



Institut des Sciences
Vétérinaires- Blida



Université Saad
Dahlab-Blida 1-

Projet de fin d'études en vue de l'obtention du
Diplôme de Docteur Vétérinaire

Insémination artificielle chez les bovins

Présenté par
TAHENNI Samir

Devant le jury :

Présidente :	LAGHOUATI A.	MAB	ISV - BLIDA
Examinatrice :	MEKADEMI K.	DMV	ISV - BLIDA
Promoteur :	YAHIA A.	MCA	ISV - BLIDA

Année : 2020/2021



Institut des Sciences
Vétérinaires- Blida

Université Saad
Dahlab-Blida 1-



Projet de fin d'études en vue de l'obtention du
Diplôme de Docteur Vétérinaire

Insémination artificielle chez les bovins

Présenté par
TAHENNI Samir

Devant le jury :

Présidente :	LAGHOUATI A.	MAB	ISV - BLIDA
Examinatrice :	MEKADEMI K.	DMV	ISV - BLIDA
Promoteur :	YAHIA A.	MCA	ISV - BLIDA

Année : 2020/2021

Remerciements

Je remercie tout d'abord le bon dieu, tout puissant de m'avoir accordé la santé, la foi, la patience et le courage, et de m'avoir permis d'arriver à ce stade de ma vie particulièrement dans mes études.

J'exprime mes reconnaissances à monsieur le docteur **YAHIA.A** chef de département clinique de l'institut des sciences vétérinaires de Blida (ISVB) qui a accepté d'encadrer et de corriger parfaitement ce travail avec une pédagogie exceptionnelle, et une extrême gentillesse et patience, sincères remerciements.

Je remercie aussi les membres de jury :

Dr Laghouati. A et **Dr Mekademi. K**

Je profite donc ici de l'occasion pour exprimer mon profond gratitude à l'ensemble des enseignants de l'institut des sciences vétérinaires de Blida (ISVB) pour tout ce qu'ils nous ont donné comme savoir et savoir-faire, surtout **Dr Boukenaoui, Pr Triki, Pr Menoueri, Dr Kalem A, Dr Kelenmar R, Dr Gharbi, Dr Ait Belkacem** et **Dr Yahimi**.

Enfin, Je voudrai remercier tous mes enseignants qui ont participé laborieusement à ma formation durant mon cursus universitaire et ceux qui ont collaboré avec moi durant cette période, mes collègues et mes amis.

Dédicace

Au nom de dieu le tout puissant, je dédie ce modeste travail a :

A mes très chers parents **AREZKI** et **SALIHA** pour leurs soutien, encouragements et conseils. Ce travail est le fruit de leurs sacrifices qu'ils ont consentis pour assurer mon confort, j'espère qu'il sera pour vous une raison de plus pour être fier de moi, surtout ma mère qui m'a donné le soutien, les mots sont faible pour exprimer la force de mes sentiments et la reconnaissance que je port. Que dieu me les gardes auprès de moi.

A mes très chers frères : **Hamza** et **Bilal**, pour m'avoir épaulé durant tout mon cursus.

A mes très chères sœurs : **Iman, Siham et Thouraia** et ces trois anges

Sarah, Asma, Maria.

A tous, mes tantes, oncles, cousins et cousines.

A toutes la famille **TAHENNI**

A mes chers grands parents

A tous mes amis et mes collègues du département : **Akli, Kader, Wassim, Tahar, Saïd, Mohand, Samir, Djilali et Nassim**

Et tous les étudiants de 5ème année vétérinaire **2020/2021**

Résumé

L'insémination artificielle bovine (**IA**) est une ancienne biotechnologie de la reproduction la plus utilisée dans le monde, qui est introduite en Algérie convenablement depuis 1988. Afin d'augmenter les capacités de production de cheptel et d'assurer une amélioration génétique qui jouent un rôle important sur l'impacte économique (agro-alimentaire).

L'objectif de l'étude est de réaliser en premier lieu une synthèse générale sur cette nouvelle biotechnologie de reproduction avec ces méthodologies depuis la collecte de sperme jusqu'au dépôt de la semence dans les voies génitale femelle telle que ; méthode de collecte de sperme, analyse de sperme, méthode de conservation, technique d'**IA** ainsi que la synchronisation des chaleurs. Deuxièmement une étude sur les avantages, inconvénients de cette dernière et les facteurs ainsi les points critiques qui permettent sa réussite.

Mots clés : Insémination artificielle, bovin, biotechnologie, semence, synchronisation des chaleurs.

الملخص

التلقيح الاصطناعي البقري (AI) هو تقنية حيوية تناسلية قديمة الأكثر استخدامًا في العالم ، وقد تم إدخالها في الجزائر بشكل مناسب منذ عام 1988. من أجل زيادة القدرات الإنتاجية للقطعان وضمان التحسين الوراثي الذي يلعب دورًا مهمًا في التأثير الاقتصادي (الغذاء الزراعي) .

الهدف من الدراسة هو إجراء توليفة عامة حول هذه التقنية الحيوية الإنجابية الجديدة باستخدام هذه المنهجيات من جمع الحيوانات المنوية إلى إيداع السائل المنوي في الجهاز التناسلي الأنثوي مثل ؛ طريقة جمع السائل المنوي ، تحليل السائل المنوي ، طريقة الحفظ ، تقنية التلقيح الاصطناعي وكذلك مزامنة الشبق. ثانياً ، دراسة مزايا وعيوب هذه الأخيرة والعوامل والنقاط الحرجة التي تسمح بنجاحها.

الكلمات المفتاحية : التلقيح الاصطناعي ، الأبقار ، التكنولوجيا الحيوية ، السائل المنوي ، التزامن , الشبق.

Abstract

Bovine artificial insemination (AI) is an ancient reproductive biotechnology the most used in the world, which has been introduced in Algeria suitably since 1988. In order to increase the production capacities of herds and to ensure a genetic improvement which plays an important role in the economic impact (agro-food).

The objective of this study is, first to carry out a general synthesis on this new reproductive biotechnology with these methodologies from the collection of sperm to the of the semen deposit in the female genital tract such as; semen collection method, semen analysis, preservation method, AI technique as well as heat synchronization. Secondly, a study on the advantages, disadvantages of the latter and the factors and the critical points which allow its success.

Keywords: Artificial insemination, bovine, biotechnology, semen, synchronization, heat.

Sommaire

Introduction générale :	1
Chapitre I : Généralités sur l'appareil génital de la vache :	2
I. Anatomie de l'appareil génital de la vache :	3
1. Section uro-génital :	4
1.1. Vulve :	4
1.2. Vestibule de vagin :	4
2. Tractus génital :	4
2.1. Vagin :	4
2.2. Utérus :	4
2.2.1. Col :	5
2.2.2. Corps utérin :	5
2.2.3. Cornes utérines :	5
2.3. Oviductes :	5
2.3.1. Pavillon :	6
2.3.2. Ampoule :	6
2.3.3. Isthme :	6
2.3.4. Jonction tubo-utérine :	6
3. Ovaires :	7
II. Physiologie de la reproduction chez la vache :	8
1. Puberté :	8
2. Folliculogenèse :	9
3. Vagues folliculaires :	9
4. Atrésie folliculaire :	10
5. Ovulation :	10
6. Cycle sexuelle de la vache :	10
6.1. Cycle œstral :	10
6.1.1. Œstrus :	11
6.1.2. Metroestrus :	11
6.1.3. Dioestrus:	11

6.1.4.	Pro œstrus :	11
6.2.	Cycle ovarien :	12
➤	Phase folliculaire :	12
➤	Phase lutéale :	12
7.	Fécondation :	13
8.	Régulation hormonale de cycle sexuel :	13
8.1.	Hormones de reproduction chez la vache :	15
9.	Paramètres de reproduction :	16

