

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جامعة ابن خلدون تيارت



UNIVERSITE IBN KHALDOUN TIARET
معهد علوم البيطرة
INSTITUT DES SCIENCES VETERINAIRES
قسم الصحة الحيوانية
DEPARTEMENT DE SANTE ANIMALE



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master complémentaire

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Vétérinaires

Présenté par : LAZAB Rachid

Thème

Insémination artificielle chez la jument par la semence fraîche

Soutenu publiquement le

Jury :

Président : DERRAR Sofiane

Encadrant (e): AYAD Mohamed Amine

Examineur I : HALLOUZ Hadj Feghoul

Examineur II : SAIM Mohamed Said

Grade :

MCA

MCA

MCB

MCA

Année universitaire 2019/2020

*R*emerciements

Je remercie **ALLAH** le tout puissant qui m'a offert santé, courage, patience et volonté, me permettant de mener à terme ce présent travail

Je tiens à remercier mon encadreur, monsieur **AYAD Mohamed Amine** maître de Conférences à Institut des sciences vétérinaires de Tiaret, pour la confiance qu'il m'a accordée en acceptant d'encadrer ce modeste travail, pour ses multiples conseils et pour toutes les heures qu'il a consacrées à diriger cette recherche. J'aimerais également lui dire à quel point J'ai apprécié sa grande disponibilité et son respect sans faille des délais serrés de relecture des documents que je lui ai adressés. Enfin, j'ai été extrêmement sensible à ses qualités humaines d'écoute et de compréhension tout au long de ce travail.

Mon sincère remerciements s'adressent aussi aux membres de Jurys d'avoir accepté de juger notre travail et de contribuer à son enrichissement par leur valeureuses remarque. Au terme de ce travail, je tiens à exprimer mes sincères remerciements à tous ceux qui m'ont aidé à la réalisation de ce manuscrit.

Aux éleveurs qui m'ont bien accueillie au sien de leurs exploitations.

Enfin, mes remerciements à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'accomplissement de ce travail.

*D*édicace

Je dédie ce modeste travail :

À mon père

vous avez fait d'énormes sacrifices pour vos enfants et vous n'avez jamais cessé de nous prodiguer des conseils pour le droit chemin.

Que votre simplicité, votre disponibilité, et votre respect pour et autres me servent d'exemple.

A ma mère et ma grande mère.

Les mots me manquent pour vous qualifier, tout ce que j'avais à dire ne savait, exprimer à fond tout le sacrifice que vous avez dû subir pour nous élever.

A mes frères

A mes sœurs

A mes amis

A toute ma famille

A tous mes enseignants à partir de primaire jusqu'à maintenant.

Table de matières

Remerciements	02
Dédicace.....	03
Liste des figures	06
Liste des tableaux	07
Liste des abréviations.....	08
Introduction	09

PARTIE I : Synthèse Bibliographique Sur l'insémination artificielle chez la jument

I. Les équidés en Algérie	12
I. 1. Race Pur-Sang Arabe.....	12
I. 2. Race Selle Français.....	12
II. Principales caractéristiques de la reproduction chez la jument	13
II. 1. Saisonnalité.....	13
a. La saison anovulatoire.....	13
b. La saison ovulatoire	14
II. 2. Evolution des évènements hormonaux du cycle ovarien	16
II. 3. Le corps jaune persistant	18
II.4. La maîtrise des cycles chez la jument	19
II. 5. Les modes de reproduction	20
III. l'insémination artificielle chez la jument.....	21
III. 1. Obligations réglementaires des inséminateurs	21
III. 2. Comparaison des techniques actuelles de l'insémination artificielle.....	21
a. Insémination artificielle de semence fraîche (immédiate et différée)	22
b. Insémination artificielle de semence congelée.....	22
c. Les nouveautés techniques et les orientations	23
III. 3. La pratique de l'insémination.....	24
a. La sélection des étalons	24

b. Préparation de la jument	25
c. Mise en place de la semence	26
III.4. Etat des lieux de la mise à la reproduction des juments	30
III. 5. Comparaison des techniques d'insémination	31
III. 6. Critères de suivi.....	31

PARTIE II : Etude Expérimentale

1. Matériels et méthodes	33
1.1. Lieu de l'étude.....	33
1.2. Effectifs	33
1.3. Récolte des étalons	33
1.3.1. Matériel de récolte.....	33
1.3.2. La technique de récolte	34
1.3.3. Sélection des éjaculats pour l'insémination	34
1.4. Evaluation des semences après la récolte.....	34
1.4.1. Examen macroscopique	35
1.4.1.1. Volume	35
1.4.1.2. Couleur et aspect	35
1.4.1.3. Détermination de la concentration.....	35
1.4.2. Examen microscopique	36
1.4.2.1. Mobilité massale.....	36
1.4.2.2. Mobilité individuelle	36
2. Etapes d'insémination et de saillie	37
2.1. Insémination artificielle.....	37
2.1.1. Préparation de la jument.....	37
2.1.2. La préparation des doses	37
2.1.3. Insémination artificiel proprement dite.....	38
2.2. Saillie naturel.....	38
Discussion	44
Conclusion	46

Liste des figures

Figure 01: Représentation schématique du cycle annuel de reproduction chez la jument	13
Figure 02: Cycle de la jument.	15
Figure 03: Schéma des interactions hormonales.	16
Figure 04: Schéma de la régulation hormonale et de l'évolution des organites ovariens (follicules et corps jaunes) au cours du cycle œstral.	18
Figure 05: Attachement de la queue et nettoyage de la région périnéale.....	26
Figure 06: Sites d'insémination classique et insémination profonde dans l'utérus de la jument..	29
Figure 07 : les étapes de la récolte de sperme.....	34
Figure 08 : le vagin artificiel acheminé au niveau du laboratoire.....	35
Figure09 : un photomètre Minitube.....	36
Figure 10 : fiche de suivi de reproduction de jument.....	40

Liste des tableaux

Tableau 1: Récapitulatif des différents états physiologiques de la jument vide.....	19
Tableau 2 : tableau récapitulatif des juments inséminée et suivies.....	40

Liste des abréviations

IA : insémination artificiel

IAF : insémination artificiel frais

IAC : insémination artificiel congelé

IAP : insémination artificielle profonde

IAR : insémination artificiel réfrigéré.

eFSH: equine Follicule Stimulating Hormone

GnRH: Gonadotropin Releasing Hormone

PGF2alpha : Prostaglandine F2 alpha

Spz : spermatozoïdes

INRA : Institut National de la Recherche Agronomique

LH : Luteinizing Hormone

Introduction

Introduction

En un siècle, le cheval est progressivement passé d'animal de rente à animal de loisir.

Dans les deux cas, l'objectif de l'éleveur est presque toujours le même: obtenir un poulain par an et par jument. La durée de la gestation étant de 340 jours en moyenne, il ne dispose pour cela que de 25 jours après le poulinage pour que la jument soit à nouveau gestante (**BLANCHARDTL et al ; 1993**). Cette nouvelle gestation peut être débutée en même temps que la jument allaite son poulain, puisque cette femelle est l'une des seules à ne pas connaître l'anœstrus de lactation.

Le cheval est traditionnellement considéré comme une espèce peu féconde: chaque année seules 55 à 65 % des juments mises à la reproduction donnent naissance à un poulain .

Pourtant, les conditions naturelles de reproduction du cheval ou « monte en liberté », sous la forme de troupeaux de 10 à 15 juments vivant en plein air avec un étalon, donnent d'excellents résultats, soit environ 85 % des juments qui poulinent par an. Cette méthode d'élevage n'est cependant pas accessible aux animaux de valeur en raison du risque d'accidents et du nombre insuffisant de juments servies par un même étalon. Elle n'est pas réalisable non plus pour les petits éleveurs ne disposant ni d'un étalon ni d'un nombre suffisant de juments pour constituer un troupeau.

La fécondité annuelle du cheval n'est donc pas seulement due à des particularités intrinsèques à l'espèce, mais également à notre gestion de sa reproduction. (**PALMER E ;1984**)

En effet, les contraintes imposées sont nombreuses :

L'inadéquation de la saison officielle de monte, qui s'étend chaque année du 15 février au 15 juillet avec la saison naturelle des juments, dont la première ovulation de l'année se produit physiologiquement début mai. (**GINTHER OJ ; 1974**)

Cette saison de monte est cependant justifiée par des raisons économiques, l'objectif des éleveurs étant le plus souvent d'obtenir un poulain par an et par jument, et que ces poulains naissent le plus tôt possible. En effet, la date du premier janvier est celle qui sépare les poulains qui s'affronteront plus tard par classes d'âge en courses ou en compétitions sportives. Les poulains nés tôt ont significativement des meilleures performances que les poulains tardifs, et les poulains de boucherie précoces sont eux aussi avantagés par leur poids et leur niveau de développement à la vente d'automne. (**GUILLAUME D ;1996**)

Ces performances sont imputables à la différence d'âge réelle entre les poulains, à laquelle s'ajoute un effet "milieu".

L'éloignement géographique des juments et des étalons.

Les premières passent l'hiver chez leur éleveur, qui ne possède le plus souvent pas d'étalon, et y restent souvent pour des raisons économiques le plus tard possible. Elles peuvent être en boxe mais parfois aussi au pré, ce qui ne facilite pas la détection des chaleurs.

Elles ne sont souvent conduites au haras que lorsque les premières chaleurs ont été constatées, et donc la première ovulation est passée: le premier cycle est donc inutilisable.

Les techniques actuelles de reproduction, qui favorisent l'insémination artificielle : si celle-ci permet en effet de servir un plus grand nombre de juments par un même étalon, et de diffuser sa semence à un niveau national voire international, ses résultats en terme de fertilité par cycle sont moins bons que ceux de la monte en main.

L'étude des causes de l'infécondité permet de définir des points clés sur lesquels il est possible d'agir soit au niveau de l'élevage, avec ou sans l'intervention du vétérinaire, soit au niveau du haras.

L'objectif de ce travail est donc d'étudier la qualité du sperme et les déficient technique de l'insémination.

L'étude bibliographique expose essentiellement :

-Rappelle anatomique et physiologique de l'appareil génital de la jument.

- les aspects techniques de l'insémination artificielle (IA).

-les modalités de préparation et d'évaluation de la semence.

- et l'étude expérimentale expose essentiellement :

L'étude comparatif entre les juments qui insémine naturellement et les autres qui insémine artificiellement en l'institut vétérinaires IBN-KHALDON Tiaret.

PARTIE I

*Etude Bibliographique de l'insémination
artificielle chez la jument*

I. Les équidés en Algérie

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

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

I. 1. Race Pur-Sang Arabe

Le cheval pur-sang arabe est une des plus anciennes races pures connues. C'est un cheval de la rude civilisation du désert sélectionnés dans les pays du Proche-Orient, sur des critères de souplesse, maniabilité, résistance, légèreté et surtout beauté. La race pur-sang arabe dispose d'un stud-book, et l'Algérie est membre actif de la World Arabian Hors Organisation (WAHO) qui comporte 57 pays membre.

