROL ENDOCRINIEN DU CYCLE OESTRAL :	12
a) La GnRH	12
b) LaFSH.....	12
c) Inhibine et Activin.....	13
d) Les œstrogènes.....	13
e) LaLH.....	14
f) La progestérone	14
g) LaPGF2 α	15
h) L'Ocytocine	15
II. LE CYCLE ŒSTRAL CHEZ LA JUMENT	16
Les particularités du cycle oestrien chez la jument.....	16
Les particularités du fonctionnement ovarien chez la jument	17
Les changements physiologiques du tractus génital au cours du cycle.....	19
Le comportement de chaleurs.....	20
III. LA SAISON DE REPRODUCTION DES EQUIDES	21
IV. LA DUREE DE GESTATION CHEZ LA JUMENT	23
MATERIELS ET METHODES.....	29
1-Plan de sélection des males et des femelles	30
-Les juments suitées.....	30
-Les juments coulées	30
-Les Juments maiden.....	30
2. La mise sous traitement lumineux des poulinières	31
3. Examen échographique des poulinières	31
-Diagnostic de l'involution utérine	31
-Diagnostic d'œstrus	31
-Diagnostic d'ovulation	31
-Diagnostic de gestation	32
-Le développement embryonnaire	32
Le diagnostic de fin de saison	34
4. Hygiènes des nouveaux nés :.....	35
5. Déparasitage des poulains et des adultes	35
6. Débourage et dressage des poulains	35
RESULTAT ET DISCUSSION.....	36
LA VARIATION DE LA DUREE DE GESTATION	36
1.1. Répartition des durées de gestation selon l'année de reproduction	36
2. EVALUATION DES PARAMETRES DE REPRODUCTION.....	40
2.1. Evaluation de la fertilité par année de reproduction.....	40
CONCLUSION.....	41
REFERENCES.....	42

LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES

ÉTUDE EXPERIMENTALE

Figure N°01: image d'une vue échographique D'une vésicule embryonnaire AJ12.....	32
Figure N°02 : image D'une vue échographique d'une vésicule embryonnaire AJ14.....	32
Figure N°03 : image D'une vue échographique d'une vésicule embryonnaire AJ20.....	33
Figure N°04 : image D'une vue échographique d'une vésicule embryonnaire AJ30.....	33
Figure N°05 : image D'une vue échographique d'une vésicule embryonnaire AJ45.....	34
Figure N°06 : Histogramme des taux d'œstrus, d'infertilité, de gestation et de parturition par de reproduction année	40
Tableau N°01 : Variation de la durée de gestation selon l'année de reproduction chez la jument Arabe pur sang	36
Tableau N°02 : Analyse de la variance pour l'effet de l'année de reproduction sur la durée de la gestation	38
Tableau N°03 : Répartition globale des taux d'œstrus, d'infertilité, de gestation et de parturition par année de reproduction.....	40

INTRODUCTION

INTRODUCTION

L'élevage des chevaux continue d'avoir une grande importance économique et socioculturelle en Algérie. En effet, le cheval est utilisé dans des activités équestres modernes, les courses hippiques, les sports et les loisirs équestres, en plus il est toujours présent dans le cadre des "Fantasias" organisées traditionnellement pour célébrer diverses manifestations religieuses et nationales (Boujnane et *al.*, 2008).

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 (Devaliere, 1943). 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 ces différents croisements sont systématiquement considérés comme Arabe-Barbes abstraction faite du degré de sang Arabe infusé (Boujnane et *al.*, 2008).

Dans les conditions naturelles, chez les chevaux (*Equus caballus*) comme chez la plupart des mammifères des régions tempérées ou froides, les poulinages ont lieu pendant la saison la plus favorable pour la survie du jeune, généralement à la fin du printemps. De plus, pour la plupart des animaux vivant dans ces zones, à l'automne, à l'approche du froid, l'organisme privilégie l'énergie alimentaire disponible pour les fonctions de survie (thermorégulation, résistance aux maladies) au détriment, entre autres, de la fonction de reproduction (Nelson, 1999).

A l'automne, les juments démarrent une phase d'inactivité ovulatoire et les étalons présentent, surtout, une diminution de leur comportement sexuel (Magistrini *et al.*, 1987). La durée de cette phase d'inactivité est extrêmement variable, elle dépend de l'âge de la jument, de son état physiologique et du nombre de cycles utilisables. 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. D'un point de vue administratif, dans la plupart des pays, les sociétés régissant l'élevage et l'utilisation des chevaux ont fixé au 1^{er} Janvier le changement d'une catégorie d'âge à la suivante : les poulains conçus pendant la même saison de reproduction ont donc le même âge administratif et ce, dans tous les États (Ginther, 1974).

Pour diverses compétitions équestres ou courses, Langlois et Blouin (1997, 1998) ont clairement montré, que les chevaux nés tôt dans l'année, présentent significativement, de meilleures performances que ceux nés tardivement.

Objectifs de l'étude :

Pour approfondir les connaissances sur la reproduction du cheval pur sang Arabe élevé en Algérie, et plus précisément au niveau du Haras national de Tiaret, Notre étude a pour objectif de mettre en évidence les différents facteurs liés au peripartum et leur impact sur la reproduction de la jument.

Sur une période de cinq ans, et d'une manière prospective et rétrospective nous avons déterminé les paramètres suivants :

- La durée de gestation moyenne chez les juments Pur sang Arabe.
- L'influence des différents facteurs environnementaux sur la durée de gestation chez les chevaux Pur sang Arabe élevés en Algérie.
- La fertilité et son évolution suivant les moyens d'investigation et de contrôle utilisés dans la gestion de la reproduction des juments.

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I :

-PHYSIOLOGIE DE LA REPRODUCTION CHEZ LA JUMENT-

La jument est naturellement une espèce saisonnière polyœstrienne, à ovulation spontanée. Elle exprime une activité sexuelle seulement pendant le printemps, l'été et les mois d'automne. Celle-ci est dite la saison de reproduction et le reste de l'année est la saison d'anœstrus. L'année de reproduction chez les chevaux est divisée en quatre phases qui correspondent aux changements de la durée du jour (Ginther, 1992). La période qui correspond au pic de fertilité (la saison de reproduction) se trouve aux alentours des jours les plus longs de l'année ou des solstices d'été (21 juin). Puis les juments passent dans une période de transition (transition d'automne) à une période d'activité ovarienne anovulatoire qui coïncide avec l'équinoxe d'automne (21 Septembre) lorsque les nuits et les jours deviennent de durées égales. Les juments par la suite entrent en quiescence sexuelle (anœstrus) qui se centre autour des jours les plus courts de l'année, ou les solstices d'hiver (21 Décembre). Après cette période, la jument entre dans une autre période de transition (transition de printemps) d'une période d'activité ovarienne anovulatoire qui coïncide avec l'équinoxe de printemps (21 Mars) lorsque les jours et les nuits ont une durée égale (Ginther, 1992).

Chez la jument les cycles œstraux commencent dès la puberté (10 à 24 mois d'âge). Chaque cycle a une durée moyenne de 21 jours (entre 20-22 jours). Au cours de chaque cycle, l'évolution des événements physiologiques et comportementaux, sous l'effet des hormones, peut être divisé en deux périodes, selon le comportement de la jument : l'œstrus lorsque la jument est réceptive sexuellement, d'une durée normale de 4-5 jours, et le diœstrus lorsqu'elle ne l'est pas, d'une durée de 16 jours. En plus de la phase de réceptivité effective, deux autres phases ont été proposées : le præstrus, lorsque la jument se prépare à entrer en chaleur ; et le metœstrus, après la fin des chaleurs (Davies-Morel, 2008).

Ces phases sont plus évidentes chez la jument que chez les autres espèces animales d'élevage, du moment que l'œstrus est plus long (Gordon, 1997).

Chez tous les mammifères, l'appareil génital femelle présente pendant la période d'activité génitale des modifications structurales, se produisant toujours dans le même ordre, et revenant à des intervalles périodiques suivant un rythme bien défini pour chaque espèce. Ces modifications, connues sous le nom de cycle sexuel ou cycle œstrien (Davies-Morel, 2008).

I-LE CONTROL ENDOCRINIEN DU CYCLE OESTRAL :

La reproduction est sous contrôle de l'axe hypothalamo-hypophyso-gonadique, lorsque les facteurs environnementaux le permettent l'inhibition de l'hypothalamus est levée et la GnRH est produite (Davies-Morel, 2008).

La GnRH :

La libération de la GnRH, communément avec d'autres hormones de la reproduction, est de manière tonique et pulsatile. La sécrétion tonique est reliée à un certain niveau de sécrétion continu, alors que la libération pulsatile est superposée à celle-ci comme une série de pulses ou d'épisodes de haut niveaux (Davies-Morel, 2008).

Le niveau de sécrétion tonique, l'amplitude et la fréquence des épisodes peuvent varier durant le cycle. Une augmentation de l'amplitude des pulses, de leur fréquence ou des sécrétions toniques, provoque une augmentation du taux d'hormones circulantes. 80% de la GnRH libérée passe directement au système porte hypothalamo-hypophysaire, pour un effet direct sur l'antéhypophyse. Les 20% qui passent dans la circulation agissent au niveau du système nerveux central pour modifier le comportement. Le niveau de GnRH dans le système circulatoire est par conséquent relativement bas à cause du passage dans le système porte ; en réponse à la GnRH, l'antéhypophyse produit les gonadotrophines (FSH et LH) dont la cible sont les ovaires (Alexander et Irvine, 1993 ; Irvine et Alexander, 1994).

La FSH :

La FSH est responsable du développement folliculaire, avec la LH, c'est l'une des deux hormones gonadotrophiques majeures qui stimulent les gonades chez la jument. Elle passe dans la circulation sanguine, ses concentrations suggèrent une excrétion bi-phasique avec des niveaux élevés entre J 9 et J 12 du cycle et au moment de l'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 ; Bergfeldt et Ginther, 1993 ; Ginther et Bergfeldt, 1993 ; Irvine et Alexander, 1993, 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).

Inhibine et Activine :

Il a été suggéré que le déclin du niveau de FSH après le pic, surtout approximativement de l'ovulation, est due en partie à la sécrétion de L'inhibine par le follicule dominant en s'approchant de l'ovulation (Tanaka *et al*, 2000). L'inhibine agit comme un rétro contrôle négatif sur la production de FSH par modulation de la réponse de l'antéhypophyse à la GnRH dans le sens de la réduction de la sécrétion de FSH (Watson *et al*, 2002).

L'Activine a été aussi isolé du liquide folliculaire, il a été rapporté qu'elle avait un effet de rétrocontrôle positif sur la sécrétion de FSH (Piquette *et al*, 1990 ; Nett, 1993b). L'activine et l'inhibine paraissent, cependant, être très impliquées dans le développement du follicule préovulatoire et la suppression du développement des autres follicules, pour augmenter sa propre dominance et ses chances d'ovulation (Davies-Morel, 2008).

Les oestrogènes :

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 sexuel et œstral. L'œstrogène majeur est l'oestradiol 17β , un stéroïde ovarien, produit à partir du cholestérol. Il est sécrété dans la circulation sanguine 24 à 48 h avant l'ovulation, avec un pic de 10 à 15 pg/ml qui descend à un taux basal immédiatement après l'œstrus (Tucker *et al*, 1991).

L'arrêt de la sécrétion d'oestrogènes correspond au détachement des cellules de la granulosa et des cellules de la thèque, pour envahir le liquide folliculaire après l'ovulation, alors que les cellules de la thèque commencent à produire seulement de la progestérone, et l'aromatisation de la testostérone en œstrogènes au niveau des cellules de la granulosa est stoppée (Tucker *et al*, 1991).