Chapitre II : Détection et Synchronisation des chaleurs chez la vache : 17

1.	Chaleurs :	18
1.1.	Définition :	18
1.2.	Signe des chaleurs :	18
2.	Méthodes de détection des chaleurs :	19
2.1.	Méthodes visuelles :	19
➤	Lieu d'observation :	19
➤	Moment d'observation :	19
➤	Fréquence et nombre d'observation :	20
2.2.	Méthodes non visuelle :	20
2.2.1.	Taureau détecteur :	20
2.2.2.	Détecteur électronique :	20
2.2.3.	Détecteurs mécaniques de chevauchement :	20
2.2.4.	Systèmes d'enregistrement de l'activité physique :	21
2.2.5.	Crayons marqueurs :	22
2.2.6.	Détecteur de monte kamar :	22
2.3.	Facteurs responsables de manque de détection des chaleurs :	22
2.3.1.	Facteurs liés à l'éleveur :	22
2.3.2.	Facteurs liés à l'animal :	22
3.	Synchronisation des chaleurs :	23
3.1.	Définition et finalité :	23
3.2.	Objectif et avantage :	23
3.3.	Méthodes d'induction des chaleurs :	23

3.3.1. Méthodes à base de prostaglandine ou ses analogues :	23
3.3.2. Protocole GPG :	24
3.3.3. Protocole à bas de progestagènes :	25
Chapitre III : L'insémination artificielle :	26
1. Historique :	27
2. Définition :	27
3. Avantage d'IA :	28
3.1. Avantages génétique :	28
3.2. Avantages sanitaire :	28
3.3. Avantages économique :	30
4. Inconvénients d'IA :	30
5. Technique de préparation de la semence :	31
5.1. Entretien des reproducteurs mâle :	31
5.2. Conditions de collecte :	31
5.3. Récolte de sperme :	32
5.3.1. Récolte au vagin artificiel :	32
5.3.2. Collecte à l'électro-éjaculation :	33
5.3.3. Massage des vésicules séminales :	34
5.3.4. Récolte dans les voies génitales femelles :	34
5.4. Evaluation de la semence au laboratoire :	34
5.4.1. Examen Macroscopique :	34
a) Volume :	35
b) Couleur de sperme :	35
c) Viscosité du sperme :	36
d) pH du sperme :	36
5.4.2. Examen microscopique :	36
a) Mobilité :	36
b) Concentration de sperme :	36
c) Pourcentage de spermatozoïdes vivants :	37
d) Morphologie des spermatozoïdes :	37
e) Anomalies des spermatozoïdes :	37

f)	Evaluation biologique de la qualité de sperme :	38
g)	Test d'aptitude à la congélation :	38
5.4.3.	Dilution :	39
a)	Nature des milieux de dilution :	39
b)	Qualité des milieux de dilution :	39
c)	Taux de dilution :	39
d)	Méthode de dilution :	40
e)	Milieu dilueurs :	40
➤	Dilueurs à base de citrate, jaune d'œuf en solution aqueuse :	40
➤	Dilueurs à base de lait :	40
5.4.4.	Analyse des spermatozoïdes assistée par ordinateur (CASA) :.....	40
a)	Définition et généralités :.....	40
b)	Système CASA actuel :.....	41
c)	Avantage de CASA :.....	42
d)	Limite de CASA :.....	42
5.4.5.	Conditionnement :	43
a)	Conditionnement en granulés :	40
b)	Conditionnement en paillettes :	41
5.4.6.	Conservation :	41
a)	Semence fraîche :	43
b)	Semence congelée :	44
6.	Insémination proprement dit :	44
6.1.	Matériel d'insémination :	44
6.2.	Moment d'insémination :	45
6.3.	Lieu de dépôt de la semence :	45
6.4.	Etapas d'insémination :	46
6.5.	Procédure d'insémination :	47
7.	Diagnostic de gestation :	47
7.1.	Dosage de la progestérone :	47
7.2.	Diagnostic par Echographie :	48
7.3.	Palpation transrectale :	48
	Conclusion :	49
	Références bibliographiques :	47

Liste des tableaux

Tableau 1 : Hormones de reproduction chez la vache	15
Tableau 2 : Paramètres de reproduction	16
Tableau 3 : Principaux signes des chaleurs	18
Tableau 4 : Pourcentage des vaches laitières en œstrus par heures spécifiques	20
Tableau 5 : Risque des maladies à transmission vénériennes	29
Tableau 6 : Effet de l'âge des taureaux sur le volume d'éjaculation	35
Tableau 7 : Grille d'appréciation de la motilité (* : grossissement : ×400)	36
Tableau 8 : Durée de vie d'ovules et des spermatozoïdes	45

Liste des figures

Figure 1 : Anatomie de l'appareil génitale de la vache	3
Figure 2 : Conformation de la trompe utérine chez la vache	6
Figure 3 : Préhension et palpation de l'ovaire	7
Figure 4 : Développement folliculaire	9
Figure 5 : Vagues folliculaires	9
Figure 6 : Cycle ovarien chez la vache	12
Figure 7 : Contrôle hormonal de cycle ovarien chez la vache	14
Figure 8 : Singe de chevauchement et la mobilisation active	19
Figure 9 : Différents détecteurs mécaniques de chevauchement chez les bovins	21
Figure 10 : Licol marqueur et sa mise en place	21
Figure 11 : Podomètre et sa mise en place	21
Figure 12 : Capsule KAMAR	22
Figure 13 : Protocole de synchronisation à base de prostaglandine f 2 α	24
Figure 14 : Protocole GPG	24
Figure 15 : Protocole PRID [®] avec prostaglandine chez les vaches laitières	25
Figure 16 : Vagin artificiel	33
Figure 17 : Récolte de sperme à l'aide d'un vagin artificiel	33
Figure 18 : Photographie de la sonde Electro-éjaculation	34
Figure 19 : Anomalies majeures et mineures de spermatozoïde dans l'espèce bovine	38
Figure 20 : Computer Assisted Semen Analysis « CASA »	42
Figure 21 : Mise en place de la semence	46

Abréviations

CNIAAG : Centre National d'insémination Artificielle et d'amélioration Génétique.

FSH: Folliculo- stimulating hormone.

GnRH: Gonadotropine releasing hormone.

IA : Insémination Artificielle.

IAF : Insémination Artificielle fécondante

LH: Lutéinising hormone.

PGF2 α : Prostaglandine F2 alpha.

SPZ : spermatozoïde.

Introduction générale

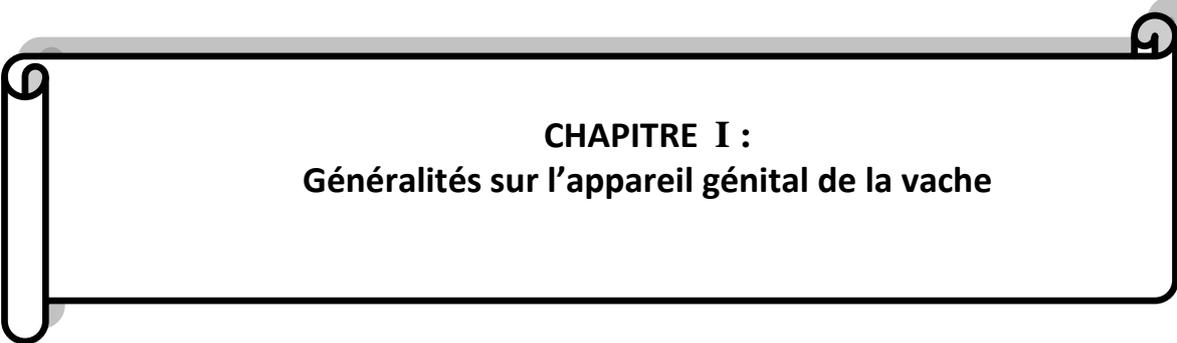
En Algérie la production bovine laitière locale est négligeable et très faible (**Bourbia, 1998**), pour régler ce problème, notre pays à essayé l'amélioration génétique de nos races locales par l'importation des races étrangers a grandes productivité, l'introduction des biotechnologies animale notamment l'insémination artificielle et le transfert embryonnaire. Les biotechnologies animales visent à produire des individus possédant un potentiel de production supérieur à celui des parents, et dans des conditions de moindre coût.

