

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université SAAD Dahleb Blida -1-
Faculté des Sciences Biologique
Département de Biologie Population des Organismes (BPO)



Mémoire en vue de l'Obtention du Diplôme de Master en
Biologie
Spécialité : **Reproduction Animale**
Thème :

***Etude de la qualité des follicules préovulatoires par
Echographie chez la vache***

Présenté par :

MECHMECHE Djallel Abdelkader

RAHOU Mohamed Zakaria

Devant le jury composé de :

AYADI Radhia	M.C.B, FSVB Blida	Présidente
BESSAED Amine	M.C.B, FSVB Blida	Examineur
ADEL Djalel	M.C.A, ISV Blida	Co promoteur
KAIDI Rachid	Professeur, ISV Blida	Promoteur

Année universitaire : 2015 -2016

Résumé

En raison de son origine multifactorielle et de ses conséquences économiques, l'infertilité doit être considérée comme une maladie de reproduction.

Cette étude sur les follicules préovulatoire démontre la multiplicité des facteurs responsables de problèmes de reproduction et la complexité de leurs relations. Elle avait entre autres buts d'attirer l'attention du praticien sur plusieurs points essentiels.

L'étude a été réalisée sur 35 vaches en période d'œstrus, au niveau de différentes régions de la Wilaya de Sétif.

Deux examens échographiques à 24h d'intervalle basés sur la mensuration des follicules pré ovulatoires et la mise en évidence de l'ovulation, avec prise du BCS pour chaque vache afin de démontrer l'influence de la taille et du bilan énergétique négatif sur l'ovulation. Ces derniers ont révélé que 63% des follicules avec un diamètre ≤ 25 mm avait ovulé et que 14% des vaches présentant un BCS inférieur à 3 ne l'avaient pas.

Nos résultats ont montré aussi que la moyenne des follicules préovulatoires est de $18,5 \pm 5$ mm, avec une moyenne plus élevée chez la race laitière Prim Holstein qui est de 20,6mm.

Un 3ème examen échographique a été réalisé sur les 12 vaches qui présentèrent des problèmes d'ovulation et qui avaient reçu une injection de GnRH, afin de démontrer l'efficacité du traitement hormonale sur l'induction de l'ovulation. Ce dernier a révélé un taux d'échec de 75%.

A la fin de notre étude, nous avons conclu qu'un bilan énergétique négatif influence indirectement la croissance folliculaire. Et que les injections d'hormones ne peuvent corriger ni le manque en énergie, ni le retard d'ovulation. Toutefois, dans des cas particuliers, l'utilisation de l'injection ovulatoire peut augmenter le taux de succès de l'insémination ou éviter la formation d'un kyste ovarien.

Mots clés : Follicules préovulatoire, ovulation, BCS, échographie, kyste ovarien.

Abstract

Because of its multi-factorial origin and its economic consequences, infertility must be considered as a production is disease.

This study on pre ovulatory follicles demonstrates the many factors responsible for reproductive problems and the complexity of their relations. Other purposes were attract the attention of the practitioner on several key points.

The study was conducted on 35 cows in estrus, at different parts of the Setif wilaya. Two ultrasound exams 24 interval based on the measurement of pre-ovulatory follicles and the detection of ovulation ,until the take of BCS of each cow in order to demonstrate the influence of the size and the negative energy balance on ovulation. These revealed that 63% of follicles with a diameter ≤ 25 mm had ovulated and 14% of cows with a lower BCS 3 have not.

Our results also showed that the average diameter of prévoluatoires follicles is 18.5 ± 5 mm, with a higher average for the Prim Holstein breed which is 20.6mm.

A third ultrasound examination was performed on 12 cows that presented problems with ovulation and received an injection of GnRH, to support the effectiveness of hormonal treatment on the induction of ovulation. This latter a revealed failure rate of 75%.

At the end of our study, we concluded that a negative balance energitic indirectly influences follicular growth. And, the injections of hormones can not correct neither lack of energy, or delay ovulation. However, in special cases, the use of ovulatory injection can increase the success rate of artificial insemination or prevent the formation of ovarian cysts.

Keywords: pre-ovulatory follicles, ovulation, BCS, ultrasound, ovarian cysts.

ملخص

يجب اعتبار العقم كمرض من أمراض التكاثر و ذلك لتعدد أسبابه و انعكاساته السلبية على الاقتصاد.

وقد أجريت الدراسة على 35 بقرة في مناطق مختلفة من ولاية سطيف، وهذه الفحوصات باستعمال الموجات فوق الصوتية على أساس قياس جريبات ما قبل الإباضة والكشف عن الإباضة، مع الأخذ بعين الاعتبار متوسط حجم كل بقرة من أجل إظهار تأثير حجم وتوازن الطاقة السلبية على الإباضة. و قد أظهرت النتائج التي توصلنا إليها أيضا أن متوسط الجريبات قبل الإباضة هو 5 ± 18.5 مم، مع متوسط مرتفع لدى الهولشتاين و الذي يقدر ب 20.6 مم. وكشفت هذه الدراسة أن 63% من الجريبات التي يبلغ قطرها 25 ملم أو اقل قد اباضت و14% من الأبقار ذات التوازن السلبية للطاقة لم تبض. تم إجراء فحص الموجات فوق الصوتية ل12 بقرة التي عرفت مشاكل في الإباضة وتم دعمها هرمونيا وكانت نسبة الفشل 75%. في نهاية الدراسة استخلصنا أن التوازن السلبية للطاقة يؤثر بشكل غير مباشر على النمو الجريبي. وأن الحقن الهرموني لا يمكنه تصحيح فعل نقص الطاقة، أو التأخر في الإباضة. لكن، في حالات خاصة، استخدام الهرمونات يمكن أن يزيد من نسبة نجاح التلقيح الاصطناعي أو منع تشكيل كيبسات المبيض.

كلمات البحث: جريب ما قبل الإباضة، الإباضة، توازن لطاقة السلبية، الموجات فوق الصوتية، كيبسات المبيض.

REMERCIEMENTS

À Madame AYADI.R

Maitre de conférences B à la Faculté Des Sciences Biologique, pour nous avoir fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de mémoire. Remerciements respectueux.

À Monsieur Bessad.A

Maitre de conférences B à la Faculté Des Sciences Biologique pour avoir accepté d'examiner notre travail et de faire partie de notre jury de mémoire. Nous lui sommes très reconnaissants pour tout le temps qu'il nous a consacré. Remerciements respectueux.

À Monsieur ADELE.D

Maitre Assistant A à l'Institut des Sciences Vétérinaires Blida, pour avoir accepté d'examiner notre travail et de faire partie de notre jury de mémoire. Nous lui sommes très reconnaissants.. Remerciements respectueux.

À Monsieur KAIDI.R

Professeur à l'institut des sciences vétérinaires de Blida, qui nous a aidés tout au long de la réalisation de ce travail. Nous lui sommes reconnaissants pour tout le temps qu'il nous a consacré ainsi que pour toutes les commodités offertes au long de la réalisation de notre mémoire. Très sincères remerciements.

À tous les vétérinaires et inséminateurs qui nous ont aidés dans la réalisation de ce travail :

**Dr. MECHMECHE MOHAMED, Dr. BAADJ Wahiba.
Lyamine, Kechichi, et Razik.**

À tous les enseignants de la faculté l'ISV et des sciences biologiques de Blida qui ont contribué a notre formation.

DÉDICACE

MECHMECHE DJALLEL

À mon Idole, mon Père de m'avoir fait aimer ce noble métier, et toutes les commodités qu'il m'a offertes pour que je puisse le pratiquer. Merci pour tout, je t'aime Papa.

À ma Mère et mes sœurs Nihel et Dina pour leur soutien, amour et patience durant ces longues années d'études, qu'ils trouvent ici un modeste témoignage de tout l'amour que j'ai pour elles.

À toute la famille Rahou pour leur accueil chaleureux.

À mes chers collègues de cette promo : Hamidou, Djilleli, Lilya, et Safa.

À mes chers amis : Zaki, Youcef, et Didi.

DÉDICACE

RAHOU ZAKI

A mon chère PAPA qui m'a permis de réaliser mon plus grand rêve.

A Maman qui a souffert pour que je sois grand à éducation durable.

A mes chères sœurs Farah et Nesrine, et mon aimable frère Mouhib eddine pour leur soutien affectif.

À mes chers collègues de cette promo : Hamidou, Djilleli, Hamza

À mon cher ami Djallel pour ces beaux moments qu'on a passés durant la réalisation de notre projet.

Tables des Matières

Résumé	
Remerciement	
Tables des Matières	
Liste des illustrations et tableaux	

Partie I : Bibliographie

CHAPITRE I : Physiologie de la reproduction

Introduction	01
I.1. Physiologie de la reproduction	02
I.1.1. Notion sur la régulation de la cyclicité de la vache	02
I.1.1.1. Evénements reliés à l'œstrus et à l'ovulation	02
I.1.1.2. Lutéolyse précède l'œstrus et l'ovulation	02
I.1.1.3. Sélection d'un follicule	03
I.1.1.4. Montée de la sécrétion d'œstrogènes précède l'œstrus et l'ovulation	03
I.1.1.5. Pic de LH	03
I.1.1.6. Ovulation	04
I.1.2. Aspects morphologiques du développement folliculaire	05
I.1.2.1. Phase de croissance	05
I.1.2.1.1. Follicule primordial	05
I.1.2.1.2. Follicule primaire	05
I.1.2.1.3. Follicule secondaire	06
I.1.2.1.4. Follicule tertiaire	06
I.1.2.1.5. Follicule mûr ou follicule de DeGraaf	06
I.1.2.2. Phase de maturation	07
I.1.3. Atrésie	08
I.1.4. Notion de vagues folliculaire	08
I.1.5. Notion de recrutement, sélection et dominance	09

CHAPITRE II : Physiologie et Troubles de l'ovulation

II.1. Physiologie de l'ovulation	11
II.1.1. Déclenchement de l'ovulation	11
II.1.1.1. Changements fonctionnels des cellules folliculaires	11
II.1.1.2. Rupture de la paroi folliculaire	12
II.1.2. Paramètres de l'ovulation	13
II.1.2.1. Diamètre à l'ovulation	13
II.1.2.2. Site et latéralité des ovulations	13
II.1.2.3. Détermination du moment de l'ovulation	14
II.1.2.3.1. Pic de LH	14
II.1.2.3.2. Comportement d'œstrus	15
II.2. Ovulation et ses principaux troubles	15
II.2.1. Kyste	15

II.2.2.Ovulation retardée en cas de carence énergétique	16
II.2.3.Traitement des troubles de l'ovulation	17

CHAPITRE III : Application de l'échographie sur l'examen des ovaires.

III.1.Principe de l'échographie	18
III.2.Types de sondes	18
III.3.Choix de la fréquence des ultrasons	19
III.4.Examen échographique des ovaires	19
III.4.1.Echographie des follicules	20
III.4.2.Echographie du corps jaune	20
III.4.3.Echographie des kystes ovariens	21

Partie II : ETUDE EXPERIMENTALE

II.1.Problématique et objectifs	22
II.2.Matériels et Méthodes	23
II.2.1.Matériels	23
II.2.1.1.Population d'étude	23
II.2.1.2.Fiche signalétique	23
II.2.1.3.Traitement hormonale	23
II.2.1.4.Echographe	23
II.2.2.Méthodes	24
II.2.2.1.Protocole de travail	25
II.2.2.2.Condition a respecté pour un bon examen échographique chez les bovins	25
II.2.2.2.1.Choix du local d'examen	25
II.2.2.2.2.Contention des animaux	25
II.2.2.2.3.Nécessité d'un examen transrectal préalable	25
II.2.2.3.Réalisation d'examen échographique à l'aide d'une sonde linéaire transrectale..	27
II.2.2.4. Evaluation du BCS	29
II.3.Résultats	31
II.3.1 Quelques images échographiques de l'étude	33
II.3.2.Influence du score corporel sur l'ovulation	34
II.3.3.Influence de la taille des follicules sur l'ovulation	35
II.3.3.1. Détermination des diamètres des follicules préovulatoires	36
II.3.3.2. Diamètre optimale à l'ovulation	36
II.3.3.3. l'Influence de la race	37
II.3.4.Efficacité du traitement hormonale sur les troubles d'ovulation	38
II.4.Discussion	39
II.4.1.Influence du BCS	39
II.4.2.Influence de la taille	39
II.4.3. Efficacité du traitement hormonale	40
Conclusion	41
Recommandation	42

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

ANNEXES

- A. Liste des abréviations**
- B. Fiche signalétique**

Listes des illustrations et tableaux

A-Listes des figures:

Figure 1 : Régulation hormonale du cycle chez la vache (21)

Figure 2 : Coupe d'un ovaire schématisant le développement folliculaire (22)

Figure 3 : Vagues folliculaires au cours d'un cycle œstral chez la vache (23)

Figure 4 : Schéma expliquant la notion recrutement sélection dominance (24)

Figure 5 : Cascade d'événements déclenchés par le pic de LH en fin de phase folliculaire Du cycle et conduisant à l'ovulation du ou des follicule(s) préovulatoire(s) (25)

Figure 6 : Sonde sectorielle (Décante, 1990) (20)

Figure 7 : Sonde linéaire (Décante, 1990) (20)

Figure 8 : Echographe Vétérinaire portatif Draminski iSCAN (originale)

Figure 11: Vidange de l'ampoule Rectale (Ferme école COOPSSEL Sétif). (originale)

Figure 12 : Schéma présentant une palpation transrectale (28)

Figure 13 : Examen échographique des ovaires sur une vache en chaleur, les animaux sont à l'attache (système cornadis), (Coopérative Agricole "Ferme Ecole COOPSSEL" Sétif). (originale)

Figure 14 : image en 3D d'un Examen échographique de l'utérus (28)

Figure 15 : image échographique d'un ovaire contenant deux follicules en noir à gauche et un corps jaune échogène en gris plus foncé que le parenchyme ovarien bien délimité à droite (originale).

Figure 16 : Notation de l'état corporel (29)

Figure 18 : Secteur démontrant le pourcentage des vaches qui ont ovulé normalement (66%), et ceux présentant des trouble de l'ovulation

Figure 19 : Histogramme démontrant le pourcentage de l'influence du BCS<3 En fonction de l'ovulation

Figure 20 : Histogramme démontrant l'influence de la taille du follicule en fonction du pourcentage de l'ovulation

Figure 21 : Histogramme présentant le taux de réponse au traitement en fonction de l'ovulation

Figure 22 : Taille des follicules préovulatoires chez différentes vaches.

Figure 23 : Diamètre optimale des follicules préovulatoire pour l'ovulation.

B-Listes des tableaux :

Tableau 1 : Diamètre du follicule à l'ovulation chez différents mammifères (Baker, 1982 ; Monniaux *et al.* 1997 ; Driancourt *et al.* 2001) (26)

Tableau 2 : Latéralité des ovulations chez différentes espèces de mammifères (26)

Tableau 3 : Intervalle entre le pic de LH et l'ovulation chez différents mammifères (Driancourt *et al.* 2001 ; Monniaux *et al.* 2009) (27)

Tableau 4 : Signes d'oestrus et durée de l'intervalle oestrus-ovulation chez quelques mammifères (45)

Tableau 5 : Tableau démontrant les données et les mensurations des follicules dominants des 23 vaches du 1^{er} groupe

Tableau 6 : démontrant les données et les mensurations des follicules dominants des 12 vaches du 2^{ème} groupe

Tableau 7 : l'influence du bilan énergétique négatif sur l'ovulation

Tableau 8 : Tableau démontrant l'influence de la taille du follicule dominant sur l'ovulation

Tableau 9 : Tableau présentant le pourcentage de réponse des vaches au traitement

Partie I

Bibliographie

Introduction :

Cette synthèse de la littérature est consacrée à l'étude des follicules, à travers un examen échographique des structures ovariennes chez la vache. (1)

Lorsque la communication entre les organes participant au cycle ovarien est perturbée, cela se manifeste par des troubles de la fécondité et ou fertilité, les absences de chaleurs, les chaleurs silencieuses, les kystes, l'absence et le retard d'ovulation et les retours fréquents en chaleurs indiquant des «difficultés de communication hormonale».

Le manque en énergie se cristallise de plus en plus comme étant une cause majeure de l'infécondité et l'infertilité. Ces dernières années, les scientifiques ont mis en évidence d'intéressantes relations entre les troubles du métabolisme et les troubles de la fécondité. Il est dès lors possible d'expliquer les liens de cause à effet, tout à fait invisibles de l'extérieur, entre un approvisionnement déficient en énergie et les troubles de la maturation, de l'ovulation et de la fécondation de l'ovule.

Cette étude est consacrée à l'étude de la qualité des follicules, à travers un examen échographique des structures ovariennes chez la vache. Afin de visualiser au mieux l'importance des troubles de l'ovulation chez la vache en Algérie.

Les follicules sont aisément détectables par échographie, ce qui rend cette méthode idéale pour l'étude de la croissance folliculaire et l'ovulation.

Chapitre I

Physiologie de la reproduction

I.1. Physiologie de la reproduction

I.1.1. Notion sur la régulation de la cyclicité de la vache

Une bonne connaissance des hormones qui participent au mécanisme de la reproduction est fondamentale pour comprendre les troubles de la fécondité qui seront traités dans le deuxième chapitre.

Les différents organes qui participent à la reproduction communiquent entre eux par le biais d'hormones: tout en respectant une hiérarchie stricte selon le principe «commande et rétrocontrôle». Les organes participant au cycle sexuel sont l'hypothalamus, l'hypophyse, les deux ovaires et la matrice d'où la notion de la relation hypothalamo hypophyso ovaro utérine **(4)**.

