

**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

**Nouvelle technique de détection
des chaleurs chez la jument ?**

PRESENTE PAR:

ENCADRE PAR:

MR.: HABRI MOHAMED

DR: BOUAKKEZ ABDERRAHMEN

MR.: AOUADI BESSADET



Remerciement

Je tiens dans un premier temps à rendre Grâce à Dieu pour m'avoir accordé la santé, le Moral et surtout sa bénédiction pour la réalisation de mes études jusqu'à cet aboutissement.

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

À mon promoteur : Dr BOUAKKAZ Abdelrahmen, leurs précieuses propositions pour l'avancement de la thèse et l'encadrement scientifique durant toute la durée du travail, et pour la confiance qu'ils m'ont témoigné au cours de cette dernière année. Merci de m'avoir supporté durant toute cette période, accepter par ces quelques mots ma profonde reconnaissance.

Je tiens à remercier tous nos enseignants sans exception qui ont contribué à notre formation.

Mes remerciements vont également :

Au personnel de la jumentrie « Chaouchaoua » de Tiaret pour la qualité de leur aide.

A tous les personnels, enseignants et travailleurs de l'institut vétérinaire de l'université IBN-KHALDOUN de Tiaret (surtout Hafida et Nawel).

A tous mes amis et confrères de l'institut des sciences vétérinaires, chacun par son nom (Surtout Sid Ahmed, OMAR)

En fin à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicace

Avec l'aide de bon dieu tout puissant

Je rends un grand hommage à travers ce modeste travail, en signe de respect et de reconnaissance envers :

Ma très chère mère symbole de tendresse et d'amour.

Mon très cher père qui m'a soutenu durant ma scolarité, l'exemple de sagesse et de fraternité.

Ma chère future épouse « AMINA »

Je le dédie également à :

Mes chers frères Farid et Kacem.

Toutes mes sœurs Guezala, Aicha, Kheira, Chaimaa et Yasmin.

Mes proches Mokhtar et Guendouz.

Mes proches amis Houcine, Rafik, et mon binôme Med Amine.

Tous mes amis : Fethi, SidAhmed, boukhatem, HadjAli, Abdou, Nasro, Youcef, Wissam, Oussama, Bounoua, Zaki, zenati, Abbes, Belhamici, Houssam, Chihab et Fethallah. A ceux que j'aime et qui m'aiment et ceux qui sont chers à mon cœur et en un mot à tous les gens qui ont contribué à ma réussite de près ou de loin. Dr, Aouadi bessadet.

Dédicace

Avec l'aide du dieu j'ai pu réaliser ce modeste travail à que je dédie :

Mes très chères parent de m'avoir soutenu tout ma vie.

Mon cher père, pour leur soutient et tous les efforts qui ont m'a donné le Long de parcours et je leur souhaite la bonne santé et Long vie.

Ma chère mère qui m'a donné beaucoup d'affection et d'amour.

Ma famille et surtout mes très chères sœurs : Amina, Sarrah et Doaà.

Mes frères : Mahmoudi Tahar, Chadli Kàda.

Mon binôme : Aouadi Bessadet.

Mes amies :

Badder, Bachi, Zairi, Omar, Djillali, Mourad, Amine, Nouh, Hanou, sidahmed, Fethi, Nas ro, boukhatem, Chihabe, Fethallah, Wissam, Hafssi, Taher, Badran, Ibrahim. . . . , Toute ma promotion 5ème année Vétérinaire.

A ceux que j'aime et qui m'aiment et ceux qui sont chers à mon cœur et en un mot à tous les gens qui ont contribué à ma réussite de près ou de loin.

Une personne proche, qui ma soutenue et a suivi mon travail de loin et de près avec patience et donné le courage et la joie de vivre : M-Noura et leur famille et amies

Dr. Habri Mohamed

Table des matières

<u>Table des matières</u>	1
<u>Table des figures</u>	4
I.1.INTRODUCTION.....	6
I.2.Embryologie et développement.....	6
I.3. Anatomie.....	6
I.4. Physiologie de l'appareil génitale mâle.....	8
I.4.1.La spermatogenèse.....	8
Multiplication des cellules germinales ou spermatocyte Iaire	8
2-Réduction chromatique du spermatocyte 1 en spermatocyte I.....	8
3-spermiogenèse : évolution du spermatocyte 2 en spermatozoïde.....	9
I.5-Contrôle hormonal.....	11
I.6-Le comportement sexuel.....	12
Les différents types de comportement sexuel.....	12
Les types comportementaux de l'accouplement.....	13
Maniement de l'étalon et de la jument lors de l'accouplement.....	14
A. Généralités sur le cycle œstral.....	15
B. Modifications ovariennes.....	16
1. Dynamique folliculaire.....	16
a. Etapes de la folliculogenèse.....	16
b. Croissance et différenciation du follicule.....	16
1. Recrutement.....	16
2. Croissance.....	17
3. S élections.....	17
4. Dominance.....	17
c. Les vagues de croissance folliculaire.....	17
d. Devenir des follicules.....	19

1. L'atrésie.....	19
2. L'ovulation.....	19
Caractéristiques du follicule préovulatoire.....	20
Ovulation.....	20
2. Le corps jaune.....	22
C. Signes de l'œstrus.....	22
D. Endocrinologie.....	24
1. Fonction endocrine des ovaires : les hormones stéroïdiennes.....	24
a. Les œstrogènes.....	24
b. Les progestagènes.....	25
2. Régulation hypothalamo-hypophysaire.....	27
a. Hormones hypophysaires.....	27
1. Production.....	27
La Follicle-Stimulating Hormone (FSH).....	27
La Luteinizing Hormone (LH).....	27
2. Action.....	28
Rôle dans la folliculogénese.....	28
Rôle dans la formation, le maintien et l'activité sécrétrice du corps jaune.....	30
3. Régulation.....	30
Rôle de la progestérone.....	31
Rôle de l'oestradiol.....	32
Rôle d'autres substances protéiques.....	32
Rôle de la photopériode.....	32
b-hormone hypothalamique : la gonadolibérine.....	32
3. Fonction endocrine de l'utérus : les prostaglandines.....	33
a. Production et action.....	33
b. Régulation [Ginther, 1992 ; Niswender et Nett, 1993].....	34
1. Rôle de la progestérone.....	34
2. Rôle des oestrogènes.....	34
3. Rôle de l'ocytocine.....	34
c. Utilisation.....	35

III.1. Facteurs sociaux.....	36
III.2. Influence de la présence du mâle.....	36
III.2.1. Influence de l'ouïe et du toucher.....	36
III.2.2. Influence de la vue et de l'olfaction.....	38
III.3. Facteurs climatiques.....	40
III.3.1. Influence de la température.....	41
III.3.2. Influence de l'hygrométrie.....	42
III.3.3. Influence de la photopériode.....	42
III.3.3.1. Mise en évidence du rôle de la mélatonine.....	42
III.3.3.2 Influence de la photopériode sur la saisonnalité de la jument.....	44
III.4. Alimentation.....	46
III.4.1. Relation entre la saison et l'alimentation.....	46
III.4.2. Influence de l'état corporel.....	46
III.4.2.1. Estimation de l'état corporel.....	47
III.4.2.2. Modifications associées aux variations de l'état corporel.....	48
III.4.2.2.1. Influence sur la cyclicité.....	48
Détection des chaleurs.....	49
1-La barre de détection des chaleurs.....	51
2-Boute-en-train en contact permanent avec les juments.....	52
3-Détection des chaleurs au pré.....	53
4-Autres méthodes de détection.....	54
1-Diagnostique échographique chez la jument.....	54
1-1-Technique de l'examen échographique chez la jument.....	54
1-2-Examen échographique de l'appareil génital interne.....	55
1-1-2 ovaires.....	55
1-1-2-1 follicules.....	55
1-1-2-2- corps jaune	56

1-1-3-1:utérus non gravide.....	57
2-Diagnostic par exploration rectale.....	58
3-Diagnostic par dosage hormonal.....	60
L'axe Hypothalamo-Hypophyso-ovarien Facteurs hypothalamiques (hormones)...	60
Les hormones gonadotropes.....	60
Les stéroïdes ovariens.....	61
Les prostaglandines.....	62
Matériels et méthodes.....	64
Résultats et discussion.....	64
RECOMMANDATIONS.....	85

Table des figures

Figure 1 : Spermatogenèse.....	10
Figure 2 : Distribution des durées de l'œstrus, du dioestrus et du cycle œstral chez la jument [Ginther, 1992].....	15
Figure 3 : Schéma des trois types de cycles chez la jument [Ginther, 1992].....	18
Figure 4 : Changements affectant le follicule preovulatoire chez la jument [Ginther, 1992].	21
Figure 5 : Schéma représentant la croissance et les changements de forme du follicule preovulatoire équin [Ginther, 1992].....	22
Figure 6 : Concentration en oestrogenes pendant le periode periovulatoire chez la jument(moyennes } sem., n = 8) [Ginther, 1992].....	25
Figure 7 : Concentrations circulantes moyennes de LH et d'oestradiol (n = 8 juments)[Ginther, 1992].....	25
Figure 8 : Evolution de la progesteronemie après ovulation (Moyennes } Sem, n=12 juments)[Ginther, 1992].....	26
Figure 9 : Concentration en progestagenes (échelle logarithmique) pendant la période periovulatoire Chez la jument (moyennes } Sem, n = 8 juments) [Ginther, 1992].....	26

Figure 10 : Concentrations plasmatiques moyennes de FSH et LH au cours du cycle œstral chez la Jument (moyennes } Sem, n= 12 juments) [Ginther, 1992].....28

Figure 11 : Interactions entre le niveau d'hormones gonadotropes, la folliculogenèse et l'ovulation [Ginther, 1992].....29

Figure 12 : Concentrations circulantes moyennes de LH et de progestérone(moyennes} Sem, n = 7 juments)[Ginther, 1992].....31

Figure 13 : Synthèse des variations hormonales et ovariennes au cours du cycle œstral chez la jument [Daels et Hugues, 1993a].....35

Figure 14 : Concentrations veineuses en ocytocine hypophysaire chez une jument en oestrus En contact uniquement auditif avec un étalon (d'après Irvine et Alexander).....38

Figure 15 : Concentrations veineuses en ocytocine (OT) hypophysaire chez une jument En oestrus en contact tactile et auditif avec un étalon (d'après Irvine et Alexander)...39

Figure 16: Evolution du taux de progestérone de dix juments comparée aux variations De la durée d'éclairement (d'après Guillaume et al.).....43

Figure 17 : Evolution de la sécrétion de mélatonine par une ponette sur 24 heures lors D'une nuit longue ou d'une nuit courte (d'après Guillaume et al.).....43

Figure 18 : Schéma général de la transmission de l'information lumineuse de la rétine Aux gonadotrophines (d'après Guillaume et al)45

Figure 19 : Effet de différentes photopériodes expérimentales sur la stimulation de L'activité ovarienne chez la jument (d'après Guillaume et Palmer).....45

Figure 21 : Schéma général des rôles de la leptine dans la régulation du métabolisme (D'après Hossner).....49

Tableau

Tableau 1 : Notation de l'état corporel chez le cheval selon l'INRA. (D'après Martin Rosset [MARTIN-ROSSET W. (1990)]).....49

Les Images

Image d'un follicule mure.....55

Image échographique du corps jaune.....56

ETUDE
biblio
graphique

INTRODUCTION

Les chevaux sont des animaux de guerre et de transport au service des hommes. Ils permettent l'essor du commerce et l'expansion de civilisations sur de grandes étendues. Considéré comme « la plus noble conquête de l'homme ». Les chevaux ont été évoqués à plusieurs reprises dans le coran, ainsi dans les paroles du prophète (que le salut soit sur lui) et présent dans les mythes, les légendes, nombre d'encyclopédies et toutes les formes d'art, le cheval est, de tous les animaux, celui qui a sans doute le plus marqué l'histoire et les progrès de l'humanité.

Sourate Al 'Imran : (La Famille d'Imran)

Au nom de Dieu, le Tout Miséricordieux, le Très Miséricordieux : « On a enjolivé aux gens l'amour des choses qu'ils désirent: femmes, enfants, trésors thésaurisés d'or et d'argent, chevaux marqués, bétail et champs; tout cela est l'objet de jouissance pour la vie présente, alors que c'est près d'Allah qu'il y a bon retour». (14) Sourate Al 'Imran.

L'objectif de l'élevage du cheval reste inchangé : obtenir un poulain par jument par an. si l'on tiens compte de cette enjeu économique, on comprends mieux l'intérêt d'avancer la saison de reproduction de la jument le plus tôt possible dans l'année toute en tenant compte des contraintes administratives (saison de reproduction démarrant le 15 février)et de physiologie de la jument (Vincent, pierre, André Duret, 2005).

A ce propos, le but de notre recherche est l'étude de l'effet de la vocalisation de l'étalon sur le comportement de la jument dans l'expression des signes de chaleurs.



Première chapitre :

I 'appareil reproducteur
mâle

I.1.INTRODUCTION :

Dans l'espèce animale bisexuée, l'appareil reproducteur mâle a pour missions l'élaboration de la cellule génitale mâle, le spermatozoïde et son dépôt dans les voies génitales femelles.

I.2.Embryologie et développement :

L'organisation fœtale présente un aspect unique du fait que les composantes majeures de l'appareil reproducteur chez le mâle et la femelle prennent naissance en tant que structures indifférenciées (BARONE, 1978).

Celles _ci présentent sous forme de deux système tubulaires dont un seul subit une différenciation, l'autre s'atrophie et le fœtus acquiert alors un sexe déterminé (GINTHER ,1979).

I.3. Anatomie :

L'appareil génital de l'étalon s'apparente à celui des autres mammifères domestique .Il est du type ex orchidée c'est-à-dire avec des bourses détachées comme chez l'homme, le taureau ou le bélier, et au contraire du verrat dont les bourses sont reliées au corps en position périnéale.

Les bourses enveloppent les testicules de plusieurs membranes.

En partant de l'intérieur vers l'extérieur, la tunique fibreuse dont on verra un peu plus loin l'origine, la tunique musculaire ou crémaster dont la contraction tend à faire remonter les testicules sous différents stimuli une couche conjonctive (le dartois) et la peau ou scrotum .

Les testicules de forme ovoïde, en position horizontale, sont suspendus de part et d'autre du pénis par le cordon testiculaire traversé par les artères, les veines testiculaires, le nerf spermatique d'origine parasymphatique et le canal déférent.

Pendant la vie fœtale, les glandes génitales s'élaborent près de la voûte sous-lombaire, migrent progressivement dans la cavité générale pour atteindre la région inguinale au moment de la naissance puis qu'à repoussant le périnée lors de leur descente dans les bourses au moment de la puberté, les testicules demeurent enveloppés par cette muqueuse qui forme la gaine vaginale ou tunique vaginale ou tunique fibreuse et tapisse la face interne des bourses.

Un testicule d'étalon pèse environ 250 grammes contre 300 grammes chez l'âne et 500 grammes chez le taureau.

Revêtu de la membrane fibreuse, mince mais très résistante, le tissu testiculaire s'invagine en lobules séparés par des prolongements internes de cette fibreuse qui se concentrent vers le centre pour former le corps d'Highmore.

Le réseau colporteur central (réseau de Haller ou reste testes) est un système évacuateur creusé dans les canaux efférents

Le reste teste forme, avec les tubes séminifères et les tubes droits, le véritable tissu séminifère où s'élaborent les spermatozoïdes.

De forme très tourmentée, les tubes séminifères présentent l'épithélium séminal entourant la lumière du tube. Cet épithélium comprend des cellules-support nourricières (cellules de Sartori), les cellules séminales proprement dites qui évoluent de l'extérieur vers l'intérieur en passant par les phases classiques de division, de réduction chromatique et de maturation du spermatozoïde.

L'épididyme appliqué contre la paroi du testicule reçoit à sa « tête » les canaux efférents. Très spirale et cillé, le « corps » de l'épididyme contribue à la maturation définitive des spermatozoïdes avant l'éjaculation. La « queue » de l'épididyme s'arrête au niveau de l'anneau vaginal à sa jonction avec les canaux déférents. C'est à ce niveau que se fait l'opération de la vasectomie (« résection » des canaux déférents).

Les canaux déférents pénètrent dans la cavité générale et se jettent dans une ampoule différentielle volumineuse chez l'étalon et dont la paroi est très riche en glandes sécrétant un mucus blanchâtre qui, en les enrobant, assure la protection mécanique et biochimique des spermatozoïdes. Ces organes sont contractiles et participent à l'éjaculation.

Le canal éjaculateur, très court chez l'étalon, relie cette ampoule à l'urètre et reçoit la sécrétion des vésicules séminales qui sécrètent un liquide gélatineux incolore et inodore formant la plus grosse partie du liquide spermatique.

L'urètre, canal excréteur de la vessie, se termine par le méat urinaire à l'extrémité de la verge (ou pénis). Elle a récolté au passage la sécrétion opaque et odoriférante de la prostate, déclenchée par l'érection, et celle des glandes de Cowper très visqueuse et qui précède l'éjaculation afin de nettoyer l'urètre et d'exciter les sécrétions vaginales de la jument.

La verge (ou pénis) longue, droite et très érectile chez l'étalon, est constituée par le corps caverneux recouvert d'une enveloppe de fibres très dures, dotée d'une grande sensibilité tactile. L'érection, provoquée par un afflux brutal de sang dans le corps caverneux accompagné d'une contraction très forte des muscles abdominaux, projette le pénis hors du fourreau, simple repli cutané sous abdominal, l'abritant en dehors des phases d'érection. Il porte parfois-surtout chez l'âne-des rudiments de tétines.

I.4. Physiologie de l'appareil génitale mâle :

Le testicule remplit deux fonctions :

L'une exocrine dont le produit excrété est le gamète mâle ou spermatozoïde ;

L'autre endocrine par l'élaboration et la sécrétion des différentes hormones testiculaires.

Chacune de ces fonctions est assurée par des parenchymes différents : La première par les tubes séminifères (cf. page 14) l'autre par les cellules interstitielles (cellules de Leding).

I.4.1. La spermatogenèse :

L'unité fonctionnelle et histologique du testicule est le tube séminifère (cf. page 14) où vont se dérouler les trois étapes essentielles de la formation des cellules sexuelles :

-La prolifération.

-La croissance.

-La différenciation.

La « lignée séminale » est la chaîne des transformations qui relie les cellules souches ou spermatogonies aux spermatozoïdes maturés (fig. 3). Les spermatogonies apparaissent au moment de la puberté par une évolution des cellules non encore différenciées de la membrane basale et jusqu'à la sénescence, ce processus se déroulera.

Multiplication des cellules germinales ou spermatocyte Iaire :

Les spermatogonies se multiplient par mitose en donnant naissance aux spermatocytes I. La durée de ce processus n'a pas été déterminée chez l'étalon, mais on l'estime à une dizaine de jours. Ces nouvelles cellules atteignent leur développement maximale au bout de 19 jours et représentent les plus volumineux de la lignée séminale.

La mitose, division cellulaire normale, s'effectue par dédoublement des chromosomes c'est-à-dire que chacune des deux cellules filles comporte le même nombre de chromosomes que la cellule-mère. Cette garniture chromosomique, caractéristique de l'espèce porteuse de l'hérédité comprend un certain nombre de paires de chromosomes somatiques et une paire de chromosomes sexuels. Le nombre de chromosomes est de 64 chez le cheval (soit 2 N chromosomes réparties en 31 paires somatiques et 1 paire sexuelle) et de 62 chez l'âne.

2- Réduction chromatique du spermatocyte 1 en spermatocyte 2

Les spermatocytes 1 subissent une méiose ou division réductionnelles pendant laquelle il n'y a plus fission d'un chromosome en deux, mais un élément de chaque paire passe dans chacune des cellules filles qui ne comportent plus que N chromosomes. Cette division joue un rôle fondamental dans la répartition du matériel chromosomique par la disjonction des chromosomes sexuels qui sera la cause directe de la détermination du sexe du produit dès conception.

Chez la femelle, la paire de chromosomes sexuels est semblable (XX) alors qu'elle est dissemblable chez le mâle (XY). Si chaque gamète femelle porte un chromosome X, par contre chez le mâle, la moitié des spermatocytes 2 est porteuse d'un chromosome X et l'autre d'un chromosome Y

Une anomalie éventuelle de répartition, par non disjonction, aboutit à la présence de chromosomes XY dans un spermatocyte 2 et à l'absence de chromosome dans un autre. Les cas d'aberrations chromosomiques fréquentes chez certaines espèces (bovin, porcins et caprins) sont relativement rares chez les équidés.

La durée de vie des spermatocytes 2 est courte (0,7 jours) car ils se divisent très rapidement.

3-spermiogénèse : évolution du spermatocyte 2 en spermatozoïde :

Chaque spermatocyte 2 donne naissance par mitose équationnelle à deux spermatides à N chromosomes chacun. Ces spermatides après une longue série de transformation et de modification d'une durée moyenne de modification d'une durée moyenne de 18,8 jours, donneront les spermatozoïdes jeunes. Les spermatozoïdes sont alors libérés en paquets dans les tubes séminifères et restent implantés temporairement à l'extrémité apicale des cellules de Sertoli qui assurent leur nutrition avant leur évacuation dans la lumière des tubes séminifère et dans l'épididyme où les amas seront dissociés. La durée moyenne de la spermatogénèse peut être estimée à 49 jours chez l'étalon.

En fait, la spermiogénèse n'est totalement achevée que dans l'épididyme où la maturation du spermatozoïde s'achève, tube droit et rete testis apparaissant comme de simples voies vectrices du sperme, car les spermatozoïdes observés à ce niveau ne sont pas doués de mouvements propres. [La reproduction chez le cheval: L'étalon; M.JUSSIAUX;1972]

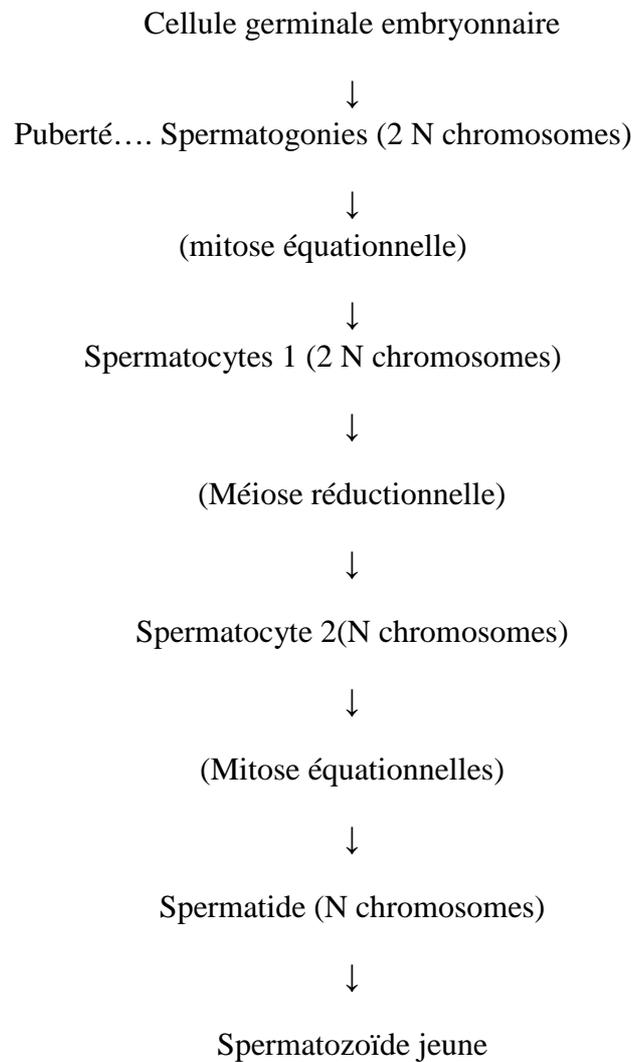


Figure 3 : Spermatogenèse

4-Contrôle hormonal

La production de spermatozoïdes et le comportement sexuel des étalons dépendent, dans une certaine mesure, d'hormones sécrétées par les cellules de l'hypophyse antérieure et par les testicules.

L'hypophyse sécrète l'hormone lutéinisante (LH) et l'hormone de stimulation des follicules (FSH). Ces hormones sont appelées gonadotropes car elles stimulent les gonades ici les testicules, et chez la jument les ovaires. Les relations entre l'hypophyse et le cerveau sont identiques chez la jument et l'étalon. Les cellules de l'hypophyse antérieure sont elles-mêmes sous le contrôle de la GnRH (hormone de libération des gonadotrophines) sécrétée au niveau du cerveau par des cellules spécifiques

La LH agit sur les cellules de Leydig (cellules interstitielles) des testicules, qui sécrètent la testostérone. La réponse à la LH est en général rapide et le taux de testostérone s'élève dans le sang circulant avec un effet masculinisant sur de nombreux tissus du corps. Le testicule lui-même est sensible à la testostérone. Même si les scientifiques sont en désaccord sur le rôle joué par l'hormone sur la production de spermatozoïdes. L'hormone la plus active sur la spermatogénèse (activité de formation des spermatozoïdes) est la FSH. Elle stimule la production de nouveaux spermatozoïdes par les cellules concernées. Toutefois, il faut souligner que ces deux hormones fonctionnent parallèlement et non indépendamment, et s'activent mutuellement bien que les rôles de FSH et LH soient dissociés au niveau du testicule.

L'augmentation du taux sanguin de testostérone a tendance à déprimer la production de GnRH, LH et FSH. Mais lorsque le taux de testostérone vient à s'abaisser, les hormones antéhypophysaires et la GnRH sont de nouveau sécrétées pour stimuler la reprise de la sécrétion de testostérone. Le système hormonal contrôle donc la présence permanente d'un taux bas de testostérone destiné à son effet masculinisant, mais assure également des pics de sécrétion en relation avec l'activité sexuelle. Les voies nerveuses cérébrales liées à la vision, à l'odorat et au goût, contrôlent la libération de GnRH. donc de LH et FSH : lorsque l'étalon est excité par la jument, il en résulte une élévation du taux de testostérone circulante. De même, il existe une variation saisonnière nette des quantités circulantes de testostérone et d'hormones hypophysaires. en relation avec la durée du jour, donc l'éclairement.