Lorsque le taux de FSH s'élève, la taille du follicule augmente ce qui correspond à l'augmentation de la population cellulaire de la thèque et de la granulosa et donc une augmentation de la production d'estradiol. Lorsque les taux de FSH et d'estradiol atteignent un pic pendant l'œstrus, ceci, assure un développement maximal du follicule ovulatoire, en concomitance avec l'œstrus (Knudsen et Vell, 1961 ; Garcia *et al*, 1979 ; Nett, 1993a ; Weedman *et al*, 1993).

La LH

Provoque l'ovulation, du ou des follicules dominants, comme la FSH, la LH est secrétée par l'antéhypophyse. Au cours de l'œstrus, des sécrétions toniques et pulsatiles élèvent le taux de LH à un pic. Cependant, l'augmentation de la fréquence des pulses et de leurs amplitudes, sont à l'origine du pic préovulatoire de LH, en même temps, le nombre de récepteurs à LH au niveau des cellules de la thèque, augmente avec sa concentration. L'élévation du taux de LH, implique l'augmentation de la production des précurseurs d'androgènes, donnant lieu à une élévation de la production de la progestérone par les cellules de la thèque, qui sera convertie par les cellules de la granulosa en estradiol (Davies-Morel, 2008).

Les taux de LH, commencent à s'élever de moins de 1 ng/ml avec une fréquence pulsatile de 1,4 pulse/24 h, plusieurs jours avant l'œstrus, puis atteignent un pic de 10 à 16 ng/ml juste après l'ovulation (Whitmore *et al*, 1973). Il a été suggéré que la LH est responsable de l'établissement du corps jaune, de la maturation folliculaire et de l'ovulation, ce qui explique le pic post-ovulatoire. La concentration de LH, diminue pendant le diœstrus (Pattison *et al*, 1972 ; Evans et Irvine, 1979 ; Alexander et Irvine, 1982, 1993 ; Pantke *et al*, 1991 ; Irvine et Alexander, 1993, 1994 ; Aurich *et al*, 1994).

La progestérone :

L'ovulation du follicule, donne lieu à un corps lutéal, à partir du follicule laissé après émission de l'ovocyte. Le tissu lutéal, formant le corps lutéal, est issu des cellules de la thèque et de la granulosa, d'où la production de progestérone. Le taux de progestérone augmente 4 à 24 h après l'ovulation. Une concentration maximale de 10 ng/ml, est atteinte 5 à 6 jours après ovulation et maintenue jusqu'à J 15 à J 16 du cycle. Si la jument n'a pas conçu, le taux de progestérone chute 4 à 5 jours avant l'ovulation suivante à un taux basal durant l'œstrus (Davies-Morel, 2008).

La progestérone a un effet inhibiteur sur la libération de la FSH et de la LH, chez la majorité des animaux de la ferme. L'œstrus ne pourra débuter que si le taux de progestérone baisse en dessous de 1ng/ml. Cependant, la compréhension de ce blocage chez la jument n'est pas bien complète. Des taux élevés de progestérone, paraissent avoir un effet inhibiteur sur la libération hypophysaire de LH, en prévention de toute élévation de LH jusqu'à ce que la progestérone diminue. Cependant, la progestérone ne paraît pas avoir le même effet inhibiteur sur la FSH, spécialement chez la jument, un 2^e pic de FSH est perçu 10 à 12 jours post ovulation en dépit d'un taux élevé en progestérone (Davies-Morel, 2008).

Mais en absence de conception, le taux de progestérone doit rester bas pour permettre un retour en chaleur, un pic de LH et une ovulation à J 21. La diminution du taux de progestérone se produit en absence du signal gestatif, dans le cas contraire, sa sécrétion est maintenue. En l'absence de conception, le système de la jument répond par une production utérine de prostaglandines F2 α (PGF2 α) (Davies-Morel, 2008).

La PGF2 α :

Responsable de la lutéolyse et de l'apparition de nouveaux de l'œstrus et de l'ovulation. Il est difficile de la doser dans la circulation périphérique à cause de la brièveté de sa demi vie et de sa sécrétion pulsatile. Cependant, la PGF2 α a un métabolite : la PGFM, qui a une demi vie plus longue et plus facilement mesurable dans le sang, sérum et plasma. La concentration plasmatique de la PGFM, suit la concentration de la PGF2 α (Ginther et First, 1971).

En utilisant les taux de PGFM, comme guide, il paraît que les taux de PGF2 α s'élèvent entre J14 et J17 après ovulation immédiatement avant que les taux de progestérone commencent à chuter. Chez les juments souffrant de corps jaune persistant ou gestantes, cette élévation de PGF2 α n'est pas observée. La PGF2 α , sécrétée par l'endomètre, atteint l'ovaire et provoque la lutéolyse, via la circulation générale, au contraire de ce qui se passe chez la vache et la brebis, où la diffusion se fait par un système porte (Ginther et First, 1971).

Le déclin des taux de progestérone en réponse à une sécrétion de PGF2 α , enlève toute inhibition de la sécrétion de gonadotrophines, permettant ainsi, le début des changements hormonaux associés à l'œstrus et à l'ovulation (Davies-Morel, 2008).

L'Ocytocine :

Le signal de présence ou d'absence de gestation, implique la réaction de l'utérus à l'ocytocine circulante (chez la jument, cette hormone paraît être sécrétée par les glandes endométriales). Entre J 14 et J 17 après ovulation, le nombre de récepteurs utérins, à ocytocine, atteint un pic, lui permettant de stimuler l'endomètre à produire la PGF2 α (Starbuck *et al*, 1998 ; Stout *et al*, 2000). L'ocytocine peut être produite par le corps lutéal chez certaines espèces (brebis), mais il y a des doutes qu'elle le soit chez la jument (Stevenson *et al*, 1991).

En présence d'un conceptus, la production de récepteurs à ocytocine est inhibé, ceci, en prévention de l'action de l'ocytocine, pour que la libération de la PGF2 α soit réduite

significativement (Tetzke *et al*, 1987; Nett, 1993b ; Lamming et Mann, 1995 ; Hansen *et al*, 1999).

II- LE CYCLE OESTRAL CHEZ LA JUMENT :

Les cycles oestriens de la jument commencent à la puberté (10 à 24 mois d'âge), chaque cycle dure en moyenne 21 jours. Chaque cycle de 21 jours, est une série d'évènements physiologiques et comportementaux, sous contrôle hormonal, qui peut être divisée en quatre phases distinctes (Vassaire, 1977) :

Le *prœstrus* : dure en moyenne trois jours et correspond à la maturation folliculaire ; En cette période, la muqueuse utérine est congestionnée et oedemateuse, alors que la musculature augmente d'épaisseur et son activité contractile devient élevée, la muqueuse du vagin est en hyperhémie (Roberts, 1986).

L'*œstrus* : sa durée est particulièrement variable chez la jument, une variabilité de 2 à 12 jours, avec une moyenne de 5 à 7 jours, a été rapportée par Daels et Hughes (1992). L'*œstrus* correspond à la période d'acceptation du mâle et de l'ovulation ; les glandes utérines, cervicales et vaginales secrètent une grande quantité d'un mucus clair et filant, alors que le vagin et la vulve sont congestionnés et tuméfiés.

Le *metaœstrus* : dure de 3 à 6 jours, fait suite immédiatement au *chaleurs*, et correspond à la période de formation du corps jaune. Les phénomènes congestifs et sécrétoires, au niveau des différentes parties de l'appareil génital, diminuent (Roberts, 1986).

Le *diœstrus* : dure 14 à 17 jours en moyenne (Daels et Hughes, 1992) et correspond à la période d'activité du corps jaune ; la femelle refuse l'accouplement et le col utérin est fermé alors que les sécrétions vaginales deviennent épaisses et visqueuses ; la durée du *diœstrus* est beaucoup moins variable que celle de l'*œstrus* chez la jument (Ginther, 1978).

a. Les particularités du cycle oestrien chez la jument :

La durée du cycle oestral, présente une importante variabilité (15 à 33 jours), essentiellement, due à la grande variabilité de la durée des *chaleurs* (3 à 15 jours), seules les *chaleurs* de poulinage sont très souvent courtes (2 à 7 jours) (Gilbert, 2005). Des auteurs rapportent des durées de 22,7 jours et 22,5 jours, respectivement Ginther (1979) alors que Daels et Hughes (1992), rapportent une durée moyenne du cycle de 19 à 22 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).

De façon générale, n'importe quelle variation de la durée du cycle, est due à la variation de la durée du præstrus, de l'œstrus et du metæstrus, plus que la variation du diœstrus. Par exemple un cycle de 21 jours, est du à 15 jours de diœstrus et à 5 jours de præstrus, œstrus et metæstrus. Donc, pour une jument avec un cycle de 26 jours, les durées respectives seraient de 15 et 11 jours. Le premier œstrus Post-partum, chez la jument, apparaît du 4^e au 10^e jour Post-partum, ces chaleurs sont dites chaleurs de poulinage ou Foal heat ; après ces chaleurs les juments commencent à cycler régulièrement avec des cycles de 21 jours, mais dans plusieurs cas, à cause de la lactation, le système de reproduction prends plus temps pour revenir à la régularité (Mathews et al, 1967 ; Allen, 1978 ; Ginther, 1992 ; Watson et al, 1994).

b. Les particularités du fonctionnement ovarien chez la jument :

Chez la jument la croissance folliculaire se fait par vagues ; une vague est caractérisée par la croissance simultanée, sur un des deux ovaires, d'un groupe de follicules (7 à 11) ; au bout de 6 à 7 jours, un follicule dominant (plus de 20 mm de diamètre) émerge et continue sa croissance (follicule préovulatoire) au dépens des autres (follicules atrésiques) qui dégènèrent. Au cours d'un cycle, la vague folliculaire principale, est celle qui aboutit à l'ovulation pendant les chaleurs. Chez certaines juments l'ovulation se fait dans la fosse ovulatoire, de façon spontanée et survient en général la nuit, en moyenne 36 h avant la fin des chaleurs : 79% des ovulations ont lieux au cours des deux derniers jours des chaleurs, 11% le premier jour de refus (Gilbert, 2005).

L'ovulation se produit, normalement, 24 à 36 h avant la fin de l'œstrus, ce qui marque le jour (0) du cycle ; les jours de 1 à 21 représentent le reste du cycle jusqu'à l'ovulation suivante (Ginther, 1992).

La taille du follicule préovulatoire, au moment de la lutéolyse, joue un rôle essentiel dans la variabilité de la durée de la phase folliculaire et la durée des chaleurs ; plus elle est faible, plus la durée des chaleurs est longue. Cependant, quelque soit le mode utilisé pour le suivi de la

croissance folliculaire (palper rectale, échographie), il est impossible de prévoir à (48 heures près) la date d'ovulation. En effet il existe une très grande variation de la taille et de la consistance des follicules préovulatoire, c'est pourquoi, l'ovulation chez la jument n'est détectée que 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).

Le passage du follicule vers la dominance (la sélection) chez les espèces mono ovulaires domestiques (la vache et la jument) est très relié au diamètre de la déviation (Ginther et *al*, 2003). La déviation commence à la fin de la phase de croissance commune des follicules de la même vague, et se caractérise par la progression du follicule dominant et la régression des follicules subordonnés. Chez la jument, la fin de la phase commune de croissance et le début de la déviation, se produisent lorsque le futur follicule dominant atteint un diamètre 22.5 mm. Le développement de vagues anovulatoires durant le cycle œstral rapporté est de 24% (Ginther et *al*, 2003).

Chez certains chevaux, des vagues folliculaires, dites de développement mineur, se caractérisent par le développement de follicules larges sans pourtant atteindre le diamètre de dominance. Le diamètre atteint par le follicule dominant d'une vague majeur avant ovulation peut atteindre 45 mm, alors qu'il est inférieur chez d'autres espèces comme la vache 16 mm (Ginther, 1993).