I.1.1.1. Événements reliés à l'œstrus et à l'ovulation

La durée d'un cycle œstral normal chez la vache est de 21 jours et varie de 17 à 25 jours. Le contrôle de l'activité cyclique dépend en grande partie de l'équilibre entre les hormones sécrétées par l'hypothalamus, l'hypophyse, l'ovaire et l'utérus. L'ovaire est un organe très actif du point de vue endocrinien. Deux structures ovariennes sont principalement impliquées dans la production d'hormones : le corps jaune, qui produit la progestérone, et le follicule qui sécrète les œstrogènes, dont le plus connu est l'œstradiol-17 β . Le développement folliculaire et le fonctionnement du corps jaune sont intimement associés aux hormones sécrétées par l'hypothalamus et l'hypophyse, qui sont essentiellement la GnRH (Gonadotrophin-Releasing Hormone), la FSH (Follicle Stimulating Hormone) et la LH (Luteinizing Hormone). L'étude des follicules et de l'ovulation, passe nécessairement par la connaissance de la physiologie ovarienne. Le début de l'œstrus et le déclenchement de l'ovulation sont associés à un ensemble d'événements ayant déjà fait l'objet de travaux antérieurs et dont les principaux sont : la lutéolyse (ou régression du corps jaune), la sélection d'un follicule dominant, la montée du niveau d'œstrogènes et le pic de LH. La Figure 1 résume les principales caractéristiques et fonctions des hormones impliquées lors de l'ovulation chez la vache laitière. **(5)**.

I.1.1.2. La lutéolyse précède l'œstrus et l'ovulation

La phase lutéale, entre deux chaleurs, est caractérisée par la sécrétion de progestérone à des niveaux élevés par le corps jaune jusqu'à sa régression, aux jours 16-18 du cycle œstral **(6)**. La concentration élevée de progestérone (> 1-2 ng/ml) bloque la décharge de quantités importantes de LH et empêche ainsi l'œstrus et l'ovulation **(7)**. L'œstradiol (œstrogène), après sa montée du début de cycle, reste à un niveau faible **(8)**. Au cours de la phase lutéale, la LH sécrétée par l'hypophyse **(9)**, demeure un support indispensable à la sécrétion de progestérone **(10)**, La progestérone ainsi produite agit sur l'hypophyse pour diminuer la fréquence de sécrétion de LH **(11)**, À cause de cet effet inhibiteur de la progestérone sur la libération de LH, la diminution des concentrations plasmatiques de progestérone, qui survient lors de la lutéolyse, est essentielle au retour en œstrus de la vache.

C'est en 1956 que l'importance de l'utérus pour la régression du corps jaune chez la vache a été démontrée. Il faudra attendre 14 à 16 années pour isoler et synthétiser la prostaglandine F2a, le plus puissant des agents lutéolytiques connus à ce jour.

L'augmentation de la sécrétion des prostaglandines se manifeste pendant 2-3 jours (jours 16-17 du cycle). Les prostaglandines ont une action de courte durée et sont rapidement métabolisées dans les poumons et dans le foie pour être ensuite excrétées dans l'urine. Il est

donc important, pour avoir un effet, que la concentration locale de prostaglandines soit élevée. Sécrétées par les cellules de l'endomètre utérin, les prostaglandines sont relâchées dans la veine utérine qui passe à proximité de l'artère ovarienne où elles sont transférées par diffusion à travers les parois des deux vaisseaux et atteignent ainsi le corps jaune (42). La régression du corps jaune s'accompagne d'une diminution drastique de progestérone ce qui a pour effet indirect d'augmenter les niveaux d'oestrogènes (8). La synthèse des prostaglandines est aussi déclenchée par l'oestradiol qui stimule la synthèse de récepteurs d'ocytocine, facilitant et complétant ainsi l'action de cette dernière. L'oestradiol et l'ocytocine agissent donc en synergie pour initier la lutéolyse (12).

I.1.1.3.Sélection d'un follicule

Le développement folliculaire est un processus dynamique et continu tout au long du cycle œstral. Les gros follicules apparaissent à la surface de l'ovaire, régressent et sont remplacés par d'autres à un rythme plus élevé à la fin du cycle. Le follicule destiné à ovuler vient d'un pool de follicules en croissance et n'est identifiable que de 1 à 3 jours avant l'œstrus. Il existe différentes écoles concernant la dynamique de croissance folliculaire. Certains auteurs présentent la croissance folliculaire comme étant continue et constante. Certains auteurs concluent à deux vagues par cycle, tandis que d'autres soutiennent qu'il y en a trois. Quoi qu'il en soit, la sélection d'un follicule dominant est capitale car sa sécrétion d'œstradiol initiera la lutéolyse. Après le recrutement de 500 à 1000 follicules par cycle, un certain nombre d'entre eux sont sélectionnés pour finalement laisser la place au follicule dominant qui ira à l'ovulation. (12).

I.1.1.4.Montée de la sécrétion d'œstrogènes précède l'œstrus et l'ovulation

A un certain stade de son développement, le follicule devient dépendant des sécrétions de l'hypophyse. La FSH est alors indispensable à la survie et à la croissance du follicule, tandis que la LH stimule les cellules du follicule à produire de la pregnénolone, de la progestérone et des androgènes. Sous l'action de la FSH, les androgènes sont ensuite transformés en œstrogènes qui auront un triple effet (12):

1. stimuler l'hypothalamus à produire de la GnRH qui activera l'hypophyse à synthétiser et libérer la FSH et la LH ;
2. augmenter la sensibilité des cellules du follicule à l'action de la FSH ;
3. augmenter la réponse du follicule à la LH

I.1.1.5.Pic de LH

L'élévation de la concentration des prostaglandines à la fin de la phase lutéale entraîne une baisse importante de progestérone, qui atteint son niveau de base 48 à 72 heures après le pic de prostaglandines. La conséquence de ces phénomènes est la levée de l'inhibition de la décharge de LH et la montée de l'œstradiol qui va stimuler encore davantage la sécrétion pulsatile de LH. Ces pulsations de LH induiront le pic préovulatoire de LH qui joue un rôle prépondérant dans l'ovulation. Le rôle des œstrogènes, sécrétés dès le début de la phase préovulatoire, est primordial. Ces œstrogènes agissent sur l'hypothalamus pour accroître la sécrétion de GnRH et, par ce fait même, de LH et de FSH par l'hypophyse.

La sécrétion de LH induite par la GnRH est maximale à l'œstrus. Après que la lutéolyse soit complétée, la GnRH est libérée sous forme de pulsations qui induisent immédiatement la libération de LH, aussi sous forme de pulsations. Le pic de LH coïncide avec le début de l'œstrus dans seulement quelques cas. Généralement, ce pic survient 6 heures après le début

de l'œstrus et dure de 6 à 7 heures. Quant à œstrus, sa durée est de 6 à 30 heures avec une moyenne de 16 à 17 heures et l'ovulation suit 23 à 32 heures plus tard. Le moment du début de l'œstrus, du pic de LH et du déclenchement de l'ovulation varient donc d'une vache à l'autre, mais sont quand même intimement liés (12).

I.1.1.6.Ovulation

Après le pic préovulatoire de LH et de FSH, il se produit un arrêt de la libération de ces gonadotropines, qui n'est pas dû à l'épuisement de l'hypophyse en ces hormones, mais plutôt à son insensibilisation envers l'action de la GnRH pendant 72 à 96 heures. Aussitôt après l'ovulation, les cellules sanguines envahissent le follicule afin de former le corpus hemorrhagicum qui est le point de départ du corps jaune. Sous l'effet de la LH, la lutéinisation des cellules du follicule, commencée un peu avant l'ovulation, se continue. La FSH est par la suite relâchée de telle sorte qu'au tout début du cycle œstral (jours 3 à 5), il y a apparition d'un gros follicule sur l'ovaire et d'un pic d'œstradiol (12).

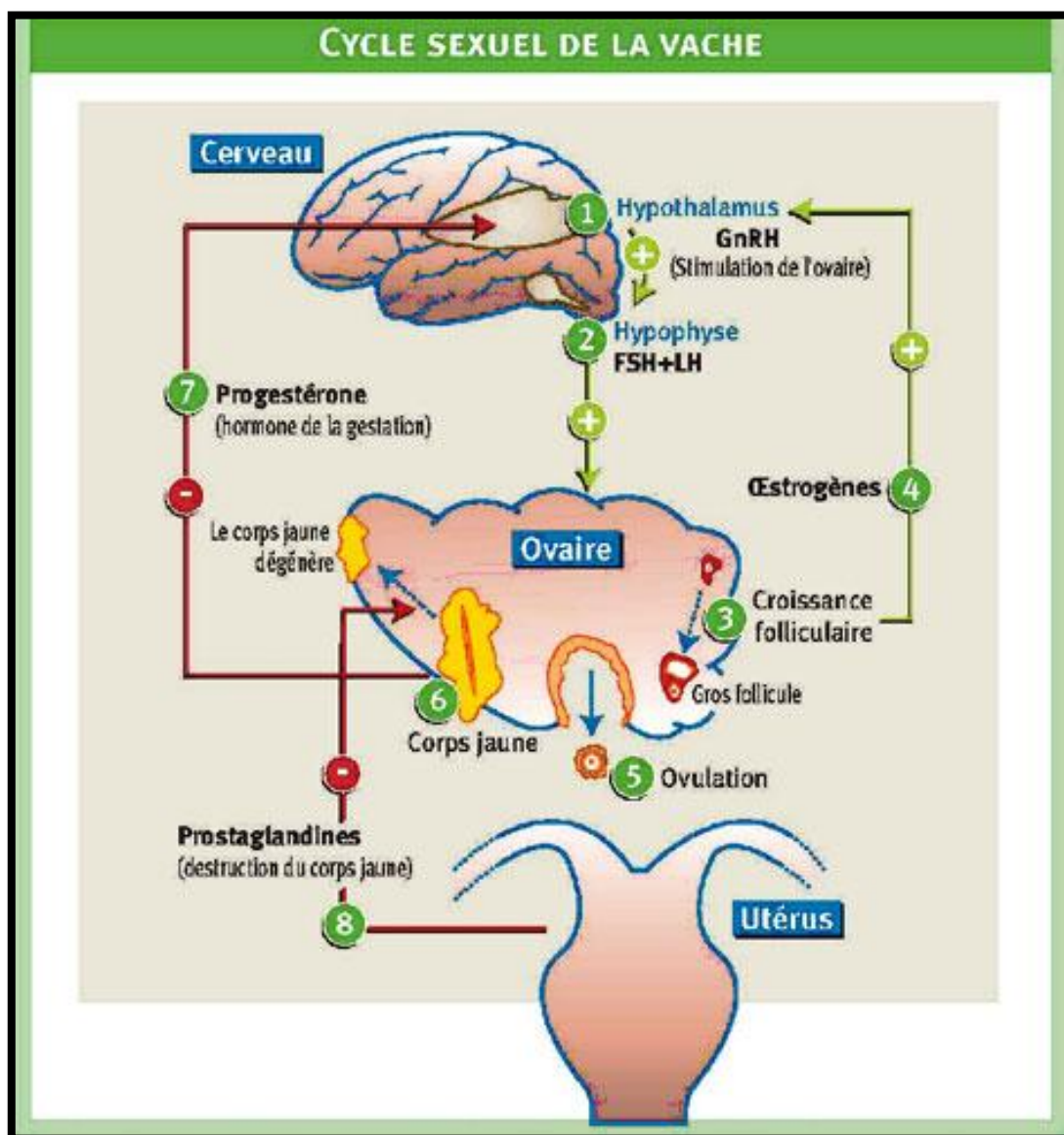


Figure 1 : Régulation hormonale du cycle œstrale chez la vache (21)

I.1.2.Aspects morphologiques du développement folliculaire

Les étapes du développement des follicules sont au nombre de trois : la phase de multiplication, la phase de croissance et la phase de maturation. Elles sont indissociables du développement de l'ovocyte qu'ils renferment. L'étude descriptive de la folliculogenèse serait incomplète si elle n'envisageait pas également un processus qui concerne la majorité des follicules présents à la naissance sur l'ovaire, à savoir, l'atrésie **(13)**. **(Voir Figure 2)**

Les cellules germinales souches se multiplient entre le 60e et le 170e jour de gestation. Se forme ainsi pendant la gestation un stock de 2 millions d'ovogonies qui, une fois la phase mitotique terminée, entament une division méiotique qui se trouve bloquée en prophase 1: elles se transforment ce faisant en ovocyte primaire. L'induction de la Méiose serait contrôlée par un facteur d'origine mésonéphrotique appelé MIS (Meiosis Inducing Substance), synthétisé par les cellules mésenchymateuses de l'ovaire. Le contact des ovogonies avec les cellules d'origine mésonéphrotique est donc indispensable pour assurer leur transformation en ovocytes primaires. A cette même période, quelques cellules endothéliformes et une membrane conjonctive dite basale, future membrane de Slavjanski, viennent entourer l'ovocyte primaire formant ainsi les follicules primordiaux qui représentent la réserve des cellules germinales d'où s'échapperont les follicules destinés à se développer et dont quelques-uns seulement arriveront à maturité. Cette phase de multiplication est, chez la plupart des mammifères, terminée avant ou peu après la naissance **(13)**.

L'importance du stock folliculaire ainsi constitué dépend de l'espèce (235.000 chez la vache) de la race, de l'individu, de l'âge, du niveau hormonal ou du statut de reproduction. Cette réserve folliculaire décline progressivement au cours de la vie de l'animal. Chez la vache, le nombre de follicules primordiaux a été estimé à 40.000 vers l'âge de 2 à 3 ans et à 2500 entre 12 et 14 ans **(13)**.

I.1.2.1.Phase de croissance

Cette phase de croissance ne concerne que 10 % du stock folliculaire. Comprise entre le moment où le follicule quitte la réserve folliculaire et celui de l'ovulation. Cette phase se caractérise par des modifications qui concernent tout à la fois le follicule et l'ovocyte qu'il renferme. Le développement folliculaire est continu et comprend les stades de follicule primordial, primaire et secondaire, constituant les follicules préantraux, puis les stades tertiaire et de DeGraaf représentant les follicules antraux **(13)**.

I.1.2.1.1.Follicule primordial

Centré par l'ovocyte I, il est entouré de quelques cellules folliculaires endothéliformes. Son diamètre moyen est de 40 µm. Habituellement localisé en périphérie de l'ovaire, il représente le stade folliculaire quiescent. L'ovocyte, de diamètre compris entre 20 et 35 µm, se trouve bloqué au stade diplotène de la prophase de sa première division méiotique (ovocytes primaires) par un polypeptide produit par la granuleuse des follicules primaires et secondaires: l'OMI (Oocyte Meiosis Inhibitor) **(13)**.

I.1.2.1.2.Follicule primaire

Se caractérise par l'augmentation du volume de l'ovocyte et par l'agencement à sa surface d'une couche régulière de cellules cubiques. C'est durant cette période que l'ovocyte synthétise et sécrète les glycoprotéines qui donneront naissance à une enveloppe hyaline poreuse: la

zone pellucide (ZP). D'une épaisseur d'une dizaine de microns, elle est constituée à 95 % de trois glycoprotéines, organisées en longs filaments interconnectés, appelées ZP1, ZP2, ZP3. La ZP3 forme avec la ZP2 des filaments qui sont pontés par la ZP1. Seule la glycoprotéine ZP3 est reconnue par le spermatozoïde et déclenche la réaction acrosomique. La ZP2 intervient lors de la fécondation en fixant transitoirement la tête du spermatozoïde pendant que celui-ci traverse la zone pellucide. La ZP1, composant le moins abondant (10 %), assure la stabilité de la zone pellucide jusqu'au stade blastocyttaire. Le diamètre du follicule primaire est compris entre 60 et 80 mm et celui de l'ovocyte qu'il renferme entre 30 et 40 mm (13).

I.1.2.1.3.Follicule secondaire

L'ovocyte a atteint son volume maximal. Il s'est entouré d'un pellucide bien différencié et de deux ou trois couches de cellules cubiques formant la granulosa.

L'ensemble est limité extérieurement par la membrane basale qui s'est transformée en membrane de Slavjanski constituée de collagène de type IV, de fibronectine, de laminine et de protéohéparane sulfate. Le diamètre du follicule secondaire est compris entre 200 et 400 mm. Celui de l'ovocyte est d'environ 60 mm (13).

I.1.2.1.4.Follicule tertiaire

Est dit cavitaire ou antral en raison de l'apparition au sein des couches de cellules folliculaires de petites cavités résultant de l'accumulation d'un transsudat plasmatique et de la sécrétion des cellules de la granulosa. Ces cavités finissent par confluer pour former l'antrum. Le follicule atteint à ce moment la taille de 3 à 4 mm et l'ovocyte un diamètre compris entre 100 et 130 mm. Le développement progressif de l'antrum entraîne la séparation des cellules de la granulosa en cellules du cumulus. Celles-ci se différencient en corona radiata, couche cellulaire entourant directement l'ovocyte. Ces cellules du cumulus oophorus et de la corona présentent de nombreuses zones jonctionnelles (GAP junction) qui constituent autant de moyens de communication entre l'ovocyte et la cavité folliculaire.

Le volume de l'ovocyte demeure inchangé mais les cellules qui l'entourent se disposent de manière radiée, d'où le nom de corona radiata donné à cette couche cellulaire péri-ovocytaire en continuité avec la granulosa par le cumulus oophorus. A ce stade, et chez tous les mammifères, le follicule cavitaire s'entoure, en dehors de la membrane de Slavjanski, d'une double enveloppe constituée par la thèque interne, et par la thèque externe formée d'un tassement de tissu conjonctif du stroma ovarien (13).

I.1.2.1.5.Follicule mûr ou follicule de DeGraaf

Représente la phase terminale du développement folliculaire. Cette phase ne concerne qu'un follicule sur 1000 entré en croissance. Le follicule mûr se caractérise par une taille maximale de 25 mm chez la vache, par un nombre maximal de cellules granuleuses et par une activité mitotique minimale de la granulosa. Gonflé de liquide, le follicule affleure en surface de l'ovaire. L'ovocyte demeure enfermé dans un massif cellulaire formé de la corona radiata et du cumulus oophorus. Les thèques interne et externe sont bien différenciées et la membrane basale est bien visible entre les cellules folliculaires et la thèque interne. Celle-ci est une glande à part entière. La thèque externe est de nature fibreuse. Une fois l'antrum formé, l'ovocyte entretient des échanges métaboliques avec le liquide folliculaire via les cellules du cumulus et avec le sang via les cellules de la granulosa et de la membrane basale.

L'augmentation progressive de la taille du follicule résulte davantage de la formation de l'antrum et de l'accumulation du liquide antral que d'une multiplication cellulaire. En effet, l'activité mitotique se réduit progressivement pour céder la place à une différenciation

cellulaire plus importante. Mesurée par l'index mitotique des cellules de la granuleuse, la vitesse de croissance du follicule évolue en fonction de son diamètre. L'index mitotique, le nombre et la distribution des follicules en croissance selon leur taille est par ailleurs très variable selon les individus (13).