L'insémination artificielle (**IA**) à partir du sperme congelé du taureau est l'une des plus anciennes biotechnologies. Son utilisation en faisant intervenir l'Homme dans le processus naturel de reproduction a contribué à une amélioration génétique et économique rapide des troupeaux laitiers. L'insémination artificielle a connu un développement rapide et universel depuis le début des années **50**, ce qui en fait la technique de reproduction assistée la plus répandue dans le monde.

En Algérie, l'insémination artificielle a été introduite à l'époque coloniale, puis pris en charge convenablement par le Centre National d'insémination Artificielle et d'Amélioration Génétique (**CNIAAG**) qui à été crée par le décret **N° 88.04** du **05 Janvier 1988**, qui siège dans la wilaya d'Alger. Cependant et en réalité, ce n'est que durant ces dernières dizaines d'années qu'un progrès a été observé suite à la mise en place d'un programme de soutien par l'état.

Malgré l'introduction de cette nouvelle biotechnologie de reproduction et le respect des conditions de son utilisation par les inséminateurs vétérinaires ; une baisse du taux de réussite de cette dernière est observer dans nos élevages, provoquant une chute du taux de vêlage ainsi que celle de la production laitière qui à entraînée une crise national du lait. En effet, les problèmes ne sont pas entièrement résolus dans les élevages, mais aussi à cause des insuffisances et le prix très élevé des fourrages et des concentrés, la mauvaise adaptation des vaches importées, le manque d'instruction de nos éleveurs et la mauvaise gestion de la reproduction.

L'objectif de l'étude, est de faire une recherche approfondi sur cette nouvelle biotechnologie de reproduction et de mettre on évidence tous les facteurs qui permettent sa réussite et son progrès dans le domaine de la reproduction bovine.



CHAPITRE I :
Généralités sur l'appareil génital de la vache

I. L'Anatomie de l'appareil génital de la vache

La connaissance de l'anatomie de l'appareil reproducteur de la vache est indispensable pour réaliser certaines interventions dans des parfaites conditions telle que le diagnostic de gestation et l'insémination artificielle « IA ».

L'appareil génital femelle assure trois fonctions :

- production régulière des gamètes femelle (ovules) pouvant être fécondés de la puberté jusqu'à la ménopause ; c'est la ponte ovulaire.
- le développement et la croissance de l'embryon puis le fœtus ; c'est la gestation.
- la mise bas puis l'allaitement de jeune veaux ; c'est la parturition et la lactation.

Cet appareil est constitué de trois sections :

- section uro-génitale qui comporte le vestibule du vagin et la vulve.
- section tubulaire qui comporte les oviductes et le vagin.
- section glandulaire qui comporte les ovaires. (**Chaplet et Thaybier, 1973 ; Barone, 1990**).

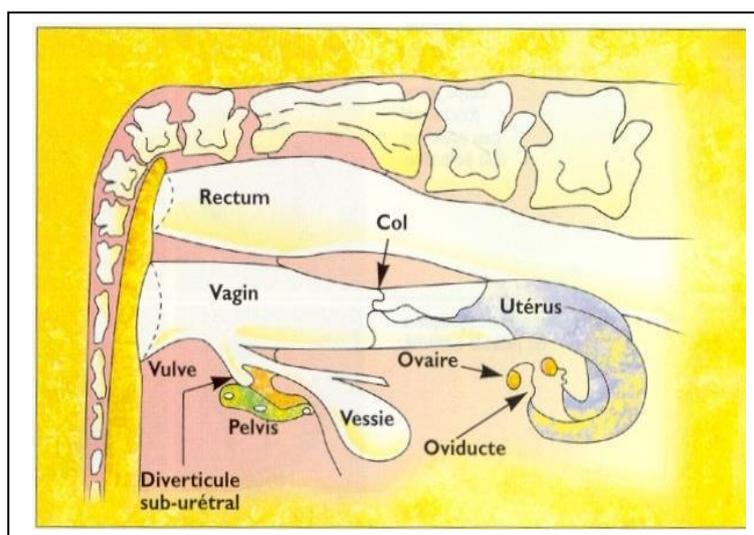


Figure 1 : Anatomie de l'appareil génitale de la vache (**Origenphus.com**)

1. Section uro-génital

1.1. Vulve

La parité la plus caudale de tractus génital. C'est un orifice qui termine le canal génital situé sous l'anus dont elle est séparée par le périnée (le pont anoa-valvulaire) **(Derivaux et Ectors, 1980)**.

Comprenant deux lèvres musculaires latérales qui en assurent la bonne coaptation et deux commissures, supérieures et inférieures **(Bressou, 1987)**.

1.2. Vestibule de vagin

Il n'est long que de 8 à 10 cm et incliné ventro-caudalement entre les os ischiurs. Ceci le rend aisément explorable. Son aspect finement granuleux est dû à la présence, dans sa muqueuse, de nombreux nœuds lymphatiques.

2. Tractus génital

C'est la portion tubulaire de l'appareil génital de la femelle, il comprend de l'extérieur vers l'intérieur :

2.1. Vagin

Partie du tractus génital, séparé de l'utérus par le col, il se termine vers l'extérieur par la vulve, formé d'un conduit membraneux entre le méat urinaire et le canal de l'urètre, la muqueuse vaginale est tapissée de plis muqueux qui permettent de se dilater considérablement lors du passage du fœtus **(Derivaux et Ectors, 1980)**.

2.2. Utérus

L'utérus ou la matrice est l'organe où le fœtus se développe, il est capable d'une extension énorme pour accommoder un fœtus en croissance **(Michael et Wattiaux, 1995)**.

Sa paroi utérine est faite de trois tuniques concentrique qui sont, de l'extérieurs vers l'intérieur : la séreuse, revêtement péritonéal de l'organe, la musculuse, composée elle même de deux couches et la muqueuse **(Pavaux, 1981)**.

Il est constitué de trois parties de l'extérieur vers l'intérieur : le col, le corps et les cornes

2.2.1. Col

C'est la portion caudale de l'utérus qui le relie au vagin, c'est un segment cylindrique, sa consistance est beaucoup plus ferme qui le rend facilement repérable à travers la paroi rectale, à une longueur de **6 à 7cm** chez la génisse et **10cm** chez la vache âgée ; la présence de **3 à 4** plis circulaires rend l'organe parfaitement infranchissable à la sonde quand il est normalement fermé (**Pavaux, 1981**).

2.2.2. Corps utérin

Le corps est un peu aplati dorso-ventralement, on lui reconnaît donc deux faces (dorsale et ventrale), deux bords (mésométrial et libre) et deux extrémités (cranial et caudale), l'extrémité caudale se rétrécit pour se continuer par le col. Il est moins de **5cm** de longueur (**Theirry et al., 1999**).

Le corps utérin est plus court, de longueur de **2 à 3cm**, il est aplati de dessus en dessous, horizontalement placé entre le rectum et la vessie (**Bressou, 1987**).

2.2.3. Cornes utérines

Segment canaille de l'utérus dans lesquelles débouchent les oviductes, constituant l'allongement de corps utérin, ou elles sont accolées l'une à l'autre ; elles sont grêles avec une longueur de **30 à 40cm**. Les deux sont indépendantes l'une de l'autre en avant, leurs extrémités se rétrécissent progressivement et se continuent insensiblement avec l'oviducte (**Bressou, 1987**).

2.3. Oviductes

C'est un conduit qui a pour rôle de recueillir l'ovule et de la conduire après fécondation vers l'utérus, chaque ovaire est relié par un oviducte plus ou moins flexueux, situé sur le bord de ligament large, il débute par le pavillon ou infundibulum, indépendant de l'ovaire qui a la forme d'un entonnoir s'ouvrant dans la bourse ovarique, et peuvent s'appliquer contre le bord libre de l'ovaire pour recueillir les gamètes femelles lors de l'ovulation (**Bonnes et al., 1988**). Ils sont divisés en quatre portions :

2.3.1. Pavillon

Ouvert dans la bourse ovarique en regard de l'ovaire. Il permet la captation de l'ovule au moment de l'ovulation.

2.3.2. Ampoule

Fait suite au pavillon, est le lieu de fécondation.

2.3.3. Isthme

Fait suite à l'ampoule et s'ouvre dans la cavité de l'utérus par l'ostium utérin de la trompe.