En Algérie, les effectifs sont estimés à 1000 chevaux, dont 90 % sont issus du Haras Nationaux Chaouchaoua de Tiaret (**Rahal et al, 2009**).

I. 2. Race Selle Français

Le cheval Selle Français est une race dont l'appellation date de 1958. Il est issu du résultat de croisement entre les juments du normandes et des Pur-sang anglais, d'où les anciennes appellations d'*Anglo-normand* ou de *Demi-sang*. Cette appellation regroupe maintenant toutes les races locales françaises élevées pour la selle, ainsi que leur croisement et ceux de trotteurs, avec les autres races de sang.

Les étalons de selle français sont maintenant représentés dans toutes les régions. Sur l'ensemble du territoire, les étalons privés représentent désormais plus du tiers du totale des étalons. Enfin, l'utilisation de l'insémination artificielle en congelé permet le développement de cette race dans de nouvelles régions géographiquement éloignées de la Normandie (**Rognon, 2007**).

II. Principales caractéristiques de la reproduction chez la jument

II. 1. Saisonnalité

La jument est un animal **polyoestrien saisonnier** : dans l'hémisphère nord, l'activité sexuelle physiologique de la jument s'étend en moyenne de fin avril à octobre et diffère en cela de la saison administrative qui débute en février et s'arrête en juillet. Il existe une forte corrélation entre l'augmentation de la durée du jour et l'apparition des ovulations. La jument n'ovule pas toute l'année. Il existe une **saison ovulatoire** qui débute le jour de la première ovulation et se termine le jour de la dernière ovulation. Cette période varie d'un individu à l'autre et pour un même individu d'une année à l'autre. Dans de bonnes conditions d'entretien, on estime que 15-20% des juments conservent une activité cyclique toute l'année (BLANCHARD *et al.*, 2003).

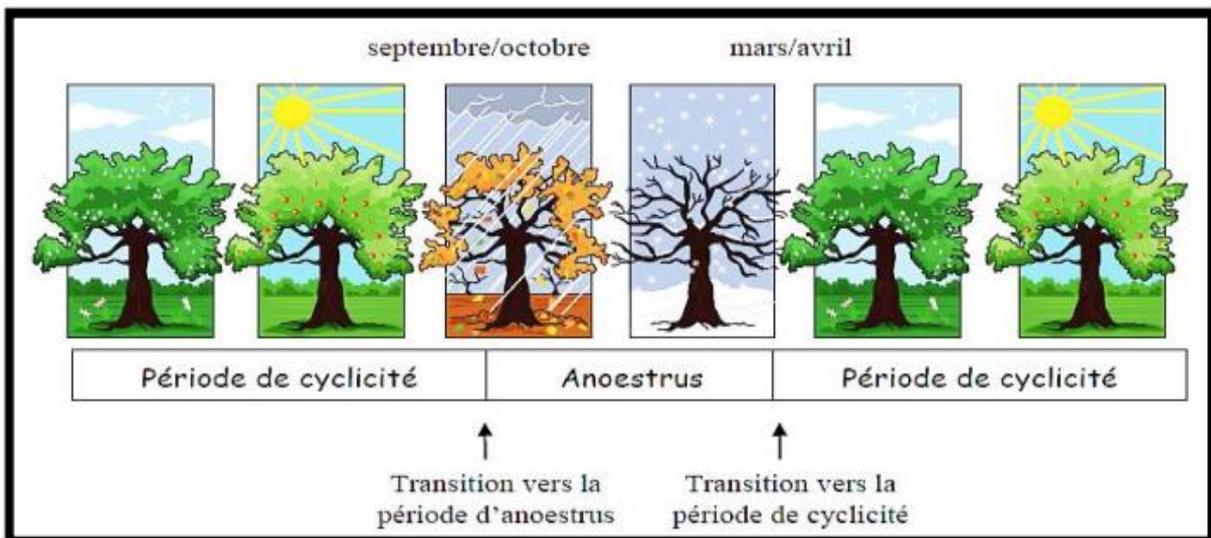


Figure 1: Représentation schématique du cycle annuel de reproduction chez la jument (Decourt, 2012).

L'espace de temps pendant lequel il n'y a pas d'ovulation constitue la **saison anovulatoire ou anoestrus saisonnier**.

a. La saison anovulatoire

La saison anovulatoire s'étend de la dernière ovulation de l'année précédente jusqu'à la première ovulation de l'année suivante. Elle est caractérisée par l'absence d'ovulation, et précède la saison ovulatoire.

C'est une saison évolutive qui comprend trois périodes :

- ✗ une période d'inactivité ovarienne : **anoestrus profond**,
- ✗ une période de réveil ovarien : **anoestrus superficiel**,
- ✗ une période de transition vers la cyclicité : **oestrus prolongé ou hyperoestrus**.

Pendant l'**anoestrus profond** :

- ✗ Les ovaires sont petits avec des follicules inférieurs à 5 mm de diamètre.
- ✗ Le col est dur, ferme, facile à individualiser par palpation transrectale.
- ✗ L'utérus est atone, flasque, difficile à individualiser.
- ✗ Les niveaux de FSH et LH sont bas.

Pendant l'**anoestrus superficiel** :

- ✗ Les ovaires sont plus actifs, avec des follicules de 5 à 30 mm.
- ✗ Le col est pale, dur, ferme, facile à individualiser par palpation transrectale.
- ✗ L'utérus est peu tonique, mais plus facile à individualiser.
- ✗ Les niveaux des FSH sont plus élevés, proches de ceux de la saison ovulatoire. Le niveau de LH est bas.

Pendant la **phase de transition** :

- ✗ La jument est en chaleur, de façon plus ou moins marquée. Cette chaleur peut durer 28 à 63.
- ✗ jours avant de se terminer par la première ovulation.
- ✗ Les ovaires sont actifs avec des follicules de 5 à 30 mm.
- ✗ Le col est plus ou moins rose, plus ou moins relâché, plus souple à la palpation.
- ✗ Le niveau de FSH est élevé. Le niveau de LH reste bas jusqu'au moment où son élévation va conduire à la première ovulation.

b. La saison ovulatoire

La saison ovulatoire va de la première à la dernière ovulation de l'année. Elle est rythmique et se caractérise par le **cycle oestral**.

La durée de l'**oestrus** est de 6 à 8 jours en moyenne. Elle peut varier selon les animaux de 3 à 12 jours. L'**interoestrus** s'étend sur une période plus constante de 12 à 18 jours, avec une moyenne de 15 jours.

La somme des deux, correspondant au **cycle sexuel**, dure en moyenne de 21,5 jours, avec des variations de 18 à 25 (voire à 36) jours.

La durée de l'oestrus étant très variable, elle est peu fiable pour surveiller le retour des juments en chaleur. Ainsi, pour une même jument, l'oestrus ovulatoire est assez long en début de saison (avril/mai) ; il diminue progressivement et finit par se stabiliser en été et réaugmente en automne. Il est donc préférable de prendre en compte la durée de l'interoestrus (beaucoup moins variable) plutôt que la durée totale du cycle. On cherchera donc les manifestations de l'oestrus 15 jours après la fin de l'oestrus précédent.

Pendant l'oestrus, à l'examen transrectal, l'utérus a une **consistance flasque**, le col de l'utérus est **relâché et flasque**.

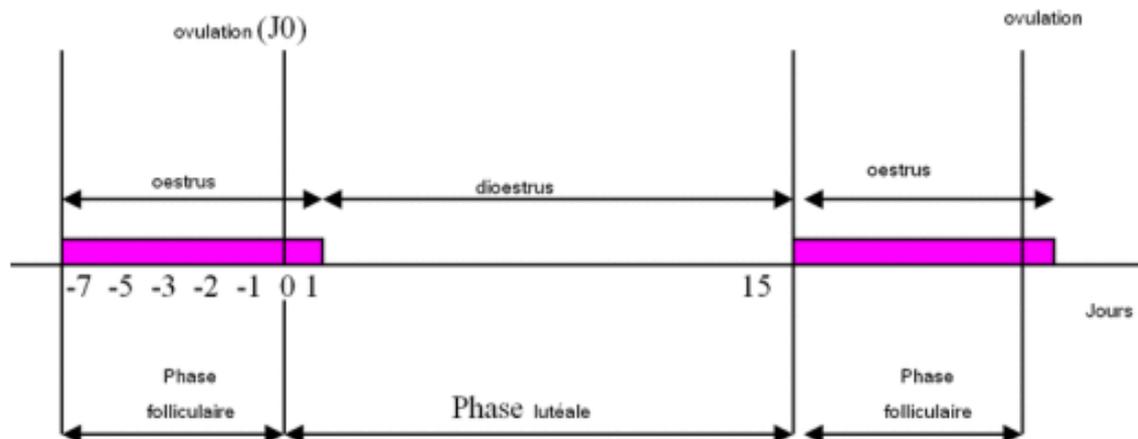


Figure 2: Cycle de la jument.

Pendant l'interoestrus, l'utérus est tonique, et le col long, étroit et ferme (BLANCHARD *et al.*, 2003).

La jument revient en chaleur très rapidement après la mise-bas : entre 7 à 12 jours, ce qui constitue une particularité spécifique. Ces chaleurs durent environ 4 jours et leur fertilité est normale. La programmation de cette chaleur provient de la levée de l'inhibition hypophysaire due à l'arrêt de la sécrétion de stéroïdes (oestrogènes, progestagènes) par l'unité foetoplacentaire. Il y a élévation des niveaux plasmatiques de FSH puis de LH dès le poulinage.

Après cette première chaleur, deux cas peuvent se présenter si la jument n'est pas gravide : il y a soit reprise de la cyclicité ; soit il y a absence de cyclicité, due à la présence d'un corps jaune persistant (dans le cas d'un poulinage tardif) ou due à l'inactivité ovarienne (anoestrus de lactation).

II. 2. Evolution des évènements hormonaux du cycle ovarien

Pendant le cycle oestral, les évènements se déroulent schématiquement à deux niveaux : au niveau hypophysaire par la sécrétion des gonadotrophines FSH et LH, et au niveau ovarien par l'alternance d'organites sécrétants temporaires que sont le follicule (sécrétant des oestrogènes) et le corps jaune (sécrétant la progestérone).

L'activité ovarienne est contrôlée grâce aux hormones hypothalamohypophysaires. Un échange a lieu entre ces hormones et les hormones ovariennes pour réguler la fonction de reproduction. L'hypothalamus sécrète la GnRH (Gonadotropin Releasing Hormone) qui stimule l'hypophyse. Celle-ci produit la FSH (Follicle-Stimulating Hormone) et la LH (Luteinizing Hormone) qui agissent directement sur la croissance folliculaire au niveau des ovaires. Les ovaires, quant à eux, sécrètent selon leur stade des œstrogènes (stade folliculaire) ou de la progestérone (stade lutéal). Ces hormones ovariennes exercent un rétrocontrôle sur l'axe hypothalamohypophysaire (**Figure 3**).