La concentration du pulse de FSH, qui stimule l'émergence de la vague folliculaire aboutissant à une ovulation (Bergfelt et Ginther, 1992), commence à diminuer dans la circulation lorsque le plus large follicule atteint un diamètre 13 mm (Gastal et *al*, 1997 ; Donadeu et Ginther, 2001). Le déclin de la concentration continue, pendant la période de développement commun des follicules, dans la même vague et même plusieurs jours après le début de la déviation. La nécessité d'une concentration basse de FSH, pour la déviation, est compatible avec la formation de plusieurs follicules dominants, suite à une administration de FSH (Squires et *al*, 1986) ou une dose d'anti-inhibine qui augmente la sécrétion endogène de FSH (Nambo et *al*, 1998).

Plusieurs follicules, pendant la phase de croissance commune, contribuent à la baisse du taux de FSH (Donadeu et Ginther, 2001). Lorsque la concentration de FSH en circulation diminue à un certain seuil, à la fin de la phase de croissance commune, seul le follicule le plus large utilise la FSH circulante et exerce une inhibition sur le taux de FSH (Gastal et *al*, 1999). La LH circulante peut être impliquée dans le phénomène de déviation. Les concentrations de LH sont

élevées au moment de la déviation chez la jument (Gastal et *al*, 1997), alors que les concentrations d'estradiol circulant et l'inhibine totale diminuent lorsque les taux de LH, sont réduits expérimentalement (Bergfelt et *al*, 2001).

Des études menées chez la jument et la vache, indiquent que le follicule le plus large, de la vague, développe une plus grande sensibilité à la FSH et à la LH au moment de la déviation, par conséquent, il est le seul à pouvoir réagir à un taux bas de gonadotrophines (Ginther et *al*, 2001). Des études ont montrées que l'estradiol augmente sélectivement dans le follicule dominant avant le début de la déviation, ce qui indique une base temporelle indicative, de l'effet de l'estradiol à augmenter la sensibilité du follicule aux gonadotrophines (Gastal et *al*, 1997 ; Bergfelt et *al*, 2001). Dans d'autres études (Tanaka et *al*, 2000), plusieurs formes d'inhibine ont été dosées dans le liquide folliculaire, mais, il parait que le diamètre folliculaire, relie plus le taux d'inhibine secrété au phénomène de déviation.

Cependant, une plus récente étude (Donadeu et Ginther, 2002) focalisée sur la déviation, a démontré que les concentrations d'estradiol dans le liquide folliculaire, free insulin-like growth factor-1 (IGF-1), activin-A, et inhibin-A augmentaient, sélectivement dans le plus gros follicule, avant d'atteindre le diamètre de déviation. Cette étude menée in vivo chez la jument, concorde avec des résultats obtenus chez d'autres espèces comme la vache, qui démontrent la relation entre les quatre facteurs intrafolliculaires, la sensibilité à la FSH, à la LH, et l'expression des récepteurs à gonadotropines dans les cellules de la granulosa (Rosenfeld et *al*, 2001).

c. Les changements physiologiques du tractus génital au cours du cycle :

En plus des changements cycliques, dans les concentrations hormonales, des changements dans le tractus génital de la jument, peuvent être observés à cause des fluctuations hormonales. L'épithélium utérin prolifère, au début du diœstrus en préparation à l'implantation embryonnaire, les cellules épithéliales actives, apparaissent cylindriques pendant le diœstrus et deviennent inactives et cuboïdes en début de l'œstrus (Ginther, 1992).

Les glandes épithéliales changent aussi de conformation, avec l'évolution du cycle devenant plus actives et sécrétoires en diœstrus. Des changements caractéristiques dans les sécrétions utérines peuvent être détectés par échographie, sous forme de plis endometriaux, causés par l'œdème au début de l'œstrus, alors que le taux d'œstradiol augmente et le taux de progestérone

diminue (Pycock, 2000). La concentration de leucocytes dans l'utérus augmente durant l'œstrus pour aider à combattre les infections, alors que l'utérus est vulnérable aux infections, cette augmentation semble avoir un lien avec l'augmentation du taux circulant d'œstradiol. L'activité contractile du myomètre, varie aussi à son tour, il est plus actif pendant l'œstrus, encourageant l'expulsion des exsudats utérins, de l'excès de sperme et du plasma séminal en cas de saillie, ce qui est particulièrement important pour prévenir d'éventuelles infections (Davies-Morel, 2008).

Comme le cycle de la jument, passe de l'œstrus au diœstrus, pour préparer l'implantation de l'embryon, les changements utérins résultent en l'augmentation de l'épaisseur de la paroi utérine et de son imprégnation sanguine. En l'absence de fécondation, une lutéolyse du corps jaune cause la réduction de l'épaisseur de la paroi utérine (Davies-Morel, 2008).

Le cervix subit aussi des changements, durant le cycle, son apparence vue par vaginoscope, peut être utilisée, comme moyen de détection de l'activité reproductive. Pale, ferme, sec et bien fermé pendant le diœstrus, le cervix forme une barrière à l'entrée de l'utérus. Alors qu'il est humide en plus de l'augmentation des sécrétions endométriales, rougeâtre et ouvert pendant l'œstrus pour permettre l'entrée du pénis (Warszawsky et al, 1972). La présence ou l'absence de sécrétions dans le vagin, est indicatif de la phase du cycle. D'autant plus, il est difficile d'introduire un vaginoscope dans le vagin d'une jument en diœstrus, à cause de la nature épaisse et collante des sécrétions (Davies-Morel, 2008).

d. Le comportement de chaleurs :

Les manifestations de chaleurs sont très constantes chez la même jument ; la détection des chaleurs chez la jument se fait par une observation du comportement de celle-ci, en présence d'un mâle (étalon servant de souffleur). Plusieurs critères sont pris en considération comme signes positifs de chaleurs (clignotement de la vulve, queue levée, jets d'urine et position campée).

Seule la position campée, est un signe significatif à 100%, mais apparent seulement chez 34% des juments. Cependant, il existe des juments qui ont des chaleurs silencieuses pour différentes raisons, qui peuvent être dues à la prédominance du comportement maternel, chez les juments suitées, la nervosité ou la timidité de celle-ci (Gilbert, 2005).

L'ovulation est la succession d'une série complexe de changements endocriniens, biochimiques et cytologiques qui aboutissent à l'éclosion du follicule et à l'expulsion d'un ovocyte (Pierson, 1993). Il faut une coordination des différents éléments de suivi de la reproduction pour faire coïncider le moment de l'ovulation, avec la saillie ou l'insémination (Ginther, 2000). Effectuer une saillie après ovulation, diminue considérablement les chances de conception (Koskinen *et al*, 1990). Un examen répété 4-6 h d'intervalle pendant l'oestrus permet de prédire l'ovulation, avec plus de précision, cependant, un tel suivi n'est ni pratiquement faisable ni économiquement rentable, les signes de chaleurs disparaissent dans les 24 h qui suivent l'ovulation, bien que certaines juments, ovulent après la fin des chaleurs. Le follicule préovulatoire devient mou 12 heures avant l'ovulation dans 40% des cas (Ginther, 1979 ; Parker, 1971), mais ce paramètre ne peut être utilisé pour prédire avec précision une ovulation.

La tonicité utérine augmente, pendant les chaleurs, mais les changements ne sont pas spécifiques au temps d'ovulation (England, 1996). La taille des follicules augmente et le diamètre linéaire évolue, durant les sept jours avec une moyenne de 2.7 mm par jour (Ginther, 1979 ; Ginther, 1983) quoique Palmer et Driancourt (1980) rapportent que 24 à 48h avant l'ovulation, cette évolution s'arrête. Le follicule préovulatoire accuse un très grand changement de forme à l'échographie, ça va de la forme sphérique à conique ou sous forme d'une poire, mais dans 84% des cas, les follicules gardent leurs formes (Ginther, 1979). De plus, le degré de l'œdème endometrial et le taux du fluide éliminé diminuent avant l'ovulation mais ce n'est pas toujours le cas (England, 1996).

III. LA SAISON DE REPRODUCTION DES EQUIDES :

Dans les conditions naturelles, une synchronisation des naissances est observée chez les chevaux (*Equus caballus* ; comme chez la plupart des mammifères des régions tempérées ou froides. Les poulinares ont lieu pendant la saison la plus favorable pour la survie du jeune, généralement à la fin du printemps. De plus, pour la plupart des animaux vivant dans ces zones, à l'automne, à l'approche du froid, l'organisme privilégie l'énergie alimentaire disponible pour les fonctions de survie (thermorégulation, résistance aux maladies) au détriment, entre autres, de la fonction de reproduction (Nelson, 1999).

Les Équidés n'échappent pas à cette règle (Magistrini *et al*, 1987). De nombreuses juments ont une période sans ovulation qui débute très approximativement vers le mois d'octobre et s'achève à la fin du mois d'avril (Hughes *et al*, 1975). La durée de cette phase d'inactivité est

extrêmement variable, elle dépend de l'âge de la jument et de son état physiologique. Elle est à tort souvent appelée inactivité ovarienne car pendant cette phase une croissance folliculaire peut persister, ce qui entraîne des chaleurs anovulatoires, parfois très longues (jusqu'à deux mois), et rend également approximative la dénomination d'anœstrus. L'expression d'inactivité ovulatoire semble la plus appropriée bien que rarement utilisée. Nous utiliserons ici indifféremment soit le terme « anœstrus » soit le terme « inactivité » (Davies-Morel, 2008).

La phase pendant laquelle la jument est cyclique est approximativement centrée sur les jours les plus longs de l'année ; les chevaux sont donc classés dans les animaux dits de jours longs. Ce rythme annuel de reproduction constitue une adaptation éco physiologique très importante, particulièrement sous des climats arides et froids. Pour les éleveurs, la maîtrise de cette inactivité est un point capital (Davies-Morel, 2008).

Pour diverses compétitions équestres ou courses, les chevaux nés tôt dans l'année présentent significativement de meilleures performances que ceux nés tardivement. Ceci est dû à la différence d'âge réel de ces chevaux, auquel doit se rajouter un effet « milieu ». Chez les poulains destinés à la boucherie, plus la naissance est précoce dans l'année, plus ils sont lourds lors du sevrage et de la vente à l'automne. Ces contraintes économiques incitent donc les éleveurs à mettre leurs juments à la reproduction le plus tôt possible, c'est à dire en Février, au plus profond de la phase d'inactivité du rythme annuel de reproduction (Langlois et Blouin, 1997, 1998).

Les bases zootechniques, de la photostimulation de la jument, ont été publiées au début des années 1980. Elles faisaient suite aux premiers travaux de Burkhardt (1947). Pour aboutir à l'étalement et à l'avancée du moment des naissances, la compréhension des mécanismes de l'inactivité ovulatoire est indispensable pour permettre le développement de techniques favorisant l'avancement de la date de première ovulation.

Dans des conditions naturelles d'éclairement, la fonction de reproduction de la jument présente un rythme annuel, qui est la conséquence d'un rythme endogène réglé par la photopériode ; la cyclicité rend plus ou moins compte de ce rythme endogène selon l'influence de divers facteurs environnementaux comme la température, la nutrition et l'état d'engraissement (Guillaume, 1996).

Les phases de transition (début de l'automne et la fin du printemps) de la période d'inactivité sont des phénomènes progressifs chez la jument. La détermination clinique du stade d'inactivité, est généralement obtenue par l'examen échographique répété des ovaires ou par dosage de la progestérone plasmatique. Les juments présentant de petits ovaires fermes avec des follicules inférieurs à 15 mm de diamètre en Janvier–Février, sont considérées comme en inactivité profonde. Celles chez lesquelles, sont observés de gros ovaires avec des follicules supérieurs à 25 ou 30 mm, à la fin de Février ou en Mars, sont présumées être en phase de transition, définie comme étant la période précédant la croissance du follicule conduisant à la première ovulation. La jument est en inactivité lorsque la progestéronémie est indétectable dans un ou deux prélèvements hebdomadaires, pendant au moins quatre semaines (Nagy *et al*, 1998a).