2.3.4. Jonction tubo-utérine

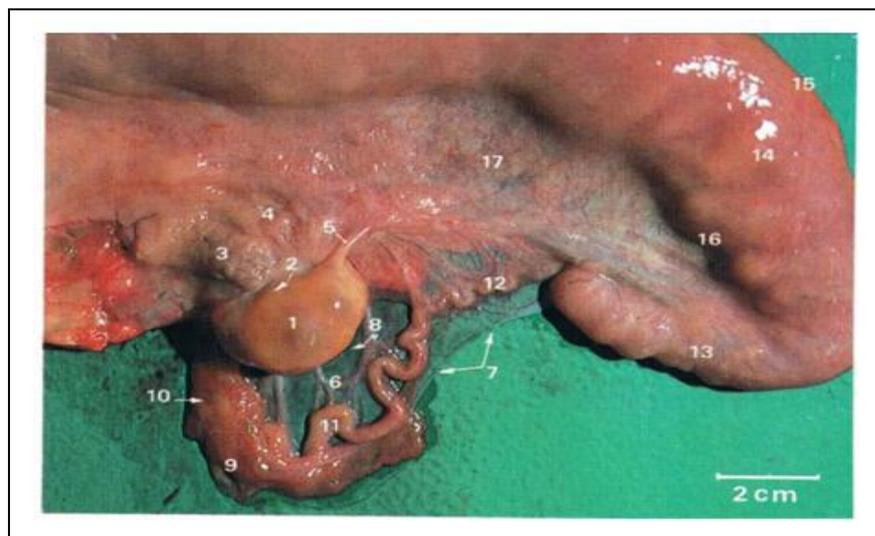


Figure 2 : Conformation de la trompe utérine chez la vache (Sheldon et Dobson, 2004)

3. Ovaires

Les ovaires sont des petits organes paires, situés en position latérale de la ligne médiane de la cavité pelvienne sur le plancher du bassin, suspendus par la partie la plus crâniale du ligament large (Soltner, 1993). Chaque ovaire a la forme d'une amande de 4cm de longueur sur 2,5cm de largeur et 1,5cm d'épaisseur (Barone, 1990). Représente l'organe essentiel de reproduction chez la femelle, c'est à son niveau que se différencient et se développent les ovules (ovogénèse) (Derivaux et Ectors, 1980), il assure également une fonction endocrine par l'élaboration de plusieurs types d'hormones : œstrogène, progestérone et relaxine (Vaissair, 1977).



Figure 3 : Préhension et palpation de l'ovaire (Hanzen, 2010; Dellmann et Eurell, 1998)

II. Physiologie de la reproduction chez la vache

Les organes de la reproduction, entièrement formés à la naissance, ne sont fonctionnels qu'à partir d'une période bien déterminée de la vie de la vache, appelée la puberté.

1. Puberté

C'est le moment où la vache devient apte à se reproduire et capable de concourir à la perpétuation de l'espèce.

La puberté varie selon ; la race, l'âge et le poids. Est plus précoce chez les races de petite taille que chez les races lourdes, chez les races laitières que chez les races à viande. L'âge moyen est entre ; **9 à 15 mois (Derivaux et Ectors, 1980)**.

La puberté est caractérisée par un ensemble de manifestations qui ont pour origine les sécrétions d'hormones sexuelles, l'œstradiol (**E2**) chez la femelle. Ces hormones sexuelles provoquent à partir de la puberté l'apparition et l'accentuation des caractères sexuels secondaires.

Elle se traduit aussi par le début d'activité de la gamétogénèse chez la femelle, l'apparition des chaleurs et l'ovulation. Toutes ces manifestations sont régulées par les sécrétions hormonales de l'hypophyse : avant la puberté, l'hypophyse sécrétait surtout des hormones sexuelles, ce qui explique que parfois la puberté puisse s'accompagner d'un léger ralentissement de croissance. L'âge de la puberté varie aussi selon le niveau de l'alimentation (un niveau plus élevé rend l'animal plus précoce), et le mode d'élevage. Les veaux élevés longtemps sous la mère sont plus tardifs que ceux issus de troupeaux laitiers mais, l'âge à la puberté (**75% de poids adulte**) ne signifie pas bien sûr l'âge de leur mise à la production.

2. Folliculogénèse

Est l'ensemble des processus de croissance et de maturation des follicules ovariens entre le stade primordial et l'ovulation (**Moniaux et al., 1999**).

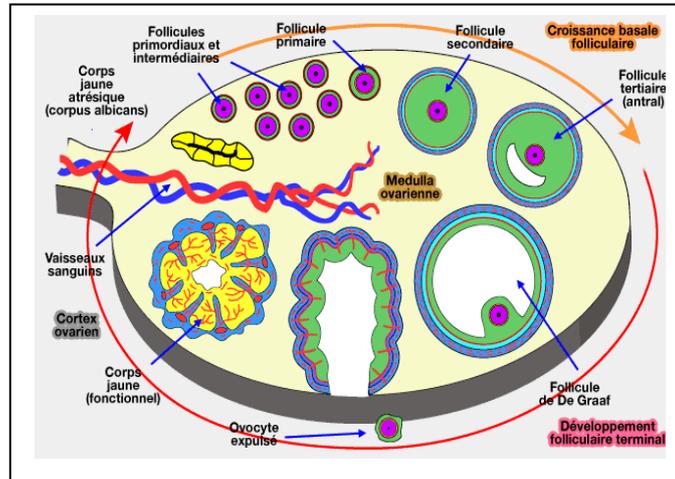


Figure 4 : Développement folliculaire (**Vétopsy. fr**)

3. Vagues folliculaires

La majorité des cycles œstraux (**Sup à 95%**) présentent deux ou trois vagues folliculaires, dans un cycle à deux vagues, elle débute en **j0** et **j10** et dans un cycle à trois vagues débute aux **J0**, **j9**, et **j16** (**Ginther et al., 1989**), ces vagues folliculaires ne sont observées uniquement pendant la période près ovulatoire comme chez certaines espèces, mais aussi durant les phases dioestral du cycle (**Barone, 2001**), la vague folliculaire se divise en trois phases : **Recrutement, sélection, dominance**.

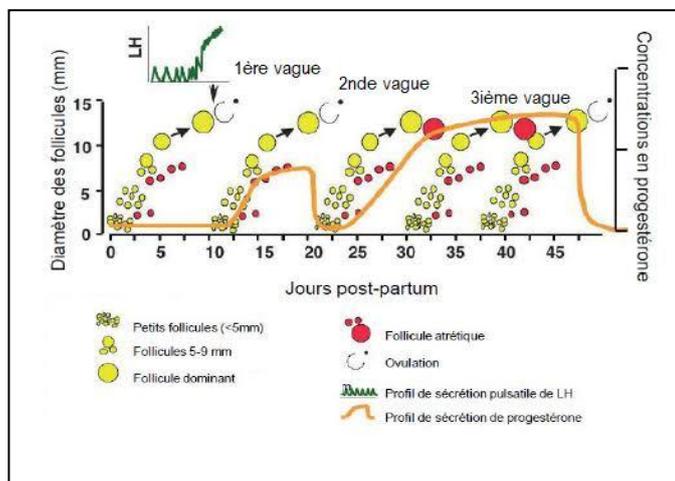


Figure 5 : Vagues folliculaires (**Crowe, 2014**)

4. Atrésie folliculaire

L'atrésie folliculaire réfère à la dégénérescence de tous les follicules qui n'ovuler ont pas, l'atrésie peut survenir à n'importe quel moment de la croissance folliculaire (**Morale et al., 1983**), elle concerne la majorité des follicules **99,9 % (Hanzen, 2003)**, la diminution de Folliculo-stimulating hormone (**FSH**) déclenche l'apoptose des cellules de Granulosa. de nombreux facteurs internes encore mal connus interviennent dans ce mécanisme en diminuant notamment la sensibilité des cellules de Granulosa à la **FSH**, les cellules perdent alors leur capacité à aromatiser les androgènes produits par les thèques elles deviennent œstrogènes-inactivés, la testostérone s'accumule dans le follicule et favorise l'atrésie (**Gilbert et al., 2005**).