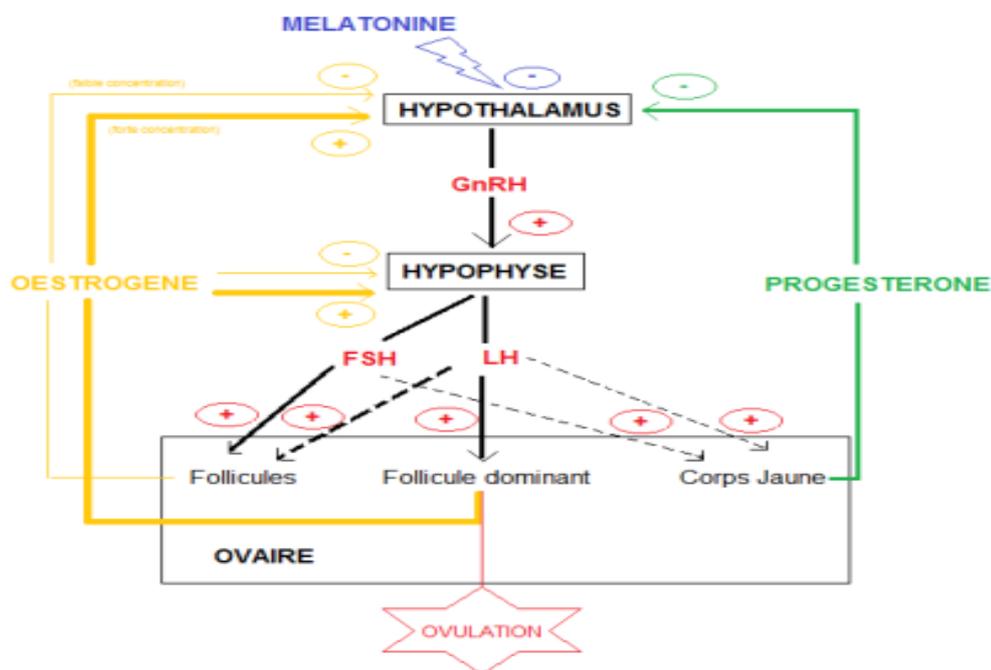


Figure 3: Schéma des interactions hormonales.

Enfin, comme vu précédemment, la mélatonine sécrétée par la glande pinéale (ou épiphyse) joue un rôle dans la saisonnalité de la reproduction. La mélatonine est sécrétée lors des phases obscures et inhibe la sécrétion de GnRH par l'hypothalamus (**Druet V, 2005**). Ainsi, plus les nuits se rallongent, et donc les jours se raccourcissent, plus la fonction de reproduction est inhibée.

En période de reproduction, les ovaires présentent une forte activité et certains follicules vont entrer en phase terminale de croissance, formant ce qu'on appelle couramment une vague folliculaire. Ainsi, quelques follicules sont recrutés et développent des récepteurs à la FSH. En sept à huit jours, une petite dizaine de follicules émergent et atteignent 6 mm de diamètre. Ces derniers entrent alors en phase de croissance commune. Durant cette phase de croissance commune (en moyenne six jours), les follicules croissent sous l'effet de la FSH et le follicule dit dominant pourra atteindre un diamètre de 22 mm de diamètre. A ce moment-là, l'inhibine et l'œstrogène sécrétés par les follicules, mais surtout par le follicule dominant, exercent une rétroaction négative sur la sécrétion pituitaire de FSH. Celle-ci atteint alors un pic puis décline ce qui entraîne l'atrésie de tous les autres follicules en croissance. Seul le follicule dominant ayant mis en place un plus grand nombre de récepteurs à la FSH et à la LH continue de croître, notamment sous l'effet de la sécrétion de LH qui augmente. Cela s'appelle la déviation (qui intervient environ trois jours après le pic de FSH). La sécrétion de LH continue d'augmenter, le follicule dominant sélectionné croît d'environ 3 mm par jour pour atteindre plus de 30 mm de diamètre jusqu'au pic de LH qui entraîne l'ovulation (environ sept jours après la déviation, et deux jours après le pic d'œstrogène). Un corps jaune s'organise (d'abord hémorragique puis la fibrine se met en place et progressivement il va involuer). L'ovaire entre alors en phase lutéale (**Parachini-Winter, 2014**). L'oocyte libéré est fertile pendant environ 18 heures (**Löfstedt RM, 2011**).

Les œstrogènes sécrétés lors de la phase folliculaire par le follicule dominant entraînent chez la jument un comportement d'œstrus correspondant à une acceptation du mâle. L'œstrus dure ainsi environ six jours avec 78% des ovulations qui ont lieu dans les 48 heures précédant la fin de l'œstrus (**McCue PM et al, 2011**). Une fois la mise en place du corps jaune, celui-ci sécrète la progestérone, ce qui inhibe le comportement d'œstrus. La jument entre alors en diœstrus, refusant le mâle pendant près de 15 jours. Un corps jaune fonctionnel sécrète plus de 2 ng/mL de progestérone dans le sang (**Löfstedt RM, 2011**). Cette source de progestérone permet de préparer l'utérus à recevoir éventuellement l'œuf fécondé, mais aussi de soutenir l'embryon et le développement fœtal en début de gestation. Si la jument n'est pas gestante 16 jours après l'ovulation, le corps jaune va régresser en réponse à la prostaglandine F2 α (PGF2 α) sécrétée par l'utérus. La jument retourne alors en œstrus. Ainsi, en cas de pyométre par exemple, l'incapacité de l'utérus à sécréter de la PGF2 α amène à une persistance du corps jaune. A l'inverse une synthèse prématurée de PGF2 α peut aussi être rencontrée lors d'endométrite. Si la jument est gestante, le corps jaune dit « primaire » va se maintenir jusqu'à ce que le corps jaune «

supplémentaire » ou « secondaire » se mette en place après 30 jours et jusqu'à 50 à 70 jours (quand le placenta deviendra la principale source de progestérone) (Bergfelt DR, 2011).

Il faut noter que ce processus de sélection folliculaire permet de limiter le nombre d'ovulations. Ainsi seules 20 à 25% des ovulations sont doubles (Parachini-Winter, 2014 ; McCue PM et al, 2011). La figure 4 résume ce cycle ovarien régi par le jeu hormonal :

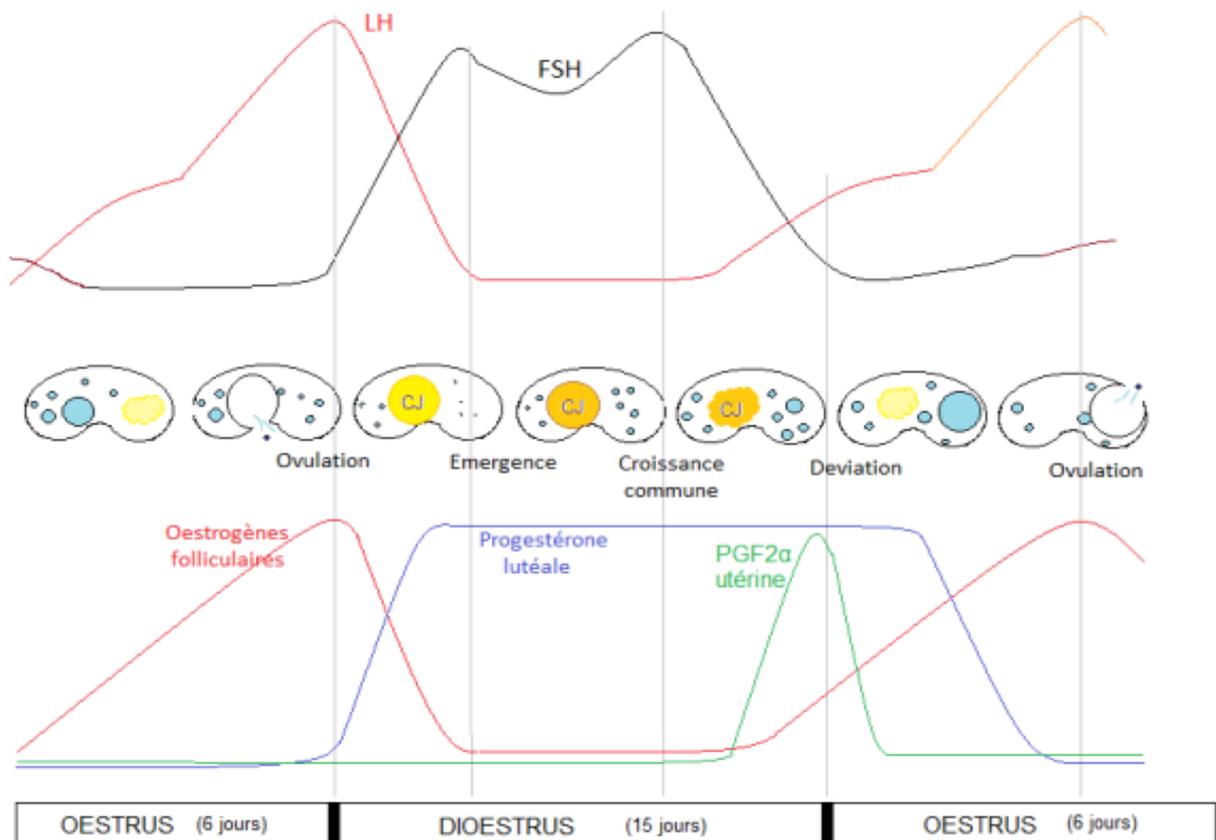


Figure 4: Schéma de la régulation hormonale et de l'évolution des organites ovariens (follicules et corps jaunes) au cours du cycle œstral.

II. 3. Le corps jaune persistant

Sur une jument vide, après une ovulation normale, il arrive que le corps jaune se mette en place mais ne soit pas détruit au bout de 12 – 13 jours. Cet état survient à partir du mois de mai et peut durer jusqu'à 80 jours C'est ce qu'on appelle le corps jaune persistant. (Margat, Ferry, 2017).

Le tableau se dessus représente un Récapitulatif des différents états physiologiques de la jument vide (Tableau 1).

Tableau 1: Récapitulatif des différents états physiologiques de la jument vide (Auteurs : A. Margat, B. Ferry : 2017).