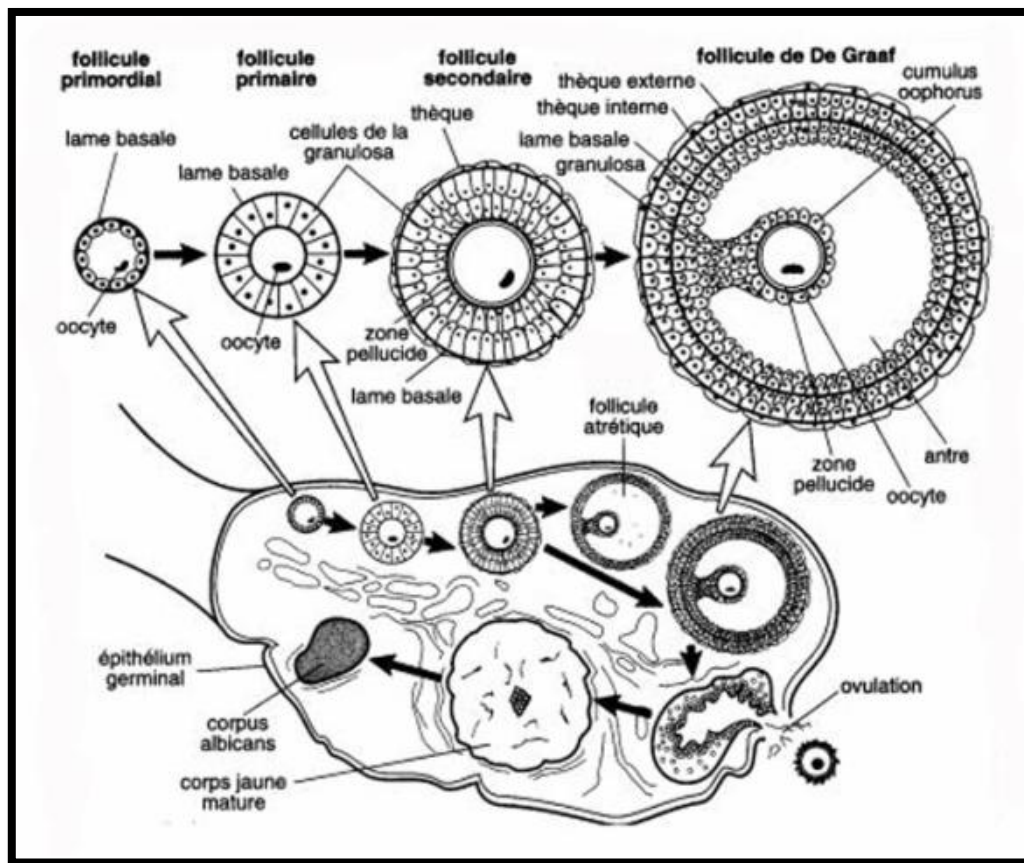


Figure 2 : Coupe d'un ovaire schématisant le développement folliculaire (22)

I.1.2.2.Phase de maturation

Elle concerne surtout l'ovocyte. Cette phase représente l'ensemble des modifications cytologiques et métaboliques permettant l'acquisition par l'ovocyte de l'aptitude à être reconnu et pénétré par le spermatozoïde, à assurer la formation des pronuclei paternel et maternel et à permettre, grâce à ses réserves (ARNm, ribosomes, protéines élaborés pendant la phase de croissance), le début du développement embryonnaire. Elle est induite par le pic ovulatoire. Elle implique des modifications nucléaires, cytoplasmiques et membranaires de l'ovocyte. Lorsque l'ovocyte a atteint 80 % de sa taille finale, il a acquis la compétence ou l'aptitude à réaliser sa maturation nucléaire proprement dite, c'est-à-dire la reprise de la méiose. Celle-ci correspond à la disparition de la membrane nucléaire, à la condensation des chromosomes et finalement à l'émission du premier globule polaire : l'ovocyte I se transforme en ovocyte II. Lors du cycle sexuel, la maturation nucléaire ne survient qu'après la décharge ovulante, elle prend fin juste avant l'ovulation lors de l'émission du premier globule polaire dans l'espace périvitellin ovocyttaire (13).

I.1.3. Atrésie

Encore appelée involution folliculaire, elle constitue le devenir de la majorité (99.9 %) des follicules présents dans l'ovaire des mammifères. Elle joue donc indirectement un rôle important dans la régulation du taux d'ovulation. Sa durée, ses causes et son mécanisme sont encore mal connus faute d'une détection précoce et fiable. Cytologiquement, elle n'est identifiable que chez les follicules primaires, secondaires ou tertiaires par la mise en évidence de pycnose (grains de chromatine condensée), ou d'apoptose (corps apoptotiques) dans les cellules de la granuleuse ou par l'identification de processus dégénératifs (opacification) au niveau de l'ovocyte. Biochimiquement, elle s'accompagne d'une augmentation des concentrations en enzymes lysosomales et en glycosaminoglycans ainsi que d'une diminution des concentrations en oestradiol. La granuleuse disparaît progressivement et le cumulus se dissocie. L'ovocyte dégénéré reste la dernière cellule identifiable. Sur le plan fonctionnel, la distinction entre les follicules atrétiques ou non peut être réalisée par la détermination du rapport de leurs concentrations en oestradiol/progestérone (13).

I.1.4. Notion de vagues folliculaires

Les études relatives à la cinétique des follicules ovulatoires ont fait l'objet de nombreuses controverses résultant vraisemblablement de méthodes d'étude différentes. Les études les plus anciennes ont été basées sur l'observation histologique ou macroscopique des ovaires après l'abattage des animaux, ou sur l'examen des ovaires par laparotomie après marquage des follicules au moyen d'un colorant. Certaines de ces études ont décrit la croissance folliculaire comme un phénomène continu indépendant du stade du cycle. D'autres ont, par contre, démontré la présence d'au moins deux périodes de croissance et/ou de régression au cours du cycle, la première apparaissant au début de la phase lutéale et évoluant vers l'atrésie, la seconde apparaissant en fin de phase lutéale, au moment de la lutéolyse, et aboutissant à l'ovulation (voir Figure 3).

Ces dernières années, la mise au point et le recours de plus en plus intensif à l'échographie ont permis de lever les controverses existantes et de décrire de manière plus précise la cinétique de la croissance folliculaire. De nombreuses études échographiques ont confirmé la théorie des vagues selon laquelle le développement folliculaire apparaît non pas de manière aléatoire mais sous la forme de croissances et de régressions synchrones de plusieurs follicules appelées vagues folliculaires.

Chaque vague consiste en l'émergence, tous les 7 à 9 jours environ, de plusieurs follicules, de diamètre égal ou supérieur à 5 mm, parmi lesquels, au bout de quelques jours, apparaîtra un follicule dit dominant.

A ce jour, et pour des raisons techniques (pouvoir de résolution des appareils, d'échographie), seule la cinétique des follicules de taille égale ou supérieure à 5 mm a été précisée, ce qui n'exclut pas que les follicules de taille inférieure évoluent selon le même schéma.

D'avantage étudié au cours du cycle sexuel, ce schéma de croissance folliculaire a également été décrit lors d'autres états physiologiques tels que les 45 voire 70 premiers jours de la gestation, la période prépubertaire et le postpartum (13).

Chez la vache, une à quatre vagues par cycle ont été décrites. Habituellement cependant, un cycle ne comporte que 2 ou 3 vagues, le follicule préovulatoire étant issu de la dernière vague. Si trois vagues sont observées, elles débutent habituellement aux jours 2, 9 et 16 du cycle. Si celui-ci n'en comporte que deux, elles apparaissent aux jours 2 et 11 du cycle.

La présence de 2 ou 3 vagues de croissance folliculaire entraîne des différences cliniquement décelables. Le cycle (21 vs 19 jours) et la phase lutéale (18 vs 16 jours) sont allongés si trois vagues de croissance folliculaire sont observées (13).

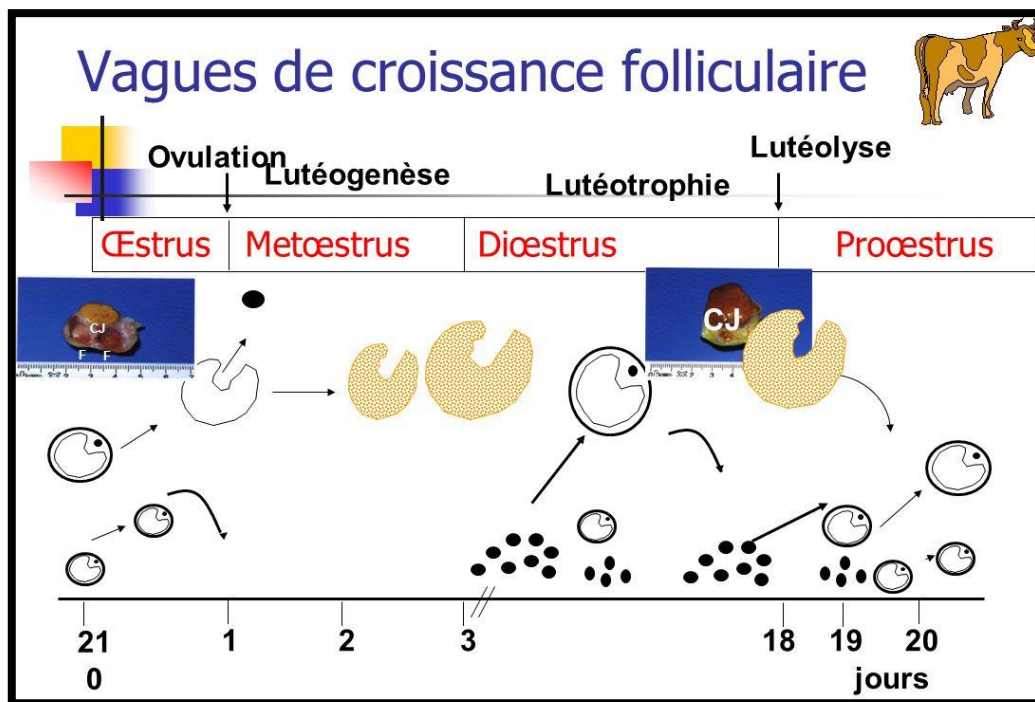


Figure 3 : Vagues folliculaires au cours d'un cycle œstral chez la vache (23)

I.1.5. Notion de recrutement, sélection et dominance

Le terme "recrutement" s'applique à tout follicule qui a dépassé le stade auquel habituellement la plupart des follicules deviennent atreétiques. Il concerne donc tout un ensemble de follicules entamant dans un environnement d'influence gonadotrope une maturation susceptible de les conduire à l'ovulation. Ce n'est pas un phénomène isolé ou lié au hasard. Habituellement, il concerne chez les ruminants 2 à 5 follicules de taille comprise entre 3 et 6 mm.

Le recrutement d'un nombre de follicules supérieur à celui nécessaire constituerait une garantie qu'au moins un follicule se trouve dans les conditions optimales de développement et de sensibilité à l'action de concentrations minimales de FSH.

Il a en effet été démontré que la destruction d'un follicule dominant au début ou en fin d'une vague de croissance folliculaire retardait dans le premier cas la régression des follicules de taille directement inférieure et entraînait dans le second cas un recrutement plus précoce des follicules lors de la vague suivante.

La disparition du follicule dominant se traduirait par une réaugmentation de l'hormone FSH qui permettrait au second follicule de devenir dominant à son tour.

La sélection fait référence au processus par lequel parmi les nombreux follicules en croissance, seuls arriveront au stade préovulatoire des follicules en nombre caractéristique de l'espèce ou de la race. Cette notion trouve sa confirmation dans la constance du nombre d'ovulations malgré la diversité quantitative et qualitative de la population folliculaire entre individus. L'atresie joue un rôle essentiel dans cette sélection.

La notion de dominance a été particulièrement bien décrite dans l'espèce bovine. Elle est tout à la fois morphologique et fonctionnelle. Elle est qualifiée de morphologique (DM) parce qu'elle est exercée par le plus gros follicule présent sur l'un ou l'autre ovaire. Le follicule dominant a été défini comme une structure folliculaire qui croît à au moins 11 mm de diamètre et excède le diamètre des autres follicules au sein d'une même vague de croissance. Il peut se définir également comme une structure folliculaire dont le diamètre est supérieur de 2 mm à celui des autres follicules. Elle est également fonctionnelle (DF) parce que le follicule dominant est le seul qui soit capable de provoquer la régression de follicules en croissance ou d'inhiber la croissance d'autres follicules et d'ovuler dans un environnement hormonal approprié (13).

L'intégration des notions de recrutement, sélection et dominance à celle de vagues de croissance folliculaire permet de répartir les follicules d'une même vague de croissance folliculaire en 4 classes.

La première concerne les follicules recrutés : leur taille comprise entre 3 et 5 mm est inférieure à la taille minimale requise pour observer une ovulation. Pendant les 2 au 3 premiers jours d'une vague, le nombre de ces follicules diminue tandis que celui des follicules de la classe 2 augmente.

Les follicules de la classe 2 peuvent potentiellement devenir le follicule ovulatoire. Leurs cellules granuleuses ne possèdent cependant pas encore de récepteurs à l'hormone LH, leur taille est comprise entre 6 et 10 mm.

Vers le 4^{ème} jour de la vague, apparaît le follicule dominant (classe 3). Sa taille est comprise entre 10 et 15 mm. Sa granuleuse possède des récepteurs à l'hormone LH, il est virtuellement capable d'ovuler ; sa présence s'accompagne au cours des jours suivants d'une diminution du nombre des follicules de la classe 2 et vers les 6^e et 7^e jours de la vague d'une augmentation du nombre de follicules de la classe 1.

Progressivement apparaît le follicule préovulatoire de la classe 4 de taille supérieure à 15 mm qui persistera sur l'ovaire pendant 5 à 7 jours avant d'ovuler ou de s'atrophier (13).

(Voir Figure 4)

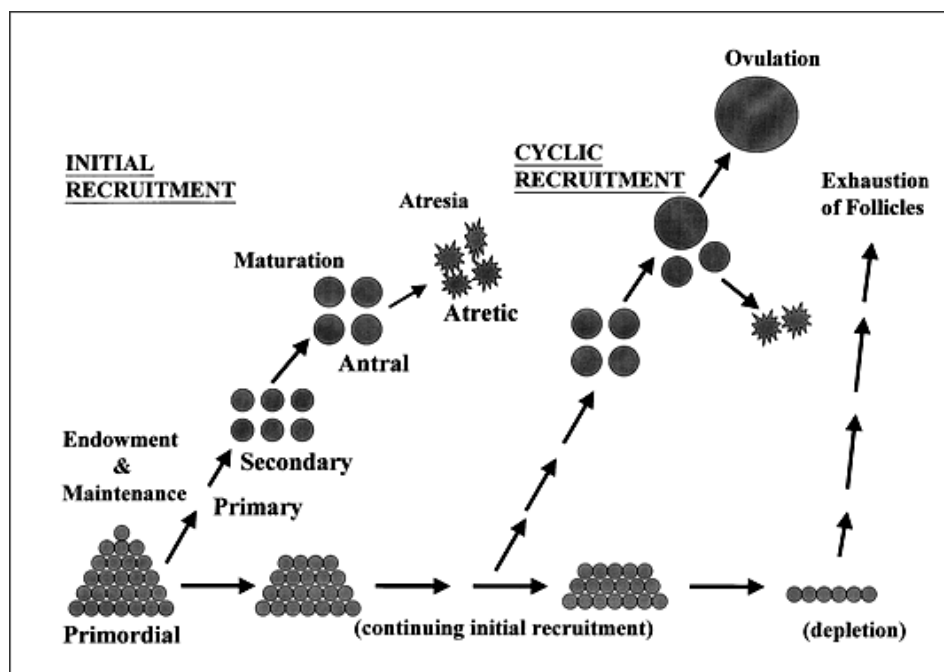


Figure 4 : Schéma expliquant les notions, recrutement, sélection, dominance. (24)

CHAPITRE II

Physiologie et Troubles de l'ovulation

II.1. Physiologie de l'ovulation

II.1.1. Déclenchement de l'ovulation

L'ovulation est un processus complexe au cours duquel sont induits à la fois la reprise de méiose de l'ovocyte, l'expansion du cumulus, la rupture du pôle apical du follicule, et la restructuration tissulaire associée à la différenciation cellulaire nécessaire à la formation du corps jaune.

Au cours d'un cycle normal, tous ces événements doivent être coordonnés pour aboutir à la production d'un ovocyte mature et fécondable, et d'un corps jaune capable d'assurer le début de gestation.

Une cascade d'événements mène à l'ovulation, mais l'initiateur est une augmentation très significative des taux circulants de la LH sécrétée par l'hypophyse. Naturellement, l'ovulation peut être spontanée ou réflexe, c'est-à-dire induite par l'accouplement. Dans le cas d'ovulations naturelles observées chez la plupart des mammifères, l'augmentation de la fréquence des pulses endogènes de LH est directement liée à celle du GnRH, elle-même due à l'augmentation progressive des teneurs sériques en oestradiol.

L'augmentation de la LH endogène apparaît le plus souvent sous la forme d'un «pic» de très forte amplitude et de durée variable selon les espèces, qui induit, dans les heures qui le suivent, la rupture du follicule ovulatoire et la libération de l'ovocyte dans l'oviducte. Seuls les follicules qui expriment de nombreux récepteurs de LH à la surface des cellules de granulosa sont capables d'ovuler en réponse au pic préovulatoire de LH. La LH se fixe sur ses récepteurs au niveau des cellules folliculaires (granulosa murale et thèques) qui répondent à ce signal par la régulation de l'expression de plusieurs gènes, et le transmettent ensuite aux cellules du cumulus et à l'ovocyte (14).

II.1.1.1. Changements fonctionnels des cellules folliculaires

Lors du pic préovulatoire de LH, la fixation de la LH sur son récepteur augmente les taux intracellulaires d'AMPC et d'inositol phosphate, mais cette dernière voie ne serait néanmoins qu'une voie potentialisatrice (**voir figure 5**). Ainsi activée, la PRKAC induit une cascade de phosphorylation et d'activation de facteurs de transcription qui vont inhiber, ou activer l'expression des gènes-cibles.