Nous avons déjà décrit l'influence favorable sur la libido et la qualité du sperme de la saison de monte. Cette influence dépend des voies suivantes : cerveau — GnRH — hypophyse — testicule.

5-Le comportement sexuel

Les différents types de comportement sexuel

A l'état sauvage la relation entre l'étalon et la jument est une dominance. au sein d'un groupe ou harem de 5 à 15 membres. Le lien social qui relie les membres d'un groupe entre eux et avec l'étalon est permanent, et ne dépend pas du territoire. En d'autres termes, l'étalon se déplace avec son harem à la recherche de nourriture. L'étalon, comme ses juments, est sexuellement actif à la fin du printemps et en été. Cependant, même pendant la période d'activité sexuelle, il est rare qu'il aborde ses juments de façon agressive ; il reconnaît plutôt intuitivement les femelles en œstrus par la vue. Mais surtout par l'odorat et le goût- Inconnus nous sont les facteurs qui déterminent l'accouplement de l'étalon avec telle jument en chaleurs de son harem, et à tel moment particulier. Cependant, certains sujets peuvent développer un comportement sexuel qui les pousse à copuler tôt le matin et tard le soir. Il ne semble pas que l'étalon s'accouple nécessairement à une jument en chaleurs plusieurs fois par jour, ni même quotidiennement au cours d'une période de chaleurs.

Il ne faut pas cependant, se fier au comportement des étalons à l'état naturel car cette situation ne se rencontre pratiquement jamais, si ce n'est dans les régions du monde les plus reculées. La reproduction contrôlée est la pratique de loin la plus courante : même les chevaux (semi-sauvages) de Camargue, de New Forest, d'Exmoor ou de Dartmoor .sont largement sous le contrôle de l'homme, bien qu'ils vivent en troupeaux ; les membres en sont arbitrairement regroupés pour des raisons de commodité : sélection pour la selle ou reproduction d'un type particulier

En pratique, dès l'instant où l'étalon potentiel arrive au haras, son comportement est déjà modifié. A l'état sauvage, le poulain est sevré à l'âge de onze mois environ, lorsque sa mère donne le jour à son nouveau petit. Le poulain demeure dans le troupeau jusqu'à l'âge de 2 à 3 ans. Jusqu' à ce qu'il en soit chassé par l'étalon. Il rejoint alors un groupe de jeunes mâles également exclus, puis finalement s'en écarte à la recherche de satisfactions sexuelles. Il va bientôt se mettre à créer son propre harem composé de juments séparées de leur groupe originel, ou de pouliches qui se sont séparées de leur harem d'origine.

La manière d'élever les chevaux de travail ou de course constitue un contraste frappant avec ce qui précède Dès son plus jeune âge. le poulain est soumis au système de réorganisation des membres du troupeau. Les juments doivent en effet être déplacées d'un haras à l'autre et. Dans chaque haras, d'un pré à l'autre, selon les schémas d'accouplement et les impératifs de gestion des élevages modernes.

Les liens sociaux à l'intérieur du troupeau sont donc bouleversés en permanence. Les périodes d'isolement en box représentent elles aussi, des éléments perturbateurs de la vie du poulain qui persistent au-delà du sevrage : ce dernier est en lui-même un événement brutal et perturbant.

Lorsque le poulain arrive au haras pour remplir ses devoirs d'étalon, il a donc été conditionné à des réactions sociales et sexuelles très différentes de celles qu'il aurait naturellement acquises à vivre au sein d'un harem ou d'un groupe de juments. En fait, son activité sexuelle a été jugulée et réduite au minimum pour la commodité de l'homme. Les schémas de comportement ont été assidûment développés par l'entraînement à la course ou d'autres activités artificielles, et le poulain conditionné à une vie relativement exempte de contacts physiques et sexuels avec d'autres chevaux. L'étalon est sélectionné pour ses prouesses au travail et son aptitude à se conformer aux besoins de l'homme. Il est important pour nous de connaître l'arrière-plan naturel de la sexualité du poulain, et ainsi évaluer les meilleures méthodes de gestion, dans les limites imposées par des facteurs comme la rentabilité entre autre. Il semble inévitable de contrôler la reproduction en séparant l'étalon de ses juments, pour qu'il n'ait de contact sexuel avec elles qu'au moment de l'accouplement et éventuellement en qualité de boute-en-train. Mais on pourra éviter les effets les plus perturbants de ces mesures artificielles, en essayant de comprendre le besoin de l'étalon de se comporter normalement, c'est-à-dire selon ses schémas psychologiques de base.

Les types comportementaux de l'accouplement

La vue, l'odeur et le contact de la jument en œstrus excitent l'étalon par voie nerveuse et hormonale. Le comportement sexuel peut être décomposé en six phases principales : l'approche, l'érection du pénis, la monte, l'intromission, les coups de rein, l'éjaculation et la descente.

L'approche consiste en l'appréciation visuelle de la jument, suivie du contact physique des naseaux contre les flancs et les régions postérieures de la femelle. Cette cour préliminaire développe la libido nécessaire à l'acte sexuel. Il s'agit par nature d'un comportement non agressif, caractérisé par de petites morsures et de temps en temps, la posture de Flehmen. Les étalons tenus en main, et les boute-en-train qui ont rarement l'occasion de s'accoupler, peuvent faire leur cour de manière agressive en mordant parfois de façon sauvage. La durée de cette cour variée en fonction des sujets, mais dans le cas de monte en main, elle est fixée par l'assistant qui guette l'érection.

Le chevauchement place l'étalon en position très vulnérable si la jument n'est pas en œstrus. Certains étalons effectuent quelques mouvements préliminaires de va-et-vient de la poitrine contre la croupe de la jument. Ces poussées peuvent être considérées comme une manœuvre préliminaire d'approche destinée à faire exprimer à la jument son éventuelle agressivité, avant l'accouplement lui-même. Un coup porté à l'étalon debout sur ses quatre pieds provoquera moins de dommages que si le cheval est en position verticale.

Le chevauchement s'effectue en général légèrement de côté par rapport à la ligne médiane de la jument. L'assistant qui tient l'étalon se place du côté gauche de celle-ci. La pénétration de la jument (intromission) peut être influencée par la taille du gland. Ce dernier augmente de volume après la pénétration, mais dans certains cas, cette augmentation survient avant

l'intromission, comme c'est le cas si l'on a trop longtemps empêché le cheval de chevaucher. La forme et la conformation du périnée et de la vulve de la jument jouent aussi leur rôle. L'intromission peut être plus difficile si la vulve est en biais ou après une intervention de Caslick.

Après l'intromission, le cheval donne une série de coups de rem. en maintenant son étreinte et son équilibre à l'aide des membres antérieurs, et dans de nombreux cas, des dents avec lesquelles il saisit la crinière ou la base du cou de la jument. Ces morsures peuvent blesser la jument en cas de comportement agressif. C'est pourquoi, sera éventuellement placé autour de son cou un rouleau de cuir ou une couverture que l'étalon agrippera avec les dents.

L'éjaculation s'accompagne habituellement de signes, comme par exemple, de battements de queue. Chez certains sujets cependant, il peut être difficile d'affirmer l'éjaculation sans palper au bord inférieur du pénis l'onde pulsatile qui se propage le long de l'urètre. Certains chevaux s'irritent du contact, même léger, de cette palpation. Il est alors nécessaire de se fier aux signes extérieurs pour déterminer si l'éjaculation a eu lieu ou non. Il faut bien connaître le cheval ; un observateur quelconque peut faire un mauvais diagnostic. Il faut souligner l'intérêt de la réalité de l'éjaculation.

Le moment de la descente varie en fonction des étalons, et dans une certaine mesure, de la jument et de facteurs extérieurs. La durée du maintien de la position après éjaculation peut être écourtée, si la jument est agitée ou en cas de bruit ou d'agitation dans le box de monte.

Maniement de l'étalon et de la jument lors de l'accouplement

L'étalon occupe une place privilégiée dans le haras : les juments sont nombreuses, mais les étalons rares. Il est à traiter avec circonspection : la plupart des étalons sont assez dociles, mais on ne sait jamais à quel moment ils peuvent avoir des accès d'agressivité instinctifs pour dominer des mâles rivaux susceptibles de porter atteinte à leur suprématie. Dans le passé, les poulains pur-sang à l'entraînement et les étalons étaient souvent hargneux, et en vieillissant ils devenaient particulièrement dangereux. De nos jours, ils sont dans l'ensemble plus dociles et plus faciles à manier. Néanmoins, les archives récentes montrent qu'un certain nombre d'accidents se sont produits, au cours desquels des étalons se sont sauvagement attaqués à l'homme, de façon parfois totalement imprévisible. C'est pourquoi il ne faut pas essayer de manier un cheval mâle âgé de plus de 4 ans sans expérience préalable, et sans être toujours sur ses gardes vis-à-vis d'une attaque inopinée. La crainte des étalons est une attitude prudente et justifiée.



Deuxième

chapitre :

**Particularité de la
physiologie du cycle
sexuel de la jument**

A. Généralités sur le cycle œstral

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

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

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

Cependant, 15 à 20% des femelles sont cyclées toute l'année [Daels et Hugues, 1993a].

Le cycle œstral est défini comme la période séparant deux ovulations accompagnées de chaleurs et/ou d'un niveau de progestérone inférieur à 1 ng/ml et suivies chacune d'une élévation de la progestéronémie [Tibary et al. 1994b]. Il dure en moyenne 22 jours chez la jument et 24 jours chez la ponette [Ginther, 1992]. Il est conventionnellement divisé en deux phases : l'œstrus ou phase d'acceptation du mâle, de durée très variable selon les femelles et selon la saison (en moyenne 7 jours avec des extrêmes de 3 à 12 jours) et le dioestrus ou phase de refus du mâle de durée plus stable (14 à 15 jours) [Tibary et al., 1994b ; Ginther, 1992 ; fig. 1].

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

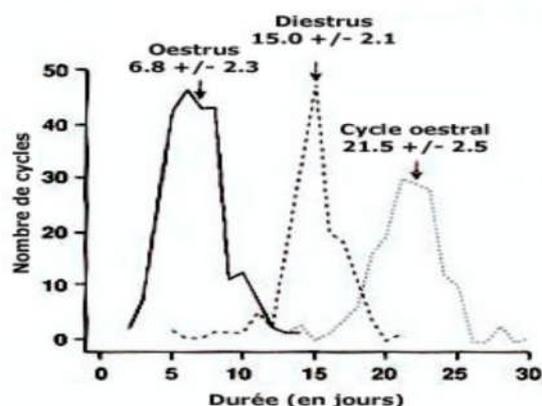


Figure 1 : Distribution des durées de l'œstrus, du dioestrus et du cycle œstral chez la jument [Ginther, 1992]

B. Modifications ovariennes

Au niveau de l'ovaire, deux phases se succèdent durant le cycle œstral :

- la phase folliculaire, caractérisée par la présence d'un ou plusieurs gros follicules en croissance qui aboutira à l'ovulation d'au moins l'un d'entre eux,
- la phase lutéale, caractérisée par la présence d'un corps jaune qui secrète de la progestérone.

1. Dynamique folliculaire

a. Etapes de la folliculogénèse

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

La réserve de la jument à la naissance est constituée d'environ 40 000 follicules primordiaux contre 120 000 chez la vache. Un follicule primordial est un ovocyte primaire entouré de cellules aplaties indifférenciées. Il grossit et donne un follicule primaire qui contient un ovocyte développé.

La différenciation et les mitoses des cellules aplaties forment une couche de cellules cuboïdales. Dans le follicule secondaire, la thèque interne se développe et deux couches de cellules de la granulosa se superposent. Le follicule tertiaire est caractérisé par un antrum contenant un exsudat produit par les cellules de la granulosa. La paroi folliculaire est alors composée de plusieurs couches de cellules de la granulosa et de cellules de la thèque séparées l'une de l'autre par une lame basale. Le développement de ce follicule tertiaire en follicule mûr (ou préovulatoire) est marqué par un accroissement considérable de l'antrum, la différenciation et l'épaississement de la paroi [Pierson, 1993].

b. Croissance et différenciation du follicule

1. Recrutement

Le recrutement correspond à la sortie de la réserve et l'entrée en croissance de certains follicules primordiaux (de moins de 10 mm). Il débute entre le 6ème et le 10ème jour du dioestrus soit 11 à 14 jours avant ovulation.

2. Croissance

Le follicule recruté poursuit son développement jusqu'à devenir un follicule à antrum qui sera sélectionnable. La croissance est caractérisée par une augmentation de la vascularisation thécale et une augmentation de la taille du follicule qui atteint 20 à 30 mm environ [Ginther, 1992 ; Pierson, 1993].

3. S élection

La sélection correspond à l'ajustement du nombre de follicules recrutés au nombre d'ovulations et détermine le choix et l'individualisation du follicule qui ovulera, dit « dominant ».

Elle se produit 6 à 8 jours avant ovulation ou s'il n'y a pas d'ovulation, 7 jours avant que le follicule Dominant n'atteigne son diamètre maximum.

4. Dominance

La dominance correspond à la sécrétion par le follicule sélectionné de facteurs qui contrôlent la croissance des follicules de la même vague et vont provoquer leur atrophie [Tibary et al, 1994b].

c. Les vagues de croissance folliculaire

Une vague de croissance est caractérisée par l'augmentation puis la diminution du diamètre d'un groupe de follicules pendant la durée d'un cycle œstral (cf. fig. 2).

La jument présente en général une vague de croissance folliculaire par cycle. Certaines peuvent cependant en présenter deux. Une vague de croissance au cours de laquelle s'effectuent le recrutement et la sélection d'un follicule dominant est appelée « vague de croissance majeure » par opposition aux vagues de croissance mineures se produisant avant la puberté, au cours desquelles aucun follicule n'est sélectionné [Ginther, 1992 ; Daels et Hugues, 1993a et Squires, 1993b].

Dans 80 % des cycles, une vague de croissance primaire se développe : en fin d'œstrus, l'ovaire de jument contient de nombreux petits follicules mesurant 2 à 5 mm qui vont grandir pendant la phase lutéale, à la vitesse moyenne de 3 mm par jour. La croissance de ces petits follicules aboutit à l'émergence d'un follicule dominant en milieu de cycle, vers le dixième jour de la phase lutéale. Ce follicule atteint la taille de 25-30 mm en fin de dioestrus, et son développement ultérieur aboutit à une ovulation (si ovulation il y a), unique le plus souvent, en phase œstrale (cf.fig. 2A) [Ginther, 1992 ; Palmer, 1987 ; Daels et Hugues, 1993a].

Dans 20 % des cycles, il se produit deux vagues de croissance décalées dans le temps au cours d'un même cycle. La vague de croissance secondaire est caractérisée par l'émergence d'un follicule dominant en fin d'œstrus ou tout début de dioestrus (cf. fig. 2B et 2C). Dans 15

% des cycles, cette seconde vague de croissance folliculaire est anovulatoire (cf. fig. 2B). Dans 5 % des cycles, le développement de ce follicule préovulatoire en début de dioestrus aboutit à une ovulation pendant le dioestrus, sans que la jument ne soit en chaleur (cf. fig. 2C) [Ginther, 1992 ; Tibary et al. 1994b ; Daels et Hugues, 1993a,b ; Pierson, 1993]. Ces ovulations dioestriques peuvent être fécondantes si elles surviennent assez tôt pendant le dioestrus. En revanche, si l'ovulation se produit en fin de dioestrus, le corps jaune résultant d'une telle ovulation ne sera pas assez mûr pour répondre à la sécrétion de prostaglandines F2 α par l'endomètre en fin de phase lutéale. La durée de vie de ce corps jaune et celle du cycle seront alors augmentées, et la jument pourra présenter un anoestrus par corps jaune persistant [Tibary et al, 1994b ; Daels et Hugues, 1993a,b].

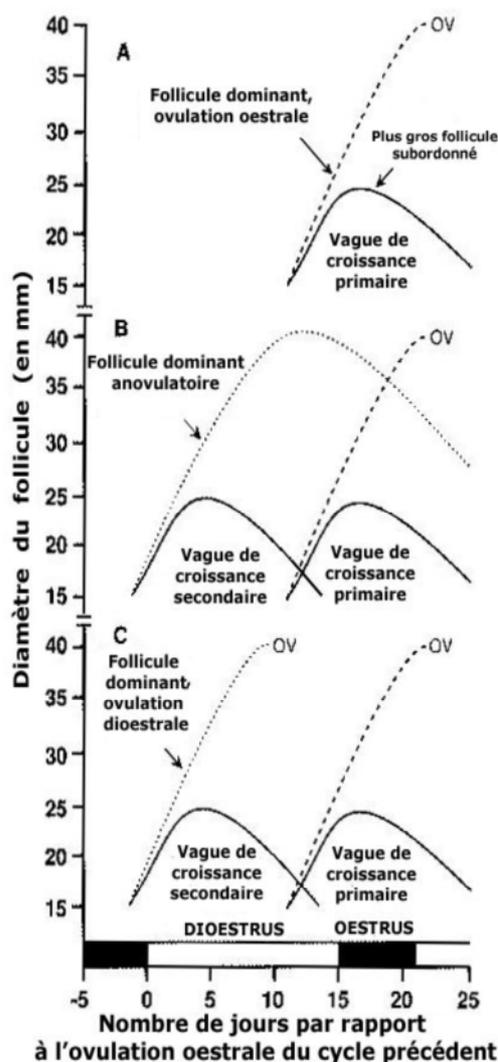


Figure 2 : Schéma des trois types de cycles chez la jument [Ginther, 1992]

A : Une vague de croissance folliculaire

B : Deux vagues de croissance folliculaire avec une ovulation œstrale

C : Deux vagues de croissance folliculaire avec ovulations dioestrales et œstrale

d. Devenir des follicules

L'entrée d'un follicule primordial en croissance et en différenciation est une étape irréversible de la folliculogénèse. Elle a deux issues possibles :

- la régression et la dégénérescence des follicules de la vague non sélectionnés ou du follicule dominant: c'est le phénomène d'atrésie,
- l'ovulation d'un follicule devenu dominant.

1. L'atrésie

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

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

Au niveau fonctionnel, les marqueurs biochimiques de l'atrésie sont une augmentation de l'activité lysosomiale et une diminution de la synthèse des protéines et acides nucléiques. L'atrésie est caractérisée par une diminution qualitative et quantitative, puis un arrêt de la stéroïdogénèse [Ginther, 1992].

L'atrésie serait donc un processus de dégradation cellulaire impliqué dans la sélection du follicule dominant.

2. L'ovulation

Elle concerne le follicule dominant qui répond à une élévation du taux circulant de Follicle-Stimulating Hormone (FSH) et Luteinizing Hormone (LH) par un remaniement structural conduisant à sa rupture et à l'expulsion de l'ovocyte mûr ainsi que du liquide folliculaire dans le quel baignait cet ovocyte [Tiret et Lefrançois, 2001]. L'ovulation est définie comme une intense réaction inflammatoire : ce processus est en effet caractérisé par une accumulation de cellules inflammatoires dans les tissus folliculaires, une modification de la vascularisation, une activation d'enzymes protéolytiques et par une intervention des médiateurs de l'inflammation : prostaglandines E2 (PGE2) et F2 α (PGF2 α), prostacyclines et histamine voient leur synthèse augmenter quand l'expulsion ovocytaire approche [Pierson, 1993]. Le taux de progestérone intrafolliculaire limite cette inflammation.

➤ **Caractéristiques du follicule préovulatoire**

Le follicule dominant présente une grande taille (supérieure à 25 mm) ou la plus grande taille des follicules en croissance, avec un taux de croissance de 3 mm par jour [Ginther et al ., 2001 ; Pierson, 1993 ; Daels et Hugues, 1993a ; Ginther, 1992]. Il possède un nombre de cellules de la granulosa maximum mais avec un taux de mitoses minimal. Il est celui qui produit le plus des stéroïdes. Il est le plus réceptif aux stimulations gonadotropes. Sa plus grande réceptivité à la LH est notamment due à une augmentation du nombre de ses récepteurs à la LH sur les cellules de la thèque. Sa réceptivité à la FSH est due à une augmentation du nombre de cellules de la granulosa et à une augmentation de la sensibilité intracellulaire à la FSH. Ces effets sont potentialisés par l'œstradiol. Par ailleurs, le follicule préovulatoire est le plus vascularisé et ses capillaires fenestrés sont une perméabilité supérieure à celle des autres follicules. Enfin, le follicule préovulatoire inhibe la croissance des autres follicules localement par sécrétion paracrine et par sécrétion endocrine puisqu'il inhibe aussi le développement des follicules sur l'ovaire opposé [Pierson, 1993].

➤ **Ovulation**

L'ovulation de la jument est un phénomène rapide qui dure environ 2 minutes (avec des extrêmes allant de 5 secondes à 7 minutes). 16% des juments présentent une double ovulation, moins de 1% ont une ovulation triple [Tibary et al ., 1994a]. Une majorité des juments maiden (62%) présente leur première ovulation sur l'ovaire gauche, ceci probablement du fait d'une meilleure vascularisation initiale. Cette asymétrie d'irrigation sanguine s'estompe à la première gestation qui provoque une hypertrophie vasculaire identique sur les deux ovaires [Ginther, 1992].

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

Le follicule prêt à ovuler mesure en moyenne 45 mm (cf. fig. 3). Dans le cas de double ovulation bilatérale, le diamètre des deux follicules est identique (40 mm en moyenne) mais inférieur à celui d'un follicule conduisant à une ovulation simple. Lors de double ovulation

unilatérale, le diamètre du premier follicule à ovuler est en moyenne de 39 mm et celui du second d'environ 34 mm [Pierson, 1993]. 85 % des follicules changent de forme dans les heures précédant l'ovulation. Le contour folliculaire devient irrégulier et passe de sphérique à conique ou en forme de poire, l'apex pointant vers la fosse ovulatoire, seul endroit de l'ovaire d'où puisse sortir l'ovocyte (la structure de l'ovaire étant inversée chez la jument par rapport aux autres mammifères, avec une corticale entourée par la médulla). Ce changement de forme pourrait être dû à une légère diminution de pression à l'intérieur de l'antrum (cette diminution de pression a été démontrée chez le lapin). Les autres follicules restent bien sphériques [Ginther, 1992 ; Pierson, 1993] (cf. fig. 4). 90% des follicules se ramollissent dans les 12 à 72 heures précédant l'ovulation. Le passage d'une consistance turgide à molle est perceptible à la palpation transrectale [Ginther, 1992 ; Pierson, 1993 ; Tibary et al, 1994a]. Il faut cependant souligner qu'aucun critère n'est suffisamment fiable pour pouvoir prédire la survenue de l'ovulation à 48 heures près [Ginther, 1992].

L'expulsion de l'ovocyte nécessite la désintégration de l'apex du follicule, à la suite des ruptures des couches cellulaires de la granulosa, de la lame basale, des thèques interne et externe, du stroma ovarien et de l'épithélium germinatif ovarien situé au niveau de la fosse ovulatoire [Ginther, 1992 ; Pierson, 1993].

Les différences entre jours ont été significatives pour chaque variable étudiée. Forme : courbe représentant le pourcentage de follicules changeant de forme. L'épaisseur de la paroi a été scorifiée de 0 à 6 (0 = paroi non discernable ; 6 = paroi de 3 mm environ)

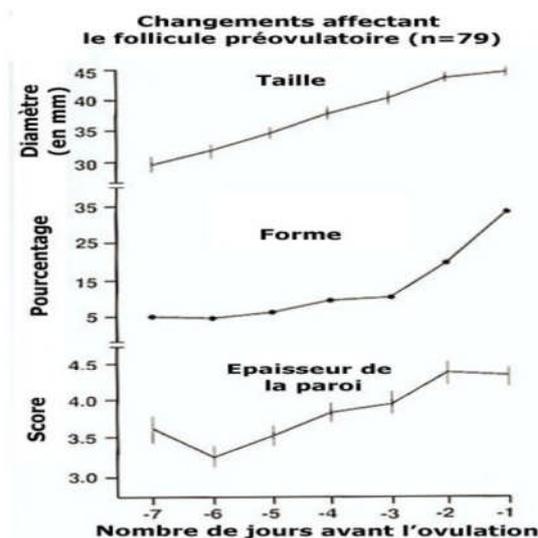


Figure 3 : Changements affectant le follicule preovulatoire chez la jument [Ginther, 1992]

Les différences entre jours ont été significatives pour chaque variable étudiée. Forme : courbe représentant le pourcentage de follicules changeant de forme. L'épaisseur de la paroi a été scorifiée de 0 à 6 (0 = paroi non discernable ; 6 = paroi de 3 mm environ)

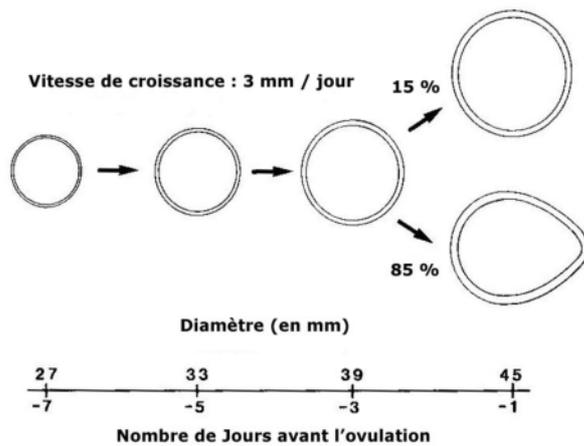


Figure 4 : Schéma représentant la croissance et les changements de forme du follicule preovulatoire équin [Ginther, 1992]

2. Le corps jaune

L'ovulation donne lieu à des remaniements des cellules de la thèque et de la granulosa qui conduisent à la formation d'un corps jaune. Chez la jument, les cellules lutéales semblent exclusivement dérivées des cellules de la granulosa, les cellules de la thèque ayant totalement dégénéré 24 heures après ovulation. Les cellules de la granulosa grossissent après ovulation ; elles sont totalement lutéinisées et commencent à produire de la progestérone 3 à 4 jours après ovulation.