Etat physiologique / Caractéristiques	Inactivité ovarienne	Cyclicité	Corps jaune persistant
Comportementales	Chaleurs possibles, périodes de refus irrégulières	Alternance de période de chaleur et de période de refus	Pas de chaleur
Période de l'année	D'octobre à avril	D'avril à octobre	De mai-juin à septembre
Physiologiques	Pas d'ovulation. Ovaires au repos. Croissances folliculaires possibles dans les périodes de transition.	Alternance de croissance folliculaire aboutissant à l'ovulation et de phase lutéale (corps jaune). Seul état où la jument est fécondable.	Corps jaune fonctionnel. Peut durer jusqu'à 3 mois.

II. 4. La maîtrise des cycles chez la jument

Les traitements de maîtrise des cycles sont fondés sur la connaissance de la régulation hormonale du cycle. L'œstrus peut être induit en avance par rapport à la saison sexuelle avec un traitement lumineux comprenant un éclairage à l'aube de 6 à 8h et un flash lumineux entre 22 et 24h. Il peut également être induit par l'utilisation de molécules telles que des progestagènes ou des antagonistes de la dopamine (**Palmer E, 1999**).

En période d'activité sexuelle, l'utilisation de prostaglandines (PGF_{2α}) ou d'analogues, grâce à leur effet lutéolytique, permet de raccourcir la phase lutéale pour avoir un retour en chaleur plus rapide.

Les traitements d'induction de l'ovulation sont très utilisés pour diminuer le nombre d'inséminations, il s'agit d'hCG (human Chorionic Gonadotropin) ou d'analogues de la GnRH. Ces molécules permettant d'induire ou de reproduire un pic de LH suffisant, l'ovulation survient généralement dans les 36 à 48h (**Bruyas, Paul : 2008**).

II. 5. Les modes de reproduction

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

En monte naturelle, l'éjaculat n'est pas fractionné. En outre, la durée de survie des spermatozoïdes dans le tractus génital femelle est importante en moyenne 48 heures voire, jusqu'à 7 jours (**Woods, Bergfelt, Ginther 1990**), ce qui permet d'obtenir des résultats de fertilité satisfaisants si l'étalon est fertile. Elle comporte cependant des risques pour l'étalon (les juments sont parfois très agressives lors de la saillie) et nécessite une proximité géographique entre la jument et l'étalon. L'Insémination Artificielle est utilisée en semence Fraîche (IAF) (immédiate), en semence Réfrigérée (IAR) ou en semence Congelée (IAC). L'éjaculat est fractionné de façon à contenir 200 millions (IAR) à 400 millions de spermatozoïdes par dose (8 paillettes par IA en semence congelée). Le dilueur utilisé en majorité est le milieu INRA96® pour les deux semences réfrigérée ou congelée, il permet une protection des spermatozoïdes lors de la conservation, il comporte notamment une fraction purifiée de caséines du lait, des antibiotiques et un antifongique (**INRA 2008**). Une étape préalable de centrifugation est réalisée pour concentrer la semence destinée à être congelée, il existe ensuite un milieu INRAfreeze® qui comporte de l'INRA96® ainsi que des cryoprotecteurs (glycérol et plasma de jaune d'œuf stérilisé) pour protéger les spermatozoïdes de la congélation (**Rouzić 2010**). Ces protéines d'origine animale représentent un risque sanitaire. De manière générale, la fertilité est diminuée lors de l'utilisation de semence congelée (de l'ordre de 40 à 50%) par rapport à l'utilisation de semence réfrigérée ou fraîche (50 à 60%) (**Mourier 2010**). En effet, le temps de survie dans le tractus génital est réduit à quelques heures.

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

III. *l'insémination artificielle chez la jument*

L'insémination artificielle (IA) chez les équins s'est développée en France il y a environ 20 ans, grâce à une collaboration entre l'INRA et les Haras Nationaux qui ont ainsi pu proposer aux éleveurs des techniques utilisables sur le terrain. Celles-ci ont évolué en fonction des résultats de la recherche et sont actuellement de deux types : IA de semence fraîche (immédiate ou différée) ou de semence congelée. Cependant toutes les méthodes ne sont pas applicables à l'ensemble des reproducteurs car la qualité de la semence de certains étalons les exclut de certains types d'IA (INRA, décembre 1999).

III. 1. Obligations réglementaires des inséminateurs (P. Doligez, 2014)

Lors de l'insémination d'une jument, avant la mise en place de la semence, l'inséminateur doit s'assurer :

- ❖ L'identification de la jument à saillir.
- ❖ Le statut sanitaire de la jument en relation avec les exigences du stud-book auquel appartiendra le poulain à naître.
- ❖ L'identification des doses de semence utilisées.

Une fois la monte réalisée, l'inséminateur est responsable de la gestion administrative de la saillie. Il doit donc tenir à jour les documents de monte et les transmettre aux parties concernées dans les délais impartis. Chaque jument reçoit une carte de saillie comprenant :

- ❖ la déclaration de premier saut : dans les 15 jours suivant la première saillie.
- ❖ l'attestation de saillie : à remettre au propriétaire de la jument suite au dernier saut ou la dernière insémination
- ❖ le certificat de saillie ou formulaire de déclaration de naissance : à remettre au propriétaire une fois le paiement de la saillie versé, et qui sera suite renvoyé à l'éta lonnier dans les 15 jours suivant la naissance du poulain la déclaration de saillie.
- ❖ renvoyer au centre d'insémination artificiel en fin de saison.

III. 2. Comparaison des techniques actuelles de l'insémination artificielle

Les techniques actuellement utilisées dans les Haras Nationaux français et dans les haras privés en France et à l'étranger ne diffèrent pas fondamentalement les unes des autres (Magistrini et Vidament 1999).

a. Insémination artificielle de semence fraîche (immédiate et différée)

Dans les Haras Nationaux, lorsque l'IA est faite immédiatement après la collecte, la semence est utilisée pure (IA dans les 5 minutes qui suivent la collecte) ou après dilution à la température de 37 °C dans du lait demi-écrémé UHT (IA dans les 30 minutes qui suivent la collecte). Cette technique permet d'obtenir, avec des doses d'IA de 200x10⁶ spermatozoïdes totaux, une fertilité par cycle de 53 % dans les races de sang (n=7756 cycles ; résultats Haras Nationaux, monte 1998). Cette méthode, peu utilisée dans les races de trait, donne des résultats tout aussi satisfaisants (61 % de fertilité par cycle, n=251).

Lorsque l'IA est différée, la semence est systématiquement réfrigérée et conservée à 4 °C dans du lait demi-écrémé UHT supplémenté d'antibiotiques lorsque la durée de conservation est inférieure à 12 h et dans le milieu INRA82 ou le milieu de **Kenney** quand la conservation dure de 12 à 24 h. La dose d'IA est également de 200x10⁶ spermatozoïdes totaux. Que l'on pratique l'IA immédiate ou différée (dans la journée), les juments sont suivies à la barre (détection des chaleurs) et inséminées toutes les 48 heures jusqu'à l'ovulation constatée par échographie ou jusqu'au refus, c'est-à-dire jusqu'à la fin des chaleurs détectée par l'étalon. La fertilité est alors de 52 % dans les races de sang et de 50 % dans les races de trait (n=2516 et n=6029 respectivement ; **résultats Haras Nationaux, monte 1998**).

Lorsque la conservation n'excède pas 12 heures L'IA différée de plus de 12 h est utilisée de façon ponctuelle sur le terrain et peu de résultats fiables sont disponibles. A l'étranger les milieux de dilution de la semence sont à base de lait et le milieu le plus utilisé est celui de Kenney (**Kenney et al 1975**) avec certaines variantes qui portent sur la quantité d'antibiotiques et sur des additifs (jaune d'œuf, sucres, substances tampons, activateurs de la mobilité, etc). La température de conservation la plus utilisée est 4 °C et les juments sont inséminées avec des doses contenant de 250 à 500x10⁶ spermatozoïdes dits progressifs, c'est-à-dire dont la trajectoire est rectiligne. Une telle dose correspond à environ 700x10⁶ spermatozoïdes totaux. Il n'y a pas de publication de résultats de fertilité sur un nombre important de cycles (**Katila 1997**).

b. Insémination artificielle de semence congelée

La technique de congélation de la semence utilisée actuellement dans les laboratoires des Haras Nationaux (**Vidament et al 1998**) dérive de celle décrite par **Palmer (1984)**. Les milieux de dilution et de congélation sont composés d'une base commune, l'INRA82, supplémenté respectivement de 2 % de jaune d'œuf ou de 2 % de jaune d'œuf et 2,5 % de glycérol. Cette méthode a permis d'améliorer significativement la mobilité des spermatozoïdes à la décongélation ainsi que la fertilité et d'augmenter le nombre de paillettes produites par éjaculat.

La cyclicité des juments est contrôlée par échographie et elles sont inséminées tous les jours jusqu'à ovulation à partir de la détection d'un follicule de 35 mm. La dose d'insémination est de 400x10⁶ spermatozoïdes totaux et il est recommandé de faire au moins deux inséminations avant l'ovulation pour obtenir une fertilité optimale.

Au cours des saisons de monte 95-97 dans les stations des Haras Nationaux, la fertilité par cycle a ainsi été de 56 % (n=243cycles) vs 42 % (n=190) pour le technique témoin. Ces résultats se sont confirmés lors de la saison de monte 1998 : la fertilité par chaleur a été de 49 % sur un nombre de cycles exploités beaucoup plus important (n =1018).

A l'étranger, les techniques diffèrent de celle décrite plus haut par le milieu de base et par les proportions de jaune d'œuf (de 2 à 20 %) et de glycérol (de 2,5 à 6 %) utilisées. Certaines discussions portent aussi sur les vitesses de descente de température (de 37 °C à 4 °C) jusqu'au moment de la congélation. Les résultats de fertilité publiés portent sur un nombre réduit de cycles exploités et varient de 20 à 50 % (**Magistrini et Vidament 1999**).

c. Les nouveautés techniques et les orientations

1) *Insémination artificielle de semence fraîche différée*

La température de 4 °C est couramment utilisée lors d'IA de semence fraîche différée. Cependant la réfrigération de la semence de 37 °C à 4 °C met en jeu des remaniements des membranes des spermatozoïdes qui sont regroupés sous le terme de " choc froid " (" cold shock "). Ceci provoque une cascade d'événements qui aboutissent à la perte du pouvoir fécondant et à la mort des cellules. Une des conséquences de ce " choc froid " est l'oxydation des membranes des spermatozoïdes. Il est possible de limiter ces dégradations de deux façons : par la conservation des spermatozoïdes à une température plus élevée ou par l'apport d'agents anti oxydants dans les milieux de conservation.

Afin de limiter les effets néfastes de la descente de température jusqu'à 4 °C, des études sur la conservation des spermatozoïdes à des températures supérieures ont été réalisées. Certaines études de comparaison (5 °C vs 20 °C) réalisées aux Etats-Unis font état de résultats contradictoires. Par ailleurs une étude française montre une amélioration significative de la fertilité par cycle (57 % vs 41 %) lors de conservation de la semence à la température de 15 °C dans un milieu chimiquement défini comportant une fraction purifiée du lait vs à la température de 4 °C dans le lait pendant 24 h avant insémination (**Batellier et al 1997 et 1998**).