Ces changements expressionnels se traduisent par une importante modification du profil de sécrétion des stéroïdes. Ainsi, dans les quelques heures suivant l'augmentation circulante de LH, les taux sériques d'oestrogènes et d'androgènes s'effondrent, alors que le taux de progestérone augmente considérablement. Ces changements sont détectables très rapidement au niveau sanguin, car la thèque devient oedémateuse et hyperhémique, augmentant ainsi le flux sanguin du follicule préovulatoire. Simultanément, les cellules de la granulosa perdent leurs récepteurs de FSH, tandis que l'expression des récepteurs de LH diminue de façon transitoire pour augmenter à nouveau par la suite (14).

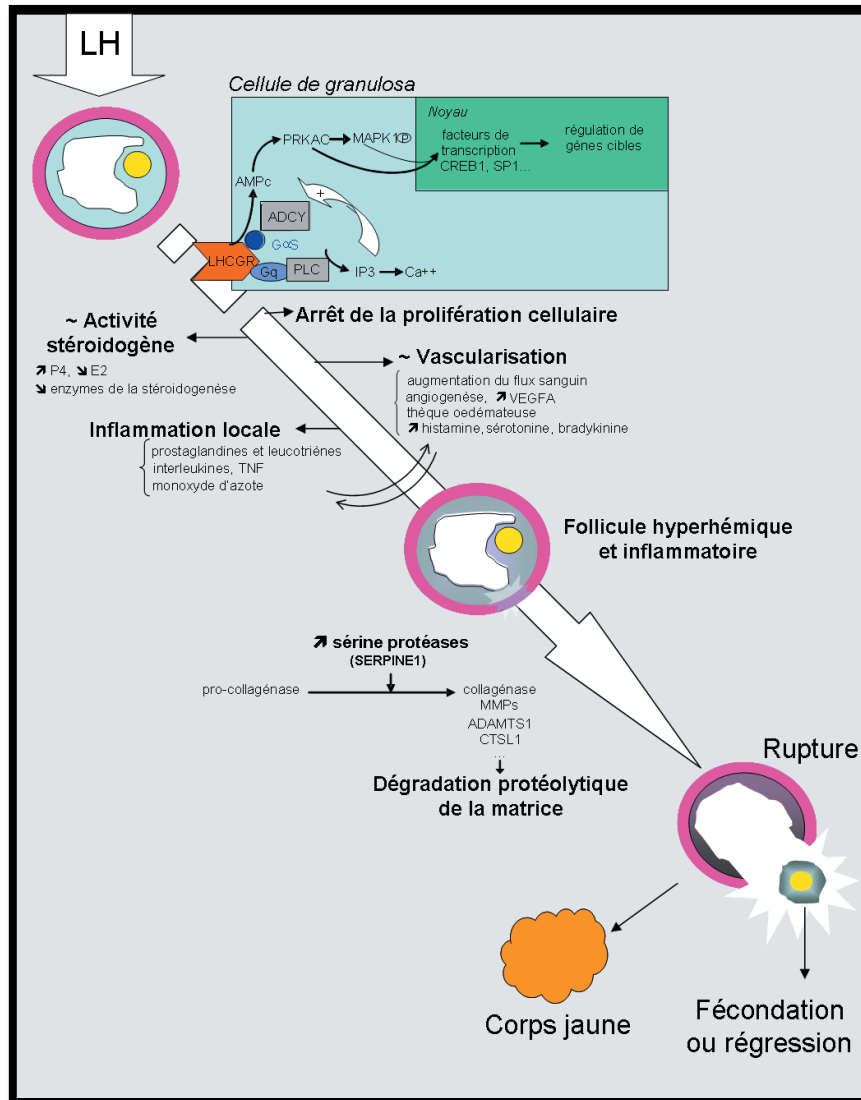


Figure 5 : Cascade d'événements déclenchés par le pic de LH en fin de phase folliculaire Du cycle et conduisant à l'ovulation du ou des follicule(s) préovulatoire(s) (25)

II.1.1.2. Rupture de la paroi folliculaire

D'importants remaniements morphologiques et cytologiques aboutissent à la rupture des follicules (figures 11) :

- La thèque externe devient oedémateuse par diffusion de plasma sanguin.
- Les faisceaux de fibres de collagène de la thèque externe et de l'albuginée se dissocient.
- Les cellules de la granulosa se détachent de la lame basale, cessent de se diviser et perdent les jonctions qui les unissaient.
- Les cellules du cumulus présentent les mêmes transformations que les cellules de la granulosa sauf que leur dissociation est totale car elles secrètent abondamment de l'acide hyaluronique.

Les cellules péri-ovocytaires demeurent assez souvent attachées à l'ovocyte formant la corona radiata.

- La lame basale séparant la granulosa de la thèque interne disparaît par endroit et des vaisseaux néoformés pénètrent dans la granulosa.

En outre, des changements ont également lieu à l'apex du follicule :

- Les cellules de l'épithélium ovarien s'étirent et s'aplatissent, accompagnant l'extériorisation du follicule à la surface de l'ovaire, puis se détachent.

- Les cellules sous jacentes de la granulosa, des thèques et de l'albuginée se dissocient complètement puis disparaissent.

- Par la suite, la rupture de la paroi folliculaire nécessite l'action d'enzymes protéolytiques dégradant la matrice extracellulaire.

- L'activité collagénase, stimule la production des prostaglandines et entraîne l'apoptose des cellules épithéliales de l'ovaire au niveau de l'apex.

- Finalement, la faible augmentation de la pression intra folliculaire entre la décharge de LH et l'ovulation peut faciliter la rupture du follicule qui s'achève par la désintégration complète de l'apex. L'ovocyte est alors expulsé en réponse à la chute de pression hydrostatique provoquée par la rupture folliculaire (15).

II.1.2. Paramètres de l'ovulation

II.1.2.1. Diamètre à l'ovulation

Le diamètre à l'ovulation constitue le diamètre maximal qu'atteint le follicule au cours de la folliculogénèse. Il est variable en fonction des différentes espèces (15). (tableau 1)

Tableau 1 : Diamètre du follicule à l'ovulation chez différents mammifères (26)

Espèces	Diamètre à l'ovulation (en millimètre)
Femme	20-25
Vache	10-20
Truie	7-11
Brebis	6-8
Jument	45
Chienne	4-6
Chatte	3
Ratte	0.6-0.9
Lapine	0.8-2

II.1.2.2. Site et Latéralité des ovulations

Chez les mammifères, l'ovulation a lieu à n'importe quel point de la surface de l'ovaire, sauf au niveau du hile alors que chez la jument, l'ovulation a toujours lieu au niveau de la fosse ovulatoire (15). (Tableau 2)

Tableau 2 : Latéralité des ovulations chez différentes espèces de mammifères (26)

Espèce	Activité des ovaires
Vache	60% d'ovulations sur l'ovaire droit pour les vaches laitières (Chastant-Maillard, 2005) 53,2% de gestation sur corne utérine droite (Hylan <i>et al.</i> , 2009) Pas de différence pour les vaches allaitantes (Stevenson, 2007)
Brebis	60% sur l'ovaire droit (Rawlings <i>et al.</i> , 2007)
Chèvre	Pas de différence (Romano <i>et al.</i> , 1997)
Jument	Pas de différence (Rubion, 2000)
Chienne	60 % d'ovulations sur l'ovaire droit (Reynaud <i>et al.</i> , 2005)

II.1.2.3. Détermination du moment de l'ovulation

La connaissance du moment de l'ovulation est importante pour déterminer le moment optimum de l'accouplement ou de l'insémination artificielle.

II.1.2.3.1. Pic de LH

L'intervalle entre le pic de LH et l'ovulation est très variable chez les différentes espèces de mammifères (**tableau 3**). Chez les vaches modernes, le délai entre le pic de LH et l'ovulation a tendance à s'allonger, 27% des vaches hautes productrices laitières ont un intervalle pic de LH-ovulation de plus de 24 heures. Cet allongement du délai est associé à un follicule préovulatoire moins actif, sécrétant moins d'oestradiol et qui serait responsable d'une diminution par 2,5 de la concentration maximale de LH au pic (**15**). (**Tableau 3**)

Tableau 3 : Intervalle entre le pic de LH et l'ovulation chez différents mammifères (27)

Espèces	Intervalle pic LH-ovulation
Femme	35-36h
Vache	24.4h (Bloch et al, 2006)
Truie	40-43h
Brebis	23-25h
Jument	Pic de LH : 2 jours post ovulation
Chienne	36-50h (Reynaud <i>et al.</i> , 2005)
Chatte	24-52h (Verstegen, 1998).
Ratte	14h

II.1.2.3.2. Comportement d'œstrus

A l'exception des primates, les mammifères domestiques présentent à la fin de la croissance folliculaire des périodes de modifications comportementales et/ou physiques : il s'agit de la phase d'œstrus (ou chaleurs), qui marque une réceptivité sexuelle (acceptation du mâle). L'œstrus est donc directement à mettre en relation avec l'ovulation. Les chaleurs étant la seule manifestation extérieure du cycle sexuel, il est commode de situer l'ovulation par rapport aux chaleurs. L'ovulation a lieu au début du cycle ovarien mais avec de grandes variations selon l'espèce (15). (tableau 4)

Tableau 4 : Signes d'œstrus et durée de l'intervalle œstrus-ovulation chez quelques mammifères (26)

Espèces	Signes cliniques d'œstrus	Intervalle début d'œstrus-ovulation
Chienne	Attirance des mâles, accepte la saillie	24-48h (Chaffaux et Bazile, 2001)
Chatte	Diminution de l'activité générale, miaulements, piétinements sur les membres postérieurs, frottement contre divers objets, acceptation du chevauchement et coït	Anovulatoire si pas de stimulation vaginale Diamètre folliculaire atteint en 1 à 8 jours (Malandain <i>et al.</i> , 2006).
Brebis	Cherche le bélier, place sa tête dans son flanc et dans sa région scrotale, acceptation du chevauchement	29-30h (Rawlings et Bartlewski, 2007)
Vache	Chevauchements	26,4h ± 5,2h (Stevenson <i>et al.</i> , 2007)

Chez la vache, la première acceptation du chevauchement est un bon signe d'œstrus pour prédire l'ovulation, qui a lieu $26,4 \pm 5,2$ h après la première acceptation. Mais ce signe ne se manifeste que dans 58% des œstrus. Le chevauchement de congénères par la vache en œstrus elle-même semble être un meilleur moyen pour détecter l'ovulation puisque les vaches montrent ce comportement dans 90% des périodes d'œstrus : le premier chevauchement, réalisé par la vache en œstrus a lieu $28,7 \text{ h} \pm 5,3\text{h}$ avant l'ovulation (15).

II.2. Ovulation et ses principaux troubles

II.2.1. Kyste

Un taux élevé d'œstrogène est également important afin que le centre sexuel déclenche l'ovulation. Ce seuil semble être différent d'un animal à l'autre et dépendre de l'état métabolique de la vache. Si l'ovulation est déclenchée plus de 24h après le début des chaleurs principales, on parle d'«ovulation retardée». Dans ce cas, l'insémination est trop précoce si, pour l'effectuer, on respecte le délai habituel de 12–24 heures après l'apparition du réflexe d'immobilisation. Si le signal (LH) qui induit l'ovulation manque, la croissance du follicule se trouvant sur l'ovaire est encore stimulée (au moyen de la FSH).

Lorsque le follicule dépasse une taille de 2cm, on parle de kyste. Les kystes qui se forment à cause d'un manque en œstrogène restent souvent sans symptôme et ne sont généralement décelés que lors d'un contrôle par le vétérinaire. Un kyste «typique» par ses symptômes, avec des chaleurs permanentes, des ligaments du bassin relâchés etc. a généralement une autre cause. Dans ce cas, le follicule est certes en état de produire suffisamment d'œstrogène, l'ordre de déclencher l'ovulation est également donné correctement par le centre sexuel, mais l'hypophyse ne peut pas réagir à cette commande; car le réservoir de LH, qu'elle aurait dû constituer, n'est que partiellement rempli. Des recherches expérimentales ont pu montrer que les vaches qui se trouvent en déficit énergétique ne peuvent produire qu'un tiers de la quantité nécessaire de LH. Avec cette quantité réduite de LH, une ovulation ne peut pas être provoquée sur l'ovaire. Dans d'autres cas, la sécrétion de LH par l'hypophyse ne concorde pas temporellement avec la maturation du follicule sur l'ovaire. La période durant laquelle la LH peut agir sur l'enveloppe du follicule est très courte. Si l'hypophyse sécrète son hormone avant ou après cette période, les récepteurs sur le follicule ne sont pas encore ou plus réceptifs à la LH. Cela explique pourquoi «aider» avec une «injection ovulatoire» reste souvent sans succès (16).

II.2.2.Ovulation retardée en cas de carence énergétique

De nombreux chefs d'exploitation se plaignent que l'intervalle conseillé pour effectuer les inséminations ne soit pas approprié pour toutes leurs vaches. Des chaleurs prolongées ou une ovulation retardée qui souvent n'est pas encore intervenue plusieurs heures après l'insémination pourtant bien planifiée. Sont alors évoquées comme causes des faibles taux de gestation.

D'où viennent ces décalages temporels intervenant dans le cycle des chaleurs?

Des essais effectués dans les années soixante dix et quatre-vingts démontrent que dans 19 à 31% des cas (une fourchette relativement grande), l'ovulation a eu lieu plus de 24 heures après que les symptômes des chaleurs s'étaient estompés. Dans une étude plus récente, des vaches ont été examinées dans le Baden-Württemberg; chez 46% des animaux, l'ovulation n'avait pas encore eu lieu 12 heures après la fin des chaleurs principales.

Le phénomène est donc réellement fréquent chez les vaches modernes. Des travaux effectués par l'Université de Giessen ont mis en évidence un lien étroit entre une production élevée, notamment un mauvais approvisionnement en énergie pendant les chaleurs, et une ovulation retardée. Un faible taux de glycémie en particulier est responsable du retardement de l'ovulation.

Les scientifiques supposent donc qu'un apport ciblé de propylène glycol peu avant ou pendant les chaleurs pourrait exercer un effet positif sur le développement de l'ovule et le processus d'ovulation chez les vaches à problèmes qui reviennent fréquemment en chaleurs.

Les répercussions d'un manque en énergie sur les processus avant et pendant l'ovulation ne peuvent généralement pas être corrigées par la seule utilisation d'hormones (par ex. injection pour stimuler l'ovulation); ces interventions ne conduisent que rarement au succès.

De plus, les troubles de la maturation et de la libération de l'ovule sont souvent bien trop complexes pour qu'une seule injection puisse y remédier.

Pour écarter les causes de manière durable, il faut souvent faire des recherches intensives et approfondies (17).

II.2.3. Traitement des troubles de l'ovulation :

Les thérapeutiques hormonales des troubles de l'ovulation et de l'infertilité, sont purement symptomatiques car un diagnostic étiologique hormonal n'est pratiquement jamais établi.

Le traitement hormonal le plus souvent utilisé est l'injection de « GnRH ». Les préparations les plus courantes pour induire l'ovulation agissent indirectement et donnent simplement le signal à l'hypophyse qu'elle doit libérer l'hormone lutéinisante (LH) **(18)**.

CHAPITRE 3

**Application de l'échographie sur
l'examen des ovaires**

III.1.Principe de l'échographie

L'échographie est basée sur le principe physique de réflexion, réfraction et pénétration d'ondes acoustique de plus de 20.000 Hz au travers de différent milieux avec des caractéristiques variables (tissus sur lesquels est appliqué l'émetteur). En médecine vétérinaire, les fréquences les plus fréquemment utilisées vont de 2 à 12 Mégahertz (MHz).

Chaque milieu (tissu) est caractérisé par une impédance acoustique qui est un paramètre qui le définit par rapport à sa capacité de laisser passer les ultras sons. L'air à une impédance très faible (il réfléchit tout les ultras sons), les tissus mous (graisse, sang, muscle ...) ont une impédance moyenne est ne réfléchisse qu'une faible portion du faisceau d'ultras sons, laissant ainsi diffusé une majorité des ultras sons plus en profondeur. Lorsque un faisceau d'ondes sonores rencontre une interface entre 2 tissus d'impédance différente, une partie des ondes est réfléchit. Cette portion d'ondes réfléchit vers la sonde réceptrice va être à l'origine d'une image échographique en noir et blanc.

Tous les tissus mous vont être identifiés à l'échographie par des nuances de gris (des types d'échogénicité). Lorsque aucun rayon n'est réfléchit (exemple pour du liquide comme l'eau), aucune information ne sera transmise au récepteur. Ainsi l'image obtenue sera noir (anéchoïque). Lorsqu'une partie importante du faisceau est réfléchi le niveau du gris sera plus proche du blanc (hyperéchogène exemple: tendons, gaz) (19).

III.2.Types de sondes

Différentes sondes, de fonctionnement et de forme variables, sont à la disposition du praticien:

- les *sondes mécaniques* sont constituées d'éléments piézo-électriques (uniques ou groupés), soit oscillants (élément unique), soit en rotation autour d'un axe (éléments uniques ou groupés). Ces sondes présentent le double avantage à faible cout et d'offrir une bonne qualité d'image. Le balayage est de type sectoriel et donne une image en coupe en forme de secteur (voir figure 6).