Elles continuent de croître jusqu'au 9ème jour du cycle (la progestéronémie est maximale, voir la partie « endocrinologie »), le corps jaune est alors constitué de grandes cellules et de plus petites cellules. Ces petites cellules représenteraient un stade de développement des grandes cellules. Ces cellules au repos, ne pourraient plus se convertir en grandes cellules.

Le corps jaune a une morphologie qui varie au cours du dioestrus. Juste après l'ovulation, un corps hémorragique se forme avec accumulation du sang à l'intérieur du follicule (corpshemorrhagicum). Les cellules lutéales se forment et s'organisent à l'intérieur de ce corps hémorragique. Au 9ème jour du cycle, au moment où la progestéronémie est maximale, le caillot sanguin est complètement résorbé et remplacé par une structure totalement lutéinisée et dense : le corps jaune proprement dit (corpus luteum) [Tibary et al. 1994b ; Niswender et Nett, 1993 ; Squires, 1993a]. Chez la jument, il existe deux types de corps jaune proprement dit : l'un plein, homogène et l'autre avec une cavité liquidienne (corps jaune cavitaires). Cette différence de morphologie n'a aucune influence sur la fonction de sécrétion et ne modifie en rien la durée du dioestrus [Ginther, 1992 ; Niswender et Nett, 1993 ; Tibary et al, 1994b ; Squires, 1993a]. La fréquence de corps jaune cavitaires augmente lors de double ovulation [Ginther, 1992].

Si la jument n'est pas gestante, le processus de lutéolyse commence 12 jours après ovulation. La lutéolyse se manifeste par une diminution du diamètre des cellules lutéales et

une diminution synchrone de la progestéronémie [Niswender et Nett, 1993 ; Tibary et al, 1994b ; Daelset Hugues, 1993a ; Squires, 1993a]. Au 20ème jour du cycle, la plupart des grandes cellules sont à un stade de régression avancé, seules quelques petites cellules persistent. A ce moment, les vaisseaux sanguins sont sclérosés et s'oblitérent, ils forment des travées entre les cellules [Ginther, 1992].

C. Signes de l'œstrus:

Pendant l'œstrus, la jument est réceptive à l'étalon. En présence du mâle, elle écarte les postérieurs, lève la queue et urine une quantité importante de liquide jaunâtre d'odeur caractéristique. Elle éverse souvent la partie inférieure de sa vulve, ce qui laisse voir le clitoris. Les juments en chaleur peuvent aussi tendre le cou et la tête, et relever la lèvre supérieure : on dit qu'elles prennent la posture de Flehmen. La présence et l'intensité de ces signes varient selon les juments et le signe déterminant de l'œstrus est l'acceptation du coït de l'étalon.

Le comportement de diœstrus est quant à lui, le rejet du mâle. La jument rue, couche les oreilles et mord. La vulve est de taille réduite. La queue est fermement rabattue sur le périnée sauf lorsque la jument urine, elle peut parfois en battre en présence du mâle.

Le lecteur comprendra que cette description du comportement sexuel de la jument est fondée sur l'interprétation faite lorsque la jument est à la barre.

Mettre la jument à la barre est une méthode utilisée dans les haras : elle consiste à stimuler la jument « contre-nature » par de brèves périodes de contact avec l'étalon. On peut ainsi définir le stade sexuel de la jument à un moment donné. Dans les conditions naturelles, quand l'étalon est libre avec son harem, les juments peuvent communiquer plus subtilement leur stade physiologique. Les signes visuels ne sont sans doute pas particulièrement importants, même si la vue d'une jument qui montre des signes d'œstrus peut attirer le mâle à distance. Cependant, lorsqu'il s'approche, l'étalon est stimulé non par des signes visuels, mais par l'odeur de la jument en œstrus. par le goût de son urine et des sécrétions de la vulve et du vagin. On appelle phéromones ces substances sécrétées qui ont un effet sur le comportement d'un autre. L'étalon reconnaît une jument qui n'est pas en chaleur, sans avoir besoin de la soumettre à une observation ou à une stimulation approfondie [Peter Rossdale ,1992].

D .Endocrinologie

Les modifications comportementales et ovariennes sont soumises a un contrôle hormona étroit. Nous verrons successivement la fonction endocrine des ovaires, la régulation par l'axe hypothalamo-hypophysaire puis la fonction endocrine de l'utérus.

1. Fonction endocrine des ovaires : les hormones stéroïdiennes

Les ovaires contiennent deux glandes endocrines temporaires : les follicules et le corps Jaune. D'une manière générale, les follicules sont associes a la production des oestrogenes et le corps jaune a celle des progestagenes. L'oestradiol 17β est l'oestrogene secrète en plus grande quantite et la progestérone est le progestagene ovarien majeur [Ginther, 1992].

a. Les œstrogènes

Le terme d'œstrogène provient du fait que ces substances induisent l'œstrus, c'est a dire le changement comportemental des animaux qui se caractérise par l'acceptation du male [Tiret et Lefrancois, 2001 ; Nett, 1993].

Chez la jument, les œstrogènes sont produits par les cellules de la thèque interne et de la granulosa des follicules a antrum en maturation [Nett, 1993]. La concentration en oestradiol 17β s'élève à partir de J14-J16 post-ovulation, ce qui correspond au début de l'œstrus. Le taux maximum est atteint 24 a 48 heures avant l'ovulation puis celui-ci chute pour atteindre sa valeur la plus faible 1 a 2 jours après ovulation [Daels et Hugues, 1993a]. Les valeurs d'oestrogenemie chez la jument sont extrêmement faibles comparées a celles des autres espèces. Par ailleurs, elles sont très variables d'un individu a l'autre et fonction de la méthode de dosage utilisée [Daels et Hugues, 1993a, Alexander et Irvine, 1993] (*cf.* fig. 5).

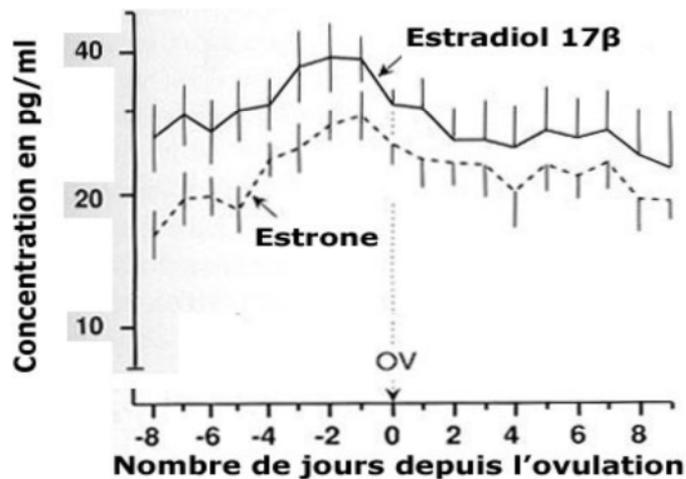


Figure 5 :

Concentration en oestrogenes pendant le periode periovulatoire chez la jument (moyennes } sem., n = 8) [Ginther, 1992]

Les oestrogenes sont responsables de l'augmentation de la sécrétion de LH qui commence pendant l'œstrus au moment de la sélection et se poursuit après ovulation [Nett, 1993] (cf. fig. 6). Par ailleurs, la concentration en oestrogenes formerait un second pic lors de la sélection folliculaire de la vague de croissance secondaire mais ce pic est moins important [Ginther, 1992].

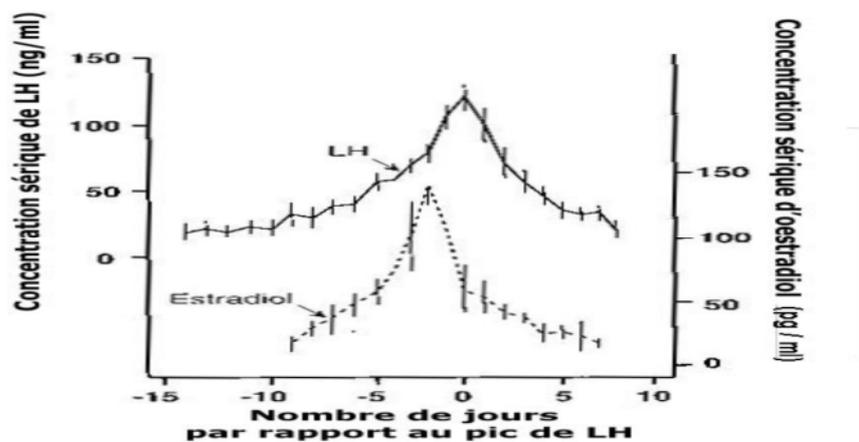


Figure 6 : Concentrations circulantes moyennes de LH et d'oestradiol (n = 8 juments)[Ginther, 1992]

b. Les progestagènes

La progestérone, sécrétée pendant la phase lutéale, est le principal produit du corps jaune. Pendant l'œstrus, la progesteronémie est inférieure à 1 ng/ml. Après l'ovulation, la concentration de progestérone dans le plasma augmente rapidement jusqu'à une valeur maximale de 6 à 10 ng/ml atteinte en 6 jours. Cette concentration est maintenue jusqu'à la lutéolyse qui provoque une rapide diminution de la progesteronémie. Celle-ci retrouve une valeur basale aux environs du 15ème jour du cycle [Daels et Hugues, 1993a]. Les autres

substances progestagènes sont encore méconnues mais leurs concentrations suivraient le même profil [Ginther, 1992] (cf. fig. 7 et fig. 8).

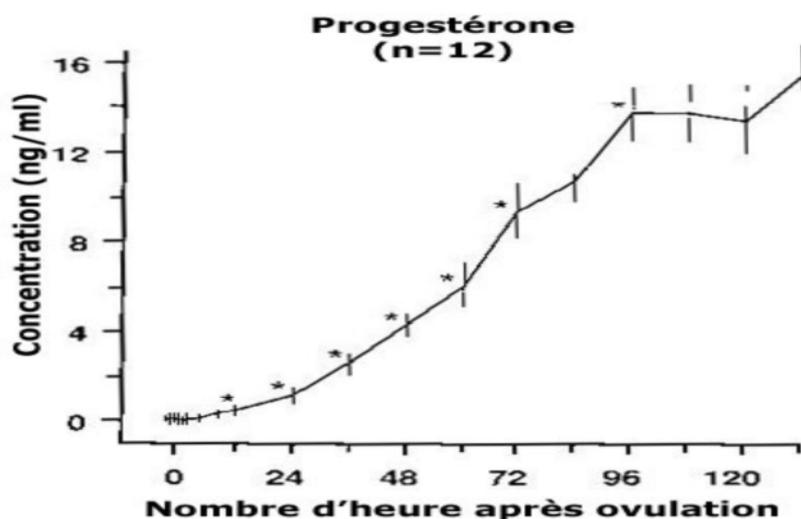


Figure 7 : Evolution de la progestéronémie après ovulation (Moyennes \pm Sem, n=12 juments)[Ginther, 1992]

Les points marqués d'un astérisque sont significativement différents du précédent point marqué

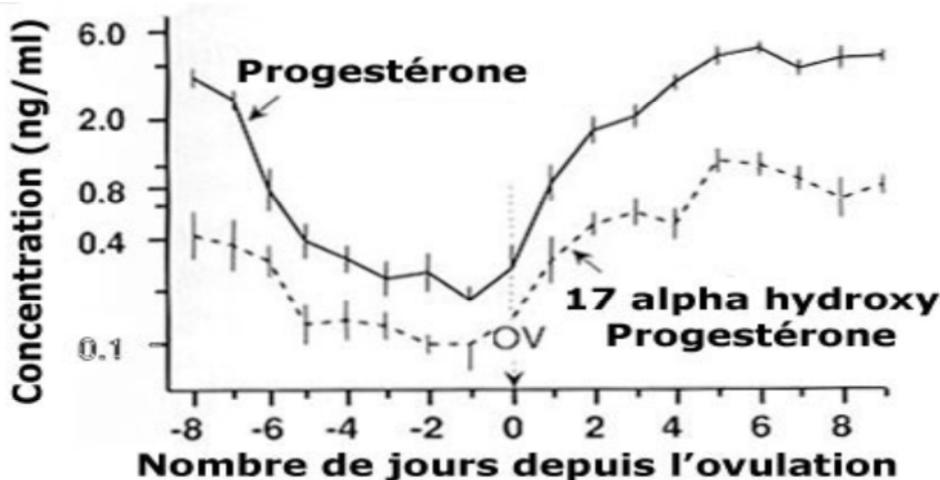


Figure 8 : Concentration en progestagènes (échelle logarithmique) pendant la période periovulatoire Chez la jument (moyennes \pm Sem, n = 8 juments) [Ginther, 1992]

La progestérone inhibe le comportement d'œstrus et la décharge preovulante de LH chez la jument. Néanmoins, contrairement à ce qui se produit dans la plupart des autres espèces, la progestérone chez la jument n'inhibe pas complètement la fin de la folliculogenèse et l'ovulation. Ainsi, les follicules peuvent continuer à croître voire ovuler durant la phase lutéale (phénomène de vague de croissance secondaire) même en présence d'une concentration plasmatique de progestérone élevée [Irvine et Alexander, 1993].

2. Régulation hypothalamo-hypophysaire

Ces stéroïdes (œstrogènes et progestagènes) sont produits en synergie par les cellules de la thèque et de la granulosa, il est donc important que la maturation de ces cellules soit synchronisée. Elle est sous le contrôle des hormones hypophysaires dites gonadotropes [Ginther, 1992].

a. Hormones hypophysaires

Les hormones hypophysaires FSH et LH (ou hormones gonadotropes) sont similaires structurellement, dans leur régulation, et fonctionnent de façon coordonnée pour permettre la fertilité de la jument [Alexander et Irvine, 1993]. La FSH et la LH sont produites par l'hypophyse dans la pars distalis et la pars tuberalis sous deux modes [Daels et Hugues, 1993a ; Alexander et Irvine, 1993 ; Ginther, 1992] :

- une sécrétion de base dite « tonique » a caractère pulsatile de basse fréquence,
- une sécrétion cyclique, également pulsatile mais à haute fréquence.

1. Production

➤ La Follicle-Stimulating Hormone (FSH)

La sécrétion de FSH durant le cycle œstral est bimodale en début de saison de reproduction. Il existe deux pics de sécrétion séparés de 10-12 jours [Daels et Hugues, 1993a, Pierson, 1993]. Le premier pic débute peu de temps avant ovulation et atteint son maximum 3 à 5 jours après. Le second pic a lieu 11 à 13 jours après l'ovulation. Ces deux pics, observés pendant la première partie de la saison sexuelle, sembleraient correspondre au développement de deux vagues de croissance folliculaires [Daels et Hugues, 1993a ; Pierson, 1993 ; Alexander et Irvine, 1993]. Plus tard dans la saison, la sécrétion de FSH est unimodale avec un seul pic 11 à 13 jours après ovulation [Pierson, 1993].

➤ La Luteinizing Hormone (LH)

Le taux de LH reste bas pendant la moitié du dioestrus (de J5 à J16). Après luteolyse, le taux de LH augmente progressivement pour atteindre son maximum 2 jours après ovulation puis il diminue en 4 à 5 jours jusqu'à sa valeur minimale de dioestrus [Daels et Hugues, 1993a]. Ce schéma diffère de ce qui est observé chez la vache, la brebis, la truie et la femme. En effet, dans ces espèces, la sécrétion de LH forme un pic de concentration juste avant ovulation appelé pic ovulatoire [Acosta *et al.*, 2003 ; Driancourt et Levasseur, 2001 ; Brannstrom *et al.*, 1998].

La LH et la FSH ont des concentrations qui évoluent en opposition de phase, sauf pendant la période periovulatoire. Ainsi, entre la valeur la plus faible de FSH peu de temps avant ovulation et la valeur la plus haute de LH après ovulation, ces deux hormones sont en phase

[Tibary *et al*, 1994b] (*cf.* fig. 9). La LH et la FSH ont une sécrétion pulsatile mais celle-ci n'est pas spontanée. Leurs pulses sont synchrones et de basse fréquence pendant le dioestrus, l'anoestrus saisonnier et la phase de transition. Ils sont dissociés pendant l'œstrus [Alexander et Irvine, 1993].

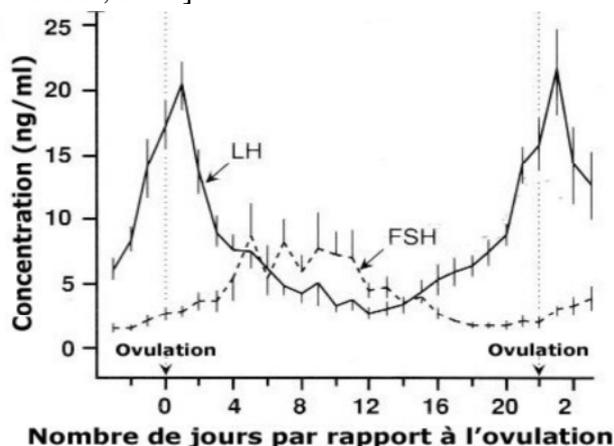


Figure 9 : Concentrations plasmatiques moyennes de FSH et LH au cours du cycle œstral chez la Jument (moyennes } Sem, n= 12 juments) [Ginther, 1992]

2. Action

La fonction cyclique ovarienne dépend entièrement des hormones FSH et LH [Alexander et Irvine, 1993].

➤ Rôle dans la folliculogénèse (*cf.* fig. 10)

Le recrutement des follicules primordiaux est induit par la FSH, hormone-clef du démarrage de la croissance folliculaire. En agissant en synergie avec un taux basal de LH, la FSH permet l'amplification de l'aromatation des androgènes en œstrogènes par les cellules de la granulosa du follicule : par conséquent, la quantité d'œstrogènes augmente [Tibary *et al*, 1994b ; Pierson, 1993]. Les récepteurs à la FSH se trouvent principalement sur les cellules de la granulosa des follicules ovariens prénataux. Ces cellules n'ont que des récepteurs à la FSH. Sous l'influence de la FSH, les cellules de la granulosa prolifèrent rapidement. Les récepteurs à la LH sont confinés sur les cellules de la thèque et les cellules interstitielles ovariennes des follicules préantraux. Après formation de l'antrum, des récepteurs à la LH sont présents sur les cellules de la granulosa. La formation de l'antrum et des récepteurs à la LH requiert la présence de FSH et d'oestradiol. La FSH induit par ailleurs une augmentation de la vascularisation du follicule, qui permet à celui-ci de répondre à des besoins métaboliques accrus et d'augmenter sa production d'hormones stéroïdes. La sélection est caractérisée par une diminution de la sécrétion de FSH et une augmentation parallèle de la production de LH. La LH active le développement et la maturation des grands follicules, elle engendre l'augmentation de la production d'androgènes par les cellules de la thèque interne, et d'œstrogènes par les cellules de la granulosa à la suite de l'aromatation permise par la FSH. Par ailleurs, la production d'inhibine s'élève aussi. C'est l'élévation conjuguée d'oestradiol et

d'inhibine qui est responsable de la baisse de la production de FSH. La chute du taux circulant de FSH induit

L'arrêt du recrutement et l'induction de la sélection [Ginther, 1992 ; Ginther *et al.*, 2001 ; Pierson, 1993 ; Palmer, 1987]. Le follicule dominant sécrète la Folliculaire Regulatory Protein (FRP) qui supprime la réponse des follicules sélectionnables aux gonadotropines. Par ailleurs, il a des besoins en FSH réduits grâce à l'Insulin Growth Factor-1 (IGF1) produit par les cellules de la granulosa qui amplifie la réponse à la FSH et qui augmente la quantité d'œstrogènes produits. En outre, l'acquisition de récepteurs à la LH sur les cellules de la granulosa, associée à une sécrétion active de LH à ce moment, permet de maintenir une production d'Adénine Mono-Phosphate cyclique (AMPC) élevée au sein de ces cellules, ce qui compense l'effet d'une baisse de FSH [Ginther, 1992 ; Pierson, 1993, Ginther *et al.* 2001].

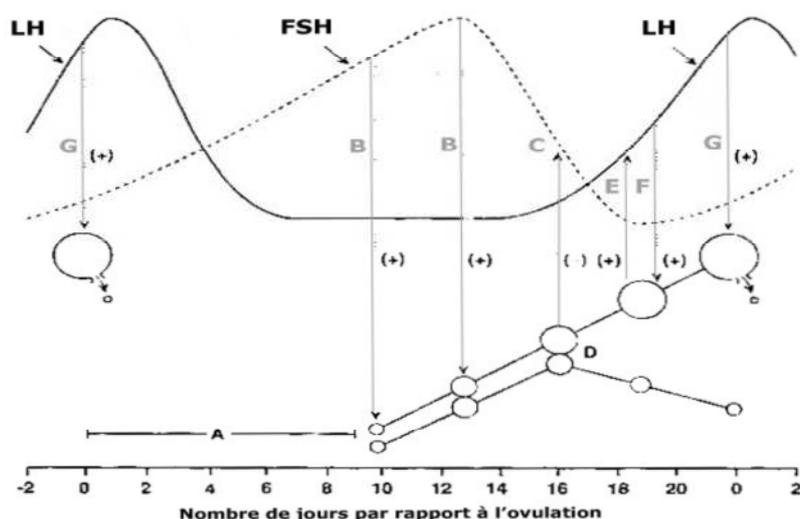


Figure 10 : Interactions entre le niveau d'hormones gonadotropes, la folliculogénèse et l'ovulation [Ginther, 1992]

A : Début de dioestrus, période pendant laquelle les profils hormonaux et la croissance des follicules sont variables et moins bien définis

B : Emergence folliculaire consécutive à la stimulation par l'élévation de FSH circulante

C : Inhibition du taux de FSH circulante par l'action combinée d'œstradiol et d'un inhibiteur protéique issu du follicule. De plus, la sécrétion folliculaire d'androgènes favorise la constitution d'un stock pituitaire de FSH, qui sera disponible pour répondre à une stimulation par la GnRH lorsque l'action des inhibiteurs cessera.

D : Mécanisme de sélection au cours duquel un follicule devient le follicule préovulatoire et les autres de la vague régressent. La nature de ce mécanisme est imparfaitement connue mais serait en relation avec la baisse du taux de FSH.

E : Effet positif de l'œstradiol folliculaire sur le taux de LH circulante. Par ailleurs, la luteolyse à ce moment entraîne une chute de sécrétion de progestérone, à l'origine de la disparition du rétrocontrôle négatif de la progestérone sur la sécrétion de LH par l'antéhypophyse, contribuant également à l'augmentation du taux de LH.

F : Phase de croissance finale du follicule en association avec une augmentation significative du taux de LH circulante.

G : Induction de l'ovulation par le fort taux de LH sérique.

➤ Rôle dans l'ovulation

A l'instar des autres espèces, l'ovulation chez la jument est clairement dépendante du taux de LH circulante [Driancourt et Levasseur, 2001]. La LH agirait sur les cellules du follicule preovulatoire en augmentant l'AMPc intracellulaire. La stimulation du follicule preovulatoire par la LH conduirait à de nombreuses modifications [Pierson, 1993] :

- une augmentation de la production de progestérone, qui servira à la maturation Cytoplasmique de l'ovocyte,
- une activation d'enzymes protéolytiques impliquées dans la rupture folliculaire,
- une augmentation de la synthèse des PGE2 et PGF2 α et de l'histamine qui serviront également à la rupture folliculaire,
- une diminution de la production de glycosaminoglycanes.

Bien que la LH soit sécrétée de façon pulsatile, le rôle de la pulsatile dans l'ovulation n'a pas été démontré [Pierson, 1993].

Selon certains auteurs, la persistance d'un haut niveau de LH pendant quelques jours après ovulation pourrait être impliquée dans l'incidence des doubles ovulations chez la jument [Alexander et Irvine, 1993]. Cependant, lors de vague de croissance secondaire, une ovulation peut survenir pendant le dioestrus alors que le taux de LH est basal ou peu élevé. Il semble donc que chez la jument, bien que la LH soit indispensable à l'ovulation, son action soit moins fine et moins précise que dans les autres espèces. Le critère important serait des changements de l'activité spécifique de la LH sécrétée plutôt que la concentration de cette hormone [Daels et Hugues, 1993a].

➤ Rôle dans la formation, le maintien et l'activité sécrétrice du corps jaune

La LH est le principal agent lutéotrope chez la jument [Niswender et Nett, 1993]. La LH contrôle la formation du corps jaune. La longueur du pic de LH et son taux élevé après ovulation peut être responsable du développement immédiat du tissu lutéal, d'où la lutéinisation des cellules de la granulosa et l'augmentation précoce du taux de progestérone dans cette espèce [Daels et Hugues, 1993a ; Alexander et Irvine, 1993 ; Squires, 1993a ; Ginther, 1992]. Pendant la phase de dioestrus, la sécrétion de progestérone par les cellules lutéales du corps jaune est maintenue par un taux basal de LH [Daels et Hugues, 1993a ; Squires, 1993a]. En effet, ceci est rendu possible car le nombre de récepteurs à la LH sur les cellules lutéales est proportionnel à la progestéronémie, et leur affinité pour cette hormone est maximale quand la sécrétion de progestérone est maximale. Ce phénomène semble être particulier à la jument [Niswender et Nett, 1993].

3. Régulation

Les hormones gonadotropes, qui agissent sur la sécrétion des hormones ovariennes, sont-elles mêmes soumises à un rétrocontrôle par ces hormones.