L'apport d'anti-oxydants (vitamine C, acide xanthurénique) dans les milieux, rapporté dans deux études récentes, autrichienne et américaine, permettent d'améliorer la mobilité des spermatozoïdes *in vitro* ; cependant ces études ne font état d'aucun résultat de fertilité.

2) *Insémination artificielle de semence congelée*

Les orientations actuelles portent sur l'apport de différentes molécules dans le milieu de congélation. L'addition d'un acide aminé, la glutamine, améliore significativement la mobilité post-décongélation des spermatozoïdes *in vitro* ; un éventuel effet sur la fertilité est actuellement testé. Cependant le mécanisme d'action de cet acide aminé n'est pas élucidé.

Une autre approche consiste à modifier la composition de la membrane des spermatozoïdes afin de la rendre plus résistante aux effets du froid. L'apport de liposomes composés de cholestérol-phosphatidylsérine dans le milieu donne des résultats contradictoires tant en terme de mobilité que de fertilité. Récemment l'incubation de spermatozoïdes avec une molécule "transporteur" de cholestérol a permis d'améliorer la mobilité des spermatozoïdes à la décongélation, mais l'effet sur la fertilité n'a pas encore été testé.

III. 3. La pratique de l'insémination

Quelle que soit la technique d'insémination utilisée, la préparation de la jument et du matériel sont des étapes primordiales pour le bon déroulement de l'insémination et son succès. La préparation de la jument restera la même quelle que soit le type d'insémination réalisé ; en revanche, les techniques de préparation et de mise en place de la semence diffèrent. (F. Grosbois ; 2014).

a. La sélection des étalons

Parmi les étalons jugés aptes à la reproduction, 95 % peuvent être exploités en IA de semence fraîche immédiate et 75 % en IA de semence fraîche différée (dans la journée) et, parmi ceux-ci, 80 % ont une semence dite "congelable" (source Haras Nationaux).

Cette sélection est faite après examen des caractéristiques séminales quantitatives et qualitatives de l'étalon candidat au cours du spermogramme qui consiste en l'examen de 5 éjaculats collectés à 24 h d'intervalle. Des seuils ont été définis pour chaque caractéristique analysée et diffèrent en fonction du type d'IA. Ainsi, les conditions d'utilisation d'un étalon en IA de semence fraîche immédiate sont identiques à celles de l'acceptation d'un étalon à la mise à la reproduction.

Pour les IA différées, les conditions sont plus strictes. Les paramètres qui seront déterminants pour la sélection de l'étalon sont : la concentration en spermatozoïdes des éjaculats et la mobilité des spermatozoïdes après des survies de 24 et 48h à +4 °C (**Clément et Vidament 1998**). Les conditions d'acceptation d'un étalon à l'IA de semence congelée sont encore plus strictes : il doit satisfaire aux conditions de l'IA de semence différée et, de plus, sa semence subit un test de congélation. Il ne sera retenu que si, sur au moins 6 éjaculats congelés, plus de 3 sont sélectionnés après contrôle. Le contrôle consiste en l'examen de 3 paillettes par éjaculat dont le pourcentage de spermatozoïdes mobiles doit être supérieur à 35 %. Actuellement, avec la technique utilisée dans les laboratoires de congélation des Haras Nationaux, au moins 69 % des éjaculats produits sont conservés (**Magistrini et Vidament 1999**).

b. Préparation de la jument

Pour réaliser l'insémination dans les meilleures conditions, il est préférable de placer la jument dans un travail et de lui **attacher la queue** de façon à ce qu'elle soit relevée. Si cela est impossible, le vétérinaire peut avoir recours à un isolement artisanal (porte de box, ballot de paille) ou à la mise en place d'entraves. Dans tous les cas, pour des raisons de sécurité et de réussite, il est important de réaliser l'insémination dans un lieu calme et de limiter le stress de la jument. Afin de faciliter la mise en place de la semence, le rectum peut être vidé des crottins. La queue doit ensuite être placée dans un protège-queue en plastique avant **le nettoyage** de la région périnéale afin de limiter les contaminations du tractus génital lors de l'insémination, et ainsi de préserver le tractus génital de la jument et d'optimiser la réussite de l'insémination.

Le lavage de la région périnéale peut se faire à la douchette ou au seau. Une série de trois lavages à la polyvidone iodée est recommandée, en respectant un protocole classique : Savonnage de la vulve, puis ses côtés et sous la vulve, en terminant par l'anus. Lors du troisième savonnage, le passage sur l'anus est supprimé. Lors du passage sur la vulve, il faut prendre garde à ne pas faire rentrer de produit à l'intérieur de celle-ci afin de ne pas irriter la muqueuse génitale. Une fois les trois savonnages réalisés, la vulve est soigneusement séchée à l'aide de papier essuie-tout. La jument est alors prête pour la mise en place de la semence (**Clement, F, 2013**).



Figure 5: Attachement de la queue et nettoyage de la région périnéale (www.equipedia.ifce.fr).

c. Mise en place de la semence

L'insémination artificielle consiste en la mise en place par une intervention humaine de la semence du mâle dans le tractus génital de la femelle. Il existe actuellement deux techniques de mise en place de la semence : **la technique classique**, qui consiste à déposer la semence dans le corps utérin à la sortie du col, et **la technique d'insémination profonde**, qui consiste à déposer la semence dans une corne utérine, le plus proche possible de l'oviducte. (**Barrier et Battut, I., 2010**).

Le nombre de spermatozoïdes par dose ne doit pas descendre en dessous de 200.10⁶ spermatozoïdes totaux. En cas de quantité de semence insuffisante, les juments prioritaires (proches de l'ovulation) seront servies dans un premier temps. Il est possible de récolter l'étalon une 2^{ème} fois dans la journée pour les juments non servies. La technique d'IA immédiate doit être préférée pour tous les étalons utilisés sur place.

La technique « sperme pur partagé » est utilisée lors de collectes avec 1 ou 2 juments à servir. Les juments doivent être inséminées dans les **5 minutes** qui suivent la récolte. La technique 2/3 (lait)-1/3 (semence) ne permet pas la conservation de la semence ; si une jument retardataire se présente, il faut récolter l'étalon à nouveau. La technique de dilution à 20.10⁶ spz/ml par dose permet à la fois la mise en place immédiate et la conservation de la semence diluée quelques heures (jusqu'à 24h). (**P.Doligez ; 2017**).

1) Préparation du cathéter

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

2) Préparation de la dose

Au cours de sa manipulation, **la dose d'insémination** ne doit entrer en contact qu'avec du matériel stérile.

Lorsqu'il s'agit de **semence fraîche ou réfrigérée** (4°C), le matériel est préparé à température ambiante. La préparation du cathéter diffère en fonction du conditionnement de la dose lors de sa réception. Si la dose est en tube, le protocole est le suivant :

- ✘ découper l'enveloppe du cathéter du côté « embout seringue »
- ✘ brancher sur cet embout une seringue de 10 ou 20 ml, préalablement remplie avec 5 ml d'air
- ✘ enfiler le gant de palpation stérile
- ✘ sortir le cathéter de son sachet stérile avec la main non stérile
- ✘ relever la gaine sanitaire du cathéter avec la main stérile
- ✘ introduire le cathéter dans le tube contenant la dose et l'aspirer, terminer en aspirant un peu d'air pour ne pas perdre de semence lors de la suite des manipulations.
- ✘ remettre la gaine sanitaire en place sur le cathéter.

Si la dose est déjà conditionnée dans la seringue, il suffit d'y aspirer 5 ml d'air avant de la brancher sur le cathéter d'insémination puis d'en pousser le contenu dans celui-ci en respectant les précautions de stérilité citées ci-dessus (**Barrier, 2017**).

Dans les deux cas, les 5 ml d'air permettent lors de la mise en place de la dose dans la jument de vider totalement le contenu du cathéter afin d'inséminer la totalité de la dose.

Lorsque la semence est congelée, la sonde et les seringues doivent préalablement être placées dans une étuve à 35-40°C et les paillettes plongées 30 secondes dans un bain-marie à 35°C. En fonction du type de sonde utilisée, l'insémination peut se faire directement avec les paillettes (sonde munie d'un style poussoir), ou par l'intermédiaire d'une seringue (sonde doublée d'un cathéter). Une fois les paillettes sorties du bain -marie, leur extrémité scellée est coupée à l'aide de ciseaux propres et désinfectés. Si la sonde utilisée est munie d'un stylet, les paillettes sont prêtes à être utilisées ; sinon, leur contenu est vidé dans un tube à essai

(préalablement placé à l'étuve) puis aspiré dans une seringue qui sera branchée au bout de la sonde d'insémination. Pour les vider, l'extrémité scellée préalablement coupée est placée dans le fond du tube à essai, puis la seconde extrémité est coupée à son tour afin de libérer le contenu des paillettes.

Cette deuxième technique peut être utilisée pour la mise en place de la semence congelée, et requiert un suivi plus rapproché des juments et l'identification du follicule ovulatoire afin de déposer la semence dans la corne utérine ipsilatérale.

Le **protocole d'insémination classique** proposé par les Haras Nationaux (www.harasnationaux.fr, onglets : « connaissances », « equi-paedia », « reproduction », « techniques d'insémination artificielle », « IA mise en place dans la jument », 2014) est le suivant :

- 1) Protéger l'ensemble (extrémité du cathéter et gaine sanitaire) en le plaçant dans le creux de la main.
- 2) Lubrifier le dos de la main à l'aide de gel stérile non spermicide.
- 3) Introduire la main jusqu'au fond du vagin.
- 4) Repérer l'entrée du col de l'utérus et introduire l'index dans le canal cervical.
- 5) Faire progresser le cathéter en dessous de l'index, en l'orientant vers le bas, et en retenant la gaine sanitaire qui reste ainsi dans le vagin.
- 6) Pousser le cathéter dans l'utérus sur environ 10 cm.
- 7) Mettre la seringue en position verticale, et pousser doucement la dose.
- 8) Retirer le matériel de la jument et rincer le périnée et la vulve.

Lors de l'insémination artificielle profonde, la même technique est utilisée, mais une fois le col passé, la sonde est orientée dans la corne utérine concernée en s'aidant par palpation transrectale à l'aide de l'autre main. Afin de faciliter l'introduction de la sonde dans la corne, une traction latérale sur la corne opposée peut être réalisée, permettant ainsi l'alignement du corps et de la corne concernée. Une fois la jonction utéro-tubaire atteinte, la semence peut être déposée. Le matériel est ensuite retiré et la corne serrée entre les doigts de l'opérateur quelques secondes afin de maintenir en place le contenu déposé (**Barrier Battut, I, 2010**).