5. Ovulation

Arrivé au terme de sa croissance, le follicule forme à la surface de l'ovaire une saillie conique et libère l'ovocyte, en réponse à une forte élévation des gonadotrophines (**GnRH**) et une décharge de Lutéinising hormone (**LH**) (**Driancourt et al., 2001**).

6. Cycle sexuelle de la vache

La vache est une espèce polyœstrienne, à cycle œstrale continue dont la durée est de **20 à 21** jours ; il est généralement plus court chez la génisse que chez les pluripares. Les mauvaises conditions d'entretien, d'environnement, de nutrition peuvent interférer sur le déroulement du cycle et entraîner soit son irrégularité, soit sa suppression (**Derivaux et Ectors, 1980**).

L'ensemble des modifications au niveau de l'ovaire et du comportement au moment de l'œstrus, permet l'existence de deux cycles à la fois (**Inra, 1988**).

6.1. Cycle œstral

C'est l'intervalle entre deux chaleurs, se caractérise par l'apparition d'un comportement d'œstrus ou d'acceptation du mâle pendant la période qui précède l'ovulation (**Dudouet ,2004 et Gayrard ,2007**). On distingue 4 phases :

6.1.1. Œstrus

Cette phase est caractérisée par la réceptivité sexuelle de la vache qui accepte le chevauchement par un taureau ou une autre vache du troupeau.

Pendant l'œstrus, le follicule continue sa croissance et se prépare à ovuler. Au niveau de l'utérus, la congestion s'accroît, la muqueuse vaginale est fortement congestionnée, le col est ouvert et permet le passage des spermatozoïdes (**SPZ**) ; la glaire cervicale liquéfiée apparaît à l'extérieur des lèvres vulvaires. Pendant cette phase, la femelle recherche, attire, accepte le male (chevauche et se laisse chevaucher par ses congénères). Cette période a une durée de **18 à 24 h**

6.1.2. Metoestrus

Le follicule finit sa maturation puis l'ovulation a lieu. Il y a formation du jeune corps jaune qui commence à sécréter de la progestérone (**P4**). Durant cette phase les glandes utérines secrètent un liquide blanchâtre : le lait utérin, le col se ferme et la glaire s'épaissit. Cette période a une durée d'environ **4 j**.

6.1.3. Dioestrus

Cette étape correspond à la période de fonctionnement du corps jaune, avec l'installation d'un état gravidique par le biais de la sécrétion de la **P4**. Cette étape a une durée d'environ **10 à 15 j**. Dans certains cas, cette étape peut se prolonger.

6.1.4. Pro œstrus

Cette phase de préparation à l'œstrus est caractérisée par la chute du taux de **P4** et par l'émergence d'un nouveau follicule dominant.

La vulve est rosée et laisse échapper un peu de mucus. La vache commence ensuite à monter les autres vaches mais celles-ci ne se laissent pas faire à moins d'être elles-mêmes en chaleurs (**Lacerte et al., 2003**).

D'après (**Hanzen, 2010**), c'est une période du cycle œstrale d'une durée de **2 à 3 j** correspondant à la régression du corps jaune.

6.2. Cycle ovarien

C'est l'intervalle entre deux ovulations successives, les remaniements cycliques survenant au niveau cortex ovarien.

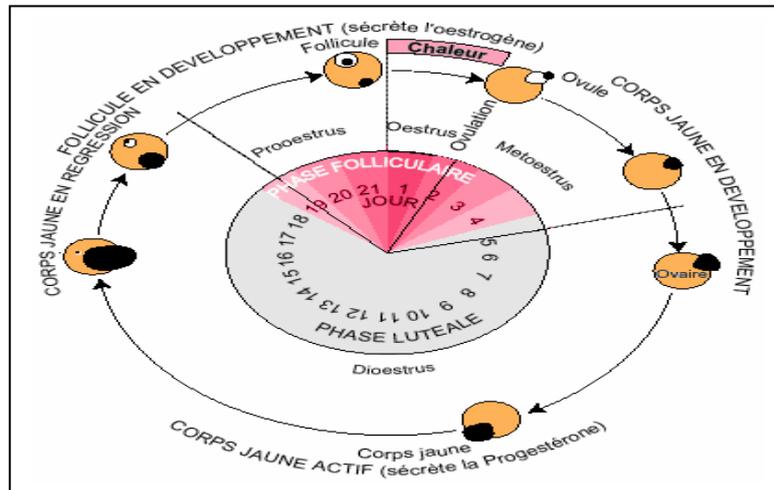


Figure 6 : Cycle ovarien chez la vache (Wattiaux, 2006)

L'œstrus constitue la seule manifestation observable et on peut selon le cycle endocrinien de distingué deux phase :

➤ Phase folliculaire

Caractérisée par la sécrétion de quantité croissante de **FSH** (**1ng/ml à 4ng/ml** où pic) par l'hypophyse qui conduit à la croissance folliculaire. Au cours de cette croissance, les follicules sécrètent les œstrogènes (**E2**) (**1 à 12pg/ml** au moment de l'œstrus) qui provoquant l'œstrus (chaleurs) et la décharge **LH** provoquant l'ovulation dans le délai de **12 h** après l'œstrus (**17,5 à 20ng/ml** puis chute à **2ng/ml**).

➤ Phase lutéale

Le follicule éclaté se transforme en corps jaune. Celui-ci sécrète de la **P4** (de **2,5ng/ml à 7ng/ml** au **7ème j**) qui empêche toute nouvelle ovulation. Si la vache n'est pas fécondée au **17ème j** de cycle l'utérus sécrète de la **PGF2α** qui provoque l'arrêt de sécrétion de **P4** suite à une dégénérescence du corps jaune .la chute de **P4** permet le démarrage d'un nouveau cycle.

7. Fécondation

C'est essentiellement la pénétration du **SPZ** dans l'ovule, phénomène qui a été établi pour la première fois par (**Spalanzani en 1787**).

L'ovocyte expulsé de l'ovaire, arrive par le pavillon dans la portion ampullaire de l'oviducte. Il est entouré par les **SPZ** et la fécondation à lieu.

L'œuf ne va pas tarder à se diviser et à se diviser et à migrer vers l'isthme de l'oviducte (**Vaissaire, 1977**).

8. Régulation hormonale de cycle sexuel

Les hormones hypophysaires et ovariennes interagissent les unes avec les autres sous le contrôle de l'hypothalamus, assurant ainsi la régulation du cycle sexuel. En prenant comme point de départ la fin de la phase lutéale, les principales actions hormonales sont les suivantes : vers la fin de la phase lutéale et en absence d'embryon in utero, l'utérus entraîne la lutéolyse de corps jaune par l'intermédiaire de la **PGF2 α** , ce qui permet à un nouveau cycle de se développer.

Les hormones gonadotropes **FSH** et **LH**, principalement la **FSH**, assurent la croissance folliculaire. Les follicules mûrs sécrètent une forte quantité d'**E2**. Ces derniers permettent l'apparition du comportement d'œstrus et exercent un rétrocontrôle positif sur le complexe hypothalamo-hypophysaire. L'autosensibilisation d'hypothalamus à des quantités croissantes d'**E2** permet une production massive de **GnRH**. L'hypophyse réagit par une production massive de **FSH** et **LH**, le pic de **LH** provoque l'ovulation.

Sous l'action de **LH**, après la libération de l'ovocyte, le corps jaune se forme, croît et sécrète la **P4** qui exerce une rétroaction négative sur le complexe hypothalamo-hypophysaire, bloquant toute production de **GnRH**. Elle a pour conséquence d'empêcher toute libération massive de **GnRH** au niveau hypothalamo-hypophysaire et entraver toute croissance finale des follicules. Ainsi l'appareil génital reste au repos tant que la production de **P4** persiste. En cas de non fécondation, il y'aura chute de **P4** due à la lyse du corps-jaune par la **PGF2 α** et on aura la levée de l'inhibition de la sécrétion de **GnRH** qui vont préparer les follicules du prochain Cycle (**Petter et Ball ,1994**).