➤ **Rôle de la progestérone**

La progestérone augmente juste un jour avant la chute de LH (au début du dioestrus) et régresse deux jours avant l'augmentation de la LH (fin du dioestrus) [Squires, 1993a] (cf. fig. 11).

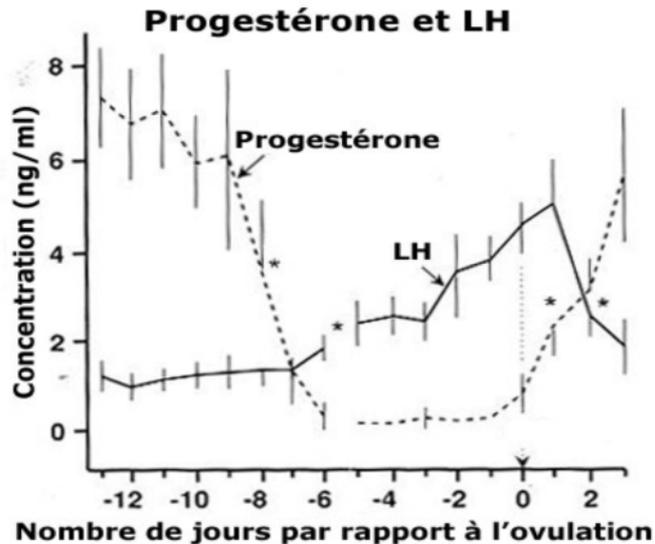


Figure 11 : Concentrations circulantes moyennes de LH et de progestérone (moyennes } Sem, n = 7 juments)[Ginther, 1992]

L'administration de progestérone à des juments ovariectomisées supprime le taux de LH pendant la saison de reproduction mais pas hors saison. Cette différence semble due au fait que le taux de LH chez les juments ovariectomisées est élevé pendant la saison de reproduction car les pulses de LH sont de haute fréquence (13 par jour environ). Ainsi, la suppression de ces pulses par la progestérone est plus facilement mise en évidence. En revanche, le taux de LH est bas hors saison chez les juments ovariectomisées car la fréquence des pulses de LH est basse (1 pulse par jour environ). La détection de l'effet de la progestérone sur ce taux est donc plus difficile à mettre en évidence.

Comme pour la LH, le taux de FSH n'est pas affecté par l'administration de progestérone hors saison sur les juments ovariectomisées. En revanche, en saison de reproduction, le taux de FSH augmente de façon non significative en réponse à l'administration de progestérone sur ces mêmes juments [Alexander et Irvine, 1993].

Ainsi, la progestérone a un effet feedback négatif sur la LH et semblerait avoir un effet positif sur la FSH mais non encore élucidé [Alexander et Irvine, 1993 ; Squires, 1993a].

➤ **Rôle de l'oestradiol**

Un traitement à long terme de juments ovariectomisées par de l'oestradiol provoque

L'augmentation du taux de LH pendant la durée du traitement quelle que soit la saison [Alexander et Irvine, 1993]. L'augmentation de la concentration plasmatique du taux d'oestradiol avant ovulation serait responsable de l'augmentation du taux de LH induisant l'ovulation [Nett, 1993].

Les effets de l'oestradiol sur le taux de FSH ne sont pas clairement démontrés. Les relations temporelles entre la FSH et l'oestradiol suggèrent un effet négatif de l'oestradiol sur la FSH. Certains auteurs ont observés une suppression de FSH par l'oestradiol tandis que d'autres n'ont pas montré d'effet de l'oestradiol sur la sécrétion de FSH [Alexander et Irvine, 1993].

Ainsi, l'oestradiol a un effet feedback positif sur la LH, son effet sur la sécrétion de FSH est controversé chez la jument [Alexander et Irvine, 1993 ; Nett, 1993].

➤ **Rôle d'autres substances protéiques**

L'inhibine est une protéine synthétisée par les cellules de la granulosa du follicule en croissance et sécrétée principalement dans le liquide folliculaire chez les moutons. Cette protéine inhibe spécifiquement la synthèse de FSH, sa sécrétion basale et bloque la réponse des deux hormones gonadotropes aux stimulations hypothalamiques. Par ailleurs, la FSH stimule la synthèse de l'inhibine, ce qui forme une boucle de régulation FSH/inhibine. Chez la jument, l'inhibine n'a pas été spécifiquement isolée mais une protéine à activité similaire a été dosée dans le plasma [Alexander et Irvine, 1993].

➤ **Rôle de la photopériode**

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

b-hormone hypothalamique : la gonadolibérine

La gonadolibérine ou GnRH est produite par l'hypothalamus en réponse à une stimulation du système nerveux central supérieur (organe des sens). L'hypothalamus transforme donc un signal neural et/ou pinéal en signal hormonal. La GnRH agit sur l'hypophyse et contrôle les sécrétions de la LH et de la FSH. Elle est sécrétée par décharges pulsatiles, qui en fonction de leur fréquence, sont responsables de la sécrétion également pulsatile de LH et de FSH. Classiquement, deux centres de sécrétion de GnRH sont impliqués : un centre tonique responsable de la sécrétion basale et un centre cyclique responsable de la « décharge ovulante » d'hormones gonadotropes. Or, les neurones à GnRH paraissent repartis essentiellement en deux zones de l'hypothalamus, et semblent être animés du même type de sécrétion pulsatile. C'est lors du synchronisme de tous ces neurones qu'il y a décharge cyclique. Leur mécanisme de régulation est encore inconnu [Irvine et Alexander, 1993 ; Ginther, 1992].

La fonction principale de la GnRH est de stimuler la sécrétion des hormones gonadotropes. Par ailleurs, la GnRH stimule la production de ses propres récepteurs. La fréquence des pulses

de GnRH joue un rôle important chez la jument. En effet, si le signal produit par la GnRH est insuffisant et ne permet pas plus d'un pulse par jour d'hormones gonadotropes, la jument reste en anoestrus. Si le signal de GnRH provoque deux à quatre pulses par jour, la sécrétion de FSH prédomine et provoque la croissance folliculaire. Enfin, quand la fréquence des pulses de GnRH est élevée ou que le signal est de taille suffisante pour induire des pulses d'hormones gonadotropes au moins toutes les deux heures, alors la sécrétion de LH prédomine et permet l'ovulation [Alexander et Irvine, 1993 ; Irvine et Alexander, 1993].

La sécrétion de GnRH est majoritairement régulée par les hormones stéroïdes. Des Récepteurs à l'oestradiol et à la progestérone ont été trouvés dans l'hypothalamus. Il est admis que la progestérone inhibe la fréquence des pulses de GnRH et par conséquent stimule leur amplitude. En revanche, le rôle de l'oestradiol sur la sécrétion de GnRH est plus complexe et controversé. Les facteurs environnementaux jouent eux aussi un rôle dans la régulation de la sécrétion de GnRH. Des stimuli nerveux tels que les températures extrêmes, le stress, les phéromones et la lumière influencent l'activité sexuelle probablement par le biais de la sécrétion de GnRH. Il est ainsi possible d'avancer la saison sexuelle de la jument par l'intermédiaire d'un planning lumineux [Irvine et Alexander, 1993].

3 .Fonction endocrine de l'utérus : les prostaglandines

a. Production et action

L'utérus est l'organe responsable de la régression du corps jaune en l'absence de gestation dans de nombreuses espèces dont la jument. Ainsi, l'hystérectomie induit le maintien du corps jaune tandis que la stimulation de l'utérus par introduction d'une substance étrangère ou une infection de l'utérus provoquent une luteolyse précoce. Une série d'études a démontré que le rôle régulateur de l'utérus sur le corps jaune était au moins en partie dû à une régulation locale utéro-ovarienne chez tous les animaux de rente excepté la jument. Chez cette dernière, le contrôle exercé par l'utérus sur le corps jaune serait uniquement de type systémique [Ginther, 1992 ; Allen et Cooper, 1993].

Après avoir démontré les propriétés luteolytiques d'un apport exogène de prostaglandine F_{2α} (PGF_{2α}) ou de ses analogues, Douglas et Ginther ont été les premiers à montrer l'existence d'une augmentation de la sécrétion de PGF_{2α} endogène par l'utérus associée à la luteolyse pendant le cycle œstral chez la jument [Ginther, 1992 ; Allen et Cooper, 1993 ; Niswender et Nett, 1993]. Les prostaglandines F_{2α} et E₂ sont les deux principales prostaglandines associées à la reproduction chez les mammifères. Elles sont sécrétées par des types cellulaires variés du tractus génital en réponse à divers stimuli endocrines, neuraux et physiques. Le rôle de la PGE₂ dans la reproduction de la jument n'est pas encore bien déterminé à ce jour [Allen et Cooper, 1993].

La PGF_{2α} est sécrétée chez la jument par l'endomètre utérin par pulses de courte durée comme chez la brebis et les autres animaux de rente. Cette sécrétion se produit en moyenne 14 à 16 jours après ovulation dans un cycle normal chez la jument. Le premier pulse de

PGF2 α précède de 3 à 4 heures la diminution décelable de la progesteronémie. La progesteronémie chute à sa valeur de base en 24 à 48 heures mais la sécrétion pulsatile de PGF2 α se poursuit 1 à 2 jours après luteolyse complète. Il a été montré que l'inflammation de l'endomètre, provoquée par une stimulation chimique ou bactérienne, pouvait induire une sécrétion de PGF2 α en grande quantité et d'une durée suffisamment longue pour induire une luteolyse précoce [Allen et Cooper, 1993 ; Daels et Hugues, 1993a ; Ginther, 1992].

Comme chez la vache, le corps jaune en développement (les 4-5 premiers jours) est réfractaire à l'action des PGF2 α [Ginther, 1992]. La prostaglandine F2 α est donc l'hormone luteolytique sécrétée par l'utérus. Elle contrôle la durée de vie et la fonction du corps jaune, et conditionne la durée du cycle œstral chez la jument non gestante [Allen et Cooper, 1993].

b. Régulation [Ginther, 1992 ; Niswender et Nett, 1993]

1. Rôle de la progestérone

Les juments ovariectomisées traitées avec de la progesterone pendant au moins 14 jours ont un taux de PGF2 α dans la lumière utérine supérieur à celui du lot non traité. Ainsi, une longue exposition de l'endomètre à la progesterone serait nécessaire à la sécrétion ultérieure de prostaglandines par l'utérus. Les mécanismes de cette régulation ne sont pas connus mais il se pourrait que la longue exposition de l'utérus à la progesterone permette la production d'une enzyme nécessaire à la synthèse de PGF2 α ou bien le recrutement de précurseurs.

2. Rôle des oestrogènes

In vitro, le tissu de l'endomètre, sous imprégnation de progesterone préalable, produit plus de prostaglandines en présence d'oestradiol. Par ailleurs, l'administration d'oestradiol à des juments ovariectomisées sous imprégnation de progesterone provoque une augmentation de la production de PGF2 α . Ainsi, l'intervention des oestrogènes semble être une composante du mécanisme de déclenchement des PGF2 α . Les oestrogènes pourraient eux aussi, comme la progesterone, intervenir dans la régulation du système enzymatique de la synthèse et de la sécrétion des PGF2 α .

3. Rôle de l'ocytocine

Les études réalisées chez les ruminants suggèrent que l'ocytocine d'origine lutéale aurait un rôle de stimulateur de la synthèse des prostaglandines par l'endomètre, et que la PGF2 α stimulerait les pulses d'ocytocine.

Chez la jument, le nombre de récepteurs à l'ocytocine augmente dans l'endomètre en phase lutéale tardive. Le tissu endométrial in vitro répond à la présence d'ocytocine en synthétisant des PGF2 α . Par ailleurs, le taux circulant d'ocytocine augmente au moment de la luteolyse chez la jument. Néanmoins, le rôle de l'ocytocine dans la régulation de la sécrétion de prostaglandines chez la jument n'a pas encore été totalement élucidé.

c. Utilisation

L'action luteolytique des prostaglandines est utilisée pour raccourcir la durée du cycle œstral chez la jument. Le traitement par les prostaglandines d'une jument ayant un corps jaune mature (de plus de 4-5 jours) provoque l'entrée en œstrus en 2 à 4 jours et une ovulation

en 7 à 12 jours. La durée entre le traitement et l'ovulation est principalement fonction du diamètre du plus gros follicule au moment du traitement. Ainsi, l'ovulation sera plus précoce si le traitement intervient alors que le follicule dominant est à la fin de sa croissance. En revanche, si le traitement a lieu quand le follicule dominant est petit ou lorsqu'il est entre en phase d'atréxie, alors la durée entre le traitement et l'ovulation est prolongée [Ginther, 1992].

La figure 12 rassemble les événements ovariens et endocriniens du cycle de la jument. Si les taux des différentes hormones peuvent être suivis par prise de sang, l'identification directe des structures ovariennes peut se faire chez la jument par échographie ou par Doppler, ce que nous allons présenter dans la partie suivante.

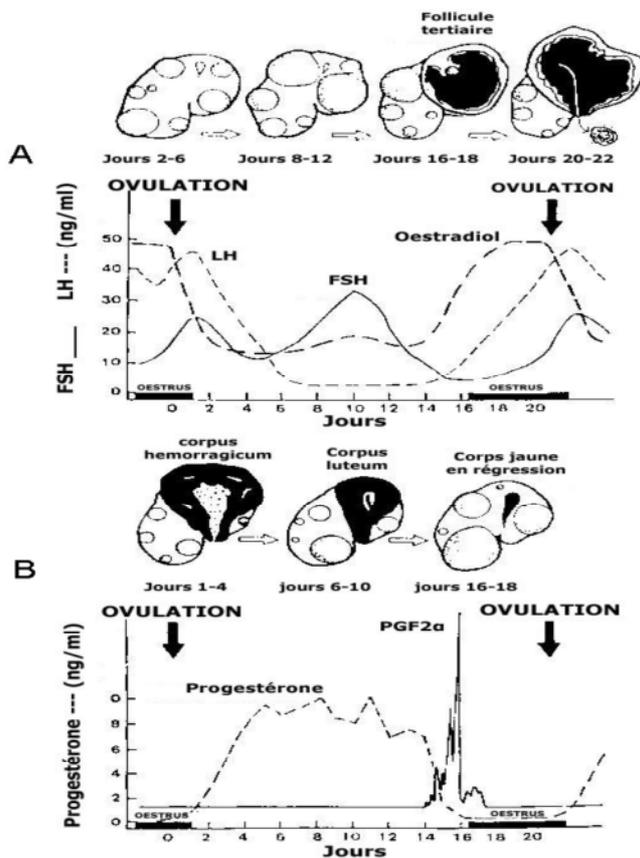


Figure 12 : Synthèse des variations hormonales et ovariennes au cours du cycle œstral chez la jument [Daels et Hugues, 1993a]

Le schéma A montre la dynamique folliculaire et l'ovulation en relation avec les concentrations périphériques de FSH, LH et oestradiol durant un cycle œstral normal de 21 jours.

Le schéma B décrit le développement et la régression du corps jaune en parallèle des concentrations de progestérone et PGF2α pendant un cycle œstral normal de 21 jours.



Troisième chapitre :

**Facteurs influençant la
cyclicité chez la jument**

III.1. Facteurs sociaux

A l'état naturel, le cheval est un animal grégaire. La structure sociale est de type « Harem » permanent : à un groupe de juments est associé un mâle adulte et leur progéniture (foals et yearlings). D'autre part il existe des bandes de mâles célibataires qui n'ont pas accès à la reproduction. Certains individus restent quant à eux solitaires, ce sont souvent les mâles âgés ou malades [Haras Nationaux2002].

On peut donc légitimement se demander si les conditions de vie imposées par les techniques d'élevage traditionnel, se caractérisant par une relative pauvreté de relations sociales, et ce pour des raisons tout à fait compréhensibles (prévention de traumatismes sur des chevaux de prix et/ou dont l'utilisation est source de revenus, prévention de la dissémination de germes...), ne perturbent pas en plus des comportements sociaux normaux la physiologie des individus, et plus particulièrement la reproduction de la jument.

III.2. Influence de la présence du mâle

Alors que le mâle est omniprésent dans la structure hiérarchique normale du harem chez les chevaux sauvages, il est en général absent des élevages français qui possèdent en moyenne deux à trois poulinières (en moyenne 2,4 juments saillies par éleveur en 2000, toutes races confondues [HarasNationaux2002]) mais pas d'entier.

Il convient donc d'étudier le rôle précis du mâle lorsqu'il est présent et de déterminer si son absence peut influencer le potentiel reproducteur des juments. Son implication quand à la propagation de maladies sexuellement transmissibles sera envisagé dans le paragraphe traitant de l'influence du regroupement d'individus.

L'étalon stimule les différents sens de la jument de façon concomitante, que ce soit l'ouïe, l'odorat, le toucher ou bien la vue [IRVINE C.H.G ; ALEXANDER S.L1997].

III.2.1. Influence de l'ouïe et du toucher

Comme l'ont montré les travaux d'Irvine et Alexander [IRVINE C.HG ; ALEXANDRE S.L1997], le hennissement du mâle semble être pour la femelle un critère de choix de son partenaire sexuel lorsque celle-ci en a plusieurs à sa disposition. Les auteurs pensent que l'intensité du son émis est un facteur déterminant dans le choix de la femelle.

Mais le rôle de l'audition ne s'arrête pas là, la perception auditive de l'étalon s'accompagnant chez la jument d'une modification des profils hormonaux. Selon Irvine et Alexander [IRVINE C.H.G ; ALEXANDER S.L1997] chaque hennissement d'un mâle situé à 50 m d'une jument ne pouvant ni le voir ni le sentir s'ensuit d'une décharge d'ocytocine qui stimule la production de gonadotrophines et les contractions utérines.

Facteurs influençant la cyclicité chez la jument

La sensibilité tactile de la jument semble encore plus efficace. Les décharges d'ocytocine sont encore plus importantes (fig.2) lorsque le mâle est autorisé à courtiser la jument en lui touchant les flancs et la région périnéale du bout du nez vérifiant par là même qu'elle est prête à l'accepter.

Lors du coït, la stimulation tactile de la vulve, du clitoris, du vagin et du col de l'utérus est également à l'origine d'une décharge d'ocytocine. L'insémination artificielle reproduit ces mêmes stimuli à ceci près qu'elle ne provoque pas de distension du vagin.

Le premier rôle attribué à ces décharges d'ocytocine est l'augmentation de la pulsativité de LH permettant ainsi d'avancer la première ovulation de la saison de reproduction. En effet, il a été montré chez le rat [ROBINSON G, EVANS J.J., CATT K.J. (1992)] et chez l'homme [HULLML.] que l'administration d'ocytocine favorise la libération d'hormone lutéinisante par l'hypophyse. On peut alors imaginer que la stimulation répétée par un étalon d'une jument en fin de période de transition pourrait permettre de gagner ainsi un cycle ou deux supplémentaires. L'effet de l'ocytocine sur la sécrétion de FSH n'a pas fait l'objet d'aussi nombreuses études que pour la LH, mais il semblerait qu'elle favorise également sa libération [EVANS J.J., ROBINSON G., CATT J. (1989)].

Le deuxième rôle attribué à la décharge ocytocique, et celui-ci est bien avéré chez la jument, est la stimulation des contractions de l'utérus et des oviductes, augmentant ainsi la probabilité de rencontre des spermatozoïdes et de l'ovocyte. Elle favorise également le nettoyage de l'utérus que ce soit au sortir de l'hiver après la phase d'inactivité ovarienne ou bien après l'involution utérine ayant suivi la gestation précédente, participant ainsi à la résistance de l'utérus aux infections éventuelles. Enfin, l'ocytocine est supposée participer au renforcement des liens sociaux à l'intérieur du troupeau [IRVINE C.H.G ; ALEXANDER S.L1997].

Bien que les juments ovulent spontanément et que la majorité soit capable d'avoir une cyclicité normale sans stimulation par un mâle, certaines ont néanmoins des problèmes pour ovuler ou pour maintenir leur corps jaune. Ces difficultés sont souvent associées à une stimulation insuffisante des ovaires par les gonadotrophines dont la sécrétion est favorisée par la décharge d'ocytocine. Les pics sanguins provoqués par les stimulations de l'étalon peuvent être reproduits [IRVINE C.H.G ; ALEXANDER S.L1997] par l'administration d'ocytocine exogène ce qui entraîne aussi la stimulation de l'utérus et des oviductes. Mais pour obtenir les très hautes doses retrouvées au niveau du cerveau ou de l'hypophyse, il faudrait administrer des quantités d'ocytocine (figure 2) incompatibles avec un fonctionnement correct du tractus génital [IRVINE C.H.G ; ALEXANDER S.L1997]. On ne peut donc pas reproduire pharmacologiquement l'influence de l'étalon.

III.2.2. Influence de la vue et de l'olfaction

La vue est le dernier sens mis à contribution lors de la reproduction mais aussi le plus difficile à étudier. En effet, il n'est pas aisé d'isoler son rôle propre de celui des autres sens. Bien souvent, la jument sent ou même entend l'étalon avant même de le voir.

Ainsi pour des raisons aussi bien pratiques qu'éthiques (son étude spécifique nécessiterait la destruction des aires corticales responsables de l'audition et de l'olfaction), aucune étude n'a pu être envisagée chez la jument.

Bien qu'aucune étude concernant spécifiquement le cheval n'ait été menée, l'influence des stimuli olfactifs et en particulier des phéromones notamment sur la fertilité est très fortement suspectées. Elles seraient de plus responsables de la synchronisation des chaleurs chez des juments vivant à proximité l'une de l'autre.

L'effet de ces mêmes phéromones a été démontré chez la truie d'où la commercialisation de sprays réputés améliorer la fertilité des femelles. Un effet similaire a été rapporté chez certains singes [IRVINE C.H.G ; ALEXANDER S.L1997].

Chez l'étalon, le signe du flehmen nous suggère qu'il est sensible à son environnement olfactif. Les travaux de Ginther (cité par [IRVINE C.H.G ; ALEXANDER S.L1997]) font suspecter un rôle de l'olfaction mais sans en expliquer la teneur exacte

Figure 1 : Concentrations veineuses en ocytocine hypophysaire chez une jument en œstrus. Des prélèvements sanguins sont réalisés toutes les minutes. Chaque flèche correspond à un hennissement de l'étalon que la jument ne peut ni voir ni sentir (d'après Irvine et Alexander [IRVINE C.H.G ; ALEXANDER S.L1997]).

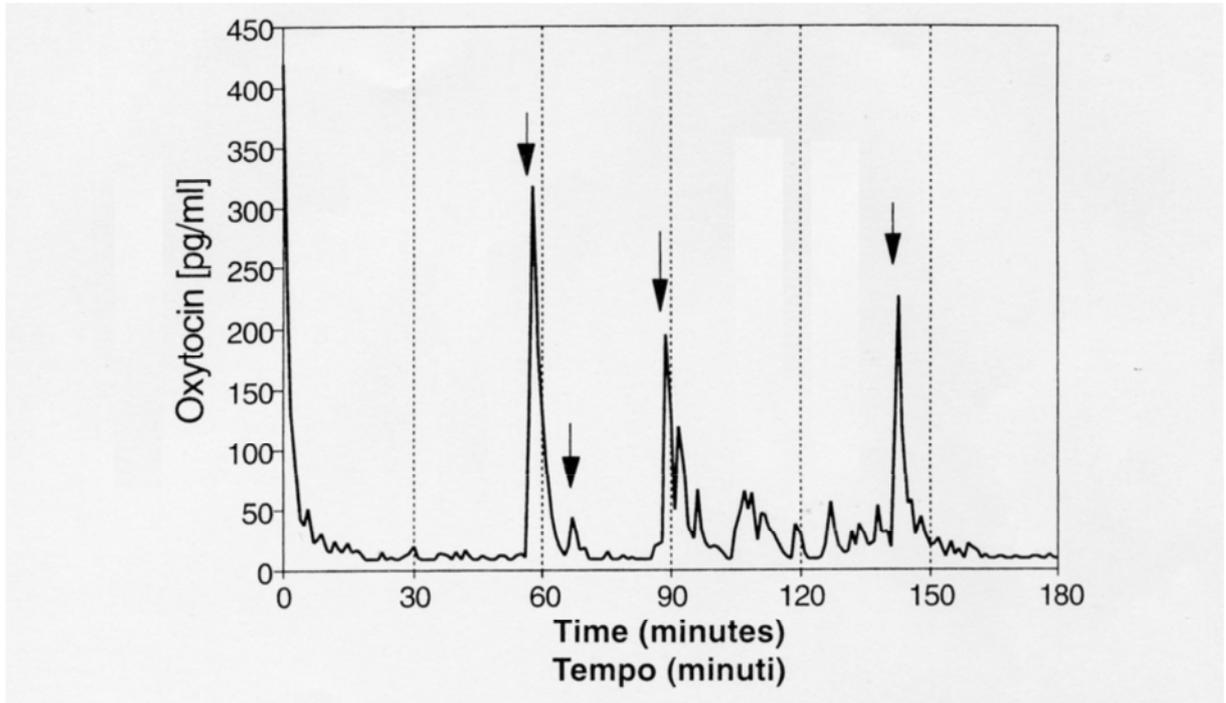
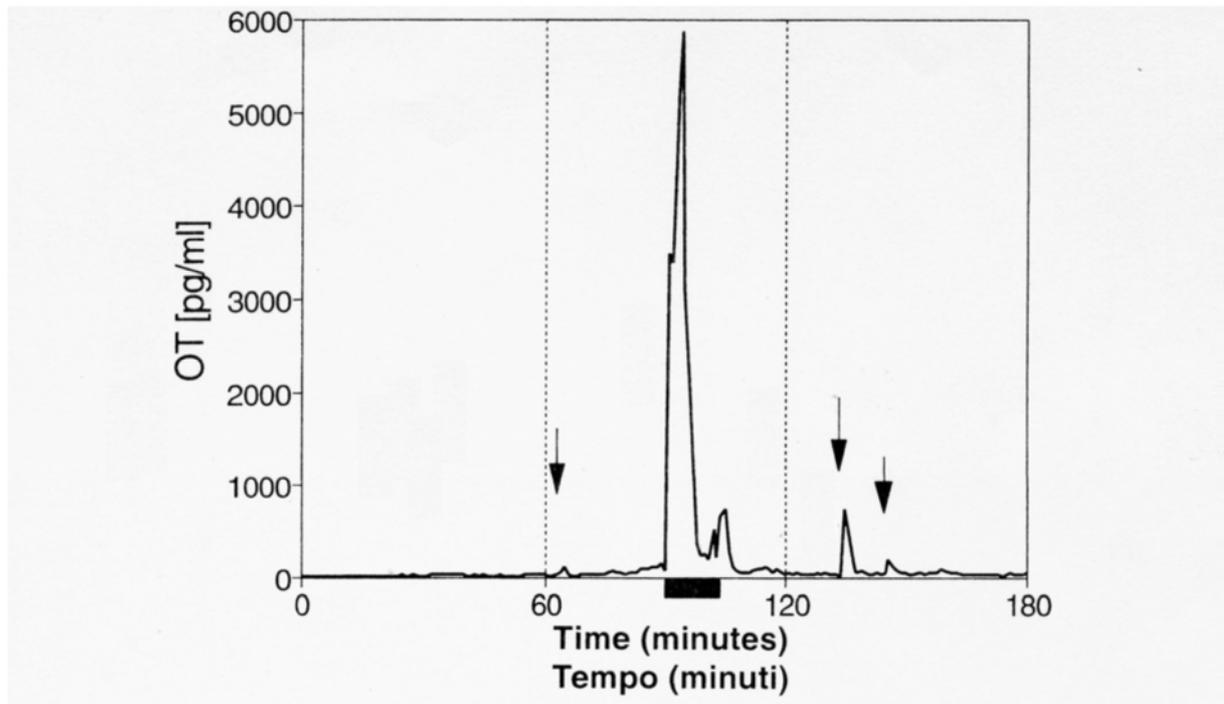


Figure 2 : Influence du toucher sur les concentrations veineuses en oxytocine (OT) hypophysaire chez une jument en œstrus. Des prélèvements sanguins sont réalisés toutes les minutes. Chaque flèche correspond à un hennissement de l'étalon qui est autorisé à toucher la jument pendant la période matérialisée par une bande noire horizontale (d'après Irvine et Alexander [IRVINE C.H.G ; ALEXANDER S.L1997]).