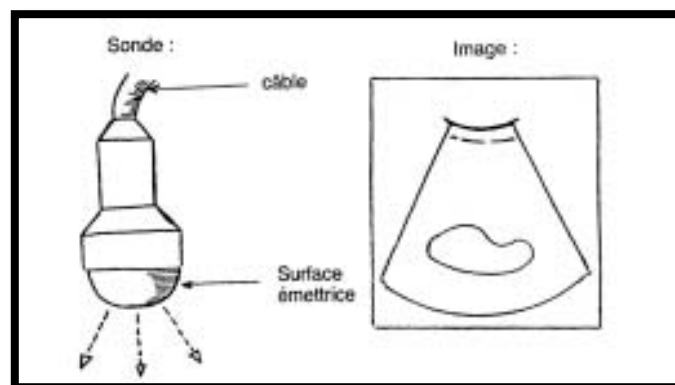


Figure 6 : Sonde sectorielle (20)

Les *sondes électroniques* sont constituées d'un seul élément piézo-électrique, découpé en de multiples sous-unités. Dans la sonde « barrette », l'élément piézo-électrique est découpé en petits éléments rectangulaires qui sont assemblés pour former un réseau linéaire. La forme de l'image obtenue est rectangulaire (20). (Voir Figure 7)

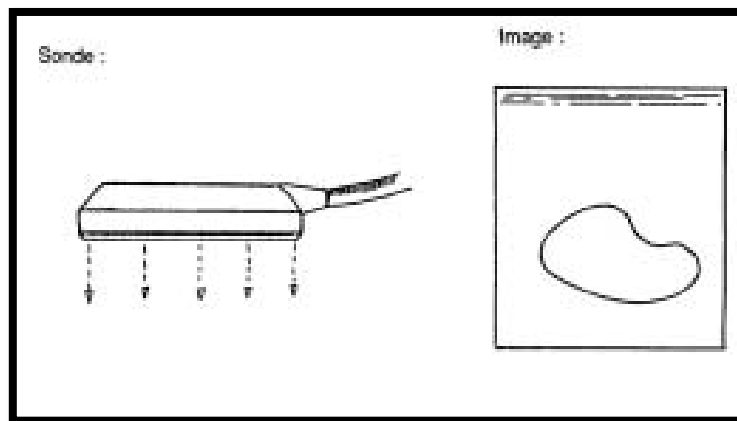


Figure 7 : Sonde linéaire (Décante, 1990) (20)

III.3.Choix de la fréquence des ultrasons

En médecine vétérinaire, les sondes de 3,5 MHz, 5 MHz et 7,5 MHz sont majoritairement utilisées. La pénétrance d'une sonde de 7,5 MHz n'est que de 4 à 5 cm, seules les structures proches de la sonde peuvent donc être examinées précisément (follicules, corps jaune, petits embryons). Une sonde de 5 MHz a une pénétrance de 8 à 10 cm, permettant de visualiser les ovaires, l'utérus et les éléments structuraux de début de gestation. La pénétrance de la sonde de 3,5 MHz est de 12 à 15 cm, elle permet d'examiner des gestations plus avancées et les états pathologiques de l'utérus tel que le pyromètre.

Lorsque la fréquence diminue, la pénétrance devient plus importante mais la résolution diminue, c'est-à-dire que pour distinguer deux structures, il faut que leur distance soit accrue. Enfin, les sondes commercialisées peuvent émettre deux fréquences différentes. De plus un même échographe peut être équipé de différentes sondes de types (sectoriel ou linéaire) et de fréquences différents (20).

III.4.Examen échographique des ovaires

La palpation transrectale entraîne des erreurs d'interprétation de l'ordre de 25 à 30 % quant à la présence et la nature des organites ovariens. Si la présence d'un corps jaune sur l'ovaire traduit la phase interœstrale, l'identification d'un follicule ne suffit pas à elle seule pour établir un diagnostic d'œstrus. En effet, la physiologie ovarienne de la vache cyclée se caractérise par l'existence permanente de follicules en développement sous la forme de vagues de croissance (2 ou 3 vagues par cycle) entre le vêlage et la première ovulation et pendant le cycle. Chez la vache, la lutéolyse permet la croissance terminale du follicule dominant puis l'ovulation. La phase œstrale est précisée par la visualisation échotomographique d'un follicule de taille supérieure à 12 – 13 mm en l'absence de structure lutéale fonctionnelle (20).

III.4.1.Echographie des follicules

Les follicules sont aisément distingués par échographie. Ils apparaissent comme des zones anéchogènes (noires) mais plus ou moins bien circonscrites, de taille inférieure à 25 mm de diamètre, limitées par une paroi très mince. Ils sont en général de section ronde, mais si plusieurs follicules sont présents, leur forme irrégulière est due à une compression par les follicules ou les corps jaunes adjacents. Le manque d'atténuation de l'onde ultrasonore par le liquide folliculaire est responsable de la présence d'une zone de renforcement des échos à la partie ventrale du follicule.

L'échographie sous-estime de 2 à 3 mm environ le diamètre anatomique du follicule car seule la cavité folliculaire est observable de manière précise. Cependant une corrélation existe entre les mesures anatomiques et échographiques des follicules de taille supérieure à 3 mm. Par convention, le diamètre d'un follicule se détermine par la mesure de la cavité folliculaire et non du follicule lui même.

Il est possible d'observer des follicules d'un diamètre supérieur ou égal à 2 mm avec une sonde de 5 MHz alors qu'une sonde de 3,5 MHz ne permet pas de voir les follicules de moins de 6 mm. 34,3 % des follicules de 5 à 10 mm et 95 % des follicules de plus de 10 mm de diamètre peuvent être détectés par échographie.

L'échographie est une bonne méthode pour étudier la croissance folliculaire au cours du cycle ou en début de gestation, ou lors de traitement de superovulation.

Enfin, l'échotexture des follicules semble être corrélée au statut fonctionnel et endocrinien de ce dernier. Elle varie avec le taux d'hormones stéroïdes contenu dans le liquide folliculaire. L'hétérogénéité de l'antrum et de la paroi folliculaire (quantifiée par une valeur moyenne en pixels) est inférieure dans les cas des follicules dominants préovulatoires et supérieurs lors de la régression de ces mêmes follicules. Les auteurs indiquent par ailleurs que l'hétérogénéité de l'antrum et de la paroi folliculaire est négativement corrélée ($p < 0,001$) avec la concentration en œstradiol contenu dans le liquide folliculaire (20).

III.4.2.Echographie du corps jaune

Le corps jaune peut être détecté au moyen d'une sonde de 5 MHz dès le lendemain des chaleurs. Il apparaît comme une zone grise, à l'inverse du follicule anéchogène ou du tissu ovarien plus échogène. C'est seulement 3 à 4 jours environ après l'ovulation qu'une structure lutéale bien distincte est identifiée sous la forme d'une zone renfermant quelques points échogènes et bien démarqués du stroma ovarien. L'échogénicité de la structure lutéale s'intensifie au cours du dioestrus et le corps jaune est ainsi discernable jusqu'en moyenne un à trois jours après l'ovulation suivante. La détection des petits corps jaunes (inférieur à 10 mm) pose problème en raison de la faible différence d'échogénicité avec le stroma ovarien.

D'autre part, il est possible de quantifier, par une mesure de surface, le développement du tissu lutéal au cours du cycle. Des études échographiques, associées à l'évaluation de la progestéronémie, ont confirmé le parallélisme du développement lutéal et de l'augmentation de la progestérone plasmatique entre les jours 2 et 8 du cycle de la vache. Pendant la phase de régression lutéale, le volume du corps jaune diminue dans des proportions cependant inférieures à la réduction du niveau de progestérone sanguin.

Il existe également une corrélation étroite et significative entre la surface du tissu lutéal et la concentration de la progestérone plasmatique dans la première moitié du cycle.

L'échographie permet, dans 37 % des cas étudiés, la mise en évidence d'une cavité centrale au sein du corps jaune. 83%, 59 %, et 24 % des cavités ont un diamètre respectivement supérieur à 6, 9 et 20 mm.

Une cavité peut être observée cinq jours après l'ovulation ce qui correspond alors à la taille maximale du corps jaune. Plusieurs publications montrent que la présence d'une cavité dans le corps jaune n'affecte ni la durée du cycle, ni la fertilité, ni le taux de progestérone de l'animal. La formation d'une telle cavité constitue donc une évolution normale (non pathologique) du corps jaune. De ce fait, le terme de corps jaune cavitaire semble plus approprié que celui de corps jaune kystique (20).

III.4.3. Echographie des kystes ovariens

Les kystes ovariens se définissent comme des structures liquidiennes dont le diamètre est supérieur à 25 mm. Ils persistent sans évoluer et en l'absence de corps jaune pendant plus de dix jours. Deux types de kystes ovariens sont décrits : folliculaire ou lutéal. L'échographie constitue une méthode de choix pour établir un diagnostic différentiel entre les différents types de kystes ovariens ainsi que pour suivre l'évolution de ces kystes après un traitement hormonal.

Les kystes folliculaires présentent les mêmes caractéristiques échographiques que les follicules dont ils ne se différencient que par leur taille et par leur persistance sans évolution. Ils sont anéchogènes et comme dans les cas de follicule, une zone hyperéchogène peut être observée à la partie ventrale du kyste. Ces kystes ont un diamètre supérieur à 25 mm et une paroi dont l'épaisseur est inférieure à 5 mm selon Hanzen *et al.* (1993a) ou inférieure à 3 mm selon Ribadu *et al.* (1994). Ils sont plus ou moins sphériques en fonction des pressions exercées par les structures adjacentes présentes sur l'ovaire et, à l'échographie par la pression de la sonde ou la compression par les doigts. La forme sphérique est typiquement rencontrée lors de la présence d'un seul kyste.

Le kyste lutéinisé ou lutéal possède quant à lui à sa périphérie une paroi épaisse, de l'ordre de 5 mm selon Hanzen *et al.* (1993a) ; ou supérieur à 3 mm selon Ribadu *et al.* (1994), entourant une cavité centrale anéchogène d'un diamètre supérieur ou égal à 25 mm. Cette cavité peut, dans certains cas, être parcourue par des trabécules conjonctifs échogènes.

Ces kystes lutéaux doivent être différenciés des corps jaunes cavitaires. Le diagnostic repose sur la taille et sur la forme de ces structures. Le corps jaune cavitaire possède une cavité habituellement inférieure à 25 – 30 mm et une paroi d'épaisseur comprise entre 5 et 10 mm. Elle est généralement ovale alors que celle du kyste est plus sphérique. Enfin, la cavité centrale du corps jaune tend à régresser à partir du dixième jour du cycle et le corps jaune lui-même disparaît après le 18^{ème} jour, tandis qu'un kyste lutéal persiste sans évoluer.

D'autre part, des formations kystiques cloisonnées sont souvent présentes lors de tumeurs de l'ovaire (plus précisément lors de tumeur de la granulosa). Le contenu des kystes peut être séreux ou hémorragique, anéchogène ou moyennement échogène. Une capsule conjonctive est également souvent observée sur ces types de tumeur. Toutefois, les tumeurs ovariennes demeurent relativement rares chez la vache.

Outre l'étude de l'état physiologique de l'appareil génital femelle des bovins, l'échographie permet également de réaliser le suivi de gestation chez la vache (diagnostic de gestation, détermination de l'âge et du sexe de l'embryon ou du fœtus, dénombrement des fœtus) (20).

Partie II

ETUDE EXPERIMENTALE

II.1.Problématique et objectifs

L'objectif de cette étude était de caractériser par échographie, la dynamique folliculaire de la vague ovulatoire en déterminant le diamètre du follicule pré-ovulatoire chez la vache.

Plusieurs facteurs, tel que le déficit énergétique, les kystes folliculaires et le retard d'ovulation, sont responsables des problèmes de reproduction chez les races bovines importées en Algérie et la complexité de leurs relations nous ont poussés à effectuer cette recherche.

Dans notre étude nous avons essayé de démontrer à travers l'imagerie médicale la fréquence de ces différentes pathologies, et l'efficacité du traitement hormonale sur chacune d'elles.

En effet l'échographie présente les avantages de permettre, avec une grande exactitude, de visualiser les organites ovariens, d'évaluer leur taille, position, et dimension.

Matériels & Méthodes

II.2. Matériels et Méthodes

II.2.1. Matériels

II.2.1.1. Population d'étude

L'échographie a été réalisée sur 35 vaches de différentes races (Montbéliarde, Prim holstein, Normande et Fleckvieh), en période œstral dans quelques élevages bovins laitiers de la wilaya de Sétif.

II.2.1.2. Fiche signalétique

Une fiche individuelle des renseignements recueillies lors des visites établies a comporté le numéro de la vache, la date de l'échographie, les différentes structure trouvées au niveau de l'ovaire droit et gauche, le score corporel (BCS), le nombre de vêlage, et l'absence ou présence d'ovulation 24h après le premier examen (**Voir annexe B**).

II.2.1.3. Traitement hormonale

- GnRH: (Gonadotropin-Releasing Hormone).

II.2.1.4. Echographe

Echographe vétérinaire portable

- Modèle : DRAMINSKI ISCAN ULTRASOUND SCANNER (made in Poland)

- Dimensions : 17 X 17 X 6 cm

- Poids du dispositif : 1720g

- Mode présentation (projection) de l'image :

B mode – l'imagerie en temps réel

B+B Mode (2B Mode – Dual Mode display)

B+M Mode

-Fréquence et type de la sonde : électronique linéaire 7,5 MHz réglable (de 4 à 9 MHz)

- Profondeur de pénétration : de 0 à 12 cm (Pour la sonde linéaire rectale)



Figure 8 : Echographe Vétérinaire portatif Draminski iSCAN (photo originale)

II.2.2.Méthodes

Notre étude a été réalisée en collaboration avec des inséminateurs sur des vaches en chaleur signalées par les éleveurs, afin de réaliser l'échographie durant la période œstral, pour étudier le follicule pré-ovulatoire.

Pour étudier la qualité des follicules pré-ovulatoire deux paramètres ont été pris en considération, **la mensuration du follicule dominant et le constat de l'ovulation.**

II.2.2.1. Protocole de travail

- Deux examens échographiques ont été réalisés sur des vaches en chaleur à 24h d'intervalle :

1- Le premier jour afin de déterminer les différentes structures sur les deux ovaires (gauche et droit), et la mensuration du follicule dominant.

2- Le deuxième jour pour la vérification de l'ovulation du follicule dominant. Un traitement (GnRh) hormonal pour les vaches présentant des troubles de l'ovulation a été préconisé.

3- Le troisième jour un constat par échographie de l'ovulation 24h après traitement à la GnRH afin d'évaluer l'efficacité du traitement.

II.2.2.2. Conditions à respecter pour un bon examen échographique chez les bovins

II.2.2.2.1. Choix du local d'examen

La lumière solaire doit être évitée. Les reflets sont en effet un frein à la bonne visualisation de l'image apparaissant à l'écran. L'obscurité permet d'utiliser au maximum toutes les nuances de gris, donnant ainsi une qualité optimale de l'image. Il convient donc de placer l'appareil à l'ombre, et à gauche de l'opérateur s'il est droitier.

II.2.2.2.2. Contention des animaux

Lorsque les animaux sont à l'attache (cornadis), les déplacements latéraux des femelles au cours de l'examen sont évités. En revanche, l'échographe doit être portatif.

Afin de réaliser un examen échographique dans les meilleures conditions, le calme de l'animal est primordial.

II.2.2.2.3. Nécessité d'un examen transrectal préalable

La main et le bras de l'opérateur sont recouverts d'un gant protecteur à usage unique qui doit être lubrifié au moyen d'un gel.

Tout d'abord, le rectum est vidé partiellement des fèces qu'il contient. Le tractus génital (col, cornes utérines puis ovaires) et la vessie sont palpés. Cet examen préliminaire permet d'estimer les différents rapports existants entre ces organes, de repérer leur position dans la filière pelvienne et de noter d'éventuelles modifications anatomiques liées à un processus physiologique ou pathologique. **(Photo 11 et Figure 12)**



Photo 11: Vidange de l'ampoule Rectale (Ferme école COOPSEL Sétif.) (Originale)

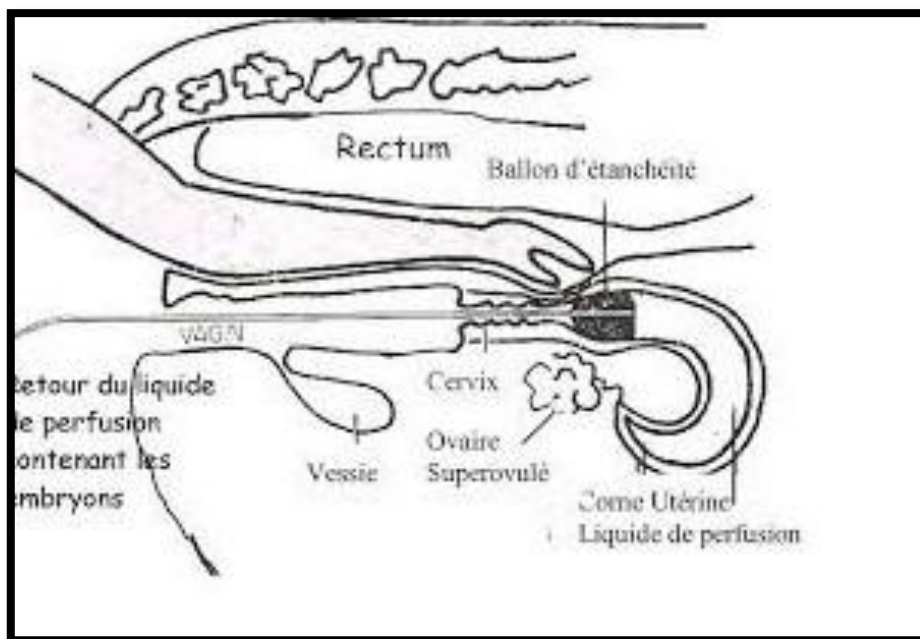


Figure 12 : Schéma présentant une palpation transrectale (28)

II.2.2.3. Réalisation d'examen échographique à l'aide d'une sonde linéaire transrectale.

La manipulation de la sonde et de l'appareil génital avec la même main nécessite une certaine expérience afin d'acquérir la dextérité favorable à un diagnostic aisé.

- la Sonde est introduite directement avec la main dans le rectum et dirigé vers le bas c'est-à-dire vers l'appareil génitale, puis on fait des mouvements de balayage doucement de gauche à droite tout en gardant les yeux fixé sur l'écran de l'échographe pour chercher et visualiser les ovaires et les différentes structure qu'ils contiennent.



Figure 13 : Examen échographique des ovaires sur une vache en chaleur, les animaux sont à l'attache (système cornadis), (Coopérative Agricole "Ferme Ecole COOPSEI" Sétif.) (Originale)

Ce qui se passe à l'intérieur ?