Certaines juments, peuvent présenter tardivement un début d'inactivité, en Janvier ou Février (Fitzgerald et Schmidt, 1995; Nagy *et al*, 1998b). L'activité folliculaire ne représente pas forcément le statut hypothalamo-hypophysaire ou le degré de l'inactivité. En effet, des juments développent plusieurs vagues de croissance de follicules anovulatoires, avant la première ovulation de l'année, tandis que d'autres ne montrent pas de croissance folliculaire significative avant celle du follicule ovulatoire (Ginther, 1990). Pour cette raison, le terme d'inactivité ovulatoire est préférable à celui d'inactivité ovarienne. Lors de ces vagues de croissance, la capacité stéroïdogénique des gros follicules augmente (Seamans et Sharp, 1982 ; Davis et Sharp, 1991). De ce fait, dans cette phase de transition, des chaleurs anovulatoires, parfois de très longue durée, sont souvent observées. Roser *et al* (1997) ont démontré que le taux plasmatique d'oestradiol (>10 pg/ml) est l'indicateur le plus fiable de la première ovulation de l'année. Lors d'un cycle normal, l'augmentation de l'échogénicité de l'utérus (aspect œdémateux en « quartiers d'orange ») et le développement folliculaire traduisent la production d'oestrogènes qui indiquerait une ovulation imminente mais ce n'est pas le cas chez les juments en phase de transition (Roser *et al*, 1997).

IV. LA DUREE DE GESTATION CHEZ LA JUMENT :

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 sont justifiées par les facteurs génétiques plus que par des facteurs environnementaux (Valera *et al*, 2006). Chez les chevaux, la variabilité de la durée de

gestation est plus grande que dans d'autres espèces (Bos et Van Der Mey, 1980). Plusieurs études confirment une grande variabilité dans la durée de gestation dans différentes races équinnes (Pérez et *al*, 2003). De plus, la variation des signes d'un poulinage imminent fait que la prédiction de la parturition chez la jument, est particulièrement difficile.

La connaissance de la durée de gestation et la possibilité de prédiction de la date de poulinage, pourrait être importante pour un succès de la gestion de la gestation. L'inaptitude de déterminer avec précision le moment de poulinage, aboutit à des risques d'un surplus de travail, des coûts élevés de services vétérinaires, ainsi qu'un risque pour la jument et le poulain (Davies-Morel et *al*, 2002). En outre, pour programmer les naissances dans la même période, les juments peuvent être groupées selon leur moment de poulinage, en calculant les durées de gestations. D'autre part, ceci inclut la sélection des juments connues pour des durées de gestation plus longues qui par conséquent donnent naissance à de plus gros poulains, ce qui peut provoquer, dans certaines conditions, des dystocies, de même pour les juments à durée de gestation plus courte qui donnent naissance à des poulains plus légers, par conséquent, n'importe quel facteur pouvant être utilisé pour déterminer le moment de la parturition est très important en industrie équine (Valera et *al*, 2006).

Des durées de gestation de 310 à 380 jours (Rossdale et *al*, 1984) ont été rapportées bien que généralement des durées de 320–360 jours sont considérées comme acceptables (Panchal et *al*, 1995). Cette large variabilité dans le temps de gestation pouvant donner un poulain viable, indique que la durée de gestation chez la jument est très sensible aux facteurs génétiques et environnementaux. 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 poulinages, la nutrition, le sexe du poulain, l'année, la saison, le mois de conception et la photopériode (Hevia et *al*, 1994; Panchal et *al*, 1995; Davies-Morel et *al*, 2002; Vassilev et *al*, 2002). Néanmoins, d'autres facteurs de moindre importance ont été étudiés comme la couleur de la robe (Dring et *al*, 1981; Blesa et *al*, 1999) ou la phase du cycle lunaire (Blesa et *al*, 1999), même si leurs influences ont été non significatives.

Plusieurs études ont confirmées la variation de la durée de gestation dans les différentes races de chevaux (Pérez et *al*, 2003). De là, même si la moyenne trouvée dans la bibliographie pour les différentes races est généralement entre 335 et 345 jours (Pérez et *al*, 2003). Les gestations ayant une durée moins de 320 jours sont généralement considérées comme courtes ; le poulain

peut être prématuré, prédisposé 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).

Les gestations d'une durée inférieure de 300 jours, donnent des produits non viables, car les organes vitaux ne sont pas complètement développés (Rossdale, 1976), bien que des gestations menées à terme entre 294 à 386 jours donnant des produits viables aient été rapportées.

De même, une gestation d'une durée supérieure à 360 jours est considérée comme gestation prolongée. Dans des cas pareilles, le poulain nouveau né peut montrer une certaine fatigue, un poids élevé par rapport à la normale avec un faible développement musculaire et plusieurs d'autres anomalies (Rossdale, 1993). Néanmoins, il existe des références pour des gestations de 400 jours donnant naissance à des poulains viables : 403 jours (Braunton, 1990) ou 419 jours (West, 1994). Pour Valera et *al* (2006), cinq gestations ont été supérieures à 360 jours avec un taux (<1%) chez le pur sang espagnol. Dans la même étude la différence entre la plus longue et la plus courte durée de gestation, donnant naissance à des poulains viables, était de 71 jours chez le pur sang espagnol, avec des gestations de 290 à 361 jours, et de 54 jours (306-360) chez le pur sang arabe.

Dans le cas du pur sang espagnol, des valeurs de 70 jours (Immegart, 1997), 40 jours (Davies-Morel et *al*, 2002) sont rapportées. Dans les deux races citées une marge de différence supérieure à 40 jours est considérée comme acceptable (Rossdale, 1976).

Généralement, une durée de gestation prolongée trop longue, chez la jument uniquement, 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^e et le 40^e 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).

Chaque espèce a un taux de développement génétiquement déterminé, et la naissance se produit suite à un signal émis lorsque le fœtus atteint le volume et/ou la maturité appropriée (Jenkin et Young, 2004). Comme le signal peut être traduit par la mère (ex. le volume utérin, le fœtus (ex. restriction de nutriments) ou le placenta (ex. une élévation des demandes nutritives du fœtus). Dans la majorité des espèces d'animaux domestiques, le rôle du fœtus est clair (Lye, 1996), puisque c'est important que le fœtus naisse dans un moment propice où il est capable de survivre dans l'environnement extra utérin.

Chez les chevaux, il n'y a pas de grands indicateurs concernant le rôle initiateur du fœtus dans le déclenchement de la parturition (Liggins et Thorburn, 1994), bien que Allen et *al* (2002) montrent un effet significatif du génome fœtal sur la durée de gestation. Ils montrent l'interaction des influences de la taille de la mère et du génotype du poulain sur le développement placentaire et fœtal chez la jument, en comparant des poulinaages expérimentaux après transfert embryonnaire entre espèces. Le moment opportun de la naissance d'un fœtus mature, approprié à l'espèce, requière la synchronisation de certains mécanismes du développement fœtal, avec les mécanismes maternels, qui affectent le poulinaage. Chez les chevaux, le profile du cortisol augmente seulement 48 h avant le poulinaage et l'administration de glucocorticoïdes ne provoquent pas le travail chez la mère, comme dans d'autres espèces animales (Jenkin et Young, 2004).

L'âge de la mère est aussi considéré comme un important facteur de variation de la durée de gestation par plusieurs auteurs (Akkayan et Demirtel, 1974; Platt, 1979; Bos et Van Der Mey, 1980; Demirci, 1988), mais d'autres auteurs n'ont trouvé aucune différence par rapport à ce facteur (Hintz et *al*, 1979b; Vivo et *al*, 1983; Pèrez et *al*, 1997; Kurtz Filho et *al*, 1997; Sanchez et *al*, 1999; Davies-Morel et *al*, 2002).

L'influence de l'âge de la mère est probablement due à la diminution de l'efficacité nutritionnel de l'utérus et du placenta en même temps (Pashan et Allen, 1979) et/ ou le métabolisme hormonale mène à la vieillesse (Gluckman et Hanson, 2004), en conséquence de l'âge et de la multiparité, un ralentissement de la croissance utérine conduit à une prolongation de la gestation. 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).

L'effet de la consanguinité sur les différents paramètres de reproduction, a été profondément discuté dans différentes populations (Mahon et Cunningham, 1982; Klemetsdal et Johnson,

1989; Cunningham, 1991). Néanmoins, le manque d'association entre la durée de gestation et le coefficient de consanguinité sur la mère et le poulain paraît s'accorder plus avec une absence de l'influence qu'un degré moindre de consanguinité (Pérez et *al*, 1997). Ceci est en concordance avec les affirmations de Torres et *al* (1977) qui considère que l'effet de la consanguinité est manifeste dans la phase zygote au début du développement embryonnaire, mais ne trouve aucune donnée qui soutient son influence dans les stades plus avancés de la vie utérine.

La variabilité de la durée de gestation est influencée à 10% par le mois et l'année de conception, des résultats montrent que la saison de reproduction affecte la durée de gestation, et que la gestation se raccourcit plus la saison avance (Valera et *al*, 2006). Des gestations plus longues ont été observées, chez les juments saillies tôt dans la saison de reproduction (Hintz et *al*, 1979b; Arora et *al*, 1983; Sanchez, 1998). Les poulinages, chez les juments saillies tard dans la saison, sont significativement plus courts que ceux des juments saillies dans la période de transition ou durant la période de reproduction, alors que la variation était plus grande lorsque les juments ont été saillies hors saison (Platt, 1984 ; Perez et *al*, 2003).

Ces différences peuvent être influencées par plusieurs facteurs, comme les conditions d'alimentation ou de température. 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. De plus, la nutrition peut accélérer ou retarder la croissance foetale et l'acquisition de la maturité prénatale.

Néanmoins, il paraît que la cause de cette variation est la photopériode, du moment qu'elle affecte le système nerveux maternel. Le mécanisme précis impliqué, reste cependant pas très clair, même que Sharp (1988) a suggéré l'implication de la mélatonine. Les travaux de Hodge et *al* (1982) ont démontré que les juments sujettes à 16 h de lumière par jour progressivement du 1^{er} Décembre, ont des naissances anticipées. Ces suggestions vont de paire avec Langlois (1973), qui rapporte que l'environnement hormonal chez la jument peut être altéré par les variations dans le rythme circadien.

Aussi, il a été suggéré que la variation dans la durée d'éclairement peut causer des variations considérables dans la durée de gestation chez les équidés par modification du taux de maturation foetale à l'approche du poulinage (Pérez et *al*, 2003). La jument est capable d'avancer la parturition quand la durée d'éclairement par jour est courte, ce qui peut être

interprété par la fin de la saison de reproduction. Le mécanisme d'adaptation naturelle permet aux poulains nouveaux nés d'accéder aux meilleures ressources nutritives de l'environnement. Lorsque la longueur du jour était au maximum (Mai-Juin), la durée de gestation est au minimum (sans éclairage artificielle) (Valera *et al*, 2006). Une association entre l'augmentation de la durée du jour et l'augmentation de la température de l'environnement diminue la durée de gestation (Astudillo *et al*, 1960).

La durée de gestation est aussi influencée par le sexe du poulain. Vivo *et al* (1983) et Pérez *et al* (2003) ont trouvé que les poulains mâles ont une durée de gestation plus longue de 2 à 3 jours que les femelles. Bien qu'il est généralement accepté que les produits mâles de plusieurs espèces ont des durées de gestations plus longues que les femelles, tout fois la raison reste ignorée (Valera *et al*, 2006).

La durée de gestation, plus longue chez les poulains mâles, a été justifiée par l'action des androgènes (Zegher *et al*, 1999), aux différentes fonctions endocrines des fœtus mâles et femelles, qui interagissent différemment avec le contrôle de la parturition (Jainudeen *et Hafez*, 2000) et aux effets des chromosomes sexuels (Pergament *et al*, 1994).