L'absence totale de mâle comme c'est souvent le cas en élevage traditionnel n'entrave donc pas la reproduction normale de la jument mais sa présence semble favoriser la fertilité et la fécondité de la jument. C'est pourquoi la présence d'un entier jouant le rôle de souffleur pour la détection des chaleurs ou sur le lieu de l'insémination artificielle peut se révéler bénéfique.

III.3. Facteurs climatiques

Dans des conditions naturelles, chez les chevaux comme chez la plupart des mammifères des régions tempérées ou froides, une synchronisation des naissances est observée. Les poulinages ont lieu pendant la saison la plus favorable pour la survie du jeune, généralement à la fin du printemps. En outre, pour la plupart des animaux vivant dans ces zones, à l'approche du froid hivernal, l'organisme privilégie l'énergie alimentaire disponible pour les fonctions de survie (thermorégulation, résistance aux maladies) au détriment de la fonction de reproduction. Les équidés n'échappent pas à cette règle : en automne, la jument entre en inactivité et le comportement sexuel de l'étalon est diminué. La majorité des juments ont alors une période sans ovulation qui débute dans l'hémisphère Nord vers le mois d'octobre et s'achève à la fin du mois d'avril. Cette phase d'inactivité, dont la durée dépend de l'âge de la jument et de son état physiologique, est appelée inactivité ovarienne saisonnière. Ce terme est plus exact que celui d'anoestrus car la jument peut manifester des comportements d'oestrus toute l'année mais à cette saison ils ne seront pas suivis d'ovulation.

Outre le déterminisme du rythme annuel de reproduction de la jument, la saison influe également sur la longueur relative de l'oestrus et du dioestrus au cours de

l'avancement de la saison de reproduction (réduction du temps d'œstrus de 10 à 5 jours et augmentation du dioestrus de 14 à 20 jours) [GINTHER O.J., WHITMORE H.L., SQUIRES E.L. (1972)] ; elle joue également sur les taux hormonaux et sur le retour en chaleurs des juments après la mise bas [VAN NIEKERK F.E., VAN NIEKERK C.H. (1998)] : les juments qui mettent bas très tôt dans l'année peuvent ne pas présenter de chaleurs de lait et ne reprendre leur cyclicité que quelques semaines à quelques mois plus tard.

Pour comprendre le rôle de la saison, il faut se rendre compte qu'il s'agit en réalité de plusieurs facteurs interdépendants les uns des autres mais ayant chacun leur rôle propre. Le changement de saison s'accompagne de modifications de température, d'hygrométrie, de photopériode (longueur relative du jour par rapport à la nuit) et d'alimentation.

III.3.1. Influence de la température

Plusieurs études (citées par [SHARP D.C., GINTHER O.J. (1975)]) ont suggéré l'influence de la température ambiante notamment sur l'apparition des premières chaleurs suivies d'une ovulation, mais aucune n'a pu distinguer son rôle de celui d'autres facteurs tels que l'alimentation ou la photopériode avec lesquels elle est étroitement liée.

L'expérience de Guerin et Wang [GUERIN M.V., WANG X.J. (1994)] est à ce jour la seule étude à tenter d'isoler le facteur température (en relevant les données météorologiques pendant 10 ans sur un même élevage ne pratiquant pas de photostimulation). Ils suggèrent l'influence d'une température minimum (environ 9°C) au cours de la journée qui, une fois dépassée, favoriserait l'entrée en période ovulatoire. Mais cette hypothèse d'une température minimum à une phase donnée de la journée (éventuellement au moment où la jument est la plus sensible à la lumière c'est-à-dire 9,5 à 10 heures après la tombée de l'obscurité) reste à explorer plus en détail.

D'autres observations suggèrent également que les températures froides allongent la phase de transition et retardent la date de la première ovulation [GUILLAUME D., DAELS P-F., NAGY P. (2000)].

La température agirait principalement au printemps [GUILLAUME D., DAELS P-F., NAGY P. (2000)], pendant la phase de transition, sur l'axe hypothalamo-hypophysaire en faisant vraisemblablement intervenir très partiellement la prolactine selon un mécanisme encore non élucidé.

Bien que le bon sens et les premières études suggèrent que l'arrivée des beaux jours et le réchauffement qui les accompagnent favorisent la sortie de la phase de transition, le rôle exact et surtout le mode d'action précis de la température ambiante fait toujours l'objet de suppositions et reste à étudier.

III.3.2. Influence de l'hygrométrie

Chez la brebis, il a été démontré [IRVINE C.H.G ; ALEXANDER S.L1997] expérimentalement que la pluie pendant 6 heures durant les jours 14 à 17 du cycle pouvait diminuer significativement le taux d'ovulation (de 45 %).

Chez le cheval, bien que suspectée, l'influence de la pluie n'a jamais été démontrée.

III.3.3. Influence de la photopériode

Il s'agit de la longueur relative du jour par rapport à la nuit, quantifiée par la durée de l'éclairage diurne. L'influence de la photopériode est un facteur relativement facile à étudier car la photopériode est le facteur le plus constant d'une année sur l'autre contrairement à la température ou encore l'alimentation qui, elles, fluctuent significativement d'une année sur l'autre [IRVINE C.H.G ; ALEXANDER S.L1997].

Son influence sur la reproduction animale est connue depuis longtemps dans plusieurs espèces animales. Chez la jument, son influence a été bien étudiée par l'équipe de Ginther [FREEDMAN L.J., GARCIA M.C., GINTHER O.J. (1979) WHITMORE H.L., SQUIRES E.L. (1972)]. On définit ainsi des espèces à jours longs, c'est-à-dire dont la période d'activité sexuelle s'éveille avec l'allongement des jours et le raccourcissement des nuits comme le cheval (fig. 3), et des espèces dites à jours courts dont l'éveil sexuel se fait à la période inverse, comme les ovins.

III.3.3.1. Mise en évidence du rôle de la mélatonine

C'est au début des années 80, avec les premières expériences de pinéalectomie chez la jument qu'un pas supplémentaire a pu être franchi dans la compréhension de l'influence de la photopériode sur la reproduction de la jument.

Les signaux photopériodiques sont perçus par des cellules spécialisées de la rétine [GUILLAUME D., DAELS P-F., NAGY P. (2000)] et traduits en signal endocrinien par la glande pinéale qui se caractérise par une sécrétion presque exclusivement nocturne [IRVINE C.H.G ; ALEXANDER S.L1997] (fig.4) de mélatonine dans le sang et le liquide céphalorachidien.

La mélatonine constitue une des clefs du contrôle neuroendocrinien de la reproduction chez les mammifères. Elle a fait l'objet de nombreuses études chez la jument pendant ces vingt dernières années où son rôle d'intermédiaire entre la perception de la photopériode et l'activité ovarienne a été démontré.

La première mise en évidence du rôle fonctionnel de la mélatonine a été réalisée chez des juments pinéalectomisées [GUILLAUME D., DAELS P-F., NAGY P. (2000)]. Chez ces juments, le début de l'activité de reproduction n'est pas avancé par des photopériodes artificielles et les juments

Facteurs influençant la cyclicité chez la jument

Pinéalectomisées pendant l'hiver ont une activité ovarienne cyclique significativement plus tardive que les juments témoins pendant la deuxième saison après la chirurgie.

Figure 3 : Evolution du taux de progestérone de dix juments comparée aux variations de la durée d'éclairément (d'après Guillaume et al. [GUILLAUME D., DAELS P-F., NAGY P. (2000)]

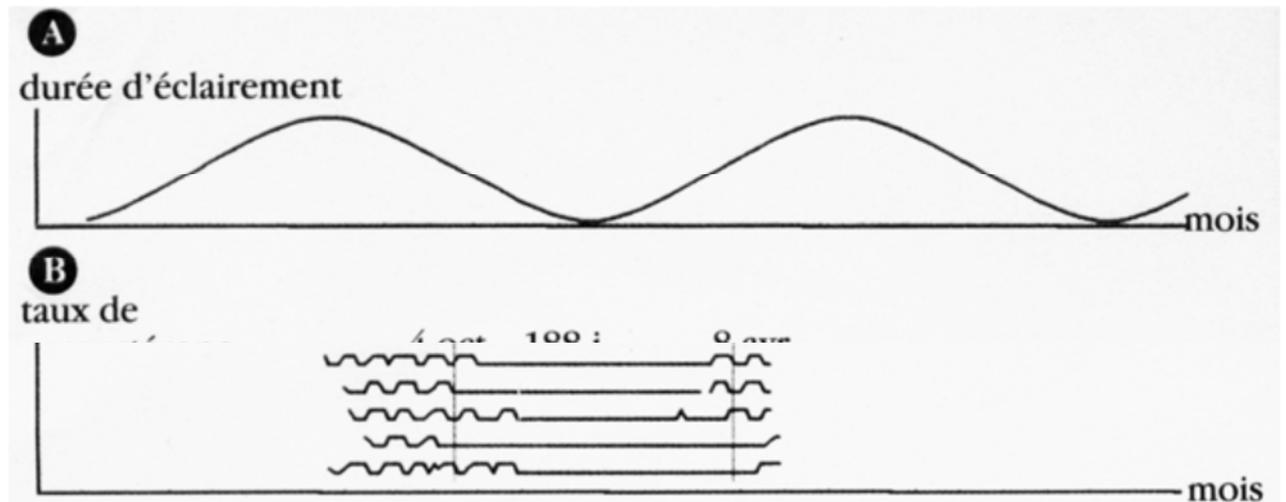
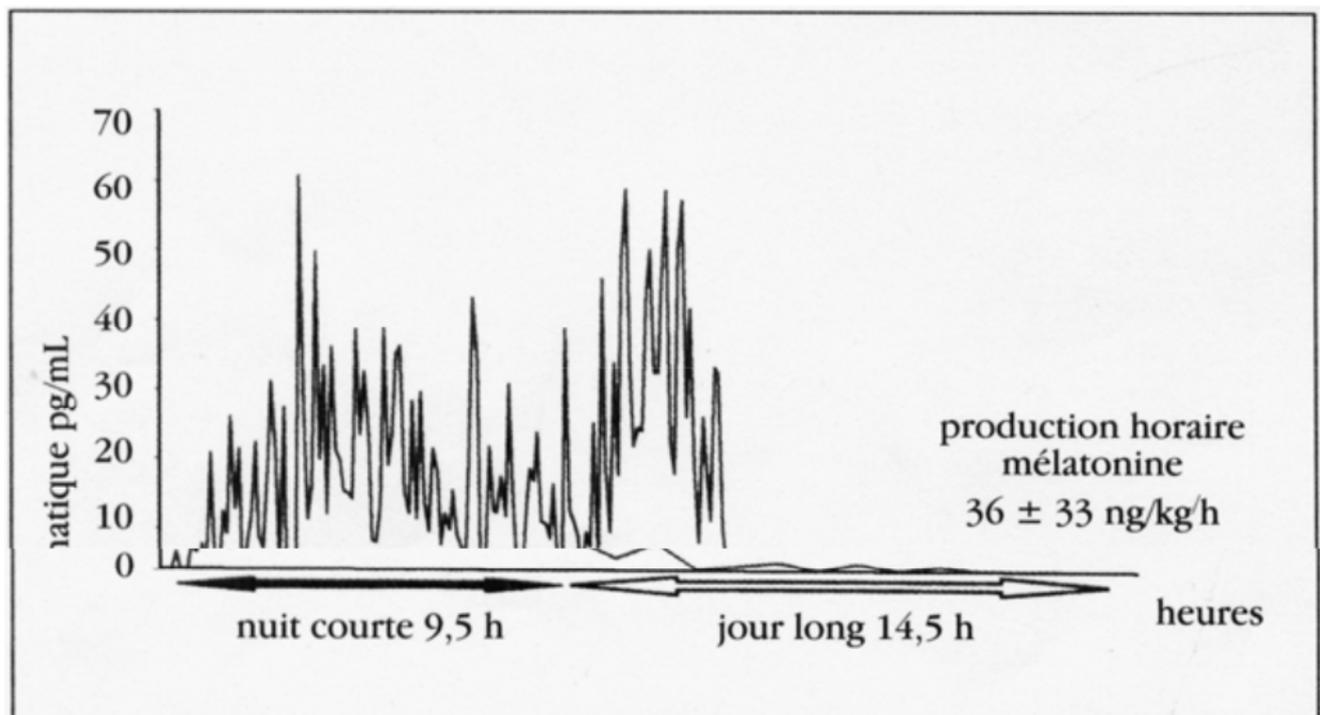


Figure 4 : Evolution de la sécrétion de mélatonine sur 24 heures selon la durée de la nuit (d'après Guillaume et al. [GUILLAUME D., DAELS P-F., NAGY P. (2000)]).



Le rôle de la mélatonine dans le transfert du signal photopériodique a été démontré par l'administration de mélatonine exogène [GUILLAUME D., PALMER E. (1991) (1992)], chez des juments photostimulées, 4 heures avant le début des nuits courtes. Cette administration supprime l'effet stimulant des nuits courtes. De façon similaire, des juments en inactivité ovarienne saisonnière ne répondent pas à la photopériode stimulante si la mélatonine est administrée toutes les deux heures pendant une période de douze heures qui inclut les neuf heures d'obscurité.

La photopériode et le rythme de sécrétion de la mélatonine entraînent le rythme annuel de reproduction sans avoir d'action directe sur les gonades. Malgré l'abondante documentation sur les effets directs de la photopériode, le site d'action sur l'axe hypothalamo-hypophysaire de la mélatonine n'a pas été étudié chez le cheval. Dans d'autres espèces, il a été démontré *in vivo* que la mélatonine n'influe pas directement sur la sécrétion de gonadolibérine (GnRH) mais qu'elle agirait par l'intermédiaire d'interneurones. Chez le cheval, des récepteurs spécifiques de la mélatonine ont été découverts dans la *pars tuberalis*, dans l'éminence médiane et dans le noyau suprachiasmatique (fig. 5) [GUILLAUME D., DAELS P-F., NAGY P. (2000)].

On ne sait donc pas de quelle manière la longueur du jour et le taux de mélatonine induisent une modification de la fréquence et de l'amplitude des pulses de GnRH. Est-ce le jour qui s'allonge et le taux de mélatonine qui décroît qui stimulent un taux de GnRH intrinsèquement faible ou bien est-ce un jour qui raccourcit et une augmentation du taux de mélatonine qui inhibent une pulsativité intrinsèquement élevée ? Cette question reste encore sans réponse mais de nombreux auteurs à la recherche d'intermédiaire entre la mélatonine et l'axe hypothalamo-hypophysaire pencheraient plutôt pour la deuxième hypothèse. Les opioïdes notamment seraient responsables (*via* les β -endorphines endogènes par exemple) d'une inhibition de cette même pulsatile comme le montre sa levée par l'injection de naloxone. Un rôle inhibiteur semblable est recherché dans la famille des catécholamines avec des molécules comme la dopamine [GUILLAUME D., DAELS P-F., NAGY P. (2000)].

Bien que ne comprenant pas le mécanisme intime de son action, il est néanmoins possible de jouer sur la photopériode pour hâter la sortie de la jument de son inactivité ovarienne saisonnière.

III.3.3.2 Influence de la photopériode sur la saisonnalité de la jument

Tout d'abord il convient de préciser le rôle exact joué par cette photopériode. Il faut savoir qu'un état réfractaire à la photopériode stimulante s'installe lorsque le traitement lumineux débute en été. Les juments manifestent alors une inactivité ovarienne hivernale mais sous jours artificiellement longs [GUILLAUME D., DAELS P-F., NAGY P. (2000)].

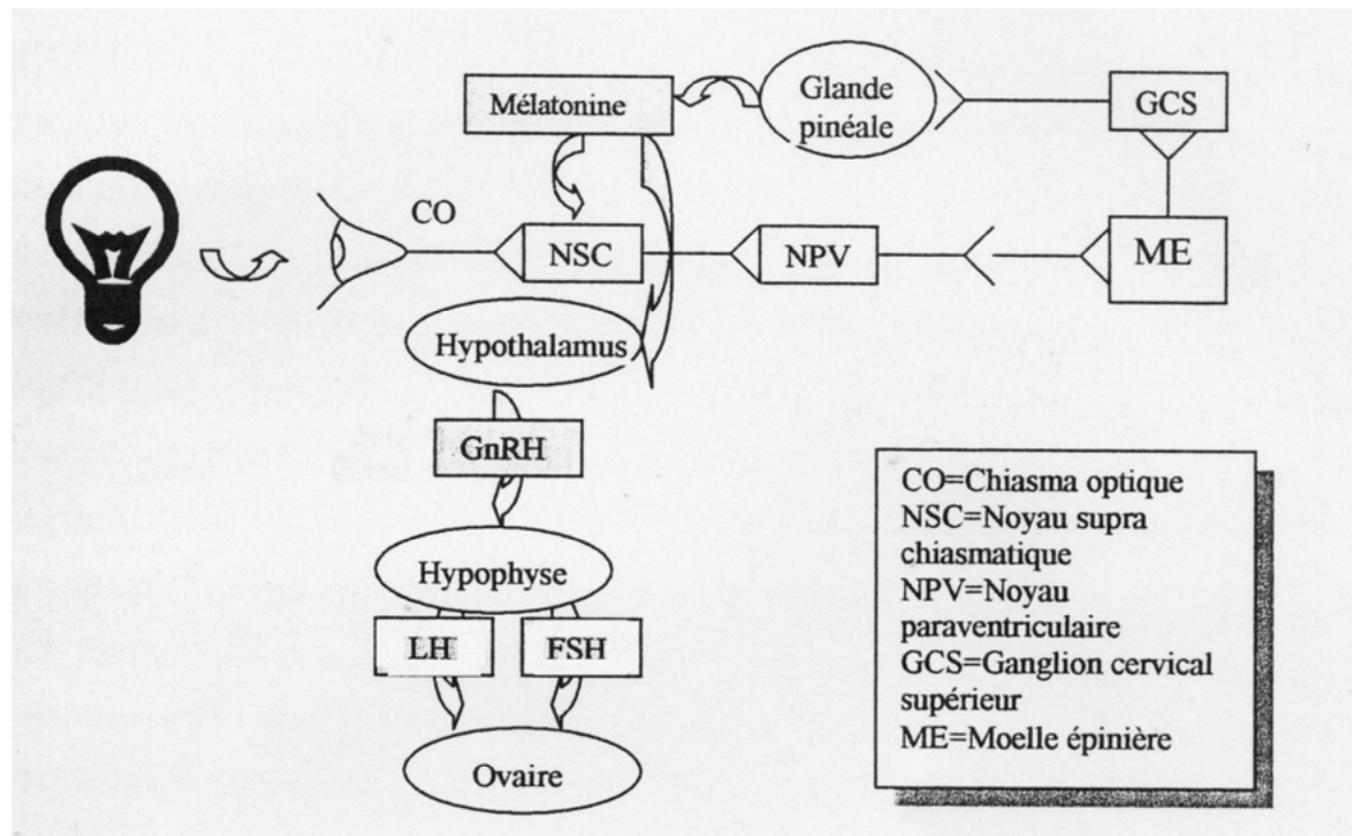
Inversement, un état réfractaire à la photopériode inhibitrice s'installe lorsque la jument est artificiellement maintenue sous jours courts, le traitement ayant débuté en

Facteurs influençant la cyclicité chez la jument

hiver. Dans ce cas les juments manifestent une activité ovarienne en été mais sous jours artificiellement courts.

Dans ces deux situations, la phase de cyclicité est à peu près synchronisée avec celle des juments sous photopériode naturelle. Cette installation d'un état réfractaire aux deux traitements lumineux est une mise en évidence indirecte de l'existence d'un rythme endogène circannuel et limite le rôle de la photopériode à un « synchroniseur » de ce rythme endogène.

Figure 5 : Schéma général de la transmission de l'information lumineuse de la rétine aux gonadotrophines chez la jument (d'après Guillaume et al. [GUILLAUME D., DAELS P-F., NAGY P. (2000)]).



De nombreuses études [GUILLAUME D., PALMER E. (1991) (1992)] ont permis d'établir le protocole de stimulation lumineuse le plus efficace pour obtenir une avancée de la saison de reproduction. La stimulation maximale de l'activité ovarienne (= délai le plus court obtenu entre le début du traitement et la première ovulation) est obtenue par l'application de 14 h 30 de lumière et 9 h 30 d'obscurité (fig. 6) ; moins de 13 heures et plus de 16 heures de lumière ne sont pas stimulantes. Une seule heure

d'éclairement artificiel peut suffire à condition qu'elle soit appliquée à un moment particulier : 9h30 après la tombée de la nuit. Une phase photosensible est ainsi définie.

Un tel protocole, pour donner des résultats optimaux, doit être commencé en décembre, soit environ deux mois avant la date de la première ovulation escomptée [FREEDMAN L.J., GARCIA M.C. (1979) , SCRABA S.T., GINTHER O.J. (1985)]. Cependant, le temps de réponse varie considérablement d'une jument à l'autre (2 mois \pm 10 j [SCRABA S.T., GINTHER O.J. (1985)]). Pratiquement, on commence le traitement le 1^{er} décembre (le démarrer plus tôt, en novembre, n'est pas plus efficace [SCRABA S.T., GINTHER O.J. (1985)]) en éclairant les juments à l'aide d'une ampoule au néon d'une puissance de 200 W [SCRABA S.T., GINTHER O.J. (1985)] quelques heures avant le lever du soleil et quelques heures après la tombée de la nuit de façon à couvrir la période d'éclairement escomptée (entre 13 et 16 h).

III.4. Alimentation

L'alimentation joue un rôle fondamental pour le bon fonctionnement de l'appareil reproducteur. La fonction de reproduction est en effet la première à pâtir d'un défaut de gestion alimentaire et ce souvent de manière insidieuse car sans autre signe apparent et de manière différée dans le temps. De plus la photostimulation évoquée juste avant est illusoire et sans effet sur une jument maigre. Ceci souligne donc l'influence du niveau alimentaire, mais il va de soi que la qualité de la ration a aussi son importance.

III.4.1. Relation entre la saison et l'alimentation.

En élevage extensif, l'alimentation est elle-même dépendante de la saison, aussi bien en termes de quantité que de qualité. L'hiver, les pâtures sont au repos, les chevaux sont nourris essentiellement à base de foin et d'aliments complémentaires. Dès le printemps, les animaux sont de nouveaux lâchés dans les pâtures avec souvent l'herbe pour seul aliment. La quantité et la qualité de cette herbe n'est pas non plus constante au cours de la saison : l'herbe jeune de printemps est riche en eau et en azote puis elle s'enrichit en cellulose et s'appauvrit en protéines.

La qualité du fourrage (herbe, foin, luzerne...) n'est pas non plus la même d'une année sur l'autre. Elle est le reflet des conditions climatiques au moment de la pousse aussi bien qu'au moment de la récolte et de la gestion des sols par son récoltant.

Il est donc recommandé de faire des analyses régulières de son fourrage afin d'adapter au mieux la ration.

III.4.2. Influence de l'état corporel

Conséquence directe mais différée du niveau alimentaire, l'état corporel joue beaucoup sur les capacités reproductrices de la jument. Si la maigreur extrême semble

avoir des conséquences quasi-évidentes, l'embonpoint est tout aussi préjudiciable. Les travaux récents sur la leptine permettent de donner quelques explications.

III.4.2.1. Estimation de l'état corporel

Que ce soit dans le cas qui nous intéresse ici pour ajuster le régime de la jument ou bien d'une façon générale pour bien alimenter un équidé, il est important d'être capable d'évaluer s'il est maigre, bien alimenté ou encore trop gras.