Dans les deux cas, la technique idéale pour travailler en conditions stériles est d'utiliser un double gant sur la main introduite dans le tractus génital. Avec cette technique, les souillures de l'entrée de l'appareil génital restent sur le gant externe et la main introduite jusqu'au col est alors plus propre (**Barrier Battut, I., 2010**).

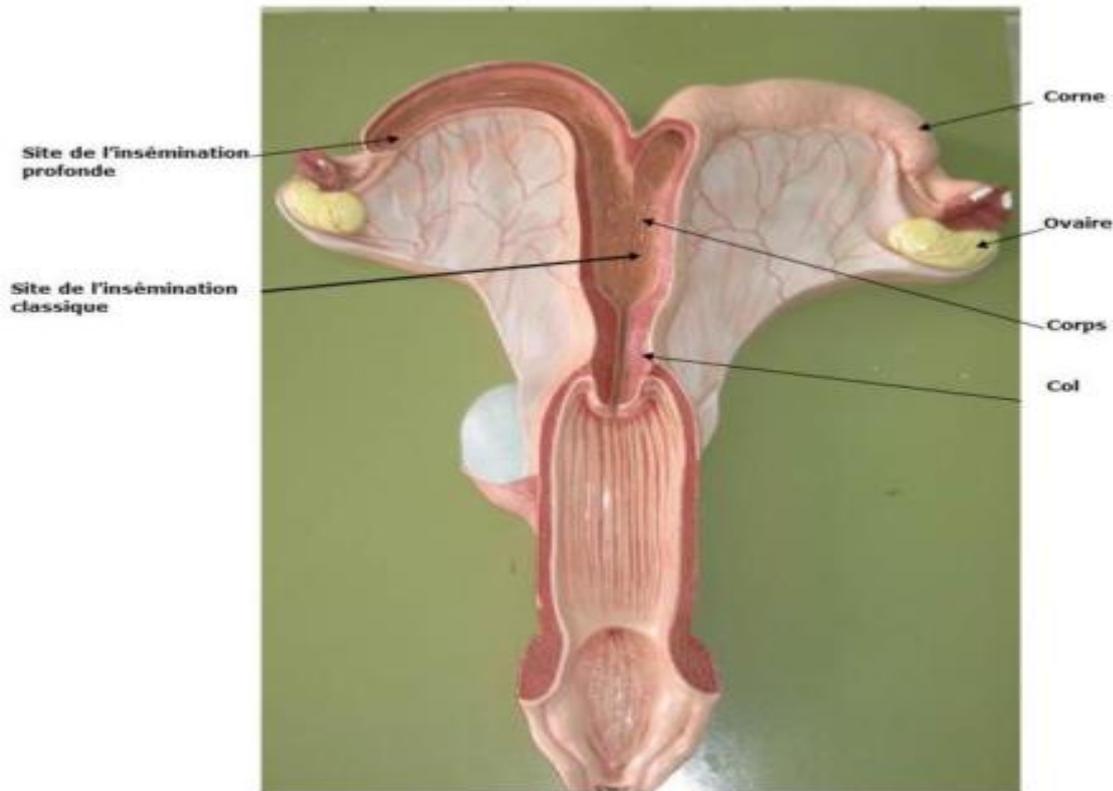


Figure 6: Sites d'insémination classique et insémination profonde dans l'utérus de la jument (Ifce B.Ferry2017)

Le double gant est utilisé de la façon suivante :

- 1) Enfiler un gant stérile.
- 2) Prendre le cathéter d'insémination et le protéger dans le creux de sa main comme précédemment.
- 3) Enfiler le deuxième gant à moitié.
- 4) Couper le bout du deuxième gant et en tenir l'extrémité coupée dans sa main.
- 5) Lubrifier le dos de la main à l'aide de gel stérile non spermicide.
- 6) Introduire sa main dans l'appareil génital et lâcher le deuxième gant après avoir passé la vulve.
- 7) Retenir l'avancée du deuxième gant avec la main libre pendant la progression de la main stérile jusqu'au col. (**Barrier-Battut, I., 2010**).

Pour inséminer dans la journée de récolte, la technique d'une dose IAF de 200 millions de spz diluée dans 10ml est la plus couramment utilisée. Les doses sont majoritairement réalisées dans des seringues de 20 ml sans air, bouchées et insérées dans un manchon de protection et le tout est entreposé à 4°C, jusqu'à l'insémination. L'étiquetage des doses est primordial dès le début des manipulations. Remarque : les doses peuvent aussi être conditionnées dans des tubes de 10 ml pour le transport.

III.4. Etat des lieux de la mise à la reproduction des juments

La monte artificielle regroupe les techniques d'insémination avec de la semence fraîche, réfrigérée ou congelée, ainsi que le transfert d'embryon. Dans cette étude, seules les techniques d'insémination ont été détaillées, le transfert d'embryon étant soumis à des contraintes réglementaires strictes et n'étant pas réalisable par les vétérinaire Algériens jusqu'à maintenant. Cependant c'est à partir des années 2012 que les techniques d'insémination artificielle ont connu leur essor en Algérie. En effet, selon les statistiques annuelles de Haras Mansour.

L'insémination artificielle est une technique de monte qui consiste à récolter l'éjaculat du mâle, sans qu'il soit en contact avec une femelle. Elle présente des avantages essentiellement sanitaires et techniques. D'un point de vue sanitaire, l'absence de contact entre individus permet de réduire la circulation des maladies vénériennes (AIE : Anémie Infectieuse des Equidés, MCE : Métrite Contagieuse Equine, AVE : Artérite Virale Equine) et des maladies contagieuses (grippe et rhino-pneumonie essentiellement).

D'un point de vue technique, l'insémination artificielle permet d'optimiser la gestion des étalons et des juments. Grâce à la division du sperme récolté en plusieurs doses, un étalon pourra réaliser moins de sauts et saillir un nombre plus important de juments, tout en étant moins soumis au risque de blessures pouvant survenir lors de la monte ou du transport. De plus, le développement des Techniques de conservation de la semence par congélation permet aujourd'hui d'étaler les récoltes, ou d'obtenir de la semence lorsque l'étalon est indisponible (localisation géographique, carrière sportive, maladie, mortalité). Pour les juments, la mise à la monte artificielle permet dans le cadre d'un suivi rapproché de la fonction ovarienne, de limiter le nombre de saillies et la quantité de sperme utilisée, réduisant ainsi le risque d'endométrite. Elle permet également de remettre à la reproduction des juments dont l'appareil génital a été traumatisé lors de la mise-bas précédente.

Enfin d'un point de vue génétique, l'insémination artificielle offre un choix d'étalon plus large et une conservation du patrimoine génétique. En revanche, lors d'une utilisation déraisonnée, l'insémination artificielle peut également mener à une diminution de l'exploitation

de ce patrimoine génétique lors de l'utilisation trop importante d'un étalon, et mener dans le futur à des risques de consanguinité (**Vidament M, 2014**).

L'inconvénient principal du développement de la monte artificielle est aujourd'hui son coût pour les propriétaires (suivi rapproché des juments, matériel, semence), et le niveau technique qu'elle implique, rendant ainsi les manipulations réservées uniquement à des techniciens formés ou des vétérinaires. (**COLLECTIF, 2009. *Insémination artificielle équine. Guide pratique. 4ème édition. Les Haras Nationaux***).

III. 5. Comparaison des techniques d'insémination

L'insémination artificielle peut être réalisée avec différents types de semence. Lors de l'insémination en semence fraîche, le sperme récolté est utilisé pour inséminer une jument dans les 30 minutes qui suivent la récolte. Ceci nécessite que les deux reproducteurs soient à proximité l'un de l'autre et de pouvoir procéder à la récolte de l'étalon dès que la jument est prête à ovuler. Lorsqu'un transport est nécessaire ou lorsque la jument ne peut être inséminée immédiatement, la semence récoltée peut être utilisée jusqu'à 24 heures après la récolte en étant refroidie à 4°C. Il s'agit alors de semence réfrigérée utilisée sur place ou transportée. Enfin, lorsque la semence est récoltée pour une conservation de durée indéterminée, elle est congelée dans l'azote liquide. Dans ce dernier cas, le suivi de la jument devra être strict pour obtenir une fécondation, car une fois décongelé le sperme ne sera viable que quelques heures (**Mourier E, 2010**).

III. 6. Critères de suivi

Les critères permettant de diagnostiquer l'œstrus sont les suivants :

- ☒ **présence d'un follicule dominant de plus de 35 mm en croissance (noté dès 30 mm)**

Infiltration de l'utérus, dont le score est noté à l'échographie selon le degré d'hétérogénéité de l'endomètre de – (aspect échographique homogène) à 4+ (hétérogénéité maximale avec un aspect en quartiers d'orange). (**I. Barrier, P. Doligez,, M. Vidament, 2017**).

PARTIE II

Etude expérimentale

II: La partie expérimentale

Dans le présent travail , on a focaliser nos effort sur la techniques de la conduites de reproduction à savoir l'insémination artificiel, et les résultats obtenus de point de vue gestation et échec de fécondation.

1. Matériels et méthodes :

1.1. Lieu de l'étude :

Notre travail c'est déroulée au niveau du parc au service des équidés de l'institut des sciences vétérinaires, Université Ibn Khaldoun Tiaret et au niveau du haras el Mesk de M FEGHOULI durant la saison administrative de monte de l'année 2020 (01/02/2020 jusqu'au 03/06/2020).

1.2. Effectifs :

Sur l'ensemble des juments suivis durant la période de reproduction, 38 juments ont été choisi pour la partie expérimentale, ces juments étaient présenter pour le haras pour être inséminés et le suivi de reproduction.

✎ Pour les étalons :

En à utiliser 5 étalons d'une moyenne d'âge âgé de 7 ans dont la fertilité est connue d'après les résultats des saillies et d'inséminations des années passée et des spermogrammes réalisés.

1.3. Récolte des étalons :

1.3.1. Matériel de récolte :

La récolte du sperme a été faite à l'aide d'un vagin artificiel de type Missouri, immédiatement avant la récolte la chambre à eau du vagin artificiel est remplie avec de l'eau à **45-50°C**, et la pression à l'intérieur du vagin artificiel est ajustée d'une manière à ne pas gêner la pénétration ou la dilatation de la verge à l'intérieur du vagin artificiel, où elle doit être favorable à l'éjaculation, et ceci est en fonction des besoins de chaque étalon.

Avant le prélèvement, la surface interne du vagin artificiel est lubrifiée avec un lubrifiant stérile et non spermicide (vaseline naturelle) et le biberon de récupération du sperme avec un filtre à sperme est placé à la température corporelle qui a été maintenue constante pendant la durée du prélèvement et de l'acheminement de l'échantillon jusqu'au laboratoire, et ceci afin d'éviter d'éventuels chocs thermiques.