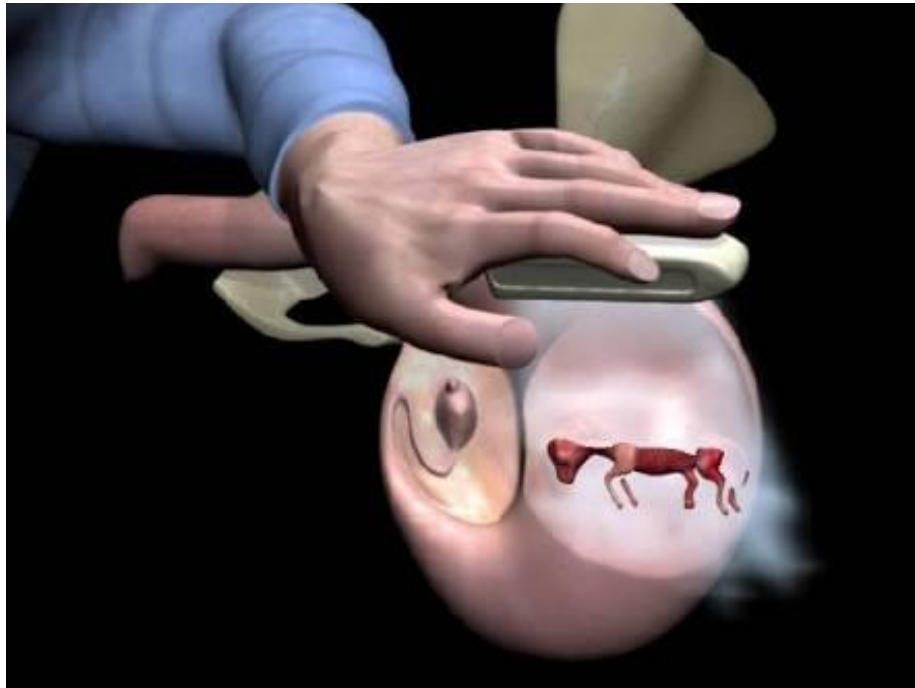


Figure 14 : image en 3D d'un Examen échographique de l'utérus. (28)

- En médecine vétérinaire, les sondes de 3,5 MHz, 5 MHz et 7,5 MHz sont majoritairement utilisées. La pénétrance d'une sonde de 7,5 MHz n'est que de 4 à 5 cm, seules les structures proches de la sonde peuvent donc être examinées précisément (follicules, corps jaune, petits embryons). Une sonde de 5 MHz a une pénétrance de 8 à 10 cm, permettant de visualiser les ovaires (20).
- Dans notre étude nous avons réglé notre sonde sur 9MHz, afin d'augmenter la résolution et d'obtenir des images de meilleur qualité. Ceci devez nous permettre de visualiser avec précision les structures ovariennes.
- Les follicules sont aisément distingués par échographie. Ils apparaissent comme des zones anéchogènes (noires) mais plus ou moins bien circonscrites, de taille inférieure à 25 mm de diamètre, limitées par une paroi très mince. Ils sont en général de section ronde.
- Le corps jaune apparaît comme une zone grise, à l'inverse du follicule anéchogène ou du tissu ovarien plus échogène. C'est seulement 3 à 4 jours environ après l'ovulation qu'une structure lutéale bien distincte est identifiée sous la forme d'une zone renfermant quelques points échogènes et bien démarqués du stroma ovarien.

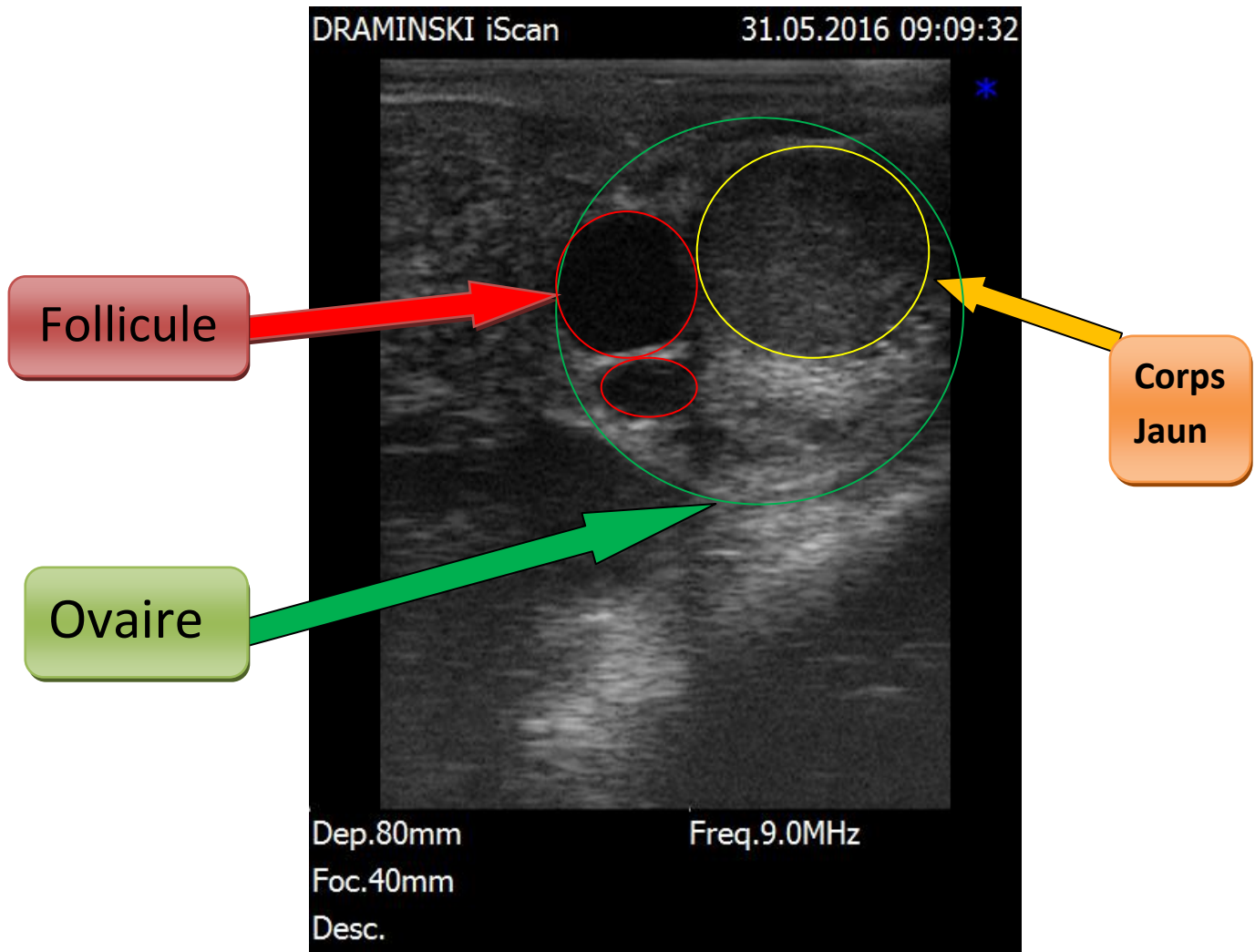


Figure 15 : image échographique d'un ovaire contenant deux follicules en noir à gauche et un corps jaune échogène en gris plus foncé que le parenchyme ovarien bien délimité à droite.
(Originale)

II.2.2.4.Evaluation du BCS

- Afin d'évaluer le bilan énergétique des vaches qui a un impacte indirecte sur les paramètres de reproduction, nous avons eu recours à la note de l'état corporel (BCS) qui est un outil simple utile et fiable pour juger l'état nutritionnelle de la vache.

- Il s'agit d'évaluer l'état d'engraissement de la vache en observant derrière l'animale le train postérieur, les épines dorsales, les processus transverses, les vertèbres lombaires. La notation s'effectue sur une échelle de 0 à 5, (0 étant la limite viable et 5 étant attribués à un animal très gras)

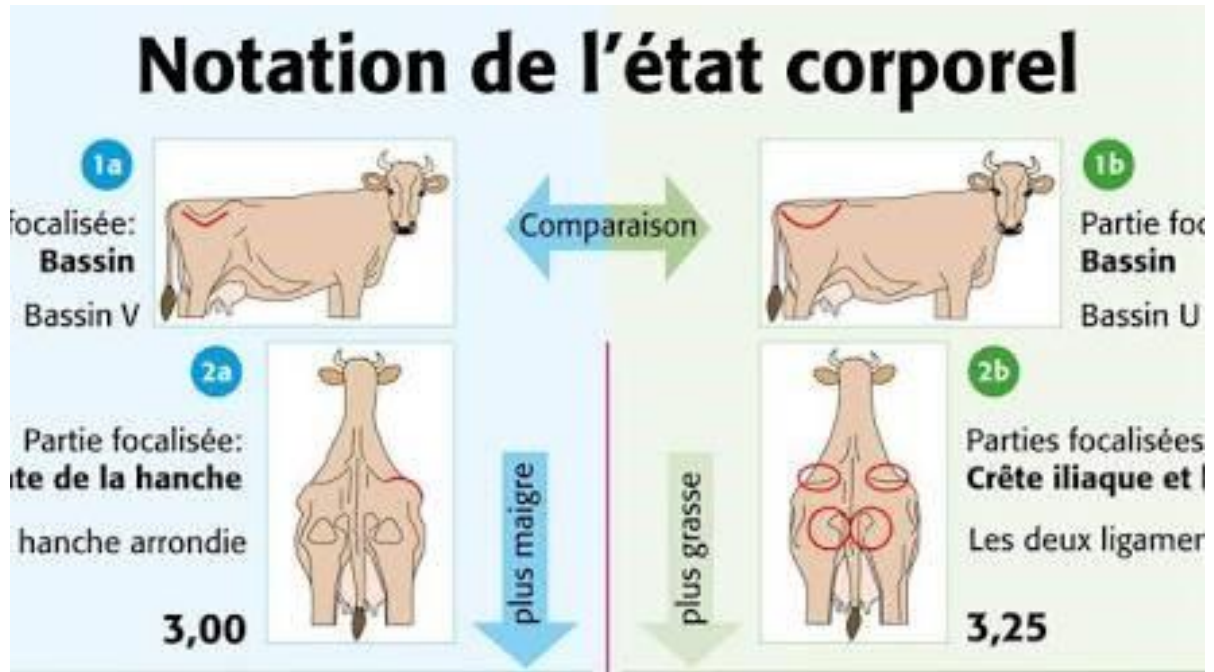


Figure 16 : Notation de l'état corporel (29)

- à la fin de chaque examen échographique, les données (mensurations des follicules) de chaque vache sont notées sur une fiche de suivi, avec l'identification, et l'image échographique de chaque ovaire gauche et droit.

Résultats

II.3.Résultats

Nos examens échographiques sur les différentes vaches en œstrus, nous ont permis de diviser notre population en deux groupes qui seront détaillés dans le tableau 5 et 6 :

- Groupe 01 : les vaches ayant ovulé naturellement et dans les temps.

-Groupe 02 : les vaches n'ayant pas ovulé et ayant reçues pour certaines un essaie thérapeutique (injection de GnRh).

Tableau 5 : Données et mensurations des follicules dominants des 23 vaches du 1^{er} groupe

	Numéro Vache	BSC	Examen Génitale	Echographie J1		Echo j2 Constat de l'ovulation 24h poste j1
				Ovaire (G)	Ovaire (D)	
1	0785	3	BON	FD : 13mm	F2 : 9mm	Positif (+)
2	04977	3,5	BON	FD : 16mm CJ : 24mm	Présence de trois petits follicules	Positif (+)
3	2689	4	BON	Petits follicules	FD : 27mm	Positif (+)
4	4146	3	BON	FD : 20mm	des Petits follicules	Positif (+)
5	4416	3,5	BON	FD : 18 mm	Aucune structure	Positif (+)
6	55	3,5	BON	FD : 18mm CJ : 25 mm	Petits Follicules (vague folliculaire)	Positif (+)
7	8903	4	BON	Aucune structure	FD : 22 mm	Positif (+)
8	1273	4	BON	Petits Follicules	FD : 18 mm	Positif (+)
9	0004	3,5	BON	FD : 14 mm	Petits Follicules	Positif (+)
10	1466	3,5	BON	FD : 15 mm F2 : 10 mm	Aucune structure	Positif (+)
11	1902	3	BON	F 2: 6 mm	FD : 22 mm	Positif (+)
12	03536	3	BON	Petits follicules	FD : 17mm	Positif (+)
13	40379	3	BON	Aucune structure	FD : 18 mm	Positif (+)
14	4132	3	BON	FD : 20 mm	Petits Follicules	Positif (+)
15	3020	5	BON	FD : 21 mm F2 : 11mm	Aucune structure	Positif (+)
16	8504	4	BON	FD : 18mm	Aucune structure	Positif (+)
17	0000	3	BON	Aucune structure	FD : 15 mm	Positif (+)
18	01655	3	BON	FD : 15 mm	Aucune structure	Positif (+)
19	1111	2,5	BON	Petits Follicules	FD : 18 mm	Positif (+)
20	69035	3	BON	Petits Follicules	FD : 23mm	Positif (+)
21	2566	2,5	BON	FD : 16 mm	Aucune structure	Positif (+)
22	63645	3	BON	Petits follicules	FD : 20mm	Positif (+)
23	4406	3,5	Mérite	FD : 24 mm	Aucune structure	Positif (+)

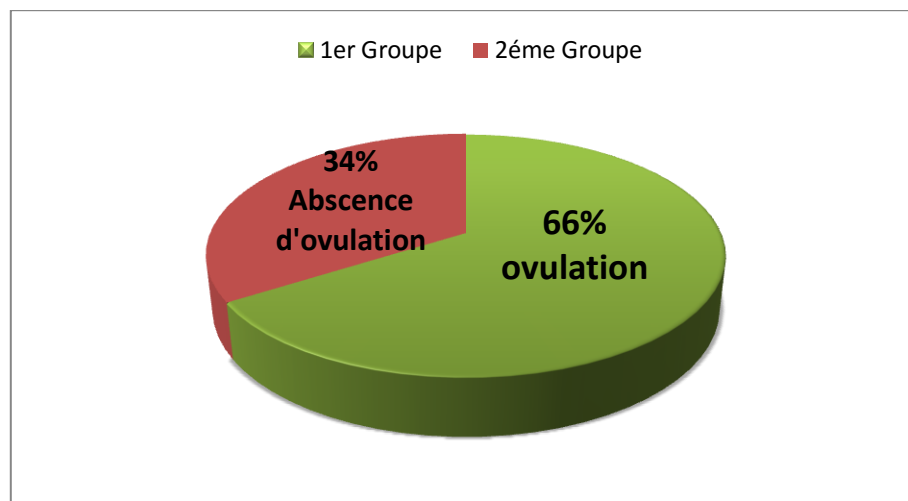
Les vaches du 1er groupe **FD** : Follicule dominant **KF** : Kyste folliculaire
 Les vaches du 2ème groupe **F2** : Présence d'un 2ème follicule ****** : traitement hormonale

BCS : Body corporel score ou, Note d'état corporel.

Tableau 6 : Données et mensurations des follicules dominants des 12 vaches du 2^{ème} groupe

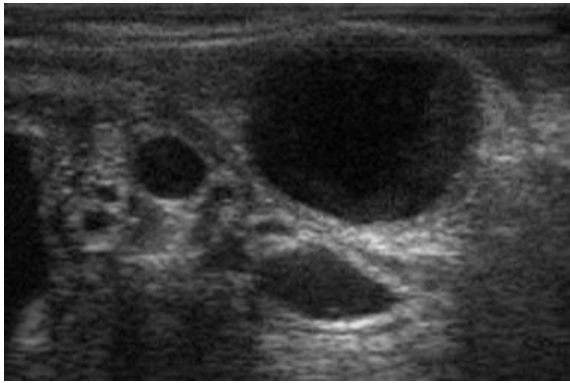
	Numéro Vache	BCS	Examen Génitale	Echographie J1		Echo j2 Constat de l'ovulation 24h poste j1
				Ovaire (G)	Ovaire (D)	
24	**4179	3,5	BON	Petits follicules	FD : 19 mm	Négatif (-)
25	**3246	2,75	Mérite	Aucune structure	FD : 22 mm	Négatif (-)
26	**1915	4	BON	FD : 16 mm F2 : 11 mm	Aucune structure	Négatif (-)
27	**8882	2,5	BON	FD : 19 mm	F2 : 10 mm	Négatif (-)
28	**9652	5	Mérite	F2 : 13 mm	FD : 24mm	Négatif (-)
29	**2403	4	BON	Aucune structure	FD : 25 mm F2 : 17 mm	Négatif (-)
30	**7389	2,5	Mérite	FD : 19mm	Aucune structure	Négatif (-)
31	**9443	2	BON	Aucune structure	FD : 16 mm	Négatif (-)
32	**3074	3	BON	Petits Follicules	FD : 16 mm	Négatif (-)
33	**1570	3,75	BON	FD : 18 mm F2 : 14 mm	Aucune structure	Négatif (-)
34	**00499	3,5	BON	Aucune structure	KF1 : 56 mm	Négatif (-)
35	**1619	2,5	BON	Petits Folliculaires	KF : 50 mm	Négatif (-)

■ Les vaches du 1er groupe **FD** : Follicule dominant **KF** : Kyste folliculaire
■ Les vaches du 2ème groupe **F2** : Présence d'un 2ème follicule ****** : traitement hormonale
BCS : Body corporel score ou, Note d'état corporel.

**Figure 18** : Pourcentages des vaches ayant ovulé normalement (66%), et ceux présentant des troubles de l'ovulation.

Nos résultats ont été illustrés dans trois tableaux en fonction du score corporel, des mensurations folliculaires, et de l'efficacité des traitements hormonaux sur le groupe 2 qui présente des troubles de l'ovulation, afin de mieux visualiser les facteurs qui influencent l'ovulation.