Pour évaluer l'état corporel, des critères visuels ont été définis. C'est Henneke et al. [HENNEKE D.R., POTTER G.D., KREIDER J.L., YEATES B.F. (1983), *Le Site Cheval. Etat Corporel*] qui les premiers (1983) ont défini six régions anatomiques qu'il convient d'observer afin d'évaluer au mieux l'état d'embonpoint d'un cheval (fig. 7). Il s'agit du chignon (bord supérieur de l'encolure), du garrot, de la ligne du dos (ligne des processus épineux), de l'arrière de l'épaule, des côtes et de l'attache de la queue. En 1990, l'INRA [MARTIN-ROSSET W. (1990)] publie lui aussi un indice d'évaluation de l'état corporel des chevaux de sport et de selle et ajoute à cette liste un septième site qui est la croupe (tableau 2). Ces sites présentent l'avantage d'être relativement sensibles aux changements quantitatifs de la part de masse grasse corporelle. L'évaluation visuelle s'avérant insuffisante pour un bilan précis, elle s'accompagne systématiquement d'une palpation manuelle dont le but est d'estimer l'importance, la consistance et la forme des dépôts adipeux sous-cutanés dans ces régions.

Si l'on suit l'échelle proposée par Henneke et al. (Tableau 3), on assigne au cheval une note d'état corporel située entre 1 et 9 selon les résultats de l'observation visuelle et de la palpation. En allant de 1 à 9, les différents états correspondent respectivement à pauvre, très maigre, maigre, légèrement maigre, modéré, modérément charnu, charnu, gros, extrêmement gros. L'INRA propose quant à elle une échelle allant de 0 à 5 (tableau 2), la note 3 correspondant à un embonpoint normal.

Cette évaluation de l'état corporel prend toute son importance chez les poneys pour qui les normes alimentaires utilisables chez les chevaux surévaluent les besoins d'entretien. Il convient d'ajuster leur alimentation donc de façon plus ou moins empirique faute de référence.

Enfin, on peut estimer le pourcentage de masse grasse corporelle de l'animal par échographie [KUBIAK J.R., CRAWFORD B.H., SQUIRES E.L., WRIGLEY R.H., WARD G.M. (1986)]. La mesure s'effectue à mi-chemin entre la pointe de la fesse (tuber ischia) et le sommet de la hanche (tuber sacrale) à 5 cm de la colonne vertébrale. L'épaisseur de tissu adipeux (X en cm) relevée permet une estimation du pourcentage de gras corporel (Y en %) selon l'équation $Y = 4.7 + 8.64 X$ [HENNEKE D.R., POTTER G.D., KREIDER J.L., YEATES B.F. (1983)].

III.4.2.2. Modifications associées aux variations de l'état corporel

Des variations de l'état corporel de la jument sont rapportées classiquement au cours de son cycle [MARTIN-ROSSET W. (1990)]. On note en général une perte d'état en fin de gestation et début de lactation puis une reprise une fois passé le premier mois de lactation. Ces variations d'état corporel sont à mettre en relation avec des variations de poids : la jument prend du poids avec la croissance du fœtus durant les quatre derniers mois de gestation ; elle perd 10 à 14 % de son poids vif à la mise bas (fœtus, enveloppes, liquides) et peut encore en perdre en début de lactation [MARTIN-ROSSET W. (1990)].

III.4.2.2.1. Influence sur la cyclicité

Une observation faite depuis longtemps laissait déjà supposer une influence de l'état corporel : l'inactivité ovarienne est plus longue chez les juments ayant allaité l'été précédent, c'est-à-dire dont l'état corporel a été plus ou moins fortement déprimé par les dépenses énergétiques que demande la lactation. A l'inverse, la phase d'inactivité ovarienne se trouve écourtée si les juments prennent du poids en début de printemps [GUILLAUME D., DUCHAMP G., BRUNEAU B., NAGY P]. Henneke et al. [HENNEKE D.R., POTTER G.D., KREIDER J.L. (1984)] ont montré que l'intervalle entre la mise bas et la première ovulation est significativement plus long (2 jours pour la première ovulation, environ 10 jours pour la seconde) chez les juments qui ont un score d'engraissement inférieur à 5 comparées à celles dont le score d'engraissement est supérieur à 5. Il est également intéressant de noter que les jeunes juments (2 à 5 ans), qui sont physiologiquement moins grasses que leurs congénères plus âgées (toutes espèces confondues, un jeune individu contient plus d'eau et moins de graisse qu'un individu âgé), entrent en inactivité ovarienne plus tôt dans la saison contrairement aux dernières qui continuent leurs cycles plus ou moins longtemps au cours de l'hiver [GENTRY L.R., THOMPSON Jr D.L., GENTRY Jr G.T., DAVIS K.A., GODKE R.A., CARTMILL J.A. (2002)].

La relation entre l'apport énergétique et l'état d'engraissement pour les performances reproductrices des juments non gestantes a été évalué par Kubiak et al. [KUBIAK J.R., CRAWFORD B.H., SQUIRES E.L., WRIGLEY R.H., WARD G.M. (1986)]. Ils constatent qu'un apport énergétique élevé (150 % des apports recommandés par le NRC à des juments n'ayant pas encore repris leur cyclicité en Mars) écourte la phase de transition chez des juments à état d'engraissement faible mais ne profite pas aux juments de condition modérée à grasse. Les auteurs suggèrent que les juments non suitées devraient être entretenues avant la saison de reproduction (en automne et en hiver) dans l'objectif de maintenir un taux de graisse d'environ 15 %, un score d'engraissement d'environ 5 et de garder un bilan énergétique positif afin d'obtenir une première ovulation précoce.

Mais un état d'adiposité excessive peut également s'avérer néfaste. Il peut provoquer des lésions dégénératives de type graisseux au niveau de l'ovaire constituant un obstacle au développement et à la déhiscence des follicules [CHODKOWSKI G.A.T. (1985)].

Figure 7 : Représentation des aires à palper pour évaluer l'état corporel d'un cheval : chignon (A), garrot (B), ligne du dessus (C), attache (D)

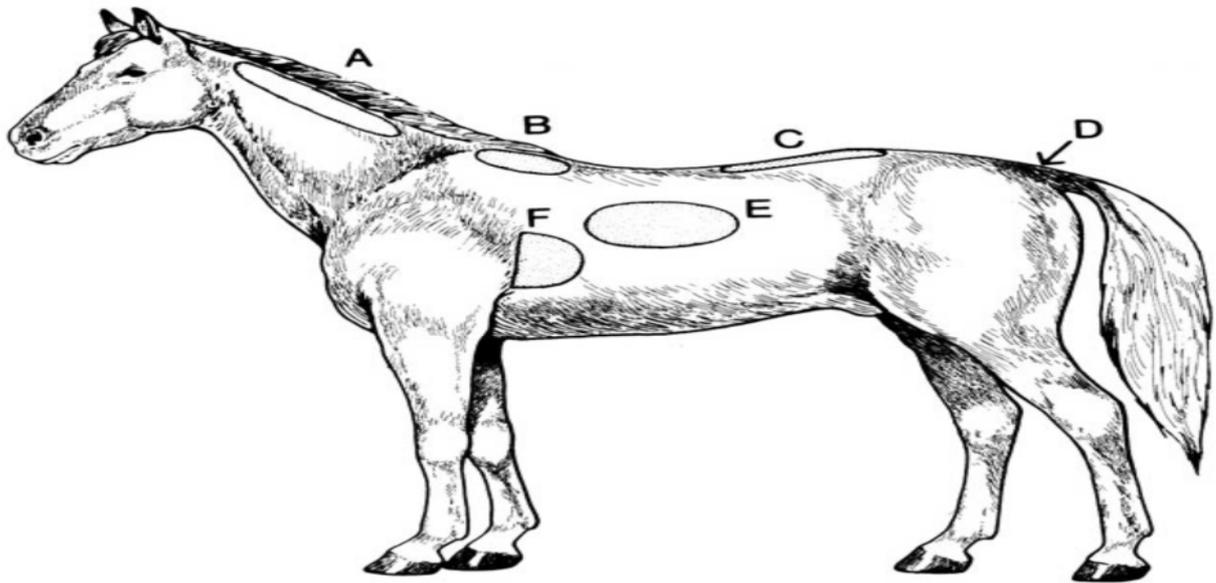


Tableau 2 : Notation de l'état corporel chez le cheval selon l'INRA. (D'après Martin Rosset [MARTIN-ROSSET W. (1990)]).

Notes *	Etat d'engraissement	Observations
0	Emacié	2,5 Jument en fin de gestation ou en début de lactation ; cheval de compétition en fin de saison d'épreuves. Cheval de compétition en période de préparation, en début de saison d'épreuve. Etalon hors monte ou en début saison monte. Jument 2 mois avant mise-bas et un mois après. 3,0 3,5 } 4 4,5 } 5 }
1	Très maigre	
1,5	Maigre	
2	Insuffisant	
2,5	Optimum selon le type d'animaux	
3		
3,5		
4	Gras	3,5 Jument au tarissement. Etalon avant la saison de monte en liberté. Poulain à l'engrais.
4,5	Très gras	
5	Suiffart - Obèse	

En pratique : L'animal est palpé avec la main au niveau de l'emplacement des quartiers de la selle, soit entre les 10 et 14^e côtes. On apprécie : l'étendue du dépôt adipeux sous-cutané en palpant la zone, puis l'épaisseur en exerçant des pressions, enfin la consistance en effectuant un mouvement circulaire à l'endroit où le dépôt est le plus épais.



Quatrième

chapitre :

**Les différentes
méthodes de détection
des chaleurs**

Détection des chaleurs

La détection, comme on l'a vu, se fait principalement en présentant la jument à un étalon souffleur. Cette présentation permet d'observer les réactions de la jument, c'est-à-dire son comportement d'œstrus ou de diœstrus. Quand l'étalon est en liberté avec ses juments, sa présence est une excitation permanente pour celles-ci, et elles sont disponibles en phase d'œstrus. Cette situation naturelle permet une relation sexuelle douce, dénuée d'agressivité chez le mâle ou la femelle. L'étalon s'approche de la jument quand sa vue et son odorat lui indiquent qu'elle est en chaleur, sinon il la laisse en général tranquille. Il n'y a donc pas lieu pour la jument de ruer contrairement à ce qui se passe à la barre.

Il est très important de reconnaître que ce moyen de détection des chaleurs n'est pas naturel. Plus la jument sera présentée au mâle dans ces conditions artificielles, plus grand sera le risque de voir apparaître des comportements atypiques ou propres à son tempérament. Ainsi, des juments en œstrus "auront un comportement de diœstrus. En grande partie induit par les stimulations répétées en période de diœstrus. L'intérêt artificiel porté par le mâle provoque des variations importantes du comportement sexuel de la jument. Les chevaux assimilent et apprennent rapidement le bon comme le mauvais.

En conséquence. Les juments amenées de façon répétée à la barre et soumises à des stimulations sexuelles, peuvent prendre l'habitude d'attitudes de rejet, sans rapport avec la période d'œstrus. A l'inverse, certaines juments peuvent devenir indifférentes aux attentions de l'étalon, et ne montrer aucun signe d'œstrus. Ou de diœstrus.

D'autres raisons expliquent l'hostilité de certaines juments à l'égard de l'étalon souffleur : un intérêt plus marqué pour leur poulain, ou la remise en liberté dans le pré. Il est normal qu'une jument séparée de son poulain ait un instinct sexuel diminué. Cette influence perturbatrice varie avec les individus, mais en général la jument sera d'autant plus agitée que son poulain est jeune. Les juments suitées pour la première fois sont souvent les plus perturbées. Dans de nombreux systèmes de détection des chaleurs, le poulain est amené à la barre et placé à côté de sa mère ou devant elle, pendant la durée du processus pour essayer de réduire l'inquiétude de la jument. Certaines juments manifestent plus volontiers l'œstrus. Si elles sont testées après leur sortie journalière au pré ou en fin de journée. Nous devons bien sur connaître les variations individuelles : le palefrenier avisé les prend en compte et teste les juments de différentes façons chaque jour, ou un jour sur deux.

La fréquence des détections et le programme suivi dépendent du nombre de palefreniers disponibles, de la saison, des préférences des propriétaires et des responsables de haras. Existe-t-il un programme idéal? La réponse est non. pour les raisons déjà évoquées parce que le procédé de détection n'est pas naturel. Il faudrait étudier les cas particuliers plutôt que se conformer à la théorie. En principe, les juments devraient être testées quotidiennement en saison de reproduction, de préférence l'après-midi ou le soir. Lorsque c'est possible, il conviendrait de simuler au mieux les conditions naturelles et de détecter les chaleurs au pré. Plutôt que de rentrer les juments à l'écurie. Ce programme devrait être complété par une observation soigneuse des juments au pâturage, car nombre d'entre elles ne montrent les

Les différentes méthodes de détection des chaleurs

signes d'œstrus que lorsqu'elles sont détendues et en milieu grégaire. Il est particulièrement important d'observer leur comportement lorsque le mâle est dans les environs : par exemple en laissant passer l'étalon ou le boute-en-train près des barrières du pré.

De nombreux haras n'ont bien sûr pas la possibilité de pratiquer ces tests quotidiennement et beaucoup trouvent plus pratique de pratiquer le rituel de la détection des chaleurs tôt le matin, avant la sortie des juments. Il n'est alors plus nécessaire de lester les juments le soir, au moment où le personnel prend un repos bien mérité. La détection matinale convient également, lorsque le programme prévoit la monte plus tard dans la journée et lorsque les examens vétérinaires de routine ont lieu chaque matin.

Le programme de fonctionnement usuel d'un haras pourrait être le suivant :

6h 30 : distribution de nourriture aux juments en box :

7h à 8 h : détection des chaleurs ;

8h à 9 h : sortie des juments ;

9h à 10 h : examens vétérinaires de routine ;

10h 30 à 11 h 30 : accouplements :

11h 30 à 13 h : nettoyage des boxes, détection des chaleurs au pré :

14h à 15 h : début du retour au box des juments, en fonction du moment de l'année ;

15h à 15 h 30 : seconde période d'accouplement ;

15 h 30 à 17 h : retour de toutes les juments et distribution de nourriture.

Il y a bien sûr de nombreuses variations possibles à ce type de programme, qui dépendent du mode de fonctionnement des haras. Une journée de travail relativement courte (neuf heures au plus) doit être consacrée à des tâches nombreuses et la détection des chaleurs ne peut y tenir qu'une faible place. Le programme de détection doit être adapté : par exemple, le nombre de juments par rapport au personnel disponible, la saison, le climat, la proportion de juments pleines et vides influençant les décisions. De plus, pendant chaque saison de reproduction, les contraintes de gestion du haras sont modifiées.

Parfois, il peut être impossible de tester quotidiennement les juments, mais seulement tous les deux jours. Un autre moyen de réduire les contraintes est de conserver un relevé précis des comportements des juments à la détection. Il est alors possible de prévoir les périodes pendant lesquelles il est moins important de tester un sujet donné. Ainsi, une jument récemment couverte et qui a ovulé (d'après l'examen vétérinaire) restera probablement en anoestrus pendant au moins quatorze jours. Cependant, il faut se méfier des individus qui reviennent en chaleur très tôt après la fin des chaleurs précédentes et passent inaperçus car non lestés à ce moment précis.

Le programme minimal le plus efficace est d'observer quotidiennement toutes les juments et de les soumettre à la détection des chaleurs au moins une fois tous les deux jours, de préférence chaque jour. Le programme de détection des chaleurs doit être intégré étroitement aux examens vétérinaires qui sont maintenant pratiqués dans de très nombreux haras de pur-sang. Le succès de tout programme de détection dépend autant de l'approche intelligente et intuitive des palefreniers et des autres employés, que de la stimulation de la jument par le boute-en-train. Pendant la saison de reproduction, le personnel des haras devrait réfléchir rationnellement et observer constamment les signes de l'œstrus. Comme l'allongement de la vulve ou toute modification même discrète dans l'attitude de la jument. Ces signes seront traduits en diagnostic de certitude par la présentation de la jument au boute-en-train. Suivie d'un examen vétérinaire. Le succès des programmes de détection dépend essentiellement de l'expérience et de la compétence des palefreniers.

Le boute-en-train lui-même joue secondairement un rôle important en montrant un intérêt marqué pour les juments en œstrus. Et un désintérêt notoire é celles en dioestrus.

Le boute-en-train ne doit pas être un mâle trop agressif. Des morsures sauvages, des hennissements ou une approche trop brutale peuvent effrayer la jument, qu'elle soit en œstrus ou non. Un cheval trop docile et timide et une jument tout aussi timide que lui ne fera pas extérioriser les signes de son stade sexuel réel. Les recherches futures pourraient s'orienter vers l'utilisation de cassettes où les bruits émis par l'étalon seraient donnés à écouter aux juments, en association ou non à des odeurs artificielles. Des chiens ont été dressés à détecter les vaches en chaleur, ceci pourrait aussi être un moyen utile d'aider le boute-en-train, voire de le remplacer totalement.

1-La barre de détection des chaleurs

La barre doit avoir une longueur de 2.4 mètres et une hauteur de 1. 7 mètres environ. Elle doit être rembourrée du côté de la jument et. Si possible, on placera le long de son sommet un rouleau de 15 cm de diamètre pouvant tourner librement. Le côté sera constitué par exemple de deux épaisseurs de 5 cm de contre-plaqué. La barre sera placée de manière à ce que. de chaque côté, le sol soit bien drainé, que sa surface ne soit pas glissante : en marne ou en béton strié par exemple. L'accès doit être facile pour la jument et la place réservée à l'étalon suffisante, pour que l'assistant puisse en garder le contrôle, en le laissant passer la tête par-dessus la barre, ou le retenir et l'éloigner si ses attentions se faisaient trop marquées.

Dans la conception d'une zone de détection des chaleurs, priorité doit être donnée à la protection du personnel et à la prévention des blessures de la jument ou de l'étalon. La barre et ses abords doivent être régulièrement inspectés. Prendre garde aux arêtes, aux clous ou à toutes causes de blessures. L'un des accidents les plus fréquents est dû aux ruades de la jument par-dessus la barre, où elle risque de se blesser les postérieurs sur son rebord saillant.

Si la jument ou l'étalon tape directement dans la barre, ils peuvent s'endommager les sabots ou les membres, en l'absence de revêtement protecteur.

La jument est amenée à la barre et présentée au boute-en-train tête contre tête. Les premières réactions sont observées : dans cette position, une jument en plein œstrus écarte les postérieurs et urine. Cependant, elle peut manifester son rejet en couchant les oreilles, en mordant ou en frappant avec les antérieurs. Ces signes indiquent que la jument est en dioestrus ou gestante et qu'elle n'acceptera donc pas l'étalon. Cependant, un certain nombre de juments peuvent d'abord montrer un comportement agressif, qui s'atténuera progressivement si le contact avec le mâle est prolongé. La jument sera encouragée à se tenir parallèle à la barre, de façon que le boute-en-train puisse aller des épaules à son arrière-train ; finalement, si la jument est en œstrus. Elle permettra à l'étalon de diriger son attention vers son périnée en levant la queue en s'accroupissant et en « clignotant ». Les juments fortement en chaleur s'appuient contre la barre et manifestent parfois des signes d'œstrus même en l'absence du cheval. En revanche, certaines sont « timides », résistent violemment avant de se laisser placer contre la barre. La durée pendant laquelle les chevaux sont en contact à la barre peut dans certains cas, être déterminante pour le succès de l'opération.

La situation de la barre dans le haras doit être telle que la jument puisse y être facilement conduite en main, afin de réduire au minimum le temps nécessaire à amener et ramener les chevaux. Les barres incorporées aux clôtures autour des près sont utiles pour détecter les chaleurs quand les juments sont sorties. Dans ce cas. Les femelles en chaleurs s'approchent de la barre alors que les autres restent à distance. Parmi ces dernières, certaines sont en dioestrus, d'autres en œstrus mais trop timides pour s'approcher, elles en montreront cependant les signes si elles sont testées. Il est donc préférable de les conduire à la barre.

Dans les régions où les juments vivent en troupeaux, on utilise souvent un cul de sac fermé par lequel elles sont conduites et mises en contact avec le boute-en-train. Cette méthode est une variante de ce qui précède, et présente l'avantage de permettre une meilleure mise en contact sans danger pour le cheval.

Cependant. l'un des inconvénients de la détection des chaleurs à la barre, réside dans le fait que la jument n'est soumise à l'attention du mâle que pendant de brèves périodes, et dans des conditions très différentes de celles dites naturelles lorsque l'étalon est en liberté avec son harem et donc présent en permanence.

2-Boute-en-train en contact permanent avec les juments

Une alternative à la méthode de détection planifiée décrite plus haut, est le maintien permanent des juments avec le mâle. Il y a de nombreuses façons de procéder. La méthode la plus courante dans l'hémisphère sud. en Australie et Nouvelle-Zélande, est de placer un étalon poney dans un petit pré ou une cour jouxtant de deux à quatre près plus vastes où se trouvent les juments. Côté cheval, il faut que la clôture soit construite avec soin pour permettre un contact adéquat avec les juments tout en ne laissant à l'étalon aucun moyen de s'échapper. Si le mâle est petit par rapport à la jument (par exemple un poney Shetland et une jument pur-sang), le risque de le voir s'échapper et couvrir une jument est réduit. Le tempérament de

l'étalon peut également influencer le succès de cette méthode : certains individus s'adaptent très facilement à la contrainte et à la séparation des juments. Cette situation est plus naturelle et les juments s'habituent à se montrer en œstrus à la clôture commune pendant des périodes variables, en fonction de l'intensité de l'œstrus de chaque individu. Certaines juments ne viennent à la clôture que de temps en temps, alors que d'autres restent près de l'étalon pendant la plus grande partie de la journée. Le succès de cette méthode, comme de toutes les méthodes de détection, dépend de l'aptitude des palefreniers à en observer et à en interpréter les signes, selon les circonstances et les variations individuelles. La présence permanente du mâle à proximité de la troupe de juments est plus naturelle, et moins traumatisante que la cour forcée à la barre. Un dérivé de cette méthode consiste à utiliser un mâle vasectomisé ou trop petit pour les juments, laissé avec le troupeau. Le mâle vasectomisé peut cependant transmettre des maladies vénériennes tandis que les juments sont couvertes sans nécessité.

3-Détection des chaleurs au pré

Nous avons déjà évoqué la méthode qui consiste à mener le boute-en-train à la barre incorporée à la clôture. Une variante de cette méthode est de mener le cheval autour du pré. En observant le comportement des juments et leur réaction à sa présence. Il est courant dans beaucoup de haras anglais, d'utiliser l'étalon de cette manière, le palefrenier rapportant les modifications de comportement des juments au passage de l'étalon le long du pré où elles paissent. Parfois, l'étalon peut être approché de la clôture pour lui permettre de renifler ou de pousser du nez la jument de l'autre côté. Cependant, cette manœuvre est déconseillée en raison du danger pour la jument ou l'étalon, de se blesser en frappant la clôture.

Le comportement des chevaux est fondé sur les instincts de troupeau, et les liens sociaux jouent un rôle important dans la détermination de leurs schémas de comportement. L'isolement n'est pas naturel et le contact entre individus permet une stimulation réciproque. La présence des autres membres du troupeau dans le pré peut donc provoquer des manifestations sexuelles qui n'auraient pas lieu si les chevaux étaient enfermés dans un box. Au pré, une jument peut montrer à une autre jument les signes de l'œstrus parfois, celles-ci vont par paire, et leurs cycles tendent à se produire au même moment.

L'observation attentive du comportement des juments au pré lorsqu'elles sont en contact les unes avec les autres, et en présence du mâle quand il passe à proximité du pâturage, peut être gratifiante pour les palefreniers qui peuvent pressentir sur l'attitude de la jument qu'elle est en œstrus : posture de Flehmen. Accroupissement sans uriner, toilette mutuelle entre juments, soulèvement de la queue : parfois exposition du clitoris. Les changements de comportement, avec agitation et hennissements, peuvent être une indication d'œstrus pour le palefrenier. Cette détection « en liberté » repose pour une grande part, sur l'intuition de l'observateur. Une description rédigée perd de sa valeur et de son sens que lui donnent l'expérience et l'application intelligente des connaissances des fonctions physiologiques et sexuelles qui sous-tendent le cycle œstral [PETER ROSSDALE 1992].

4-Autres méthodes de détection

1-Diagnostique échographique chez la jument:

1-1-Technique de l'examen échographique chez la jument

Chez la jument, l'examen échographique de l'utérus et des ovaires se fait par voie transrectale avec introduction de la sonde dans l'ampoule rectale

Avant l'introduction de la sonde dans le rectum, on l'enduit de gel de contraction puis on la recouvre ensuite d'une gaine en plastique pour bute hygiénique ; pour la protéger de l'humidité on applique du gel entre la gaine en plastique et la fenêtre de sortie du l'ultrason pour éviter des réflexions indésirable due à des bulle d'air et nuisant à la qualité de l'image on éponge pour l'examen échographique de l'utérus et des ovaires, comme pour l'exploration rectale. On pratique l'exploration rectale habituelle avant l'échographie de l'appareil génital Cela facilite une découverte rapide des organes, simplifie le positionnement correcte de la sonde et abrège l'examen fournit des informations pratique supplémentaire sur de nombreuse manifestation génitale du domaine pratique (SIMPSON et COLL 1984, VALON et COLL 1982 LEIDL et KAHN 1984 LEIDL et KAHN 1987).