Le filtre à sperme placé à l'entrée du biberon de récupération du sperme été utilisé afin d'augmenter le nombre de spermatozoïdes récupérés dans chaque éjaculat en permettant de séparer la partie liquide de l'éjaculat, qui renferme les spermatozoïdes, de la partie épaisse et gélatineuse, le gel, qui correspond à la dernière fraction de l'éjaculat.

1.3.2. La technique de récolte :

La récolte est faite dans une zone de monte spéciale. Nous travaillons toujours en équipe, de trois ou quatre soigneurs, jamais seul, avec celui qui tien l'étalon et le collecteur du même côté du cheval (côté gauche de la jument). Une fois qu'il est monté, la verge du cheval est alors détournée par l'opérateur qui l'insère dans le vagin artificiel et le sperme est recueilli dans le biberon de récupération du sperme. Cela dure quelques secondes, le vagin est ensuite retiré soigneusement du pénis, il est mis en position verticale et vidé de l'eau chaude pour essayer de récupérer la totalité de l'éjaculat et évité un contact prolongé de l'éjaculat avec la paroi interne du vagin chaude, puis il est directement acheminé vers le laboratoire qui se



Figure 07 : les étapes de la récolte de sperme.

1.3.3. Sélection des éjaculats pour l'insémination :

Dans notre expérimentation, seulement les éjaculats avec une concentration en spermatozoïdes qui est supérieur à 100×10^6 spermatozoïdes /ml et une mobilité individuelle égale ou supérieure à 75% ont été utilisées pour la cryoconservation.

1.4. Evaluation des semences après la récolte :

Une fois arrivé au laboratoire, le biberon de collecte été retiré du vagin artificiel et le filtre contenant le gel été immédiatement retiré du biberon afin d'éviter toute infiltration de gel dans la portion sans gel de l'échantillon de sperme récolté.

Avant d'accéder à l'évaluation, tout le matériel entrant en contact avec la semence, ainsi que les milieux de dilution étaient préchauffés à la température corporelle, et la fraction sans gel récupérée a subi les tests suivants :



Figure 08 : *le vagin artificiel acheminé au niveau du laboratoire.*

1.4.1. Examen macroscopique :

Une fois la semence au niveau du laboratoire le volume sans gel, la couleur et l'aspect sont estimés :

1.4.1.1 Volume :

Le volume en ml a été évalué par lecture directe sur les graduations du tube de collecte. La mesure du volume été nécessaire pour calculer le nombre total de spermatozoïdes contenus dans l'éjacula.

1.4.1.2. Couleur et aspect :

La couleur et l'aspect des éjaculats étaient évalués à l'œil nue afin de détecter la présence éventuelle de sang, d'urine ou de pus dans l'éjaculat.

1.4.1.3. Détermination de la concentration :

La concentration en spermatozoïdes par **ml** de sperme était déterminée en utilisant un photomètre Minitube (SDM1) calibré sur la semence équine. Où un échantillon de sperme

bien mélangé est chargé au niveau de l'extrémité de la microcuvette en utilisant une pipette jetable, la surface externe de la cuvette est bien nettoyée pour éliminer tout excès du sperme et la microcuvette est insérée par la suite au niveau de l'appareil, une fois le tiroir est fermé la lecture et le calcul de la concentration sont activés.



Figure09 : un photomètre Minitube.

1.4.2. Examen microscopique :

1.4.2.1. Mobilité massale :

Immédiatement après évaluation macroscopique, le volume de la semence exempte de gel était analysé par le dépôt d'une goutte de sperme entre lame et lamelle propres, secs et CX21).

Dans un premier temps, le sperme est évalué au faible grossissement (**x10**) afin d'apprécier de façon subjective la mobilité massale, c'est-à-dire les mouvements de réunion et de dispersion de spermatozoïdes. Une note variant de zéro à cinq est attribuée par l'observateur.

1.4.2.2. Mobilité individuelle :

Une dilution au 25×10^6 SPZ/ml est nécessaire pour l'estimation de la mobilité individuelle, cela à été fait par l'ajout d'une goutte de sperme dans un épandorphe rempli de 1.5 ml de diluer.

Le sperme est examiné au fort grossissement (**x40**). Le taux des spermatozoïdes mobiles est calculé en examinant **100 spermatozoïdes** dans quatre champs microscopiques, celle-ci s'exprime en pourcentage (**note de 0 à 100%**).

2. Etapes d'insémination et de saillie :

2.1. Insémination artificiel :

2.1.1. Préparation de la jument :

- Mettre la jument dans la barre d'insémination ou l'entraver.
- Mettre un protège-queue ou une bande de queue à usage unique. Attacher la queue.

✎ Lavage de la jument :

***A la douchette :**

- Mettre 1 gant à usage unique.

-1er lavage : arroser la vulve de la jument à l'eau (tiède si possible) ; mettre un savon antiseptique (par exemple: Vétédine SavonND) sur le gant. Laver la vulve de haut en bas, puis les côtés de la vulve, le dessous du clitoris et terminer par l'anus et la base de la queue.

Attention à ne pas introduire de l'eau savonneuse à l'intérieur du vagin en appuyant trop fort sur la vulve. Ne jamais revenir sur la vulve après avoir nettoyé la région alentour.

Arroser abondamment à l'eau le gant qui a servi à laver la vulve jusqu'à ce que l'eau qui s'écoule soit claire puis rincer la région vulvaire.

Effectuer au total trois lavages.

***Au seau :**

- mettre 2 gants à usage unique.

-mettre suffisamment de papier à usage unique (6 feuilles) dans un seau d'eau et réserver la main gauche pour prendre ce papier dans le seau afin que cette main soit toujours propre et ne souille pas l'eau. Effectuer le 1er lavage de la jument (avec la main droite). Avec la main gauche, faire écouler l'eau du papier absorbant sur le gant de la main droite pour le rincer (se positionner à côté du seau). Mouiller à nouveau le papier, le prendre dans la main droite afin de rincer la vulve.

-recommencer un 2ième lavage, puis un 2ième rinçage, puis un 3ième lavage et enfin un 3ième rinçage. Ne pas laver l'anus, ni la base de la queue lors du 3ième lavage afin de ne pas souiller la vulve avec les eaux d'écoulement.

***Séchage :**

Prendre une feuille de papier absorbant sec et essuyer la vulve, puis les côtés de la vulve,

puis le dessous et enfin l'anus et la base de la queue. La feuille de papier absorbant doit être propre à la fin de l'essuyage. Ne pas oublier d'essuyer les gouttes présentes sur la poche de queue.

Afin de préserver l'appareil génital de la jument, il est important de veiller à ne pas y introduire de germes externes. Dans ce but ce protocole de lavage-rinçage-séchage doit être respecté.

2.1.2. La préparation des doses :

Les grands principes à respecter dans la préparation des doses visent :

- 1) à préserver le pouvoir fécondant de la semence :
 - raccourcir la durée pendant laquelle la semence reste à 35°C
 - supprimer l'effet du plasma séminal par dilution (1 volume de sperme pour au moins 2 volumes de diluer) ou par récolte à vagin ouvert
 - éviter les chocs thermiques et mécaniques
- 2) apporter une dose nécessaire et suffisante à la jument :
 - un nombre suffisant de spermatozoïdes totaux (≥ 200 millions en sperme frais ou ≥ 400 millions en sperme congelé)
 - un volume de la dose compris entre 10 et 20 ml (frais ou réfrigéré). (P.Allier ;al 2014).

2.1.3. Insémination artificiel proprement dite :

La technique idéale pour travailler en conditions stériles est d'utiliser un double gant sur la main introduite dans le tractus génital. Avec cette technique, les souillures de l'entrée de l'appareil génital restent sur le gant externe et la main introduite jusqu'au col est alors plus propre.

Le double gant est utilisé de la façon suivante :

- Enfiler un gant stérile
- Prendre le cathéter d'insémination et le protéger dans le creux de sa main comme précédemment
- Enfiler le deuxième gant à moitié.
- Couper le bout du deuxième gant et en tenir l'extrémité coupée dans sa main.
- Lubrifier le dos de la main à l'aide de gel stérile non spermicide.
- Introduire sa main dans l'appareil génital et lâcher le deuxième gant après avoir passé la vulve.
- Retenir l'avancée du deuxième gant avec la main libre pendant la progression de la

Tableau 2 : tableau récapitulatif des juments inséminées et suivies :

étalons	date	volume récolté	volume filtré	volume de lait	juments inséminées	OBSERVATION	résultat
SNOOPI	11/03/2020	40 ml	30 ml	60 ml	étoile de brugere		POSITIVE
	24/03/2020	80 ml	70 ml	140 ml	DJAMOUH		
	27/03/2020	120 ml	100 ml	200 ml	AL BASHEQ		POSITIVE
					SMINA	1er cycle	NEGATIVE
					MANIGANCE		
	30/03/2020	120 ml	90 ml	180 ml	TARQUIA	1er cycle	NEGATIVE
					MANIGANCE		NEGATIVE
16/04/2020	55 ml	50 ml	100 ml	SMINA	2eme cycle	NEGATIVE	
				MAGHRABIA		NEGATIVE	
18/04/2020	80 ml	70 ml	140 ml	SMINA		NEGATIVE	
				TARQUIA	2eme cycle		
HOBBOB	05/05/2020	130 ml	100 ml	200 ml	GALMIA		
					AL MANSOURIA		NEGATIVE
	07/05/2020	130 ml	100 ml	200 ml Lait frais	GALMIA		NEGATIVE
					BEDOUIA		
					RACHA		
11/06/2020	120 ml	90 ml	180 ml	RIMEHE		NEGATIVE	
				BEDOUIA		Positive	
13/06/2020	130 ml	90 ml	180 ml Lait réfrigéré	BINT MUNJIZ			
15/06/2020	120 ml	40 ml	80 ml Lait frais	BINT MUNJIZ		Positive	
PRINCE DEU BRUGERE	19/03/2020	40 ml	30 ml	60 ml	RIMEHE		
	22/03/2020	70 ml	65 ml	130 ml	SAMARIS		
					SAMARIS		
	25/03/2020	70 ml	60 ml	120 ml	GRAINE DL		
					ASSILA		
	27/03/2020	90 ml	80 ml	160 ml	GRAINE DL		
					ASSILA		
	29/03/2020	65 ml	50 ml	100 ml	GRAINE DL		Négative
					ASSILA		Négative
	26/05/2020	35 ml	30 ml	60 ml	MANIGANCE		Négative
ALFABETO DU CROATE	15/03/2020	120 ml	100 ml	100 ml	BOUS I		
DJAMAL ELMESK	26/03/2020	90 ml	80 ml	160 ml	NISSAB		
					GAMRA		POSITIVE
					DJAOUHARA		
	28/03/2020	130 ml	120 ml	240 ml	SOURAYA		
					NISSAB		POSITIVE
					DJAOUHARA		
					SOURAYA		POSITIVE
					PS O/SOUF		
	31/03/2020	110 ML	90 ML	180 ML	ZARGA		
					MIRA		NEGATIVE
					SEBHA		
					PS O/SOUF		
					MARIHA		
	02/04/2020	70 ml	60 ml	120 ml	DJAOUHARA		NEGATIVE
					ZARGA		POSITIVE
					SEBHA		POSITIVE
					PS O/SOUF		
	06/04/2020	60 ml	50 ml	100 ml	MARIHA		POSITIVE
					PS O/SOUF		
					HANANE		
	13/04/2020	85 ml	70 ml	140 ml	SIDI OUADAH		
	15/04/2020	65 ml	60 ml	120 ml	HANANE		POSITIVE
					SIDI OUADAH		NEGATIVE
	23/04/2020	75 ml	70 ml	140 ml	MIRA		
					EL KHADEM		
					DJAOUHARA		
	25/04/2020	75 ml	70 ml	140 ml Lait réfrigéré	MIRA		POSITIVE
					EL KHADEM		
	27/04/2020	65 ml	60 ml	120 ml Lait frais	DJAOUHARA		NEGATIVE
EL KHADEM							
08/05/2020	130 ml	100 ml	200 ml Lait réfrigéré	AMOUIJ		POSITIVE	
				JAZIRA			
10/05/2020	75 ml	70 ml	140 ml Lait frais	JAZIRA		NEGATIVE	
				ROSA			
				OUARDA		NEGATIVE	
14/05/2020	70 ml	65 ml	130 ml Lait frais	ROSA			
				GHAZZA		POSITIVE	
				HEBIB TAMDA		NEGATIVE	
07/06/2020	95 ml	90 ml	180 ml Lait frais	KENZA		POSITIVE	
				HEBIB TAMDA			
09/06/2020	55 ml	50 ml	100 ml Lait réfrigéré	FAYCAL ALZ			
				BOUAZZA BAI		NEGATIVE	