II.3.1. Quelques images échographiques de l'étude



Ovaire Gauche Taille du Follicule : 24mm

Correspondant à la vache : 4406



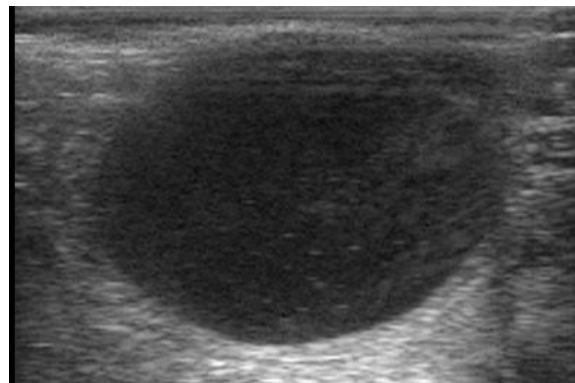
Ovaire droit Taille du Follicule : 20mm

Correspondant à la vache : 63645



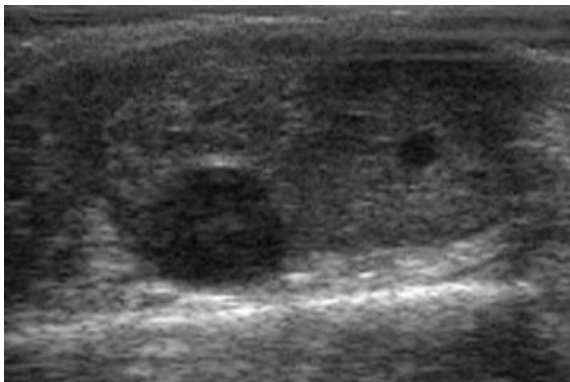
Ovaire Droit Kyste Folliculaire cloisonné

Taille : 56mm (Vache : 00499)



Ovaire Droit Kyste Folliculaire

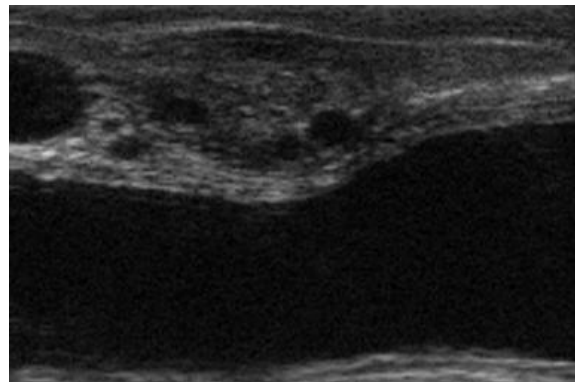
Taille : 50mm (Vache : 1916)



Ovaire Gauche portant un follicule

Taille : 16mm et un corps jaune

Cavitaire (Vache : 04977)



**Ovaire Gauche au dessus de la vessie
portant des petits Follicules**

(Vache : 63645)

II.3.2. Influence du score corporel sur l'ovulation

- Afin de mettre en évidence l'influence du BEN sur l'ovulation, notre choix s'est porté sur les vaches ayant un BCS < 3. Un totale de 35 vaches ont été suivi. (**Tableau 7**)

Tableau 7 : l'influence du bilan énergétique négatif sur l'ovulation

Nombre totale de vaches	Nombre de vache avec BCS <3	
	Ovulation	Absence d'ovulation
7	2	5
20%	6%	14%

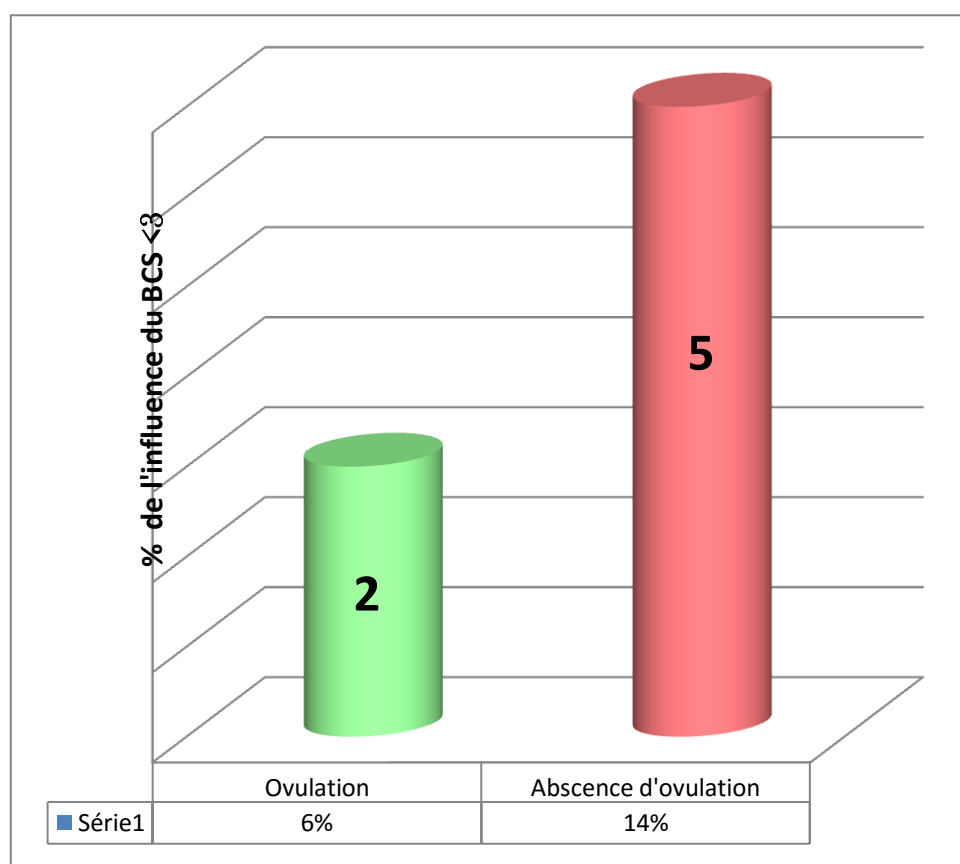


Figure 19 : Histogramme démontrant le pourcentage de l'influence du BCS < 3
En fonction de l'ovulation.

- D'après nos résultats on a constaté que le pourcentage des vaches avec un BCS < 3 est beaucoup plus élevé chez les vaches avec une absence d'ovulation. (**Figure 19**)

II.3.3. Influence de la taille des follicules sur l'ovulation

- Afin de démontrer l'influence de la taille du follicule dominant sur l'ovulation, nous avons classé nos vaches en deux catégories, ceux qui ont un follicule dominant ≤ 25 mm, et ceux qui ont un follicule dominant >25 mm. (**Tableau 8**)

Tableau 8 : Tableau démontrant l'influence de la taille du follicule dominant sur l'ovulation

Nombre de vaches	Follicule Dominant ≤ 25 mm		Follicule Dominant > 25 mm	
	Ovulation		Ovulation	
35	Oui	Non	Oui	Non
		22	10	1
100%	63%	28%	3%	6 %

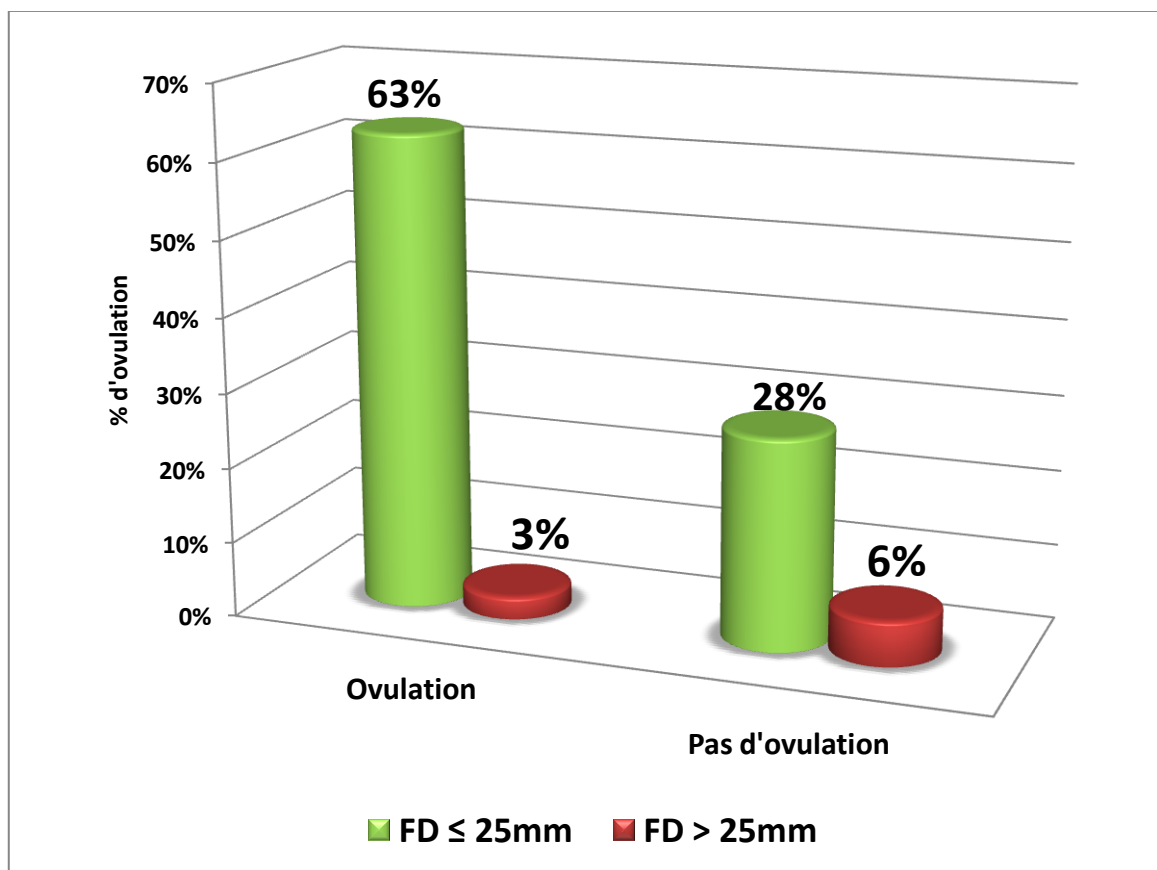
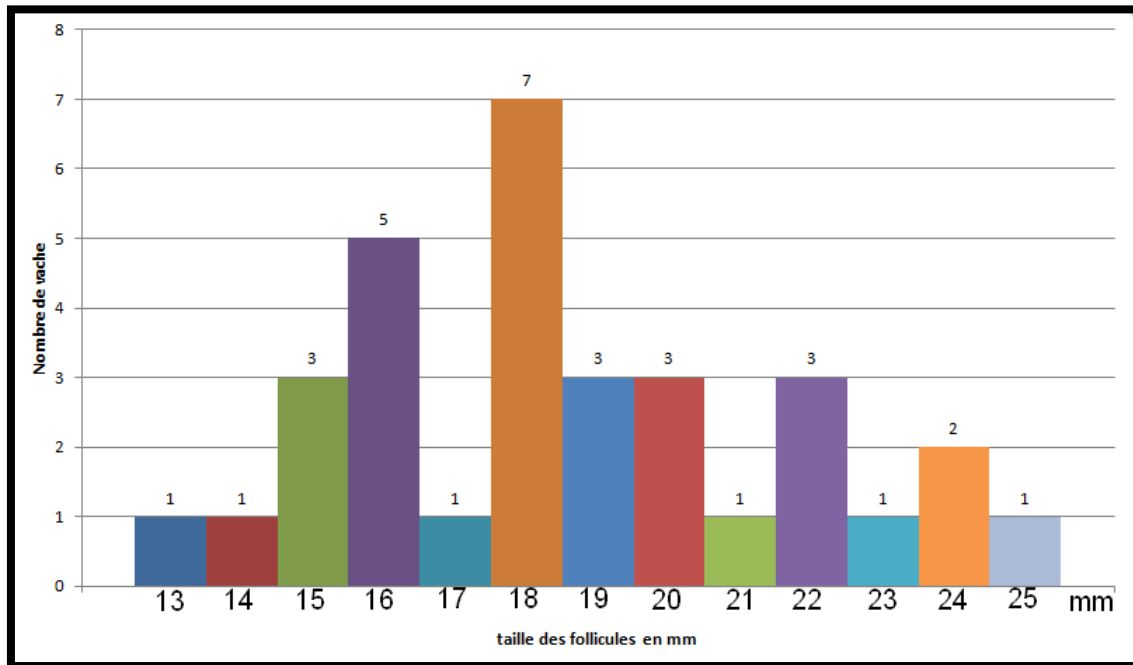


Figure 20 : Histogramme démontrant l'influence de la taille du follicule en fonction du pourcentage de l'ovulation

- Nos résultats ont démontré que 63% des follicules ont ovulé avec un diamètre ≤ 25 mm. (**Figure20**)

II.3.3.1. Détermination du Diamètre des follicules pré-ovulatoires

Afin de déterminer le diamètre des follicules pré-ovulatoires nous avons pris en première partie toutes les vaches qui présentaient des follicules pré-ovulatoires avec une taille ≤ 25 mm ce qui représente 32 vaches (**Figure 22**).



(**Figure 22**) : taille des follicules préovulatoires chez différentes vaches

- Nos résultats montrent que la moyenne du diamètre des follicules préovulatoires est de $18,5 \pm 5$ mm

- et sur les 32 vaches 12 présentaient des follicules préovulatoires avec un diamètre entre 16 et 18 mm

Ce qui représente 37%.

II.3.3.2. Diamètre optimal à l'ovulation

- En seconde partie afin de déterminer le diamètre optimal de l'ovulation notre étude a été portée sur les follicules avec un diamètre ≤ 25 mm et qui ont abouti à l'ovulation. C'est-à-dire 24 vaches. (**Figure 23**).

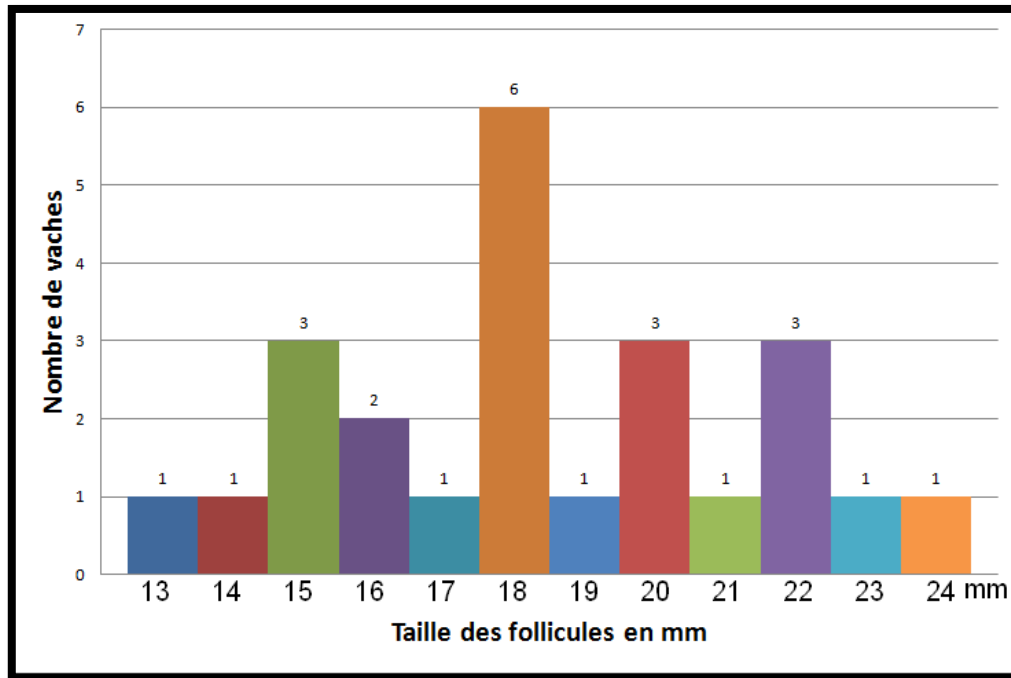


Figure 23 : Diamètre optimale des follicules préovulatoires pour l'ovulation

- Nos résultats montrent que la moyenne du diamètre des follicules préovulatoires est de $18,41 \pm 3\text{mm}$.
- Sur les 24 vaches 6 présentaient des follicules préovulatoires avec un diamètre de 18 mm et qui ont abouti à une ovulation ce qui représente 25%.

II.3.3.4.L'influence de la race

Dans notre étude les mensurations échographiques des follicules, ont été réalisées sur 4 races nées et élevées en Algérie : Montbéliard, Prim'Holstein, Fleckvieh, et la Normande. Ce qui nous a permis d'estimer le diamètre des follicules préovulatoires pour chaque race.

-Nous allons citer pour chaque race et dans l'ordre suivant : le diamètre des follicules préovulatoires des follicules qui ont ovulé et ceux qui ne l'ont pas, puis le diamètre optimal pour les follicules qui ont abouti à une ovulation.

-**Montbéliard** (21 vaches) : 18,4 mm/ 18,6 mm.

-**Holstein** (7 vaches) : 20,6 mm

Tous les follicules ont ovulé ce qui ne l'ont pas dépassé les 25mm.

-**Fleckvieh** (5 vaches) : 18 mm / 16,3mm

-**Normande** : (2 vaches) : 18 mm

Un Follicule avec un diamètre de 24 mm n'a pas ovulé.