Au début de l'examen échographique, il est de plus utile de pouvoir comparer les structures familières de l'exploration rectale et les manifestations nouvelles observées sur l'écran

Les fesses et les bulles de gaz qu'ils contiennent empêchent la propagation des ultrasons ,le contenu intestinale interpose entre la fenêtre de sortie des ultrasons et la paroi intestinale provoque l'absorption des bandes sombres, s'étendant en profondeur .il faut donc vidanger complètement le rectum

En introduisant la sonde dans le rectum ; la vessie est le premier organe identifiable à l'échographie après avoir visualisé la vessie, on pousse la sonde puis en avant jusqu'à ce que l'utérus apparaisse, on place la sonde au-dessus de l'utérus, dans la région de la bifurcation et on fait osciller latéralement, le faisceau l'ultrasons dirigé vers le bas, en suivant la corne utérine jusqu'à ce que l'ovaire devienne Visible, on la tire ensuite en arrière et vers la cote opposée jusqu'au deuxième ovaire, les deux cornes utérines sont ainsi examiné par tranches. Après les deux cornes on visualisé le corps de l'utérus il faut déplacer la sonde aussi lentement que possible au cours de l'examen.

Outre l'échographie transrectale, une échographie transcutanée est également possible chez la jument la méthode est moins éprouvée que l'échographie transrectale, en manière de diagnostique gynécologique de routine .une indication est possible est la visualisation du fœtus et de l'utérus aux 2ème et 3ème tiers de la gestation (ADAMS, BRENDemuHEHL et PIPERS 1987)

Le pelage de la paroi abdominale gênant la pénétration des ultrasons, il faut préalablement raser avec soin le ventre de la jument.

La plupart des juments tolérant l'échographie transcutanée moins bien que l'échographie transrectale

1-2-Examen échographique de l'appareil génital interne

1-1-2 ovaires

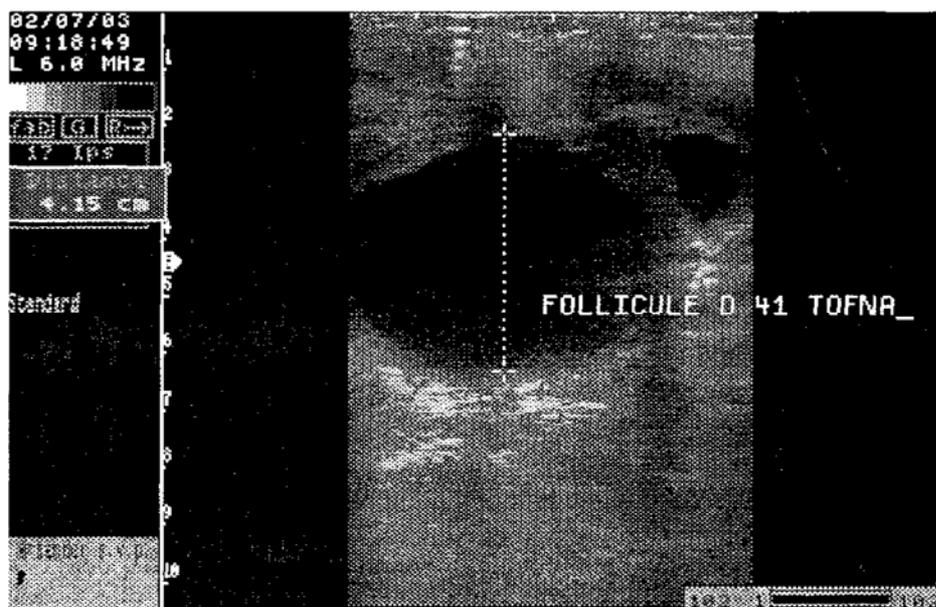
A l'échographie, on peut voir plusieurs éléments au niveau des ovaires que se soit normal ou anormal, tel que : les follicules, corps lutéale, corps hémorragique, kystes ovariens, tumeurs des ovaires.

1-1-2-1 follicules

Les follicules, à l'échographie donnent une image ayant les caractères d'une vésicule remplie de liquide, d'une couleur sombre sur l'écran.

Selon l'ovaire actif, on peut contrôler du différent stade du développement folliculaire durant un cycle œstral, dès l'apparition des petits follicules jusqu' au follicule mure (œstral) prêt à s'ovuler, qui a un aspect mou à l'exploration Transrectale.

Image d'un follicule mure



L'évolution du follicule avant l'ovulation cent quatre-vingt-douze heures environ avant l'ovulation (7j -J0 jour de l'ovulation) ,Les follicules en fin d'œstrus ont un diamètre moyen d'environ 25mm , ils croissent ensuite d'environ 2-2.5mm par jour , et atteignent un maximum de 41-45mm en moyenne 24-48 h avant l'ovulation (PIRRSON et GINTHER 1985b ,WILL et COLL 1988) les deux derniers jours avant l'ovulation 'on ne constate généralement plus d'augmentation de taille (PALMER et DRIANCOL'RT 1980) le diamètre du follicule pré ovulatoire reste stable et on observe même parfois une légère diminution de taille la veille de l'ovulation.

En cas d'ovulation unique, le follicule a généralement un diamètre de 40mm ou plus, mais peut s'ovuler à un diamètre moins, le diamètre maximum est de 55-58mm.

En cas d'ovulation double le diamètre des follicules pré ovulatoire peut être légèrement inférieur à celui en cas d'ovulation unique.

Un très grand pourcentage de follicule ovulation tardive on peut observer de la modification de forme les jours précédant l'ovulation (WILL et COLL 1988) plus de 3js avant l'ovulation le follicule à une forme ronde, c'est pour la majorité des follicules dominant.

Puis, les follicules œstraux prennent des formes ovales ou irréguliers .le jour de l'ovulation, un 1/3 seulement des follicules sont ronds.

Pour apprécier l'imminence de l'ovulation, est basé sur les signes échographique tels que la taille et la forme du follicule, en plus les signes fournie par la palpation comme la consistance, et autre paramètre tel que l'épaisseur de la paroi du follicule ou l'échogénicité de son contenu.

Bien que l'échographie soit beaucoup contribue à améliorer la détermination de l'ovulation.

Si l'on combine échographie et exploration rectale, dans un 1/3 des cas, on peut prévoir avec exactitude une ovulation qui va se produire dans les 0-12h suivant (WILL et COLLI 1988)

1-1-2-2- corps jaune :

a- Image échographique du corps jaune



A partir de l'échographe, on peut identifier le corps jaune .chez la jument, en se basant sur l'échogénicité typique de sa section, sa taille, sa forme et une étroite ligne de démarcation peu échogène, le séparant du parenchyme ovarien, le tissu lutéal apparaît en tons gris caractéristique des tissus lâches et peu dense, montre généralement un écho plus intense, et il est parsemé de follicule anéchogène. Dans plusieurs cas, le corps jaune a une forme irrégulière et parfois cubique, il est souvent rétréci en son milieu comme une guitare

b- Evolution du corps jaune au cours du cycle et au début de la gestation Juste après l'ovulation, on a des zones hémorragiques des corps jaune récents qui sont très échogène au cours des trois-quatre premiers jours suivant l'ovulation (Palmer et Driancourt 1980).

Cette hyper échogénicité de l'hémorragie récente ne s'observe que brièvement après l'ovulation.

L'échogénicité diminue avec la prolifération croissant des cellules lutéales au niveau du caillot sanguin. Normalement la lutéinisation progresse rapidement si bien que des parties importantes de l'hémorragie ovulatoire sont bientôt parsemées de tissu lutéal. Au diœstrus, on peut observer chez la jument des corps jaunes, de deux types compacts et hémorragique (Pierson et Ginther 1985). Il ne semble pas exister de différences fonctionnelles entre les deux types de corps jaune (Townsend et Coll. 1988)

Les corps jaunes compacts ont une échogénicité uniforme et leurs structures sont homogènes sur toute son étendue.

Le corps jaune compact semble former d'un tissu uniformément échogène, et cette dernière se maintient dans la suite du diœstrus.

Les corps jaunes hémorragiques comprennent deux zones inégalement échogènes, un liseré périphérique échogène entourant le corps jaune et une partie centrale peu échogène.

En cas de fécondation, on peut encore percevoir le corps jaune gestatif primaire au début de la gestation. Les deux premières semaines de la gestation, les corps jaunes ont la même forme que pendant le cycle. Le corps jaune gestatif âgé de quelque semaine présente généralement une échogénicité uniforme semblable à celle caractéristique des corps jaunes compacts périodiques.

S'il s'est produit une ovulation double, on peut visualiser les deux corps jaunes correspondants. On peut voir également les deux corps jaunes gestatifs en cas de gestation gémellaire débutante. 1-3-Utérus

1-1-3-1:utérus non gravide

La section sagittale d'une corne utérine non gravide saine est ronde ou ovale, la paroi de l'utérus apparaît grise et moyennement échogène.

La paroi de l'utérus apparaît comme une structure homogène au diœstrus et à l'anœstrus. À l'œstrus, chez un grand nombre de juments, on peut observer des plis nets sur la section de l'utérus.

L'utérus présente des plissements, ces plissements rayonnés de l'utérus est typique de la période œstrale et il est nettement visible chez la moitié des juments environ (Ginther et Pierson 1984), il est en rapport avec l'œstrogénisation des chaleurs et se voit déjà 6-10 jours avant l'ovulation (Hayes et Coll. 1985).

Ce plissement est maximum 1-4 jours avant les chaleurs, il s'atténue notablement en suite il est généralement disparu 2-6 jours après l'ovulation, normalement on n'observe pas une grande quantité de liquide dans la cavité utérine non gravide.

2-Diagnostic par exploration rectale

Les vétérinaires comptent beaucoup sur les personnes qui maintiennent la jument pour faciliter les examens. Le but est d'aller vite et d'être efficace sans courir de risques. Plus l'examen est rapide (mais au demeurant précis), moins le personnel perdra de temps dans cette activité de routine. Lorsque quelques juments sont concernées, le fait a peu d'importance mais dans les grands haras avec trente à quarante juments à examiner par séance, un gain de deux à trois minutes par animal fait gagner un bon nombre d'heures de travail par jour et ce. D'autant que deux personnes au moins sont nécessaires pour la contention, une troisième pour noter les résultats.

Il existe deux méthodes principales de contention des juments pour l'examen gynécologique vétérinaire : dans un travail ou derrière le montant d'une porte. Les travaux sont surtout utilisés dans l'hémisphère sud. Dans de nombreux pays européens et en Amérique du Nord. Mais dans les plus grands haras de pur-sang, comme Newmarket. Le Curragh et Lexington, les juments sont examinées dans leur box. L'inconvénient des travaux est que les juments doivent y être conduites, ce qui représente une perte de temps, bien que cela permette le stockage de l'équipement et l'aménagement adéquat d'un point central couvert. Le déplacement d'un box à l'autre correspond peut-être à faire venir « la montagne à Mahomet ». Mais c'est un système relativement satisfaisant Cette méthode résulte en particulier du fait que la conception des haras tendait à disperser les boxes à la périphérie des bâtiments, de façon à les placer à proximité des prés et éviter ainsi les déplacements importants. Il est alors nécessaire de prévoir des travaux à chaque rangée de boxes, et la méthode de la porte s'est avérée plus pratique dans ces circonstances. Du point de vue du vétérinaire, chaque méthode comporte des avantages et des inconvénients. D'un côté l'examen pratiqué dans un travail à couvert, offre le maximum d'hygiène à la lumière et sans risque de traumatisme. En revanche, l'examen en box est moins méthodique, place les personnes concernées à la merci du comportement de la jument, et du mauvais temps si le box est ouvert à l'extérieur.

L'examen sur place des juments à quelque endroit où elles se trouvent si l'on peut dire, a ses avantages car cette technique peut être utilisée dans d'autres circonstances : diagnostic d'une affection médicale ou en l'absence de travail.

Il est capital que deux personnes participent à la contention de la jument, l'une tenant la tête, l'autre la queue. Les quartiers postérieurs de la jument sont amenés près du seuil de la porte ; ainsi si la jument botte, les postérieurs passeraient par la porte plutôt que directement à l'extérieur. La plupart des juments peuvent être maintenues par un licol ou un collier et une corde. Pour d'autres cependant il est nécessaire d'avoir recours à une bride et un mors.

Les responsables devront désinfecter le mors avant de l'utiliser pour une autre jument. Il faut éviter de passer la bride consécutivement à de nombreuses juments lors des examens vétérinaires de routine, car c'est un moyen évident de transmission des infections, telles les strongles ou les infections virales.

Chez les juments indociles, il peut être nécessaire d'avoir recours à une torsion de la peau ou des naseaux. Un moyen parfois pratiqué est le lever d'un antérieur, mais il y a un risque que la jument soit déséquilibrée et tombe. Il est donc préférable de tordre le nez ou la peau. Les assistants doivent travailler en étroite harmonie avec le vétérinaire et s'adapter à toute

modification ou système qu'il préférera. Le vétérinaire doit être prévenu à l'avance de l'indocilité ou de la méchanceté de certains animaux.

Actuellement, les examens sont rendus plus compliqués par la nécessité d'écouvillonnages et de différentes autres techniques ; des bras supplémentaires sont donc indispensables. Il convient également de respecter les régies d'une hygiène stricte. L'endroit choisi pour pratiquer les examens sera à l'abri des poussières, protégé des courants d'air, avec à disposition l'eau chaude et froide. Lors de l'épidémie de métrite contagieuse de 1977, le lavage à l'eau courante du périnée des juments a été préconisé, et différents systèmes ont été mis au point pour le réaliser. L'eau employée doit contenir un désinfectant léger. Il faut veiller à ne pas utiliser une eau trop chaude, ou un désinfectant trop concentré, car il y a risque de brûler la vulve. En fonction de l'activité du haras, le vétérinaire peut préférer disposer sur place de vêtements protecteurs, de bottes et d'une blouse.

Les instruments d'examen sont gardés sur place et un spéculum stérile est nécessaire pour chaque jument. Les résultats doivent être consignés au moment de l'examen. Nombreuses sont les façons de procéder choisies par les vétérinaires en fonction de leur expérience. Le plus souvent, il s'agit de codes, de lettres et 'ou de chiffres, mais des schémas ou même des observations rédigées peuvent être parfois préférés, l'important étant que les symboles soient compréhensibles et comparables d'un examen à l'autre. Ceci permettra l'étude rétrospective de l'activité sexuelle et de l'état génital d'une jument, grâce à laquelle un diagnostic pourra être porté en fonction de ses antécédents. La tenue de dossiers permet également d'assurer un suivi en l'absence de l'examineur habituel. Théoriquement, l'idéal serait l'utilisation d'un dossier standardisé utilisé par tous les intervenants de l'industrie du pur-sang, mais il est improbable que cela aboutisse.

Quoi qu'il en soit, les constatations elles-mêmes sont très subjectives et varient d'un examinateur à l'autre. Le diamètre d'un follicule est apprécié par la palpation, une méthode qui n'est guère sûre, et dont les résultats peuvent varier d'un cm entre deux vétérinaires expérimentés. En pratique, la plupart des vétérinaires donnent un chiffre qui est une indication plutôt qu'une mesure. Ceci est acceptable, à condition que les responsables du haras puissent se fier à la cohérence des résultats des examinateurs, et aux conseils qui en résultent. Il est généralement admis qu'un follicule de 3 cm de diamètre ou plus, est prêt à ovuler, même si les follicules de plus petite taille se rompent également et souvent. Le volume ne peut donc être le seul critère. La consistance, la tension et la situation dans l'ovaire, sont des facteurs importants qui doivent également être notés. L'activité ovarienne peut être précisée en désignant les pôles de l'ovaire gauche par les lettres a et b, et ceux de l'ovaire droit par c et d, la position du follicule et sa taille étant ainsi transcrites sur le dossier.

Les données de l'examen du col peuvent être consignées simplement, grâce à une cotation de 1 à 6 par exemple, en fonction des variations de consistance, de couleur et de lubrification : le stade 1 par exemple désigne un col très ouvert de plein œstrus, le stade 6 un col bien fermé et sec de diœstrus ou de gestation, les cotations 2 et 3 représentant alors l'œstrus et 4 et 5 le diœstrus. Des abréviations de descriptions complètes sont possibles pour noter les

constatations physiques : persistance d'urine, sur le plancher du vagin, la présence de pus, etc. [PETER ROSSDALE 1992].

3-Diagnostic par dosage hormonal

L'axe Hypothalamo-Hypophysio-ovarien Facteurs hypothalamiques (hormones)

Il est impossible de séparer l'axe hypothalamo-hypophysaire de la fonction de reproduction puisque tout le fonctionnement gonadique est étroitement dépendant des hormones hypophysaires dont la synthèse et l'excrétion sont sous le contrôle de l'hypothalamus d'une part, et d'autre part, par un mécanisme de rétroaction, des sécrétions gonadiques elles-mêmes.

L'hypothalamus reçoit des informations venant du milieu extérieur et des informations d'origine externe appartenant à toutes les modalités sensorielles (visuelles, auditives, tactiles, olfactives). Il est important de rappeler que l'hypothalamus est influencé par la glande pinéale qui joue un rôle modulateur dans la fonction de la reproduction. Elle secrète une hormone appelée « Mélatonine » qui semble intervenir dans le transfert de l'information photo périodique. C'est par le biais de la mélatonine que la glande pinéale agit sur l'hypothalamus et par conséquent intervient dans le contrôle de la sécrétion de la GnRh (gonadotropine releasing hormone).

Les sécrétions hypothalamiques « releasing factors » et en particulier la GnRh arrivent à l'hypophyse par la voie du système porte hypophysaire et induisent la sécrétion et la libération des gonadotropines FSH (Follicule Stimulating hormone) et LH (luteinizing hormone).

Les hormones gonadotropes

La courbe de sécrétion de LH est originale chez la jument, les niveaux sont bas du 5^{ème} au 16^{ème} jour du cycle. La LH est un facteur lutéotrope très important après la lutéolyse, les niveaux de LH (commencent à s'élever progressivement pour atteindre un pic de 24-48 heures après ovulation, puis ils redescendent jusqu'au niveau de base en 4 à 5 jours.

On pense que le maintien des niveaux élevés de LH durant la période post-ovulatoire est relativement dû aux incidences élevées de la double ovulation.

La sécrétion de la FSH a longtemps été considérée comme bi modal (deux pics espacés de 10 à 12 jours) au cours du cycle :

Le premier pic de FSH ayant lieu à la fin des chaleurs.

Le second pic à la fin du dioestrus. La FSH stimule la croissance des petits follicules et la sécrétion d'œstrogène. La sécrétion de FSH est inhibée par une protéine sécrétée par le follicule de Graaf (inhibin-like proteins) qui n'exerce pas le même effet sur la LH.

L'inhibition de la sécrétion de la FSH et la stimulation de la sécrétion de LH par l'œstrogène créent un environnement favorable au développement final du follicule de Graaf

(taux élevé de LH) et prévoit le développement d'une nouvelle génération de follicules immatures (taux basai de FSH).

Les stéroïdes ovariens

A la croissance et la régression des follicules et du corps jaune correspondent des variations de la sécrétion d'œstrogène par les follicules et de la progestérone par le corps jaune. Lors du premier jour de chaleur, le plus gros follicule est très souvent celui qui va ovuler (GINTHER, 1979). Le gros follicule croît régulièrement au cours de la chaleur passant chez la ponette de 2 cm, sept jours avant les ovulations, à 3.5 cm le jour de l'ovulation.

La différenciation du follicule préovulatoire s'accompagne d'une dégénérescence de tous les follicules de diamètre supérieur à 1cm ; au moment de l'ovulation chez la ponette, à l'exception du gros follicule préovulatoire, le plus gros follicule sain ne mesure que 6 à 8 mm. Pendant la chaleur, les niveaux de progestérone sont bas, inférieure à 1 ng/m (STABENFELDT et AL, 1972, PALMER et JOUSSET, 1975).

En revanche et parallèlement à la croissance folliculaire on observe une montée du niveau des œstrogènes qui passent de 0.5 pg/ ml, 8 jours avant l'ovulation à 2.5 pg /ml au moment du pic qui se situe 24 à 48 heures avant l'ovulation (PALMER, 1978). Il faut cependant noter que les niveaux d'œstrogène atteints varient d'une jument à une autre et aussi entre deux cycles d'une même jument (JOUSSET, 1974).

D'après DRIANCOURT et PALMER (1981), l'ovulation se produit dans 75% des cas, l'avant dernier jour des chaleurs. Selon : OSBORNE (1966) et GINTHER (1979), le taux d'ovulation dans l'ovaire gauche est de 53%. La plus part des ovulations se produisent la nuit et souvent à l'aube. Vingt-quatre heures après l'ovulation, on observe une montée du taux de progestérone; la courbe moyenne de l'ovulation du taux de cette hormone s'élève pendant approximativement 5 jours, atteint ensuite un plateau (10ng/ml) qui dure 5 jours et décroît ensuite rapidement en 3 à 4 jours [SQUIRES et AL, 1974, PALMER et JOUSSET 1975].

Les prostaglandines

La prostaglandine F2 alpha (PGF2alpha), normalement sécrétée par l'utérus une quinzaine de jours après l'ovulation, permet de détruire le corps jaune, le retour en chaleur de la jument cyclique. Ces mécanismes d'action ont été suivis en dosant un métabolite de PGF2alpha [KANDAHL et AL., 1976] un petit pic du métabolite se produit en même temps que le début de la chute de progestérone. Par la suite, de nombreux pics se produisent pendant la lutéolyse et même jusqu'à 36 heures.

Les différentes méthodes de détection des chaleurs

Pendant toute la phase de d'édification puis de régression du corps jaune, la croissance des follicules n'est pas bloquée. En absence d'une fécondation (au 17^{ème} jour), la sécrétion d'E2 par les follicules en début de maturation chez les ponettes stimule la sécrétion de PGF2 alpha qui entraîne la destruction rapide et irréversible du corps jaune (PALMER, 1978). Dans le cas de la fécondation, la lyse du corps jaune est inhibée par la trophoblastine sécrétée par le trophoblaste durant les premiers stades embryonnaires ; ces dernières neutralisent l'action lutéolytique de la PGF2alpha. Ainsi, le corps jaune sera maintenus et la sécrétion de P4 sera assurée (SQUIRE S et AL 1983).

ETUDE expérimentale

Matériels et méthodes:

L'objectif de notre travail est de contribuer à l'étude de l'effet de la vocalisation de l'étalon sur le comportement de la jument dans l'expression des signes de chaleurs.

L'examen gynécologique des juments était de routine, dont la palpation rectale et l'examen échographique étaient utilisés chez les juments vides et qui sont mises à la reproduction.

La détection des chaleurs à la barre est journalière et matinale pour détecter l'entrée en saison activité et déterminer à quel moment on fait saillir les juments (généralement toutes les 48h après un soufflage positif), elle était pratiquée de la manière suivante :

La jument est placée derrière le bas-flanc, l'étalon souffleur ou testeur à forte libido flaire la jument en naso-nasale et en naso-anale.

On essaye d'établir une méthode de travail selon les moyens dont dispose la jumenterie.

La partie expérimentale renferme deux parties :

1-La première partie : Cette partie concerne l'étalon souffleur, elle consiste à enregistrer son hennissement à l'aide d'un appareil spécifique et le déplacer sur un USB, puis sa lecture par un appareil (SONY) qui amplifie le volume du son pour le faire entendre à la jument.

2-La deuxième partie : On a travaillé sur 36 juments dans les box de la jumenterie (il y a seulement 14 box et chaque jument, une fois saillie, sera remplacée par une autre jument). L'appareil (SONY) est placé de façon que la jument ne puisse pas le voir, et activé pendant 3-5 minutes.

Résultats et discussion

Dans la première partie, on a obtenu 10 enregistrements du son de l'étalon souffleur, mais après quelques jours de travail, on a observé que 02 sons seulement sont efficaces.

Il y a des juments sensibles au premier son et d'autres sensibles au deuxième son où bien les deux sons à la fois, et d'autres juments restent insensibles aux deux sons.

Les tableaux suivants contiennent les résultats après avoir fait entendre le son enregistré de l'étalon aux juments :

La jument N° : 01

- **Date d'entrée : 11 04 2012**
- **Date de sortie:13 04 2012**

	N°	Les signes	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14
Signes de chaleurs	01	Levée de la queue.	+													
	02	Position campée.	+													
	03	Jet d'urine.														
	04	Clignement vulvaire.	+													
	05	Intéressée	+	+												
Signes de non chaleurs	01	Agitation														
	02	Couchée les oreilles.														
	03	Coups de sabots.														
	04	Fouillement de la queue.														
	05	Désintéressée														

La jument N° : 02

- **Date d'entrée : 11-04-2012**
- **Date de sortie:16-04-2012**

	N°	Les signes	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14
Signes de chaleurs	01	Levée de la queue.				+										
	02	Position campée.														
	03	Jet d'urine.														
	04	Clignement vulvaire.														
	05	Intéressée			+	+										
Signes de non chaleu	01	Agitation.														
	02	Couchée les oreilles.	+	+	+											
	03	Coups de sabots.														

	04	Fouillement de la queue.														
	05	Désintéressée														

La jument N° : 03

- Date d'entrée : 11-04-2012
- Date de sortie:17-04-2012

	N°	Les signes	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14
Signes de chaleurs	01	Levée de la queue.	+	+	+		+									
	02	Position campée.	+	+	+	+	+									
	03	Jet d'urine.	+													
	04	Clignement vulvaire.	+	+	+											
	05	Intéressée	+	+	+				+							
Signes de non chaleurs	01	Agitation														
	02	Couchée les oreilles.														
	03	Coups de sabots.														
	04	Fouillement de la queue.														
	05	Désintéressée														

- La jument N° : 04
- Date d'entrée : 09-04-2012
- Date de sortie:17-04-2012

	N°	Les signes	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14
Signes de chaleurs	01	Levée de la queue.	+													
	02	Position campée.	+													
	03	Jet d'urine.	+													
	04	Clignement vulvaire.	+													
	05	Intéressée	+		+				+							
Signes de non chaleu	01	Agitation				+			+							
	02	Couchée les oreilles.			+	+	+		+							
	03	Coups de sabots.														