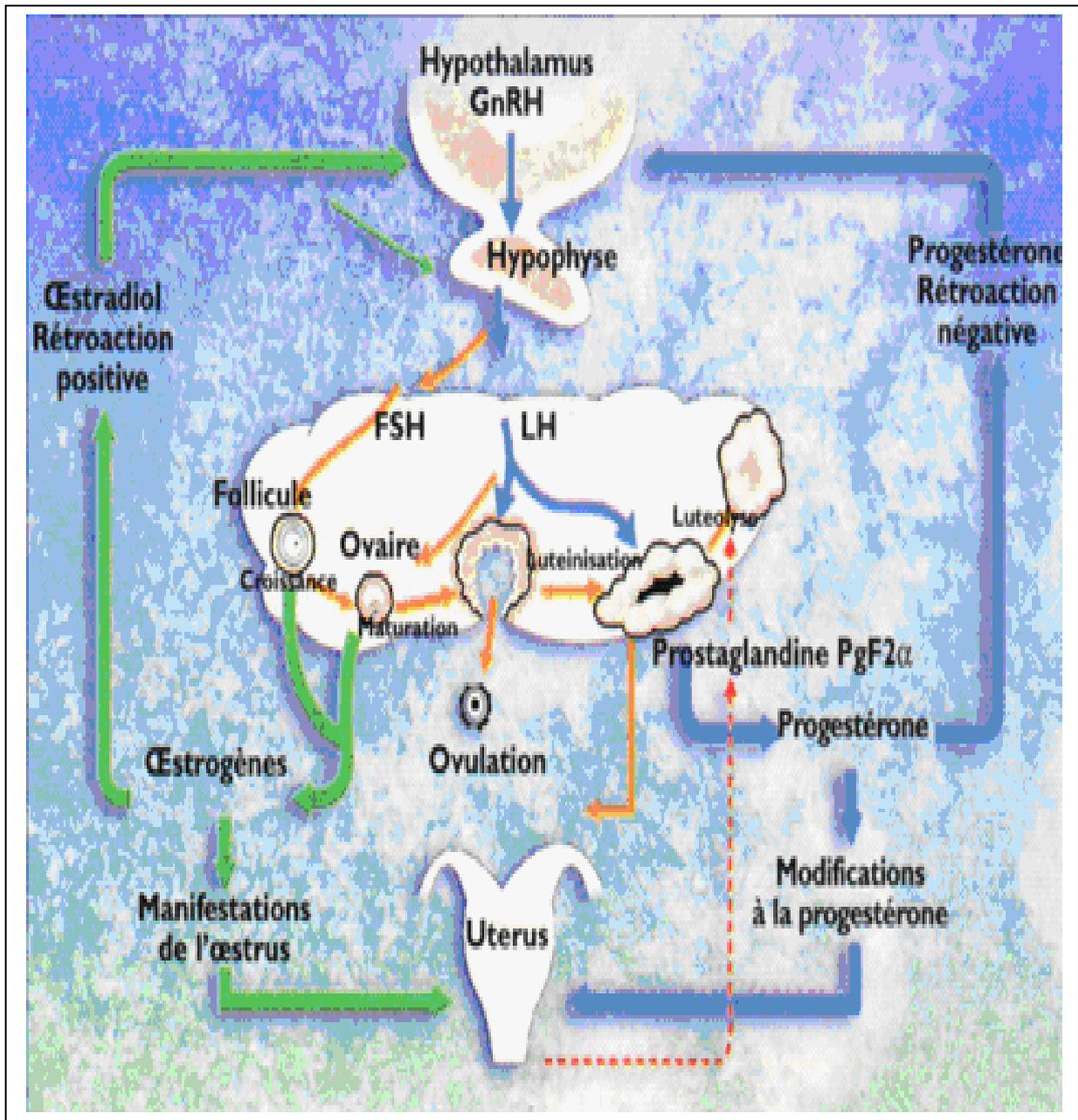


Figure 7 : Contrôle hormonal de cycle ovarien chez la vache (Petter et Ball, 1994).

8.1. Hormones de reproduction chez la vache

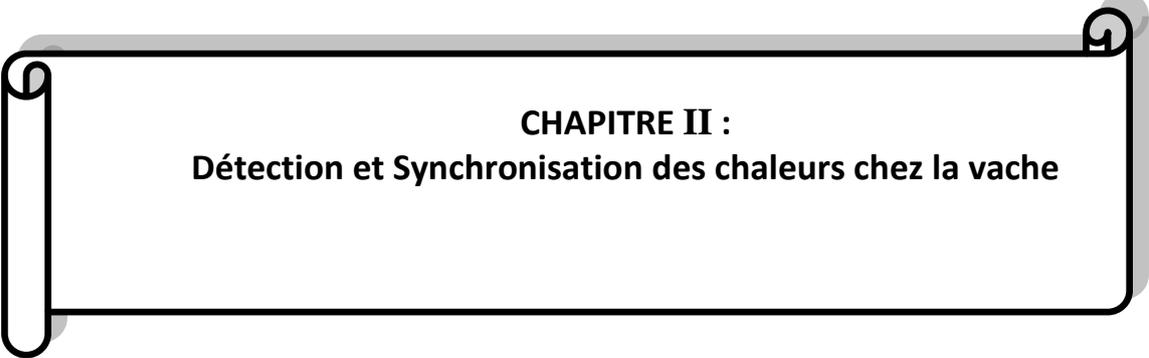
Tableau 1 : Hormones de reproduction chez la vache (**wattiaux, 2006**)

Hormone	Site de production	Tissu cible	Action
GnRH	Hypothalamus	Hypophyse	Libération de FSH et LH
FSH	Hypophyse	Ovaire (follicules)	Développement et maturation des follicules
LH	Hypophyse	Ovaire (follicules)	Induit l'ovulation et développement du corps jaune
Œstrogènes	Ovaire (follicules)	Cerveau	Comportement de la vache
		Hypophyse antérieure	Agit sur la sécrétion de FSH et LH
		Oviductes, utérus, cervix, vagin et vulve	Production de fluide de faible viscosité qui facilite la migration des spermatozoïdes
Progestérone	Ovaire (corps jaune)	Utérus	Empêche le démarrage de la phase folliculaire en bloquant la sécrétion de FSH . Diminuer l'activité musculaire de l'utérus et le rend un lieu adéquat pour le développement embryonnaire
Prostaglandines	Utérus	Ovaire (corps jaune)	Permet la régression du corps jaune et diminution de la progestéronémie

9. Paramètres de reproduction

Tableau 2: Paramètres de reproduction (Hanzen, 2005)

Paramètres	Durée
Intervalle naissance-1 ^{er} insémination	15 mois
Intervalle naissance-1 ^{er} vêlage	24 mois
Intervalle vêlage-1 ^{er} chaleur	35 à 45 jours
Intervalle vêlage-1 ^{er} insémination	60 jours
Intervalle 1 ^{er} IA-IA fécondante	30 jours
Intervalle vêlage-insémination fécondante	90 jours
Intervalle vêlage-vêlage	365 Jours
Lactation	305 jours
Tarissement	40 à 60 jours



CHAPITRE II :
Détection et Synchronisation des chaleurs chez la vache

1. Chaleurs

1.1. Définition

C'est un comportement particulier d'une femelle correspondant à une période pendant laquelle elle accepte l'accouplement avec un mâle et peut être fécondée (**Lacerte et al., 2003**). Cette période est caractérisée par la monte qui se produit normalement chez les génisses pubères et les vaches non gestantes. Elle dure de **6 à 30 h** et se répète en moyenne tous les **21 jours (18 à 24 jours) (Wattiaux, 2006)**.

1.2. Signes des chaleurs

L'œstrus se caractérise par des manifestations extérieures : excitation, inquiétude, beuglement, recherche du chevauchement de ses compagnes et acceptation passive de la monte par un taureau ou une autre vache, écoulement de mucus (**Dérivaux et Ectors, 1980**).