II.3.4. Efficacité du traitement hormonal sur les troubles d'ovulation

Un traitement hormonal à base de GnRH (produit le plus utilisé pour induire l'ovulation) à été réaliser sur les 12 vaches qui n'ont pas ovulé. Bien sur un 3ème examen échographique à été réalisé 24h après pour le constat de l'ovulation. (Tableau 9)

Tableau 9 : Tableau présentant le pourcentage de réponse des vaches au traitement

Nombre de vaches Traitées	Réponse au traitement	
	Positif (+)	Négatif (-)
12	3	9
100%	25%	75%

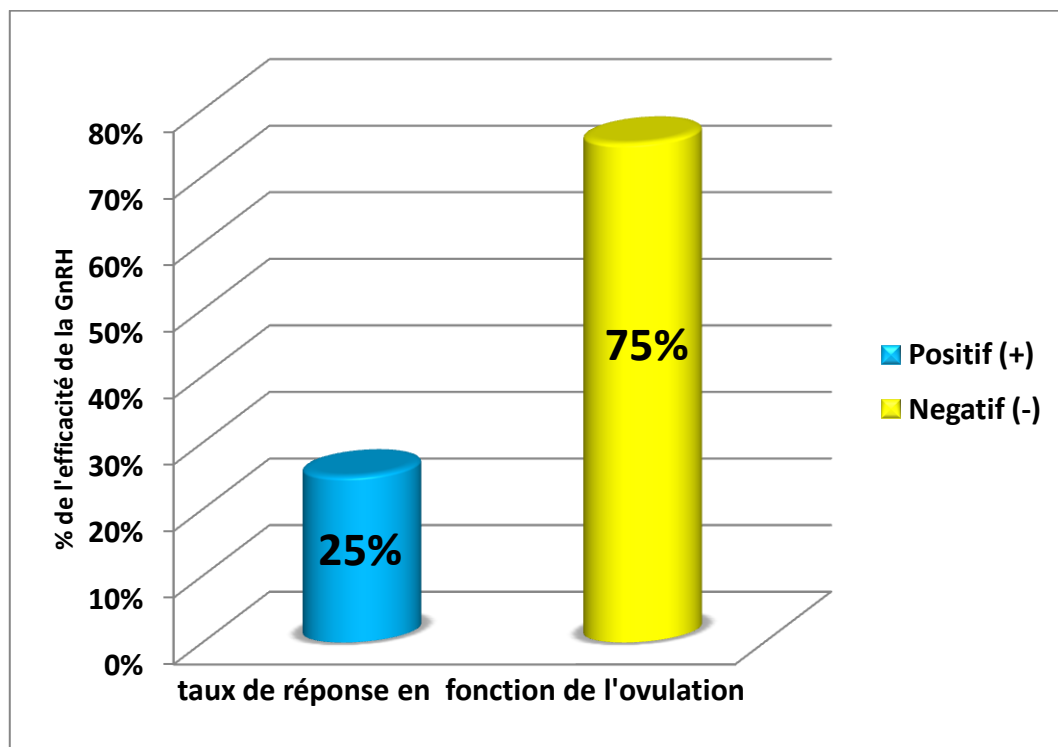


Figure 21 : Histogramme présentant le taux de réponse au traitement en fonction de l'ovulation

- Nos résultats démontrent que 75% des vaches n'ont pas répondu au traitement. (Figure21)

Discussion

II.4. Discussion

Avant d'entamer la discussion proprement dite, il faut savoir que la détection des chaleurs est une aubaine économique pour les éleveurs, dont certains font parfois jusqu'à trois à cinq inséminations pour rien et doivent assumer le coût financier des semences et du déplacement des inséminateurs. De plus, ils perdent à chaque fois un cycle, et la production laitière de leur animal baisse.

D'où l'importance de notre travail qui pourra, on l'espère, contribuer (ne serait-ce que minime) à la compréhension de ce follicule tant attendu.

Dans notre enquête, nous avons ciblé des vaches en période d'œstrus caractérisé par la croissance folliculaire et s'achevant par l'ovulation, afin d'étudier la qualité des follicules préovulatoires.

Nos examens échographiques ont démontré un taux d'ovulation de 66%, correspondant à 23 vaches. Le reste des 35 vaches (12 vaches correspondent à 34%) ont présenté des troubles de l'ovulation

II.4.1. Influence du BCS

D'après nos étude nous avons constaté que parmi les vaches qui ont un BCS<3 le pourcentage de ceux qui n'ont pas ovulé est élevé et correspond à 14%, ce qui est proche de l'étude réalisé par Pierre Froment en 2007 sur "la relation entre le score corporel et la reproduction" avec un résultat de 10 à 15% des vaches présentant des dysfonctionnements ovariens (30).

II.4.2. Influence de la Taille

Nos mensurations echographiques des follicules préovulatoires nous ont permis de constater que **63%** des follicules dominant ayant un diamètre $\leq 25\text{mm}$ ont ovulé

D'après l'article publié en 2000 par HANZEN.CH sur le développement folliculaire chez la vache, le follicule dominant sa taille est compris entre **10 et 15 mm**. Sa granuleuse possède des récepteurs à l'hormone LH et il est virtuellement capable d'ovuler. Sa présence s'accompagne au cours des jours suivants d'une diminution du nombre des autres follicules. Progressivement apparaît le follicule préovulatoire de taille supérieure à **15 mm (31)**.

Nos résultats ont démontré que **6%** des follicules avec un diamètre $> 25\text{ mm}$ n'ont pas ovulé. Selon l'article publier par SWISSGENETICS sur Le cycle ovarien et ses principaux troubles

Lorsque le follicule dépasse une taille de **25mm**, on parle de kyste.

Très peut d'étude ont été réalisé en Algérie sur la détermination du diamètre des follicules pré-ovulatoires néanmoins, une étude sur la détermination des follicules préovulatoires chez la race bovine locale brune de l'atlas a été faite en 2013 par, (Boudjelleba.S, et al) au niveau de l'ITELV (institut des techniques d'élevage) en collaboration avec l'ENSV (Ecole nationale supérieure vétérinaire).

Cette expérience a été réalisée sur 5 vaches, sous chaleurs provoquée.

Les résultats ont démontré que la moyenne du diamètre pré-ovulatoire chez la race locale brune de l'atlas était de **13,67±1,15mm**. Ce qui est inférieur à notre résultat global obtenu avec les races importées et élevées en Algérie avec une moyenne de **18,5mm±5mm (33)**.

Notre étude a été réalisée sur des vaches sous chaleur naturelle afin de ne pas influencer le diamètre avec l'injection de GnRH qui va provoquer une décharge de FSH, et de LH qui vont influencer sur la croissance et l'ovulation du follicule, pour avoir des résultats le plus précis que possible.

II.4.3.Efficacité du traitement hormonale

Sur les 12 vaches qui ont reçu une injection de GnRH, uniquement 3 vaches soit 25% ont répondu positivement au traitement, par contre 9 vaches avec un résultat négatif soit un taux d'échec de 75%.

Selon l'article publié par SWISSGENETICS sur "les injections d'hormones", Le traitement hormonal le plus souvent utilisé est «l'injection de GnRH ». Les préparations les plus courantes pour induire l'ovulation agissent indirectement et donnent simplement le signal à l'hypophyse qu'elle doit libérer l'hormone lutéinisante (LH). Mais cela ne fonctionne que si le bilan énergétique de la vache est équilibré. Chez les vaches avec un déficit énergétique, la formation de LH est réduite. Il ne peut pas y avoir de réaction à l'injection ovulatoire **(32)**.

Conclusion

Conclusion

Trois techniques d'examen de l'ovaire sont disponibles sur le terrain chez la vache : la palpation transrectale, l'échographie et le dosage sanguin de progestérone. Elles permettent d'identifier les structures physiologiques (follicules, corps jaunes) et pathologiques (kystes, tumeurs) pouvant être présents sur l'organe.

Comprendre les mécanismes qui régulent la croissance folliculaire jusqu'à l'ovulation est indispensable pour bien maîtriser la reproduction. Les études échographiques de la croissance folliculaire sont encore peu nombreuses et ne concernent qu'un nombre limité d'animaux.

L'objectif de cette étude était de caractériser par échographie, la dynamique folliculaire de la vague ovulatoire en déterminant le diamètre du follicule pré-ovulatoire chez la vache.

Cette étude démontre la multiplicité des facteurs responsables de problèmes de reproduction et la complexité de leurs relations. Elle avait entre autres buts d'attirer l'attention sur plusieurs points essentiels :

- Un bilan énergétique négatif qui se traduit par un manque de glucose, influence directement sur le cerveau ayant pour résultat de diminuer la sécrétion du GnRH, donc du FSH ce qui inhibe la croissance folliculaire donnant ainsi des ovaires lisse "Anoestrus vrai".
- Les injections d'hormones pour provoquer l'ovulation et les doubles inséminations ne peuvent pas corriger un mauvais approvisionnement en énergie.
- Notre étude nous a permis d'avoir un aperçu sur le diamètre des follicules préovulatoires chez différentes races importées en Algérie en utilisant l'échographe, qui apparait à nos jours, sans conteste, l'examen possédant la puissance diagnostique la plus élevée et ce dans toutes les situations physiologiques et pathologiques de l'ovaire.
- Notre travail nous a permis de constater aussi que le diamètre des follicules à l'ovulation est supérieur chez les races laitière (**Prim Holstein**) que chez les races mixtes (**Montbéliard, Normande, Fleckvieh**).

Recommandations

- La condition pour obtenir le succès de l'injection ovulatoire est son administration au bon moment, soit environ 6 à 8 heures avant l'insémination. C'est seulement durant ce laps de temps que la surface du follicule, qui contient l'ovule, peut s'ouvrir sous l'effet de l'hormone LH.
- Toutefois, dans des cas particuliers, l'utilisation de l'injection ovulatoire peut augmenter le taux du succès de l'insémination ou éviter la formation d'un kyste ovarien.
- Veiller à ce que la vache reçoive une alimentation équilibrée selon son stade physiologique afin d'éviter un bilan énergétique négatif.
- Les ovaires ne devraient pas être palpés pendant l'insémination, nous déconseillons vivement ce geste. D'une part, le palper du follicule ne permet aucunement de prédire le moment exact de l'ovulation et d'autre part, l'examen des ovaires diminue sensiblement les chances de succès de l'insémination. Le palper du follicule peut conduire à son éclatement involontaire ou peut entraîner le déplacement des fines terminaisons de l'oviducte qui devraient recueillir l'ovule. Dans les deux cas de figure, l'ovule est perdu, la réalisation d'une échographie avec un balayage superficielle reste le meilleur examen.
- Afin de reconnaître le moment idéal pour inséminer, une observation consciencieuse des chaleurs (3 x 30 minutes par jour, également en dehors des heures habituelles des travaux à l'étable!) est incontournable.
- En règle générale, l'ovulation n'a lieu que 24 à 36 heures après le début des chaleurs principales et l'ovule reste fécondable durant 12 à 18 heures environ, cependant le moment idéal pour inséminer se situe entre 12 et 24 heures après que la vache ait commencé d'accepter le chevauchement.

Références bibliographiques

- (1)- **Christian Hanzen, Yves Laurent, Samy Jakovljevic 1992** : ‘‘Application de l’échographie en reproduction bovine’’ ; Ann Méd vét, , 137,13-18 page 1
- (2)- **Mialot JP, Chastant-Maillard S, Boin E, Constant f, Grimard B. 2002**
Imagerie échographique de l’utérus et des ovaires en gynécologie bovine. In : *Journées Nationales des GTV*, Tours, , 679-684.
- (3) - **HAL Id: hal-00793623 <https://hal.inria.fr/hal-00793623> nra Prod. Anim., 2009,22 (2), 59-76 Page 2.**
- (4) – **Swissgenetics Edition Toro juillet 2006** : ‘‘LE CYCLE OVARIEN ET SES PRINCIPAUX TROUBLES’’ page 32.
- (5)-**Twagiramungu H. 1990.** Effets des traitements de Synchro-Mate-B et d’un analogue de GnRH (Receptal) combinés aux prostaglandines F2a (PG) sur la synchronisation de l’oestrus et la fertilité des bovins de boucherie. Mémoire de M. Sc., Université Laval, Québec, Canada
- (6)- **Donaldson L.E. et W. Hansel. 1968.** Cystic corpora lutea and normal and cystic graafian follicles in the cow. Australian Vet. J. 44 : 304.
- (7)- **Clarke I.J.1989.** The GnRH/gonadotropin axis in the ewe, cow and sow. Domest. Anim. Endocrinol.6 (1).
- (8)- **Peters A.A. et P.J.H. Ball. 1987.** Reproduction in cattle. Butterworths. England, 191 p.
- (9)- **Rahe C.H., R.E. Owens, J.L. Fleeger, H.J. Newton et P.G. Harms. 1980.** Pattern of plasma luteinizing hormone in the cyclic cow: dependence upon the period of the cycle. Endocrinology, 107 : 498.
- (10)- **Niswender G.D. et T.M. Nett. 1988.** The corpus luteum and its control. Dans : Knobil E. et D.J. Neill. The physiology of reproduction. Raven Press Ltd. New York. Vol. 1, p. 489.
- (11)- **Kesner J.S. et E.M. Convey. 1982.** Interaction of estradiol and luteinizing hormone releasing hormone on follicle stimulating hormone release in cattle. J. Anim. Sci. 54 : 817.
- (12)- **Pierre Brassard Roger Martineau et Herménégilde Twagiramungu 1997** : ‘‘L’INSÉMINATION À TEMPS FIXE : ENFIN POSSIBLE’’ ; page 79,80.
- (13)- **Hanzen Ch. (1), Lourtie O. (1), Drion P.V. (2). 2000** : ‘‘ Le développement folliculaire chez la vache Aspects morphologiques et cinétiques’’ page 2 ; 3 ; 4 ; 5 ; 6 ; 7 ; 8 ; 10 ; 11 ; 12.
- (14)- **D. Monniaux et al** : ‘‘ Développement folliculaire ovarien et ovulation chez les mammifères’’. Page 67,68.69.
- (15)- **Emmeline, Marie-Alexandrine Wurth 2010** ‘‘ ETUDE COMPARATIVE DE L’OVULATION CHEZ LES MAMMIFERES’’ page 24; 25 ; 29 ; 31 ; 35 ; 36.
- (16)-**Swissgenetics Edition Toro aout 2006**‘‘ Le cycle ovarien et ses principaux troubles’’ page 20.
- (17)-**Swissgenetics Edition Toro octobre 2010** : ‘‘ Pour qu’il y ait ovulation’’page 27.
- (18)-**Swissgenetics Edition Toro aout 2007**: ‘‘ Injection d’hormones – problèmes résolus? Page 16.
- (19)-**Sébastien Buczinski et Luc DesCoteaux** : Collection ATLAS, Les Edition du point Vétérinaire : ‘‘Echographie des bovins’’page 18
- (20)- **Eve, Marie Boin 2001** : ‘‘ATLAS D’ECHOGRAPHIES EN GYNECOLOGIE BOVINE’’ THESE pour le DOCTORAT VETERINAIRE, page 9 ; 11 ; 22 ; 23 ; 24 ; 25 ; 26.
- (21)- **Stie web consulté le 10/03/2016** :
<http://www.votreveto.net/capre/Publication/Show.aspx?item=1104>

(22)- Site web consulté le 11/03/2016 :

<http://theses.ulaval.ca/archimede/fichiers/22412/22412000.jpg>

(23)- Site web consulté le 20/03/2016 : <http://slideplayer.fr/slide/187071/>

(24)- Site web consulté le :

http://www.dematice.org/ressources/DCEM2/gynecologie%20obstetrique/D2_genobs_009/co/cycle_monstruel_12.html

(25)- Danielle Monniaux, Alain Caraty, Frederique Clement, Rozenn Dalbi_es-Tran, J. Dupont, St_ephane Fabre, N. G_erard, Pascal Mermillod, Philippe Monget, Svetlana Uzbekova: ‘‘ Développement folliculaire ovarien et ovulation chez les mammifères’’page 68.

(26)- Emmeline, Marie-Alexandrine wurth 2010 : ‘‘ ETUDE COMPARATIVE DE L’OVULATION CHEZ LES MAMMIFERES’’ Thèse de Doctorat année 2010 page 30 ; 31 ; 32.

(27)- HAL Id: hal-00793623 <https://hal.inria.fr/hal-00793623> Submitted on 22 Feb 2013

(28)- Site web consulté le 09/05/2016 : <https://sites.google.com/site/genetiquemontbeliarde>.

(29)- Site web consulté le 09/05/2016 :

<http://www.bioactualites.ch/fileadmin/images/bioaktuell/tierhaltung/Rindvieh/milchvieh/BCS-fiche-technique-TS-Ausschnitt-800.jpg>

(30)- Pierre Froment 2007 : ‘‘ NOTE D’ETAT CORPOREL ET REPRODUCTION CHEZ LA VACHE LAITIERE’’ THESE Doctorat, page 71 ; 75 ; 76.

(31)- Hanzen Ch, Article publié dans les Annales de Médecine Vétérinaire, en 2000 ‘‘Le développement folliculaire chez la vache Aspects morphologiques et cinétiques’’ page 11 ;12.

(32)-Swissgenetics Edition Toro aout 2006 ‘‘Le cycle ovarien et ces principaux trouble’’ page 20.

(33) : Boudjelleba.S,Lamara.A, Boudjenah.A,et Bouzzerd.S 2013 ‘‘ Etude de la dynamique folliculaire de la vague ovulatoire chez la race locale bovine Brune de l’Atlas résumés des communications orales pages 14,15.

ANNEXES

Appendice A :

Liste des Abréviation

ARNm: Acide Ribonucléique messenger

AMPC : Adénosine Mono phosphate Cyclique

BCS: Body Score Corporel

BEN : Bilan Energétique Négatif

DM : Dominance morphologique

DF : Dominance fonctionnelle

FD : Follicule Dominant

FSH: Follicule Stimulating Hormone

GnRH : Gonadotropin-Releasing Hormone

KF : Kyste Folliculaire

LH: Luteinizing Hormone

MHz: Méga Hertz

PRKAC : Proteine Kinase cAMP-dependent

ZP : Zone pellucide

Appendice B : Fiche signalétique

Fiche de suivi des vaches

Date : / / 2016

- Nom de l'éleveur :

- Tel :

- Adresse :

- Numéro de vache :

- Score corporel (BCS):

- Race :

- Nombre de vêlage :

- Examen génital :

- inséminateur :

- Examen échographique des ovaires et mensuration du follicule dominant (J1) :

Ovaire gauche	Ovaire droit
Observation :	Observation :
Numéro image :	Numéro image :

- Examen du follicule J2 (24h) :

Ovulation : oui non

Observation :

- Traitement hormonale (GnRH) : oui non

- Examen du follicule à J3 poste traitement

Ovulation : oui non



64

Fiche de suivi des ovaires

Nom de l'éleveur: *Madjeur hucine* Date: 05/06/2018
 Tel: *09.59.44.44.44*
 Adresse: *Mekki Oued Sebif*
 Nombre de vache: *4/06* Score corporel: *3,5*
 Race: *MS* Nombre de vêlage: *4*
 Examen général: *Bon passage de pu dans la glaire*

- Insémination:
 Rapport du praticien de TA Note de (de 1 à 3): *Non inséminé (Méthode)*

- Examen échographique des ovaires et mesure du follicule dominant:

Ovaire gauche	Ovaire droit
Observation: Taille Ovaire: <i>36mm</i>	Observation: Taille Ovaire: <i>28mm</i>
Taille FO: <i>24mm</i>	Ovaire Bist.
Numéro image: <i>148, 146</i>	Numéro image: <i>145</i>
	

- Examen du follicule (MF) post insémination: *ovulation ✓*
 Observation: *pu de follicule sur l'ovaire gauche*
 Retour en chaleur à (J 21): OUI NON
 Observation:
 Diagnostic de gestation par échographie à (J 30): Positif Négatif