MATERIEL ET METHODES

MATERIELS ET METHODES

La reproduction est la fonction de luxe qui constitue un facteur limitant les performances du troupeau équin, c'est pour cela elle nécessite une gestion judicieuse et un suivi quotidien.

Nous avons fait des visites au sein du Haras National de Chaouchaoua de Tiaret créée en 1877, ces visites sont pour but de suivre les différentes étapes de la gestion et suivi des poulinières durant la saison de monte (de 15 février à 15 juin) on résume ces étapes comme la suite :

1-Plan de sélection des males et des femelles.

2-La mise sous traitement lumineux des poulinières.

3-Examen échographique.

a-diagnostic d'involution utérine.

b-diagnostic d'œstrus.

c-diagnostic d'ovulation.

d-diagnostic de gestation.

e-développement embryonnaire.

4-Hygiène des nouveaux nés.

5-déparasitage des poulains et des adultes.

6-débourrage et dressage des poulains.

1-Plan de sélection des males et des femelles :

La sélection de males et des femelles a pour but d'avoir un poulain de race; donc il faut choisir des meilleurs étalons avec des meilleurs juments qui ont un historique sportif respectueux.

La sélection concerne l'état sanitaire des poulinières et le déroulement de la dernière gestation (dystocies , avortements , non conception et des mortalités embryonnaires).

A la fin de cette étape , trois catégories de juments sont classées:

-Les juments suitées :

Ce sont des juments qui ne rencontrent aucun problème durant la saison précédente , le déroulement de la suivi est normal dans ce cas .

-Les juments coulées :

Des juments qui ont subi des avortements , mortalités embryonnaires, non conception, dystocies ou non délivrances , ces juments sont gérées selon la situation .

-Les Juments maiden :

Des jeunes poulinières et des nouvelles reproductrices qui remplacent d'autres juments âgées.

2. La mise sous traitement lumineux des poulinières :

Pour que les juments entrent dans la saison de monte en pleine activité sexuelle ,et en vue que l'éclairage joue un rôle très important dans la reproduction des juments , un plan est mis en place, basé sur l'augmentation de la durée de l'éclairage du jour .

La durée minimum de lumière nécessaire par 24 heures n'a pas été précisément établie, cependant l'expérience pratique indique qu'une période quotidienne totale (lumière du jour naturel plus éclairage artificiel)14 à 16 heures est efficace (TL.Blanchard et *al*,2005).

3. Examen échographique des poulinières :

En 1980 ,l'échographie en temps réel est pour la première fois utilisée et considérée comme un outil diagnostic potentiellement intéressant dans le Domène de la reproduction équine(TL.Blanchard et *al*,2005).

-Diagnostic de l'involution utérine :

L' involution utérine normale se fait dans les 10 jours postpartum, cette durée va anormalement prolongée chez les juments qui subit des problèmes lors de la dernière saison (métrite,non délivrance ,dystocie)

Un échographe positif c'est-à-dire que le corps et les cornes utérins sont sains, aucune œdèmes ou liquides anormales , ce qui garantie le maintien de gestation à long terme .

-Diagnostic d'œstrus :

Le diagnostic d'œstrus par échographie est basé sur l'observation des follicules pré-ovulatoires et de préciser leur diamètre et les caractéristiques d'un utérus en chaleur .

Il n y a pas de diamètre précis pour le follicule pré-ovulatoire, donc l'historique de la jument est important pour juger le diamètre où le follicule qui va ovuler ,en général l'intervalle de diamètre est de 40 à 50 mm .

Si le diagnostic est positif, la jument va être présentée à l'étalon pour la première saillie où on va confirmer ou infirmer l'œstrus.

-Diagnostic d'ovulation :

Le diagnostic d'ovulation est fait après48heures de l'examen d'œstrus,

Il est basé sur l'apparition d'un corps jaune qui remplace le follicule pré ovulatoire c'est là où on va compter le J0 .

Si l'examen est négatif, une deuxième saillie est effectuée ,on cas où le follicule persiste ,on entame une troisième saillie , si non le recours vers un traitement hormonale .

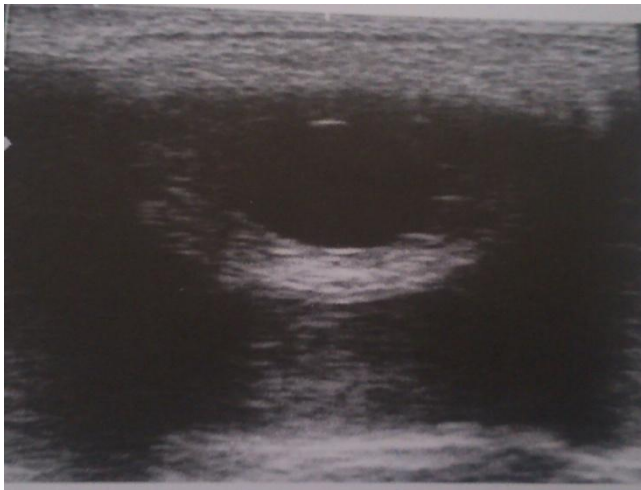
-Diagnostic de gestation :

le premier diagnostique est fait à J12 dite précoce ,est basé sur l'apparition de l'œuf fécondée que se soit dans le'une des cornes , dans la burfication ou dans le corps utérin , après le 15^{ème} jour l'œuf prend sa place et s'implante dans l'utérus .

-Le développement embryonnaire :

Un examen systématique est effectué depuis J12 jusqu'à J45 pour la suivi des devisions de l'embryon et pour confirmer le maintien de la gestation durant cette période (détecter la mortalité embryonnaire précoce).

A J12 :une vésicule embryonnaire mobile est apparait dans n'importe quel endroit dans l'utérus de 12 à18 mm de diamètre .



-figure 1- : image d'une vue Echographique D'une vésicule embryonnaire A J12-

A J14 :la vésicule est située à la base de la corne utérine et est sphérique , elle est de taille de20mm



-Figure2 :image D'une vue échographique d'une vésicule embryonnaire A J14

A J20 :la vésicule commence à perdre sa forme et l'apparition du bouton embryonnaire sur le planché du vésicule , elle prend la forme d'une guitare .



-Figure3 :image

D'une vue échographique d'une vésicule embryonnaire A J20

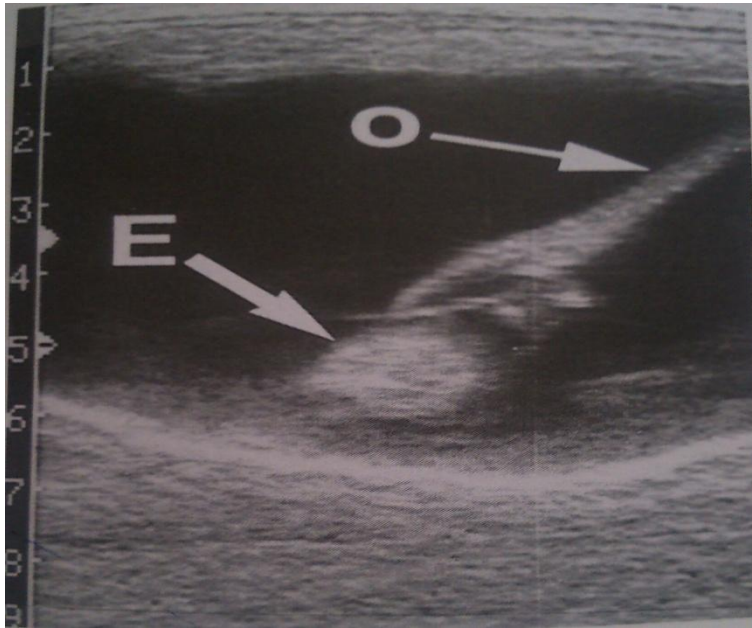
A J30 :l'activité cardiaque de l'embryon est visible , il se trouve au centre de la vésicule .



Figure4 :image

D'une vue échographique d'une vésicule embryonnaire A J30

A J45 :la taille de l'embryon augmente ,il se trouve près du plancher de la vésicule .



-Figure5 :image

D'une vue échographique d'une vésicule embryonnaire A J45

-A partir de J60 le diagnostic de gestation par fouillé rectale est possible vue le développement des éléments de diagnostic (asymétrie des cornes , la taille de fœtus)

🚩 Le diagnostic de fin de saison :

A la fin de saison un classement des juments est effectué après le dernier diagnostic de gestation.

Une fiche est effectué contient :

- Nombre des juments saillies.
- Taux de conception.

Et donc on distingue deux classes :

-les juments pleines : diagnostic de gestation positive, ces juments sont orientées vers le suivi quotidien, une alimentation de bonne qualité composée de 5kg d'orge,5kg de foin et la paille à volonté.

-les juments vides : diagnostic de gestation négative, ces juments sont gérées selon la situation, une ration de 3à4kg de foin et d'orge.

Une fiche est réalisée pour chaque jument qui contient :

- ✓ Nom, Race de jument.
- ✓ Nom d'étalon.
- ✓ Date d'ovulation.

- ✓ Nom, race, sexe et la robe de poulain.
- ✓ Heure de poulinage .
- ✓ L'expulsion (normal, dystocique).

4. Hygiène des nouveaux nés :

Après poulinage le vétérinaire doit assurer que le placenta est expulsé dans les trois heures , la prise du colostrum (un laxatif naturel pour le rejet de méconium)et la désinfection du cordon ombilical .

5. Déparasitage des poulains et des adultes :

24heures après la mise bas, un déparasitage est obligatoire des juments pour empêcher la contamination des poulains, des rappelles à trois mois d'intervalles est donc 4 fois par an.

A l'âge d'un mois , le poulain reçoit une simple dose de AD3E et un antiparasitaire ,un rappelle à 21 jours avec une double dose , des rappelles mensuels avec double dose jusqu'à l'âge de 6 mois à 1 année où on doit effectuer le plan des adultes (3 mois d'intervalles).

6. Débourage et dressage des poulains :

Dans les 6 premières mois le poulain reste avec sa mère, ensuite il est orienté vers le sevrage.

A l'âge de 1 à 2 ans le poulain commence à se dresser , puis une vente s'effectuée par la suite .

RESULTAT ET DISCUSSION

1-LA VARIATION DE LA DUREE DE GESTATION :

Pour mieux apprécier les résultats de la durée de gestation de nos juments sur la période de 2005 à 2010, nous les avons répartis selon les critères suivants :

1.1. Répartition des durées de gestation selon l'année de reproduction :

Tableau N° 01 : Variation de la durée de gestation selon l'année de reproduction chez la jument pur sang Arabe

Année de reproduction	Nombre	Durée moyenne de gestation (j)	Ecart –Type (j)
2005	57	335,14	7,87
2006	50	332,40	8,79
2007	45	332,18	9,25
2008	42	331,88	8,44
2009	49	330,82	8,45
2010	53	326,55	7,65

Discussion :

La durée de gestation est une variable physiologique ayant une importance économique dans la majorité des espèces animales domestiques. Selon nos résultats, la durée moyenne de gestation de nos juments a été de $331,49 \pm 8,57$ jours.

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 (Laing et Leech, 1975; Rossdale et al, 1984; Rossdale, 1993).

Pour McCue et Ferris (2011), sur un total de 1047 poulinages, la durée moyenne de la gestation a été de 342,7 jours, avec extrêmes de 307 à 381 jours.

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.

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 (Pérez et al, 2003). Ce même auteur 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 (Rossdale, 1976).

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'incapacité à se mettre debout (Valera et al, 2006). Ces mêmes auteurs ont rapporté, chez le pur sang espagnol, deux poulain 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 d'autres anomalies (Rossdale, 1993). Néanmoins, il existe des références pour des gestations de 400 jours donnant naissance à des poulains viables : 403 jours (Braunton, 1990) ou 419 jours (West, 1994).

Généralement, une durée de gestation prolongée et trop longue, 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 20e et le 40e jour de gestation, ce qui est associé à un taux inférieur de progestérone plasmatique.