	04	Fouaillement de la queue.														
	05	Désintéressée														

La jument N° : 05

- **Date d'entrée : 11-04-2012**
- **Date de sortie:17-04-2012**

	N°	Les signes	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14
Signes de chaleurs	01	Levée de la queue.				+	+									
	02	Position campée.				+										
	03	Jet d'urine.				+										
	04	Clignement vulvaire.				+										
	05	Intéressée	+	+	+	+		+								
Signes de non chaleurs	01	Agitation														
	02	Couchée les oreilles.														
	03	Coups de sabots.														
	04	Fouaillement de la queue.														
	05	Désintéressée														

La jument N° : 06

- **Date d'entrée : 11-04-2012**
- **Date de sortie:20-04-2012**

	N°	Les signes	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14
Signes de chaleurs	01	Levée de la queue.			+											
	02	Position campée.														
	03	Jet d'urine.														
	04	Clignement vulvaire.			+											
	05	Intéressée	+			+		+	+		+					
Signes de non chaleurs	01	Agitation														
	02	Couchée les oreilles.														
	03	Coups de sabots.														
	04	Fouaillement de la queue.														

	05	Désintéressée		+			+			+						
--	----	---------------	--	---	--	--	---	--	--	---	--	--	--	--	--	--

La jument N° : 07

- Date d'entrée : 11-04-2012
- Date de sortie:20-04-2012

	N°	Les signes	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14
Signes de chaleurs	01	Levée de la queue.														+
	02	Position campée.														+
	03	Jet d'urine.														+
	04	Clignement vulvaire.														+
	05	Intéressée	+				+							+	+	+
Signes de non chaleurs	01	Agitation		+	+	+						+				
	02	Couchée les oreilles.		+	+	+		+	+	+	+		+			
	03	Coups de sabots.		+												
	04	Fouillement de la queue.							+	+						
	05	Désintéressée														

La jument N° : 08

- Date d'entrée : 11-04-2012
- Date de sortie:18-04-2012

	N°	Les signes	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14
Signes de chaleurs	01	Levée de la queue.						+								
	02	Position campée.														
	03	Jet d'urine.														
	04	Clignement vulvaire.														
	05	Intéressée		+	+	+	+									
Signes de non chaleurs	01	Agitation														
	02	Couchée les oreilles.								+						
	03	Coups de sabots.														

	03	Coups de sabots.													
	04	Fouaillement de la queue.													
	05	Désintéressée													

La jument N° : 11

- **Date d'entrée : 11-04-2012**
- **Date de sortie:19-04-2012**

	N°	Les signes	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14
Signes de chaleurs	01	Levée de la queue.								+						
	02	Position campée.														
	03	Jet d'urine.														
	04	Clignement vulvaire.														
	05	Intéressée		+	+		+		+	+						
Signes de non chaleurs	01	Agitation				+										
	02	Couchée les oreilles.	+			+										
	03	Coups de sabots.														
	04	Fouaillement de la queue.														
	05	Désintéressée							+							

La jument N° : 12

- **Date d'entrée : 11-04-2012**
- **Date de sortie:25-04-2012**

	N°	Les signes	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14
Signes de chaleurs	01	Levée de la queue.												+		
	02	Position campée.												+		
	03	Jet d'urine.												+		
	04	Clignement vulvaire.												+		
	05	Intéressée	+	+	+	+	+	+			+	+	+	+		
S i b	01	Agitation								+					+	

	02	Couchée les oreilles.													
	03	Coups de sabots.													
	04	Fouaillement de la queue.													
	05	Désintéressée								+					+

La jument N° : 13

- **Date d'entrée : 11-04-2012**
- **Date de sortie:20-04-2012**

	N°	Les signes	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14
Signes de chaleurs	01	Levée de la queue.														
	02	Position campée.														
	03	Jet d'urine.														
	04	Clignement vulvaire.														
	05	Intéressée	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
Signes de non chaleurs	01	Agitation														
	02	Couchée les oreilles.														
	03	Coups de sabots.														
	04	Fouaillement de la queue.														
	05	Désintéressée											+			

La jument N° : 14

- **Date d'entrée : 11-04-2012**
- **Date de sortie:24-04-2012**

	N°	Les signes	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14
Signes de chaleurs	01	Levée de la queue.								+			+	+	+	+
	02	Position campée.											+	+		
	03	Jet d'urine.											+	+		
	04	Clignement vulvaire.											+	+	+	+
	05	Intéressée						+	+	+	+	+	+	+	+	+

Signes de non chaleurs	01	Agitation														
	02	Couchée les oreilles.														
	03	Coups de sabots.														
	04	Fouaillement de la queue.	+													
	05	Désintéressée		+	+	+										

La jument N° : 15

- Date d'entrée : 11-04-2012
- Date de sortie:24-04-2012

	N°	Les signes	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14
Signes de chaleurs	01	Levée de la queue.														+
	02	Position campée.														+
	03	Jet d'urine.														
	04	Clignement vulvaire.														+
	05	Intéressée	+			+				+	+		+		+	+
Signes de non chaleurs	01	Agitation												+		
	02	Couchée les oreilles.										+		+		
	03	Coups de sabots.														
	04	Fouaillement de la queue.														
	05	Désintéressée		+	+		+	+	+							

La jument N° : 16

- Date d'entrée : 15-04-2012
- Date de sortie:18-04-2012

	N°	Les signes	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14
Signes de chaleurs	01	Levée de la queue.	+		+											
	02	Position campée.			+											
	03	Jet d'urine.			+											
	04	Clignement vulvaire.			+											

	03	Jet d'urine.	+												
	04	Clignement vulvaire.	+												
	05	Intéressée	+		+										
Signes de non chaleurs	01	Agitation		+											
	02	Couchée les oreilles.		+											
	03	Coups de sabots.		+											
	04	Fouaillement de la queue.													
	05	Désintéressée			+										

La jument N° : 21

- **Date d'entrée : 21-04-2012**
- **Date de sortie:24-04-2012**

	N°	Les signes	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14
Signes de chaleurs	01	Levée de la queue.														
	02	Position campée.														
	03	Jet d'urine.														
	04	Clignement vulvaire.														
	05	Intéressée			+											
Signes de non chaleurs	01	Agitation														
	02	Couchée les oreilles.														
	03	Coups de sabots.														
	04	Fouaillement de la queue.														
	05	Désintéressée	+	+												

La jument N° : 22

- **Date d'entrée : 22-04-2012**
- **Date de sortie:24-04-2012**

	N°	Les signes	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14
S i 8	01	Levée de la queue.	+													

	02	Position campée.	+														
	03	Jet d'urine.															
	04	Clignement vulvaire.	+														
	05	Intéressée	+	+													
Signes de non chaleurs	01	Agitation															
	02	Couchée les oreilles.															
	03	Coups de sabots.															
	04	Fouaillement de la queue.															
	05	Désintéressée															

La jument N° : 23

- **Date d'entrée : 25-04-2012**
- **Date de sortie:01-05-2012**

	N°	Les signes	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14
Signes de chaleurs	01	Levée de la queue.					+									
	02	Position campée.					+									
	03	Jet d'urine.														
	04	Clignement vulvaire.					+									
	05	Intéressée	+	+	+	+	+									
Signes de non chaleurs	01	Agitation														
	02	Couchée les oreilles.														
	03	Coups de sabots.														
	04	Fouaillement de la queue.														
	05	Désintéressée							+							

La jument N° : 24

- **Date d'entrée : 21-04-2012**
- **Date de sortie:03-05-2012**

	N°	Les signes	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14
--	----	------------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----

Signes de chaleurs	01	Levée de la queue.	+	+													
	02	Position campée.															
	03	Jet d'urine.															
	04	Clignement vulvaire.															
	05	Intéressée	+	+	+	+	+	+	+	+		+			+		
Signes de non chaleurs	01	Agitation															
	02	Couchée les oreilles.															
	03	Coups de sabots.															
	04	Fouaillement de la queue.															
	05	Désintéressée										+		+			

La jument N° : 25

- **Date d'entrée : 26-04-2012**
- **Date de sortie:01-05-2012**

	N°	Les signes	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14
Signes de chaleurs	01	Levée de la queue.	+													
	02	Position campée.	+													
	03	Jet d'urine.	+													
	04	Clignement vulvaire.	+													
	05	Intéressée	+	+												
Signes de non chaleurs	01	Agitation														
	02	Couchée les oreilles.			+											
	03	Coups de sabots.														
	04	Fouaillement de la queue.			+											
	05	Désintéressée				+	+									

La jument N° : 26

- **Date d'entrée : 24-04-2012**
- **Date de sortie:07-05-201**

	N°	Les signes	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14
--	----	------------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----

Signes de chaleurs	01	Levée de la queue.	+	+	+	+											
	02	Position campée.			+												
	03	Jet d'urine.			+												
	04	Cignement vulvaire.			+												
	05	Intéressée			+	+	+	+									
Signes de non chaleurs	01	Agitation	+	+						+							
	02	Couchée les oreilles.															
	03	Coups de sabots.															
	04	Fouaillement de la queue.															
	05	Désintéressée															

- La jument N° : 29
- Date d'entrée : 28-04-2012
- Date de sortie:30-04-2012

	N°	Les signes	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14
Signes de chaleurs	01	Levée de la queue.		+												
	02	Position campée.		+												
	03	Jet d'urine.		+												
	04	Cignement vulvaire.		+												
	05	Intéressée		+												
Signes de non chaleurs	01	Agitation														
	02	Couchée les oreilles.														
	03	Coups de sabots.														
	04	Fouaillement de la queue.														
	05	Désintéressée	+													

- La jument N° :30
- Date d'entrée : 24-04-2012
- Date de sortie:28-04-2012

	N°	Les signes	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14
Signes de chaleurs	01	Levée de la queue.														
	02	Position campée.														
	03	Jet d'urine.														
	04	Clignement vulvaire.														
	05	Intéressée			+											
Signes de non chaleurs	01	Agitation														
	02	Couchée les oreilles.														
	03	Coups de sabots.														
	04	Fouaillement de la queue.														
	05	Désintéressée	+	+		+										

La jument N° :31

- **Date d'entrée : 28-04-2012**
- **Date de sortie:02-05-2012**

	N°	Les signes	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14
Signes de chaleurs	01	Levée de la queue.	+	+	+											
	02	Position campée.	+	+	+											
	03	Jet d'urine.	+	+	+											
	04	Clignement vulvaire.	+	+	+											
	05	Intéressée	+	+	+	+										
Signes de non chaleurs	01	Agitation														
	02	Couchée les oreilles.														
	03	Coups de sabots.														
	04	Fouaillement de la queue.														
	05	Désintéressée														

- **La jument N° : 32**
- **Date d'entrée : 02-05-2012**
- **Date de sortie:05-05-2012**

	N°	Les signes	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14
Signes de chaleurs	01	Levée de la queue.														
	02	Position campée.														
	03	Jet d'urine.														
	04	Clignement vulvaire.														
	05	Intéressée	+	+	+											
Signes de non chaleurs	01	Agitation														
	02	Couchée les oreilles.														
	03	Coups de sabots.														
	04	Fouaillement de la queue.														
	05	Désintéressée														

La jument N° : 33

- **Date d'entrée : 24-04-2012**
- **Date de sortie:07-05-2012**

	N°	Les signes	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14
Signes de chaleurs	01	Levée de la queue.						+								
	02	Position campée.														
	03	Jet d'urine.														
	04	Clignement vulvaire.														
	05	Intéressée		+	+		+	+	+	+			+		+	
Signes de non chaleurs	01	Agitation												+		
	02	Couchée les oreilles.														
	03	Coups de sabots.				+										
	04	Fouaillement de la queue.				+								+		
	05	Désintéressée	+									+	+			

La jument N° : 34

- **Date d'entrée : 24-04-2012**
- **Date de sortie:07-05-2012**

	N°	Les signes	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14
Signes de chaleurs	01	Levée de la queue.														
	02	Position campée.														
	03	Jet d'urine.														
	04	Clignement vulvaire.														
	05	Intéressée				+	+	+	+				+	+		
Signes de non chaleurs	01	Intéressée								+						
	02	Couchée les oreilles.								+					+	
	03	Coups de sabots.								+						
	04	Fouaillement de la queue.														
	05	Désintéressée	+	+	+							+	+			

- La jument N° : 35
- Date d'entrée : 03-05-2012
- Date de sortie:07-05-2012

	N°	Les signes	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14
Signes de chaleurs	01	Levée de la queue.	+	+	+											
	02	Position campée.	+	+	+											
	03	Jet d'urine.	+													
	04	Clignement vulvaire.	+													
	05	Intéressée	+	+	+	+										
Signes de non chaleurs	01	Agitation														
	02	Couchée les oreilles.														
	03	Coups de sabots.														
	04	Fouaillement de la queue.														
	05	Désintéressée														

- La jument N° :36
- Date d'entrée : 24-04-2012
- Date de sortie:07-05-2012

	N°	Les signes	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14
Signes de chaleurs	01	Levée de la queue.	+		+						+			+		
	02	Position campée.	+													
	03	Jet d'urine.														
	04	Clignement vulvaire.														
	05	Intéressée	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	
Signes de non chaleurs	01	Agitation														
	02	Couchée les oreilles.														
	03	Coups de sabots.														
	04	Fouaillement de la queue.														
	05	Désintéressée									+					

Tableau récapitulatif

Les juments	Résultat positive	Résultat négative
Jument 01	X	
Jument 02		X
Jument 03	X	
Jument 04	X	
Jument 05	X	
Jument 06		X
Jument 07	X	
Jument 08		X
Jument 09		X
Jument 10	X	
Jument 11		X
Jument 12	X	
Jument 13		X
Jument 14	X	
Jument 15	X	
Jument 16	X	
Jument 17	X	
Jument 18	X	
Jument 19		X
Jument 20	X	
Jument 21		X
Jument 22	X	
Jument 23	X	

Partie expérimentale

Jument 24		X
Jument 25	X	
Jument 26	X	
Jument 27		X
Jument 28	X	
Jument 29	X	
Jument 30		X
Jument 31	X	
Jument 32		X
Jument 33		X
Jument 34		X
Jument 35	X	
Jument 36	X	

La jument qui vient en chaleurs après entendre le son enregistré de l'étalon lève généralement la queue et écarte les membres postérieurs (position campée), avec clignement vulvaire et jet d'urine.

La jument insensible au son couche les oreilles et donne des coups de sabot avec fouaillement de la queue.

Les signes de chaleurs sont variés d'une jument à une autre, il y a des juments qui présentent tous les signes classiques de chaleurs, tandis que d'autres juments manifestent quelques signes ou ne présentent aucun signe.

La période du travail de la partie expérimentale s'est déroulée entre 11 Avril et 07 Mai.

Suite aux résultats du tableau récapitulatif, on a observé que 24 juments ont réagi positivement (le signe de la position campée reste l'élément le plus fiable), et 12 juments ont présenté des résultats négatifs.

Le pourcentage de réussite de cette technique est d'environ 61,11%.

RECOMMANDATIONS :

Après cette modeste étude, il nous semble pertinent de donner quelques recommandations ayant pour but de corriger les erreurs commises précédemment :

Une bonne maîtrise de la palpation rectale associée à un suivi échographique de la croissance folliculaire peut confirmer ou infirmer l'ovulation.

La technique de faire entendre les juments par un son enregistré de l'étalon peut être associée au dosage hormonal pour la confirmer.

Ne pas perturber les cycles sexuels des juments par l'usage anarchique des hormones surtout les suitées quand cela est jugé n'est pas nécessaire.

Administrer une bonne alimentation sur le plan quantitatif et qualitatif.

Éliminer les causes d'infertilité dont les endométrites, surtout avant la mise à la reproduction.

CONCLUSION :

Durant notre travail au niveau de la jumenterie de Tiaret, nous avons démontré l'importance de l'utilisation de son enregistré de l'étalon comme un moyen efficace de la détection des chaleurs, qui peut être complétée par un examen échographique ou par une palpation rectale où bien un dosage hormonale.

Cette technique permet la gestion des reproductrices comme alternative à l'utilisation de l'étalon souffleur.

Référence

Référence

EVANS J.J., ROBINSON G., CATT J. (1989) Gonadotropin-releasing activity of neurohypophysial hormones: I. Potential for modulation of pituitary hormone secretion. *J. Endocrinol.*, 122, 96-106

FREEDMAN L.J., GARCIA M.C., GINTHER O.J. (1979) Influence of ovaries and photoperiod on reproductive function in the mare. *J. Reprod. Fert. Suppl.* 27, 79-86

GARCIA M.C., FREEDMAN L.J., GINTHER O.J. (1979) Interaction of seasonal and ovarian factors in the regulation of LH and FSH secretion in the mare. *J. Reprod. Fert. Suppl.* 27, 103-111

GINTHER O.J. (1993) *Reproductive Biology of the Mare*. Second Edition. Ed. Equiservices, 642p.

GINTHER O.J., WHITMORE H.L., SQUIRES E.L. (1972) Characteristics of oestrus, dioestrus, and ovulation in mares and effects of season and nursing. *Am. J. Vet. Res.*, 33 (10), 1935- 1939

GUERIN M.V., WANG X.J. (1994) Environmental temperature has an influence on timing of the first ovulation of seasonal estrus in the mare. *Theriogenology*, 42 : 1053-1060

GUILLAUME D., DAELS P-F., NAGY P. (2000) L'inactivité ovarienne saisonnière chez la jument, 1- Aspects physiologiques. *Part. Vet. Eq.*, 32 (128): 375-382

GUILLAUME D., PALMER E. (1991) Effect of oral melatonin on the first ovulation after ovarian inactivity in mares under artificial photoperiod. *J. Reperd. Fert. Suppl.* 44, 249-257

GUILLAUME D., PALMER E. (1992) Lumière, mélatonine et reproduction chez la jument. *Ann. Zootech.*, 41: 263-269

HULL M.L., REID R.A., EVANS J.J. et al. (1995) Preovulatory oxytocin administration promotes the onset of the luteinizing hormone surge in human females. *Human. Reprod.* 10, 2266- 2269

IRVINE C.H.G., ALEXANDER S.L. (1997) the role of environmental factors in reproduction in the mare. *Ippologia*, 8 (1): 55-73

Les Haras Nationaux – Direction du Développement – Observatoire économique et social du cheval (2002) *Le cheval en France en 2002*, 7p

MALINOWSKI K., JOHNSON A.L., SCANES C.G. (1985) Effects of interrupted photoperiods on the induction of ovulation in anoestrus mares. *J. Anim. Sci.*, 61 (4), 951-955

Référence

- ROBINSON G, EVANS J.J., CATT K.J. (1992) Oxytocin stimulates LH production by the anterior pituitary gland of the rat. *J. Endocrinol.*, 132: 277-283
- SCRABA S.T., GINTHER O.J. (1985) Effects of lighting programs on onset of the ovulatory season in mares. *Theriogenology*, 24 (6), 667-679
- SHARP D.C., GINTHER O.J. (1975) Stimulation of follicular activity and oestrus behaviour in anoestrus mares with light and temperature. *J. Anim. Sci.*, 41 (5) : 1368-1372
- DAELS PF and HUGHES JP. 1993a. The normal estrous cycle. *In: MCKINNON A and VOSS JL, editors. Equine reproduction.* Philadelphia: Williams & Wilkins, 121-132
- ACOSTA TJ and MIYAMOTO A. 2004. Vascular control of ovarian function : ovulation, corpus luteum formation and regression. *Anim Reprod Sci.* **82-83**, 127-140
- ALLEN WR and COOPER MJ. 1993. Prostaglandins. *In: MCKINNON A and VOSS JL, editors. Equine reproduction.* Philadelphia: Williams & Wilkins, 69-80
- ALEXANDER SL and IRVINE CHG. 1993. FSH and LH. *In: MCKINNON A and VOSS JL, editors. Equine reproduction.* Philadelphia: Williams & Wilkins, 45-56
- BRANNSTROM M, HAGSTROM HG, JOSEFSSON B, HELLBERG P, GRANBERG S, COLLINS WP et al. 1998. Preovulatory changes of blood flow in different regions of the human follicle. *Fertil Steril.* **69**, 435-442
- DAELS PF and HUGHES JP. 1993a. The normal estrous cycle. *In: MCKINNON A and VOSS JL, editors. Equine reproduction.* Philadelphia: Williams & Wilkins, 121-132
- DAELS PF and HUGHES JP. 1993b. the abnormal estrous cycle. *In: MCKINNON A and VOSS JL, editors. Equine reproduction.* Philadelphia: Williams & Wilkins, 144-160
- DRIANCOURT MA and LEVASSEUR MC. 2001. Cycles estriens et cycles menstruels. *In : THIBAUT C and LEVASSEUR MC, editors. La reproduction chez les Mammifères et l'Homme.* INRA, Paris: Marketing, 573-587
- GINTHER OJ. 1992. *Reproductive biology of the mare: basic and applied aspects.* 2nd ed. Cross Plains, Wisconsin: Equiservices, 642p
- GINTHER OJ, BEG MA, BERGFELT DR, DONADEU FX and KOT K. 2001. Follicle selection in monovular species. *Biol Reprod.* **65**, 638-647
- IRVINE CHG and ALEXANDER SL. 1993. GnRH. *In: MCKINNON A and VOSS JL, editors. Equine reproduction.* Philadelphia: Williams & Wilkins, 37-44
- NETT TM. 1993. Estrogens. *In: MCKINNON A and VOSS JL, editors. Equine reproduction.* Philadelphia: Williams & Wilkins, 65-68
- NISWENDER D and NETT TM. 1993. Luteal phase. *In: MCKINNON A and VOSS JL, editors. Equine reproduction.* Philadelphia: Williams & Wilkins, 172-175

Référence

PALMER E. 1987. New results on follicular growth and ovulation in the mare. *In: ROCHE JF and O'CALLAGHAN D, editors. Follicular growth and ovulation in farm animals.* Lancaster : Martinus Nijhof, 237-255

PIERSON RA. 1993. Folliculogenesis and ovulation. *In: MCKINNON A and VOSS JL, editors. Equine reproduction.* Philadelphia: Williams & Wilkins, 161-171

SQUIRES EL. 1993a. Progesterone. *In: MCKINNON A and VOSS JL, editors. Equine reproduction.* Philadelphia : Williams & Wilkins, 57-64

TIBARY A, SHIRI A and ANOUASSI A. 1994b. Physiologie de la reproduction chez la jument. *In: TIBARY A and BAKROURY M, editors. Reproduction equine, Tome 1: la jument.* Rabat : Actes, 87-92

TIBARY A, ANOUASSI A, BAKKOURY M. 1994a. Examen de la fonction sexuelle chez la Jument. *In: TIBARY A and BAKROURY M, editors. Reproduction equine, Tome 1: la jument.* Rabat : Actes, 21-86

TIRET L and LEFRANCOIS T. 2001. *Physiologie de l'appareil reproducteur.* Polycopie. Ecole Nationale Veterinaire d'Alfort, Unite Pedagogique de Physiologie et Therapeutique. 88p.

SQUIRES EL. 1993c. Estrous detection. *In: MCKINNON A and VOSS JL, editors. Equine reproduction.* Philadelphia : Williams & Wilkins, 186-195

PETER ROSSDALE 1992 LE CHEVAL REPRODUCTION ET ELEVAGE : comportement cycle œstrale et détection des chaleurs 55-56 -57-58-59-60-61-67p

PETER ROSSDALE 1992 LE CHEVAL REPRODUCTION ET ELEVAGE : contrôle hormonale. Comportment sexual d'étalont78-81-82-83-89-90p

PIERSON RA and GINTHER OJ. 1985. Ultrasonic evaluation of the corpus luteum of the mare. *Theriogenology.* **23**, 795-806

WILL ET COLL 1988

PALMER ETDRIANCOURT 1980

M.JUSSIAUX; 1972 La reproduction chez le cheval: L'étalon;01-02-03-04-05-06p

PALMER 1978b la reproduction chez la jument .Diffusion Maloinesa

Thèse de magistère de monsieur BENALLOU : suivi des performances de reproduction chez la jument Arabe au sein de la jumenterie de TIARET

107. VAN NIEKERK F.E., VAN NIEKERK C.H. (1998) The effect of dietary protein on reproduction in the mare. V. Endocrine changes and conception during the early post-partum period. *J. S. Afr. Vet. Ass.* 69 (3): 81-88

Référence

76. MARTIN-ROSSET W. (1990) L'alimentation des chevaux., ed. INRA, 232p.
72. Le Site Cheval. Etat Corporel. [en ligne]. [<http://www.le-site-cheval.com>] (consulté le 7 mars 2005)
68. KUBIAK J.R., CRAWFORD B.H., SQUIRES E.L., WRIGLEY R.H., WARD G.M. (1986) The influence of energy intake and percentage of body fat on the reproductive performance of nonpregnant mares. *Theriogenology*, 27: 587-598
56. HENNEKE D.R., POTTER G.D., KREIDER J.L. (1984) Body condition during pregnancy and lactation and reproductive efficiency of mares. *Theriogenology*, 21 (6) : 897-909
57. HENNEKE D.R., POTTER G.D., KREIDER J.L., YEATES B.F. (1983) Relationship between condition score, physical measurements and body fat percentage in mares. *Equine. Vet. J.*, 15 (4), 371-372
49. GUILLAUME D., DUCHAMP G., BRUNEAU B., NAGY P. L'alimentation est le facteur prédominant de l'installation de l'inactivité ovarienne hivernale de la jument. Les Haras Nationaux, 27ème journée d'étude, 7 mars 2001, 3-11
42. GENTRY L.R., THOMPSON Jr D.L., GENTRY Jr G.T., DAVIS K.A., GODKE R.A., CARTMILL J.A. (2002) The relationship between body condition, leptin, and reproductive and hormonal characteristics of mares during the seasonal anovulatory period. *J. Anim. Sci.*, 80 : 2695- 2703
23. CHODKOWSKI G.A.T. (1985) Alimentation et troubles de la fécondité de la jument. Thèse Méd. Vét., Toulouse, n°125, 124 p.



Dr. Habri Mohamed

Dr. Aouadi bessadet **2011-2012**