- La Congestion et tuméfaction de la vulve
- Les écoulements filants et clairs du mucus à travers la vulve
- La baisse d'appétit et la production laitière
- La femelle flaire et chevauche ses congénères
- L'acceptation de la vache aux chevauchements par ses congénères

Tableau 3 : Principaux signes des chaleurs

Période de cycle	Pro-œstrus (pré chaleurs)	Œstrus (Chaleurs)	Post-œstrus (après chaleurs)
Durée de la période	5 à 15 H	6 à 24H	72 à 96H
Signes externes	-La vache renifle les autres vaches. -Elle chevauche ses Compagnes. -La vulve est rouge et légèrement gonflée. -beuglements -chute d'appétit	-Se laisse monter -Beugle et nerveuse -Diminution de la production laitière -Monte les autres vaches -Vulve rouge. -Décharge du mucus Clair et filante	-Ne se laisse plus monté -Flaire encore les autres -Décharge du mucus Visqueux et d'apparition laiteuse



Figure 8 : Singe de chevauchement et la mobilisation active (**ede63.com**)

2. Méthodes de détection des chaleurs

Que la saillie soit naturelle ou artificielle, la détection des chaleurs est importante pour planifier la reproduction et détecter les anomalies chez les reproducteurs mâles et femelles ; la non détection d'une période de chaleurs conduit à un retard systématique de la durée d'un cycle, soit environ trois semaines (**Inra ,1984**).

Il ya des méthodes visuelles et des méthodes non visuelles :

2.1. Méthodes visuelles

L'observation visuelle de l'œstrus reste la méthode la plus ancienne et la plus fréquemment utilisé. Elle se base essentiellement sur l'observation du troupeau et le comportement des vaches, l'efficacité de la détection des signes de chaleurs dépend de la fréquence des observations : rien ne peut se substituer à cela (**Lacerte et al., 2003**) et aussi en fonction de certaines caractéristiques :

- **Lieu d'observation** : La stabulation libre offre des conditions optimales pour la détection des chaleurs (chaque vache peut être identifiée de loin) (**Haskouri ,2001**).
- **Moment d'observation** : Il a été rapporté que le maximum d'entrées en chaleurs a eu lieu vers **6 h** du matin et il y a donc intérêt à surveiller le troupeau une ou deux fois plus tard au cours de la journée et en fin de soirée. Les résultats de nombreuses

recherches indiquent que plus au moins **70%** des montes se produisent entre **7h** du soir et **7h** du matin (**Wattiaux, 2006**), soit entre **18h** et **24h** selon (**Amyot et Hurnik, 1987**).

Tableau 4 : Pourcentage des vaches laitières en œstrus par heures spécifiques (**Michael et Wattiaux, 1995**)

heures	07:00	10 :00	13 :00	16 :00	22 :00
Détection	40	5	7	18	30

- **Fréquence et nombre d'observation :** L'observation discontinue doit être réalisée en **3** fois (à l'aube, le midi, le soir), on parle de fréquence des observations (**15-30 min /observation**).

2.2. Méthodes non visuelle

2.2.1. Taureau détecteur

Le recours au mâle comme animal détecteur supposera une intervention chirurgicale (Suppression de la spermatogenèse) destinée à empêcher cet animal à féconder des femelles dont il doit détecter les chaleurs (**Hanzen, 2006**).

2.2.2. Détecteur électronique (DEC)

Lorsqu'un nombre suffisant de chevauchements valide est enregistré, le **DEC** clignote, donc on peut connaître l'heure du début des chaleurs, la spécificité de ces systèmes n'est pas aussi bonne qu'on pourrait l'espérer (**87,2%**) et son efficacité s'est avérée médiocre (**35,5%**) (**Saumande., 2000**).

2.2.3. Détecteurs mécaniques de chevauchement

Ce sont des dispositifs contenant une poche transparente englobant un réservoir rempli d'encre rouge, sous la pression d'un chevauchement, le réservoir éclate et l'encre diffuse dans la poche qui devient colorée, ils sont représentés par le **Kamar** et **œstrus Flash** (**Saumande, 2000**), l'autre plus récent est la vignette **Estrus Alert** qui disparaît progressivement à chaque frottement (**Saint-Dizier, 2005**).



Figure 9 : Différents détecteurs mécaniques de chevauchement chez les bovins (Mechekour, 2001)

2.2.4. Systèmes d'enregistrement de l'activité physique

Il détecte l'augmentation de l'activité des vaches pendant le chevauchement, il y a deux types, les **licols marqueurs** sont placés dans le cou et les **podomètres** s'attachant au membre de l'animal (At-Taras et Spahr, 2001).



Figure 10 : Licol marqueur et sa mise en place (geniatest.com)



Figure 11 : Podomètre et sa mise en place (bcel-ouest.fr)

2.2.5. Crayons marqueurs

Technique qui consiste à marquer au crayon ou à la craie la base de la queue de la vache, lorsque la vache accepte d'être chevauchée la marque sera modifiée ou effacée, donc cela permet de repérer la vache qui a manifestée des chaleurs. Cette technique est très économique et on peut même avoir des faux positifs (**Bousquet, 1987**).

2.2.6. Détecteur de monte kamar

C'est un appareil sensible à la pression, collée à la croupe de vaches afin de détecter leur état œstral ou d'un éventuel chevauchement, la pression réalise un changement de couleur dans la capsule du détecteur (**Britt, 1987**).

Le marqueur de chevauchement Kamar est la référence pour aider à détecter les chaleurs ! Il est particulièrement recommandé pour repérer les vaches ayant des chaleurs discrètes (**vital-concept.be**)

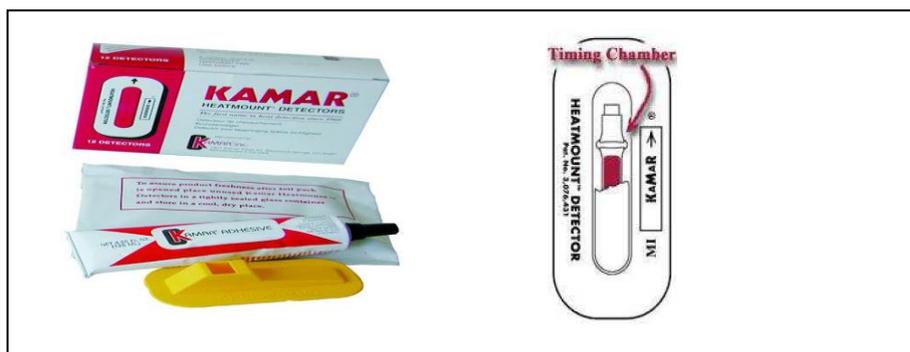


Figure 12 : Capsule KAMAR (**vital-concept.be**)

2.3. Facteurs responsables du manque de détection des chaleurs

2.3.1. Facteurs liés à l'éleveur

Le temps alloué quotidiennement à observer les chaleurs est inadéquat et mal réparti car la monte dure **10 secondes** ou moins (**Haskouri, 2001**).

2.3.2. Facteurs liés à l'animal

Les principaux facteurs incriminés qui réduisent le nombre de chevauchements et la durée de chacun de ces derniers sont la parité, la génétique (**Gwazdauskas et al., 1983**). La production laitière (**Van eerdenburg et al, 2002**). L'état corporel et l'état de santé (**Ponsart et al., 2006**).

3. Synchronisation des chaleurs

3.1. Définition et finalité

La maîtrise du cycle sexuel a pour finalité la maîtrise des chaleurs, c'est à dire de l'œstrus. Ce dernier étant considéré comme le centre du cycle œstral. Cette maîtrise du cycle fait appel à des moyens pharmacologiques et zootechniques pour induire ou choisir le moment de l'œstrus et de l'ovulation (**Broers, 1995**).

En pratique, c'est la phase lutéale qui est manipulée, modulée en raison de sa durée. Par contre, la phase folliculaire n'est pas manipulable en raison de sa durée qui est brève.

3.2. Objectif et avantage

L'intérêt de la maîtrise du cycle sexuel chez la vache est multiple. Elle permet en effet :

- ✓ de réduire les périodes improductives en diminuant l'intervalle vêlage-vêlage (**IVV**).
- ✓ à l'éleveur pour obtenir un veau par vache et par an.
- ✓ de programmer les naissances groupées suivant les périodes favorables, en vue d'une bonne gestion du troupeau.
- ✓ de faciliter l'utilisation extensive de l'**IA** et de pouvoir faire le transfert d'embryon qui nécessite la synchronisation des cycles sexuels des donneuses et des receveuses.
- ✓ d'induire les chaleurs en toute saison.
- ✓ de pratiquer l'**IA** sans surveiller les chaleurs.
- ✓ de multiplier et diffuser rapidement le progrès génétique.