Cette large variabilité dans le temps de gestation, pouvant donner un poulain viable, indique, que la durée de gestation chez la jument est très sensible aux facteurs génétiques et environnementaux. 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 poulinaiges, la nutrition, le sexe du poulain, l'année, la saison, le mois de conception et la photopériode (Hevia et al., 1994; Panchal et al., 1995; Davies-Morel et al., 2002; Vassilev et al., 2002).

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) ou la phase du cycle lunaire (Blesa et al., 1999).

Pour déterminer si l'année de reproduction a un effet sur la durée de gestation, nous avons eu recours à l'analyse de la variance à un seul facteur, nous avons obtenu les résultats suivants :

Tableau N° 02 : Analyse de la variance pour l'effet de l'année de reproduction sur la durée de la gestation

Effets significatifs marqués à $p < 0,05$								
	Effet	Effet	Effet	Erreur	Erreur	Erreur		
	SC	dl	MC	SC	dl	MC	F	P
DUREE	9708,26	25,00	388,33	82932,08	1236,00	67,10	5,79	0,0000000000000000013

L'analyse de variance a montré un effet significatif de l'année de reproduction sur la durée de gestation de nos juments ($P = 0.000000 < 0,05$).

Discussion :

L'effet de l'année de naissance sur la durée de gestation, a été aussi, hautement significatif ($P < 0,005$), dans cette étude ; il peut être supposé, que cet effet est due à la différence d'entretien (soins et alimentation) entre les années.

Pérez (2003) et Cilek (2008) ont rapporté que, des durées de gestations plus longues, durant certaines années, peuvent être liés à une malnutrition et un climat très froids, agissant comme un mécanisme de régulation selon les conditions climatiques et nutritionnelles ; alors que, les années de sécheresse avec des températures plus élevées, ont comme un effet de raccourcissement sur la durée de gestation (Valera et al, 2006).

Sevinga et al (2004) ont rapporté des durées de gestations plus courtes, lorsque les conceptions s'effectuent en Juillet ce qui coïncide avec des durées d'éclairement plus longues de la saison de reproduction administrative.

L'année de conception est aussi un facteur qui influence la durée de gestation, Hintz et al (1979a) ont obtenu une différence de 6,8 jours entre les années. Pérez et al. (1997) ont rapporté les mêmes conclusions pour le pur sang espagnol. Ainsi, les années de sécheresse, avec des

températures plus élevées, ont un effet négatif sur la durée de gestation. Le climat a une influence sur la qualité nutritionnelle des aliments, qui peuvent devenir déficient et irréguliers (Silver et Fowden, 1982) et mener à un avancement de la date de poulinage, en agissant comme mécanisme d'ajustement aux conditions nutritionnelles défavorables.

Pérez et al (2003) ont trouvé que les poulinages des juments, mises à la reproduction tardivement, étaient significativement plus courts, que ceux des juments mises à la reproduction pendant la période de transition ou en début de saison (334, 341 et 340 jours, respectivement). Nous avons trouvé les mêmes différences dans notre travail, les variations ont été plus grandes lorsque les juments étaient mises à la reproduction hors saison. Platt (1984) et Pérez et al (2003) ont rapporté que ces différences peuvent avoir été influencées par des facteurs comme l'alimentation ou la température.

Evans et Torbeck (1998) ont suggéré que la nature tente de donner les meilleures conditions à la mise au monde du produit, en l'occurrence le début du printemps ; ce qui se traduit par un raccourcissement ou un prolongement, des durées de gestations chez les poulains, nés plus tard ou plus tôt dans l'année, respectivement. Et au contraire, des conditions climatiques plus favorables améliorent l'apport nutritionnel des prairies, par conséquent, la jument peut avoir plus de ressources alimentaires et alors le fœtus prend moins de temps à se développer et à atteindre le poids adéquat à la naissance (Davies-Morel et al, 2002).

Les résultats obtenus par les différents auteurs supposent, que l'organisme de la jument est capable d'avancer le poulinage, lorsque des jours à durées d'éclairement plus longues sont détectés et interprété par le cerveau comme la fin de la saison de reproduction. Ce mécanisme d'adaptation naturel permet au nouveau né, un meilleur accès aux nutriments et à de meilleures conditions d'environnement. Dans notre travail, lorsque les durées d'éclairements étaient maximales, les durées de gestation étaient courtes (en Juin avec une durée de 317 jours). Une association entre l'accroissement de la durée d'éclairement, l'augmentation de la température ambiante et la diminution de la durée de gestation a été précédemment rapportée (Astudillo et al, 1960).

Les juments, pur sang Arabe, élevées dans la péninsule ibérique, ont eu des durées de gestation plus longues que celles des juments élevées en Espagne, ce qui peut être due au nombre élevé d'heures d'ensoleillement et aux conditions climatiques spécifiques de la région (Valera et al, 2006).

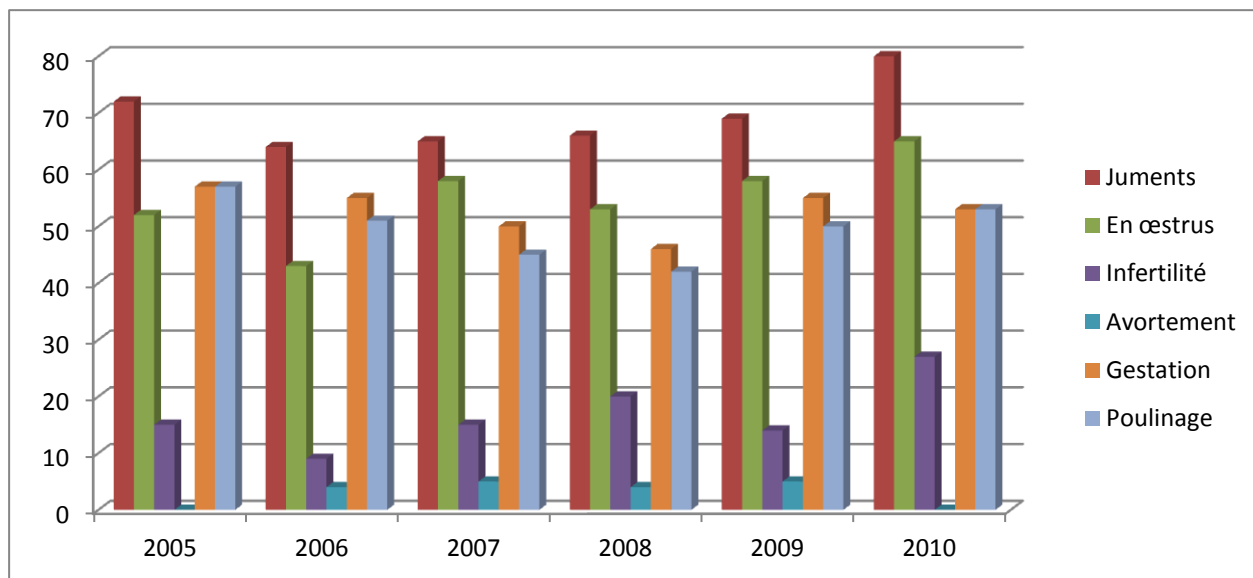
2. EVALUATION DES PARAMETRES DE REPRODUCTION :

2.1. Evaluation de la fertilité par année de reproduction :

Sur l'ensemble des années, les résultats enregistrés concernant les taux d'oestrus, d'infertilité, de gestation et de parturition sont résumés dans le tableau n° 03 :

Tableau N°03 : Répartition globale des taux d'oestrus, d'infertilité, de gestation et de parturition par année de reproduction

Année	Juments	En œstrus		Infertilité		Avortement		Gestation		Poulinage	
	N	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
2005	72	52	72,22	15	20,83	0	0,00	57	79,17	57	79,17
2006	64	43	67,19	9	14,06	4	6,25	55	85,94	51	79,69
2007	65	58	89,23	15	23,08	5	7,69	50	76,92	45	69,23
2008	66	53	80,30	20	30,30	4	6,06	46	69,70	42	63,64
2009	69	58	84,06	14	20,29	5	7,25	55	79,71	50	72,46
2010	80	65	81,25	27	33,75	0	0,00	53	66,25	53	66,25



CONCLUSION

Notre étude a été menée dans le but d'approfondir nos connaissances sur la reproduction du cheval pur sang Arabe élevé en Algérie, et plus précisément au niveau du Haras national Chaouchaoua de Tiaret, nous avons enregistré les résultats suivants :

- La durée moyenne de gestation de nos juments a été de $332,95 \pm 8,57$ jours. Cette durée a été observée pendant le mois de Mai avec $334,98 \pm 8,81$ jours alors que les durées les plus courtes ont été observées respectivement pendant les mois de Juin avec une seule naissance d'une durée de 317 jours et en Décembre de $319,75 \pm 3,3$ jours avec quatre naissances enregistrées. Pendant le mois de Janvier, nous avons assisté à 187 naissances avec une durée de gestation moyenne de $329,08 \pm 7,33$ jours.
- Selon l'année de reproduction, la durée la plus courte a été enregistré en 2010 avec $326,55 \pm 7,65$ jours.

REFERENCES

1. AKKAYAN, C. & DEMIRTEL, E. (1974). Factors affecting the duration of pregnancy in mares at the Karacabey stud farm. *Ankara Universitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 20: 575–585.
2. ALEXANDER, S.L., & IRVINE, C.H.G. (1993) FSH and LH. dans: McKinnon, A.O. et Voss, J.L. (eds) *Equine reproduction*. Lea and Febiger, Philadelphia, pp 45-56.
3. ALLEN, W.R., S. WILSHER, C. TURNBULL, F. STEWART, J. OUSEY, P.D. ROSSDALE, A.L. FOWDEN. (2002). Influence of maternal size on placental, fetal and postnatal growth in the horse. I. Development in utero. *Reproduction*, 123: 445–453.
4. ARORA, R., PURBEY, L., LUKTUKU, S., (1983). Gestation period in equines. *Indian vet. j.* 60, 824–830.
5. ASTUDILLO, C.R., HAJEK, G.E. DIAZ, O.H. (1960). Influence of climatological factors on the duration of the mare's gestation throughout her career: preliminary study. *Zoolatria* 2: 37–38.
6. AURICH C, SCHLOTE S, HOPPEN H-O, KLUG E, HOPPE H & AURICH JE (1994) Effects of the opioid antagonist naloxone on release of luteinizing hormone in mares during the anovulatory season. *Journal of Endocrinology* 142 139–144.
7. BERGFELDT D.R., GASTAL E.L., GINTHER O.J. (2001). Systemic estradiol and inhibin concentrations in response to experimentally reduced lh concentrations during follicle deviation in mares. *biol reprod*; 65:426–432.
8. BERGFELDT D.R., GINTHER O.J. (1992). Relationships between circulating concentrations of fsh and follicular waves during early pregnancy in mares. *equine vet sci*; 12:274–279.
9. BERGFELDT, D.R., Et GINTHER, O.J. (1993). Relationship between FSH surges and follicular waves during the estrus cycle in mares. *Theriogenology* 39, 781-796.
10. BLESA, F., VALERA, M., VINUESA, M., MOLINA, A. (1999). The length of gestation in the Andalusian Horse and Arabian Horse. In: *Proceeding E.A.A.P. 50th Meeting*, Zurich, Switzerland.
11. BOS, H., ET VAN DER MEY, G.J.W., (1980). Length of gestation periods of horses and ponies belonging to different breeds. *livest. prod. sci.* 7, 181–187.
12. BOUJNANE, I., ITOUATI, M. MACHMOUM. (2008). Mensurations corporelles des chevaux Arabe-Barbes au Maroc *revue Med. Vet.*, 159, 3, 144-149.
13. BRAUNTON, H.P. (1990). Long gestation. *vet. rec.* 127, 603.
14. CILEK, S., (2009). The survey of reproductive success in Arabian horse breeding from 1976-2007 at Andalu state farm in Turkey. *J. Anim. Vet. Advance.*, 8: 389-396.
15. CUNNINGHAM, E., (1991). Genetics of thoroughbred horse. *Research and science* .178, 60–67.
16. DAELS, P. F., AND J. P. HUGHES. (1992). The normal estrus cycle. Page 121 in *Equine Reproduction*. A. McKinnon et J. Voss, ed. Williams & Wilkins, Media, PA.
17. .
18. DAVIES MOREL, M.C.G. (2008). *Equine reproductive physiology breeding and stud management* editions cabi.
19. DAVIES-MOREL, M.C.G, NEWCOMBE, J.R., HOLLAND, S.J., (2002). Factors affecting gestation length in the thoroughbred mare. *Anim. reprod. Sci.* 74, 175–185.
20. DAVIS, S.D. & SHARP, D.C. (1991). Intra-follicular and peripheral steroid characteristics during vernal transition in the pony mare *Journal of Reproduction and Fertility Suppl.* 44:333–340.