Les tableaux suivants représentent les résultats de notre expérimentation et les diagnostics de gestation du lot expérimental des juments inséminées artificiellement.

En remarque que le taux de gestation chez les femelles inséminées est de 34,21% c'est-à-dire les 13 juments inséminées ont conçu par rapport à l'ensemble des juments inséminées 38.

Discussion

Discussion :

Parmi les techniques de reproductions assistées nous pouvant classés la technique d'inséminations artificielle comme étant la plus ancienne et la plus utilisé en reproduction chez les différentes espèces et plus précisément l'espèce équine.

Le bute de l'insémination artificielle est de réduire l'utilisation des étalons par rapport aux juments inséminées, faire circulé les gènes des meilleurs étalons dans le monde entier, réduire la transmission des germes véneriennement transmissibles (MCE, Dourine, AIE,...etc.) par le traitement rigoureux des semences, favoriser les chevaux de courses ou des chevaux athlètes par la récoltes durant les périodes non compétitifs, évité les accidents durant les saillies naturelles.

De ces avantages on peut citer un autre avantage est que le recours à l'insémination artificielle chez la jument n'interfère pas avec une bonne fertilité ou bien une bonne fécondité, suite à ces avantages on a trouvé que les taux de fécondation chez les groupes inséminés par rapports aux groupes saillies n'étaient pas similaires.

Nos résultats sont différent a ceux citées par **(HUGHES et AL, 1970)** qui ont trouvé un bon taux de gestation 78.9% et 67.4% suite à l'insémination artificielle de 218 par trois étalons pur-sang anglais, ils ont attribué les baisses des taux de gestation au fait que certaines juments non pas poulinés depuis une longue période.

Selon **(Pickett,1994)**, les facteurs primaires qui affectent la fertilité en utilisant l'insémination artificielle est le nombre et la qualité des spermatozoïdes dans le temps et la fréquence de l'insémination, le volume, les manipulation de la semence, les dilieurs de la semence et l'hygiènes des produits et des équipements utilisés ; le nombre des SPZ varie selon le type d'insémination et dépend de l'âge des étalons, le saison de l'année, la taille des testicules, la fréquence des collectes et le comportement sexuelle des étalons.

Autres facteurs qui affectent en général est la fertilité ultérieur de l'animal, la nutrition, les maladies, la concentration hormonale dans le sang et le management.

Conclusion

Conclusion :

Dans notre travail nous concluons que l'utilisation de l'insémination artificielle n'a pas montré son utilité dans notre expérimentation et ceux par rapport à un nombre de femelle moins important, une mauvaise efficacité en matière de taux de gestation à celle de la saillie naturelle, une gestion et un suivi des chaleurs plus rigoureux pour éviter l'utilisation à tort et à travers des étalons et en fin un choix plus prestigieux de la race et de la qualité de l'étalon reproducteurs de point de vue transport et disponibilité.

Références
Bibliographiques

1. **Margat, B. Ferry. (2017)** institut français de cheval et de l'équitation Reproduction Techniques d'insémination artificielle.
2. **BALL, B.A., LITTLE, T.V., HILLMAN, R.B. et WOODS, G.L. (1986)** Pregnancy rates at days 2 and 14 and estimated embryonic loss rates prior to day 14 in normal and subfertile mares. *Theriogenology*. 1986. Vol. 26, n° 5, pp. 611-619.
3. **BARRIER-BATTUT, I. (2010)** Insémination en frais, comment préparer les doses de semence. Le nouveau praticien vétérinaire : Equine. 2010. Vol. 6, n° 22, P78-82.
4. **Barrier-Battut, I., 2010.** *Equine*. 2010. Vol. 6, n° 22, P78-82).
5. **BARRIER-BATTUT, I., LE POUTRE, N., TROCHERIE, E., HECHT, S, GRANDCHAMP DES RAUX, A., NICAISE, J.L., VÉRIN, X., BERTRAND, J., FIÉNI, F., HOIER, R., RENAULT, A., EGRON, L., TAINTURIER, D. et BRUYAS, J.F. (2001)** Use of Buserelin to induce ovulation in cyclic mare. *Theriogenology*. 2001. N° 55, pp. 1679-1695.
6. **Batellier F., Vidament M., Noue P., Clément F., Magistrini M., Palmer E. (1998)** Les techniques d'insémination artificielle. Le Point Vétérinaire, 29 (189), P53-59.
7. **Bergfelt DR, Adams GP. (2011)** Chapter 216. Luteal development. In: *Equine reproduction*. 2nd éd. Wiley-Blackwell; P2055-64.
8. **Brinsko, Blanchard. (2011)** the effect of dual-hemisphere breeding on stallion fertility.
9. **Brinsko, Blanchard. (2011)** the effect of dual-hemisphere breeding on stallion fertility.
10. **CLEMENT, F. (2013)** *Gestion de la jument*. 7ème édition. Les Haras Nationaux. Guide pratique).
11. **COLLECTIF. (2009)** *Insémination artificielle équine. Guide pratique*. 4^{ème} édition. Les Haras Nationaux.
12. **COLLECTIF. (2009)** *Insémination artificielle équine. Guide pratique*. 4ème. Les Haras Nationaux.
13. **Druet V. (2005)** Influence des facteurs environnementaux sur la reproduction de la jument [Internet] [Thèse de doctorat vétérinaire]. Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort ; [cité 29 juin 2016]. Disponible sur : <http://theses.vet-alfort.fr/telecharger.php?id=66>.
14. **F. Grosbois. (2014)** www.haras-nationaux.fr/information/accueil.../induction-de-lovulation
15. **Grosbois F. (2014)** www.haras-nationaux.fr/information/accueil.../induction-de-lovulation.
16. **Barrier, P.Doligez. (2017)** <https://journals.openedition.org/insitu>.
17. **Journal of reproduction and fertility. (1982)** Vol. 32, pp. 193-198.

18. **Katila T. (1997)** Procedures for sperm handling fresh stallion semen. *Theriogenology*, 48, 1217-1227.
19. **Kenney R.M., Bergmann R.V., Cooper W.L., and Morse G.W. (1975)** Minimal contaminations techniques for breeding mares: techniques and preliminary findings. *Proc. 21st Am. Assoc. Equine Pract.*, 327-336.
20. **Löfstedt R.M. (2011)** Chapter 180. Diestrus. In: *Equine Reproduction*. 2nd éd. Wiley Blackwell; P1728-31.
21. **M. Vidament, A. Mouret Lafage, B. Ferry, A. Margat. (2017)** www.harasnationaux.fr/information/accueil.../gestion-des-juments-en-iac.html.
22. **M. Vidament, A. Mouret Lafage, B. Ferry, A. Margat. (2017)** www.harasnationaux.fr/information/accueil.../gestion-des-juments-en-iac.html.
23. **McCue PM, Scoggin CF, Lindholm ARG. (2011)** Chapter 179. Estrus. In: *Equine Reproduction*. 2nd éd. Wiley-Blackwell; P1716-27.
24. **MOURIER, E. (2010)** Le moment de l'insémination, l'insémination artificielle post-ovulation chez la jument. *Le nouveau praticien vétérinaire : Equine*. 2010. Vol. 6, n° 22, pp. 70-76.
25. **Palmer E. (1984)** Factors affecting stallion semen survival and fertility. *Proc. 10th Int. Cong. Anim. Reprod. Artif. Insem.*, P377.
26. **Palmer E., Silva R., Guillaume D., Magistrini M., Vidament M. (1999)** Prediction of decreased fertility in old stallions by hormonal analysis. *J. Reprod. Fert., Suppl.* (in press).
27. **Parachini-Winter CLB. (2014)** Mise en évidence et suivi par échographie ovarienne transrectale de nouveaux critères pour identifier le follicule dominant et déterminer l'imminence de l'ovulation chez la jument en oestrus - comparaison de différents échographes [Thèse de doctorat vétérinaire]. Faculté de Médecine, Nantes.
28. **Suleiman N. (2018)** l'insémination artificielle chez l'espèce équine dans la région de Mostaganem, P22.
29. **VIDAMENT M. (2005)** Savoir bien acheter et bien utiliser le sperme congelé équin. Les Haras Nationaux.
30. **Vidament M., Ecot P., Dupéré A.M., Noue P., Bourgeois C., Couty I., Yvon J.M., Magistrini M., Palmer E. (1998)** La semence congelée d'étalon : améliorations récentes. 24^e Journée de la recherche équine, Institut du Cheval, département DEFI, INA, Paris, P25-38.
31. **WOODS, Bergfelt, Ginther. (1990)** Effects of time of insemination relative to ovulation on pregnancy rate and embryonic-loss rate in mares. Gamete lifespan in the mare's genital tract. [*Equine Vet J.* 1990].

- 32. WOODS, JEANINE, BERGFELT, D. R. et GINTHER, O. J. (1990)** Effects of time of insemination relative to ovulation on pregnancy rate and embryonic-loss rate in mares. *Equine veterinary journal*. 1990. Vol. 22, n° 6, pp410–415.