21. DEMIRCI, E., (1988). Length of gestation period in purebred Arab mares and correlation between age and gestation length. *J. Fac. Vet. Med., University of Ankara*, 35: 69-79.
22. DEVALIERE, L. (1943). *Le cheval arabe-barbe. La terre marocaine*, 163, 5-8.
23. DONADEU, F.X., GINTHER, O.J. (2001). Effect of number and diameter of follicles on secretion of inhibin and suppression of follicle-stimulating hormone in mares. *Reproduction*; 121:897–903.
24. DONADEU, F.X., GINTHER, O.J. (2002). Changes in concentrations of follicular-fluid factors during follicle selection in mares. *Biol Reprod*; 66:1111– 1118.
25. DRING, L.A., HINTZ, H.F., VAN VLECK, L.D., (1981). Coat color and gestation length in Thoroughbred mares. *J. hered.* 72, 65–66.
26. ENGLAND, G. C. W. (1996). *Allen's fertility and obstetrics in the horse*. 2nd Edition, pp 49-53 Cambridge: Blackwell Science Ltd.
27. EVANS, M.J. & IRVINE, C.H.G. (1979) Induction of follicular development and ovulation in seasonally acyclic mares using gonadotrophin-releasing hormones and progesterone. *J. Reprod. Fert., Suppl.* 27, 113-121.
28. EVANS, W.J., TORBECK, R.L., (1998). *Breeding Management and Foal Development*. Equine Research Incorporated, Texas, pp. 700 (cited in: Morel et al., 2002).
29. 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, supplement* 37, 169-181.
30. FITZGERALD, B.P., & SCHMIDT, M.J. (1995). Absence of an association between melatonin and reproductive activity in mares during the nonbreeding season. *Biology of Reproduction Monogram* 1: 425–434.
31. GARCIA, M.C., REEDMAN, L.H. AND GINTHER, O.J. (1979) interaction of seasonal and ovarian factors in the regulation of LH and FSH secretion in the mare. *Journal of Reproduction and Fertility, Supplement* 27, 103-111.
32. GASTAL, E.L., GASTAL, M.O., BERGFELDT, D.R., GINTHER, O.J. (1997). Role of diameter differences among follicles in selection of a future dominant follicle in mares. *biol reprod*; 57:1320–1327.
33. GASTAL, E.L., GASTAL, M.O., GINTHER, O.J. (1999). Experimental assumption of dominance by a smaller follicle and associated hormonal changes in mares. *biol reprod*; 61:724–730.
34. GILBERT, B. (2005). *reproduction des mammifères d'élevages*. éditions Educagri.
35. GINTHER OJ. (1992). *Reproductive biology of the mare: basic and applied aspects*. 2nd ed. Cross Plains, WI: Equiservices Publishing. pp.224-226.
36. GINTHER OJ. (1978) In: *Reproductive Biology of the Mare*. Ann Arbor, MI: McNaughton and Gun.
37. GINTHER, O.J. & FIRST, N.L. (1971) Maintenance of the corpus luteum in hysterectomized mares. *Am. J. vet. Res.* 32, 1687-1691.
38. GINTHER, O.J. (1974). Occurrence of anestrus, estrus, diestrus, and ovulation over a twelvemonth period in mares. *American Journal of Veterinary Research* 35:1173–1179.
39. GINTHER, O.J. (1979) *Reproductive biology of the mare. Basic and applied aspects*. Equiservices, cross plains, Wisconsin, USA. 1-11 and 133-154 pp.
40. GINTHER, O.J. (1983) Sexual behaviour following introduction of stallion into a group of mares. *Theriogenol.* 19: 877-886.
41. GINTHER, O.J. (1990). Folliculogenesis during the transitional period and early ovulatory season in mares. *J Reprod Fertil.* 90(1):311–320.

42. GINTHER, O.J. (1993) Major and minor follicular waves during the equine estrous cycle. *J. equine vet. sci.* 13:18–25.
43. GINTHER, O.J. (2000). Selection of the dominant follicle in cattle and horses. *Anim. Reprod. Sci.* 60-61: 61-79.
44. GINTHER, O.J., BEG, M.A., BERGFELDT, D.R., DONADEU F.X., KOT, K. (2001) Follicle selection in monovular species. *biol. reprod.*; 65:638–647.
45. GINTHER, O.J., BEG, M.A., DONADEU, F.X., BERGFELDT, D.R. (2003). Mechanism of follicle deviation in monovular farm species. *anim. reprod. sci.*; 78:239–257.
46. GINTHER, O.J., Et BERGFELDT, D.R. (1993). Growth of small follicles and concentrations of FSH during the equine estrous cycle. *Journal Of Reproduction and Fertility* 99, 105-111.
47. GLUCKMAN, P.D. & HANSON, M.A. (2004). Maternal constraint of fetal growth and its consequences. *Semin. Fetal Neonatal Med.*, 9: 419–425.
48. GORDON, I. (1997) Introduction to controlled reproduction in Horses. Dans : Gordon, I. (Ed) *Controlled reproduction in Horses Deers and Camelids. Controlled reproduction in farm animals series Vol. 4, 1st edn.* CABI, Wallingford. UK, pp 1-35.
49. GUILLAUME D., (1996). Action de la photopériode sur la reproduction des équidés. *INRA Prod. Anim.*, 9 (1), 61-69.
50. HAFEZ, E.S.E., (1987). *Reproduction in farm animals.* Lea And Febiger, Philadelphia.
51. HANSEN, T.R., AUSTIN, K.J., PERRY, D.J., PRU, J.K., TEIXEIRA, M.G., AND JOHNSON, G.A. (1999). Mechanism of Action to Interferon-tau in the uterus during early pregnancy. *Journal of reproduction and fertility, Suppl.* 54,329-339.
52. HEVIA, M.L., QUILES, A.J., FUENTES, F., GONZALO, C., (1994). Reproductive performance of thoroughbred mares in Spain. *J. equine vet. sci.* 53 (suppl. 1), 295.
53. HINTZ, H.F., R.L. HINTZ AND L.D. VAN VLECK, (1979a). Growth rate of thoroughbreds. Effect of age of dam, year and month of birth and sex of foal. *J. Anim. Sci.*, 48: 481–487.
54. HINTZ, H.F., R.L. HINTZ, D.H. LEIN AND L.D. VAN VLECK, (1979b). Length of gestation periods in Thoroughbred mares. *J. Equine Med.*, 3: 289-292.
55. HODGE, S., J. KREIDER, G. POTTER, P. HARMS, J. FLEEGER, (1982). Influence of photoperiod on the pregnant and postpartum mare. *Am. J. Vet. Res.* 43: 1752–1755.
56. HUGHES, J. P., G. H. Stabenfeldt and J. W. Evans. 1975. The estrous cycle of the mare. *J. Reprod. Fertil.* 23(suppl.):161.
57. IMMIGART, H.M., 1997. Abnormalities of pregnancy. in: Yougquist, R.S. (ed.), *Current therapy in large animal Theriogenology.* 1st ed., W.B. Saunders Company, Philadelphia, p. 113-129.
58. IRVINE, C.H.G., AND ALEXANDER, S.L. (1993). Secretory patterns and rates of GnRH, FSH and LH revealed by intensive sampling of pituitary venous blood in the luteal phase mare. *Endocrinology* 132, 212-218.
59. IRVINE, C.H.G., AND ALEXANDER, S.L. (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.
60. JENKIN, G., YOUNG, I.R. (2004). Mechanisms responsible for parturition; the use of experimental models. *Anim. Reprod. Sci.* 82: 567–581.
61. KNUDSEN, O. AND VELL, W. (1961). Ovarian oestrogen levels in the non-pregnant mare. Relationship to histological appearance of the uterus and its clinical status. *Journal of reproduction and fertility* 2, 130-137.
62. KOSKINEN, E.; LINDERBERG, H.; KUNTSI, H.; RUOTSALAINEN, L.; KATILA, T. (1990). Fertility of mares after postovulatory insemination. *J. vet. med. a.*, 37: 77-80.

63. KURTZ FILHO , M.K., DEPRA, N.M., ALDA, J.L., CASTRO, I.N., DE-LA-CORTE, F.D., SILVA, J.H.S. & SILVA, C.A.M. (1997). Duration of gestacao in bond into the age of pure blood racing mares, the weights of the foal, placenta and the time of foalbirth. *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.*, 34: 37–40.
64. LAING, J.A. & LEECH, F.B. (1975). The frequency of infertility in thoroughbred mares. *J. Reprod. Fertil. Suppl.*, 23: 307–310.
65. LAMMING, G.E., AND MANN, G.E. (1995). Control of the endometrial oxytocin receptors and prostaglandin F₂ α propto; production in cow by progesterone and estradiol. *Journal of reproduction and fertility*, 103, 69-73.
66. LANGLOIS, B. & BLOUIN, C. (1997). Effect of a horse's month of birth on its future sport performance. I Effect on annual phenotypic indices *Ann Zootech.* 46:393–398.
67. LANGLOIS, B. & BLOUIN, C. (1998). Effect of a horse's month of birth on its future sport performance. II Effect on annual earning and annual earning per start *Ann Zootech.* 47:67–74.
68. LANGLOIS, B., (1973). Caractères quantitatifs chez le cheval: aspects genetiques revue bibliographique. bulletin technique du departement de genetique animale 16, 36–38.
69. LIGGINS, G.C., & THORBUM, G.D. (1994). Initiation of parturition. In: Lamming, G.E. (Ed.), *Marshall's Physiology of Reproduction. Pregnancy and Lactation, Part Two, Fetal Physiology, Parturition and Lactation*, vol. 3, fourth ed. Chapman and Hall, London, pp. 863–1002.
70. LOFSTEDT, R.M., (1992). Miscellaneous diseases of pregnancy and parturition. *Equine Reproduction*. Ed. McKinnon and Voss. Lea & Febiger, Philadelphia, London, pp. 596–603.
71. LYE, J.S., (1996). Initiation of parturition. *Anim. Reprod. Sci.* 42: 495–503.
72. MAGISTRINI, M., CHANTELOUBE, P., PALMER, E. (1987). Effet de la saison et du rythme de récolte sur la congélabilité de la semence d'étalons. 13e journée d'étude CEREOPA, 57-69. 15 rue Claude Bernard, Paris.
73. MAHON, G., & CUNNINGHAM, E., (1982). Inbreeding and the inheritance of fertility in the thoroughbred mare. *livest. prod. sci.* 9 (6), 743–754.
74. MARTENIUK, J.V., CARLETON, C.L., LLOYD, J.W., SHEA, M.E., (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.
75. MATHEWS, R.G., ROPHIA R.T., ET BUTTERFIELD. P.M. (1967) the phenomenon of foal heat in mares. *Australian veterinary journal* 43, 579-587.
76. McCUE, P. M. AND R. A. FERRIS, 2011. Parturition, dystocia and foal survival: A retrospective study of 1047 births *Equine Veterinary Journal.* 2042-3306.
77. NAGY, P., HUSZENICZA, G., JUHASZ, J., KULCSAR, M., SOLTI, L., REICZIGEL, J., ABAVARY, K., (1998a). Factors influencing ovarian activity and sexual behavior of postpartum mares under farm conditions. *Theriogenology* 50:1109–1119.
78. NAGY, P., HUSZENICZA, G.Y., JUHASZ, J., SOLTI, L., KULCSAR, M. (1998b). Diagnostic problems associated with ovarian activity in barren and postpartum mares early in the breeding season *Reproduction in Domestic Animals* 33:187–192.
79. NAMBO, Y., KANEKO, H., NAGATA, S., OIKAWA, M., YOSHIHARA, T., NAGAMINE, N., WATANABE, G., TAYA, K. (1998). Effect of passive immunization against inhibin on fsh secretion, folliculogenesis and ovulation rate during the follicular phase of the estrous cycle in mares. *Theriogenology*; 50:545–557.
80. NELSON, R.J. & DRAZEN, D.L. 1999. Melatonin mediates seasonal adjustment in immune function. In *Proceedings of the 8th meeting of the European Pineal Society*, Tours, 3 au 7 juillet 1999. *Reproduction Nutrition Developpement* 39:383–398.

81. NETT, T.M. (1993a). Estrogens. In: McKinnon, A.O. and Voss, J.L. (eds) Equine Reproduction. Lea & Febiger, Philadelphia, London, pp. 65–68.
82. NETT, T.M. (1993b) . Reproductive peptide and protein hormones, dans: McKinnon, A.O. et Voss, J.L. (eds) Equine reproduction. Lea and Febiger, Philadelphia, pp 109-114.
83. PALMER E., & DRIANCOURT M.A., (1980). Use of ultrasonic echography in equine gynecology. Theriogenology, 13, 203-216.
84. PANCHAL, M.T., GUJARATI, M.L., KAVANI, F.S., (1995). Some of the reproductive traits in kathi mares in gujarat state. Indian j. Anim. Reprod. 16, 1.
85. PANTKE, P., HYLAND, J., GALLOWAY, D.B., MACLEAN, A.A. AND HOPPEN, H.O. (1991) Changes in lutenising hormone bioactivity associated with gonadotropines pules in the cycling mare. Journal of reproduction and Fertility, Supplement44, 13-20.
86. PARKER, W.G. (1971). Sequential changes of the ovulating follicle in the estrous mare as determined by rectal palpation. proc. ann. conf. vet., college vet. med. And bio-med. sci., colorado state university, fort collins, usa: 149 -150 pp.
87. PASHAN, R.L. & 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.
88. PATTISON, M.L., CHEN, C.L. AND KING, S.L. (1972) Determination of LH and estradiol 17b surge with reference of the time of ovulation in the mares. Biology of reproduction7, 136-140.
89. PEREZ, C., RODRIGUEZ, I., SANZ, J., ACOSTA, M., MOTA, J., VALERA, M., (1997). Factors influencing the duration of gestation and placental weight at birth in purebred Spanish (spb), estirpe cartujana. ara 3, 78–85.
90. PEREZ, CC., I. RODRIGEZ, J. MOTA, J. DORADO, M. HIDALGO, M. FELIPE AND J. SANZ, (2003). Gestation length in Carthusian Spanishbred mares. Livest. Prod. Sci., 82: 181-187.
91. PERGAMENT, E., M. FIDDLER, N. CHO, D. JOHNSON AND W.J. HOLMGREN, (1994). Sexual differentiation and preimplantation cell growth. Human Reprod., 9: 1730–1732.
92. PIERSON, R.A. (1993). Folliculogenesis and ovulation. in: equine reproduction. Angus, o.; Mckinnon, j.; Voss, j.l. (eds). Lea & febiger. Philadelphia/london, 161-171 pp.
93. PIQUETTE G.N, KENNEY, R.M., SERTICH, P.L., YAMOTO, M. ET HSUEH, A.J.W. (1990) Equine granulosa theca cell tumours, express inhibin α and β A subunit messenger ribonucleic acids and proteines. Biology of Reproduction 43, 1050-1057.
94. PLATT, H., (1979). A survey of perinatal mortality and disorders in the thoroughbred. Newmarket, England: Equine Research Station of the Animal Health Trust.
95. PLATT, H., (1984). Growth of equine foetus. Equine Vet. J., 16: 247–252
96. PYCOCK, J.F. (2000) Breeding managment of problem mare. Dans: Samper, J.C. (ed) Equine breeding management and artifician insemination. W.B. Saunders, Philadelphia pp. 195-228.
97. ROBERTS, S.J. 1986. Veterinary Obstetrics and Genital disease. 3rd ed. Woodstock, Vermont, Published by the Author.
98. ROSENFELD CS, WAGNER JS, ROBERTS RM, LUBAHN DB. (2001). Intraovarian actions of oestrogen. Reproduction; 122:215–226.
99. ROSER, J.F., VALCHECK, D.E., LASLEY, B.L., LIU, I.K.M., KOJUSNER,G. TAYA, K. 1997.Minimizing the incidence of endometritis by predicting the first ovulation of the year. In Proceedings of International Conference on Equine Endometritis/Endometrosis, German Veterinary Society, Hannover, Leipzig, October 1997. Pferdeheilkunde 13:539.

100. ROSSDALE, P.D., (1976). A clinician's view of prematurity and dysmaturity in thoroughbred foals. *Proc. R. Soc. Med.*, 69: 631–632.
101. ROSSDALE, P.D., (1993). Clinical view of disturbances in equine foetal maturation. *Equine Vet. J.*, 14: 3–7.
102. ROSSDALE, P.D., J.C. OUSEY, M. SILVER AND A.L. FOWDEN, (1984). Studies on equine prematurity guidelines for assessment of foal maturity. *Equine Vet. J.*, 16: 300–302.
103. SANCHEZ, A., DIAZ, O., GATICA, R., (1999). Algunas consideraciones sobre duracion de la gestacion en la yegua. *Arch. Reprod. Anim.* 8, 18–23.
104. SCHERMERHORN, E.C., VAN VLECK, L.D., ROUNSAVILLE, T.R., (1980). Heritabilities of reproductive performance and gestation length in a sample of standardbred. Department of animal science, Cornell University Ithaca, NY.
105. SEAMANS, K. & SHARP, D.C. (1982). Changes in equine follicular aromatase activity during transition from winter anestrus *J Reprod Fert. Suppl.* 32 225–233.
106. SEVINGA, M., H.W BARKEMA, H STRYHN AND J.W. HESSELINK, (2004). Retained placenta in Frisian mares: Incidence and potential risk factors with special emphasis on gestation length. *Theriogenology*, 61: 851-859.
107. SHARP, D.C., (1988). Transition into the breeding season: clues to the mechanisms of seasonality. *EquineVet. J.* 20: 159–161.
108. SILVER, M., ET FOWDEN, A.L., (1982). Uterine prostaglandin f metabolite production in relation to glucose availability in late pregnancy and a possible influence of diet on time of delivery in the mare. *J. Reprod. Fertil. Suppl.* 32, 511–519.
109. SQUIRES E.L, GARCIA R.H, GINTHER O.J, VOSS J.L, SEIDEL G.E. (1986). Comparison of equine pituitary extract and follicle stimulating hormone for superovulating mares. *Theriogenology*; 26:661–670.
110. STARBUCK GR, STOUT TAE, LAMMING GE, ALLEN WR AND FLINT APF (1998)Endometrial oxytocin receptor and uterine prostaglandin secretion in mares during the oestrous cycle and early regnancy *Journal of Reproduction and Fertility* 113 173–179.
111. STEVENSON, K.R., PARKINSON, T.J., AND WATHES, D.C (1991). Measurement of oxytocine concentration in plasma and ovarian extracts during the estrous cycle of mares. *Journal of reproduction and fertility, Supplement* 93,437-441.
112. STOUT, T.A.E., LAMMING, G.E. Et ALLEN, W.R. (2000). The uterus as a source of oxytocin in cyclic mares *Journal of Reproduction and Fertility Supplement* 56 281–287.
113. TANAKA Y, NAGAMINE N, NAMBO Y, NAGATA S, NAGAOKA K, TSUNODA N, TANIYAMA H, YOSHIHARA T, OIKAWA M, WATANABE G, TAYA K. (2000). Ovarian secretion of inhibin in mares. *j reprod fertil suppl*; 56:239–245.
114. TETZKE, T.A., ISMAIL, S., MIKUCKIS, G., AND EVANS J.W. (1987). Patterns of oxytocin secretion during the oestrous cycle of the mare. *Journal of reproduction and fertility, Suppl.* 35,245-252.
115. TORRES, J., GRAC,A, C., CARNEIRO, G., (1977). Formation and genetic structure of a herd Campolina in mines. *Arq. Esc. Vet. U.f.m.g.* 29 (3), 311–329.
116. TUCKER, K.E., HENDERSON, K.A. AND DUBY, R.T. (1991). In vitro steroidogenesis by granulose cells from equine preovulatory follicles. *Journal of reproduction and fertility Supplement*44, 45-55.
117. VALERA, M., F. BLESÁ, R. DOS SANTOS, A. MOLINA.(2006). Genetic study of gestation length in andalusian and arabian mares. *Animal Reproduction Science* 95, 75–96.

118. VANDEPLASSCHE, M., (1992). Pre birth complications and dystocia. Current therapeutic equine medicine, second ed. inter-medica, Buenos Aires, Argentina, pp. 578–583.
119. VASSAIRE J.P. (1977). Sexualité et reproduction des mammifères domestiques et du laboratoire. Maloine S.A. éditeur 27, rue École de Médecine 7600 P (68-69, 138-139).
120. VASSILEV, D., DIMOV, G., TSANKOV, T., (2002). Direct, maternal and uncorrelated (co)variances for gestation length in plevan warmblood mares. in: 7th world congress on genetics applied to livestock production, Montpellier, France.
121. VIVO, R., CASTEJON, F., SANTISTEBAN, R., TOVAR, P. (1983). Duration of pregnancy in mares races Arabic and Spanish. arch. zootec. 23 (10/12), 263–268.
122. WARSZAWSKY, L.F., PARKER, W.G., FIRST, N.L. & GINTHER, O.J. (1972) Gross changes of internal genitalia during the estrous cycle of the mare. Am. J. vet. Res. 33, 10-26.
123. WATSON, E.D., HEALD, M., TSIGOS, A., LEASK, R., STEEL, M., GROOM, N.P, ET RILEY, S.C. (2002). Plasma FSH, Inhibin A and Inhibine isoformes containing pro- and $-\alpha C$ during winter anœstrus spring transition and the breeding season mares. Reproduction 123, 535-542.
124. WATSON, E.D., McDONNELL, A.M., Et Cuddeford, D. (1994) Characteristics of cyclicity in maiden thouroughtbred mares in the united kingdom. Veterinary Record. 135, 104-106.
125. WEEDMAN, P.J., KING, S.S., NEWMAN, K.R. AND NEQUIN, L.G. (1993) Comparision of circulation estradiol 17b and folliculogenesis during the breeding season, autumn tansition and anoestrus in the mare. Journal of Equine Veterinary Science13, 502-505.
126. WEST, G., (1994). Black's veterinary dictionary. B.T. limited, batsford.
127. WHITMORE, H. L., WENTWORTH, B. C. AND GINTHER, O. J. (1973). Circulating levels of luteinizing hormone during the estrous cycle of mares based on radioimmunoassay. Amer. J. Vet. Res. 34:631.
128. ZEGHER, F., K. DEVLIEGER AND R. EECKELS, 1999. Fetal growth: Boys before girls. Horm. Res., 51: 258–259.
129. TL.BLANCHARD ,P.DVARNER,J.SCHUMAKHER,CH.C.LOVE,S.B.BRINS KERS.L.RIGBY , 2005 Manuel de reproduction Equine .32 -33 ,63.