3.3. Méthodes d'induction des chaleurs

3.3.1. Méthodes à base de prostaglandine ou ses analogues

Le principe de ce protocole est basé sur l'effet lutéolytique de la **PGF2 α** , cette dernière est responsable de la régression du corps jaune et l'arrêt de la sécrétion de la **P4**. Elle est

utilisée pour la synchronisation des chaleurs chez la vaches **cyclées** présentant un corps jaune à la palpation transrectale (**Chastant Maillard et al., 2005**).

La **PGF₂α** est utiliser en deux injection de **11 à 14 j** d'intervalle, la lyse de corps jaune est en **24 h** si celui-ci est sensible, c'est-à-dire entre **j5 et j17** de cycle normal, ce qui permet au follicule dominant de terminer sa croissance jusqu'à l'ovulation et l'apparition des chaleurs les **2 à 3j** qui suivent, quelque soit le moment du cycle lors de la **1^{er}** injection, il ya la présence de corps jaune lors de **2^{eme}** injection, la durée de **11 à 14 j** d'intervalle entre les deux injections permet donc au corps jaune issue de l'ovulation de se former et d'être sensible lors de la **2^{eme}** injection (**Chastant Maillard et al, 2005**).



Figure 13 : Protocole de synchronisation à base de prostaglandine f 2α (**Grimard et al., 2003**)

3.3.2. Protocole GPG :

Ce protocole est une application des nouvelles connaissances concernant les vagues folliculaires, il permet la venue d'une vague folliculaire puis de l'ovulation. Il est divisé en 3 étapes, à **j0** une **1^{er}** injection de **GnRH** provoque l'ovulation et la lutéinisation de tout follicules dont la taille est supérieur à **10 mm**, à **j7** une injection de **PGF₂α** lyse le corps jaune secondaire, à **j9** une seconde injection de **GnRH** permet d'obtenir une meilleure synchronisation de l'ovulation qui est déclencher. La fertilité semble optimum si l'**IA** se fait **16 à 20 h** après la dernière injection (**Chastant Maillard et al, 2005**). Il est utilisé chez les vaches **cyclées** et les vaches **non cyclées**.

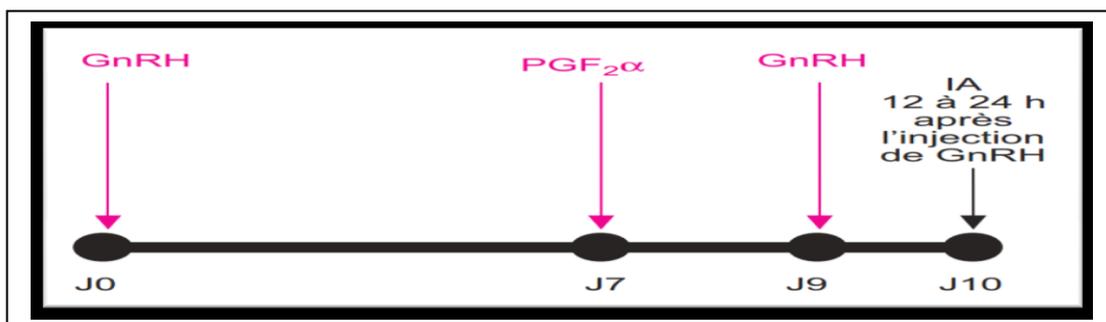


Figure 14 : Protocole GPG (**Grimard al., 2003**)

3.3.3. Protocole à bas de progestagènes :

Les progestagènes sont des analogues de synthèse de la **P4** administrés par plusieurs voies, orale, sous-cutanée (implants), intramusculaire, vaginale sous forme de spirale (PRID) (**bonnes et al, 1988**). Ils sont utilisés en association avec des produits à effet lutéolytique (**E2, PGF2 α**) ou à effet déclencheur de l'œstrus (**GnRH, LH, PMSG**) (**Twagiramungu et al, 1995**), il est utilisé chez les vaches **cyclées** et les vaches **non cyclées** (**Picard-Hagen et al, 1996**).

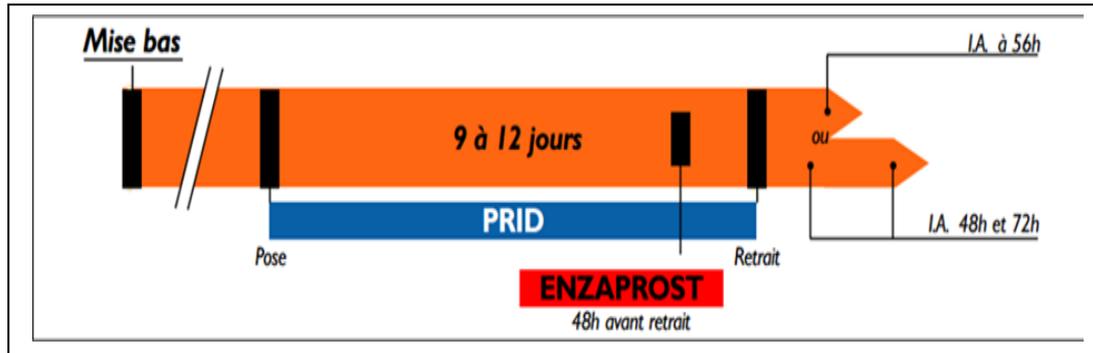
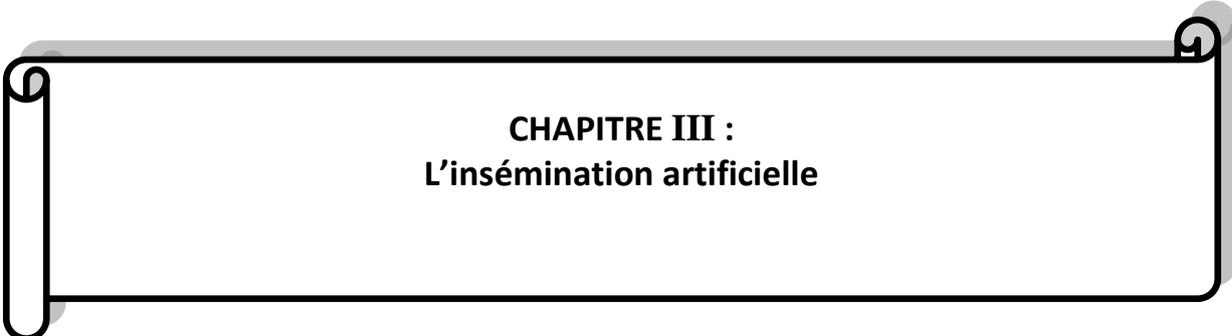


Figure 15 : Protocole PRID® avec progestandine chez les vaches laitières

(Grimard et al., 2003)



CHAPITRE III :
L'insémination artificielle

1. Historique

L'insémination artificiel « **IA** » a été utilisée pour la 1^{er} fois par les arabes au **19^{ème}** siècle dans l'élevage équin, mais a été réalisée pour la 1^{er} fois avec certitude en **1778** par le physiologiste italien « **Lauro Spallanzani** » qui injecta du sperme dans le vagin d'une chienne en chaleur. La chienne accouchera après **62 jours** plus tard de **3** chiots.

Les chevaux de course « **Miracle** » et « **Merveille** » aux noms évocateurs étaient nés par insémination au début de **20^{ème}** siècle. C'est cependant au début de ce siècle que « **Ivanov** » avec ses collaborateurs développent la méthode en mettant au point le vagin artificiel pour la récolte de sperme et l'utilisation de semence réfrigérée, mais a connu son plein essor dans les années **1950-1960** grâce à l'avènement des techniques de congélation par les chercheurs « **Pologne et Rawson** » d'abord en pellets ou en ampoules puis en paillettes qui ont permis le stockage à long terme des semences. Elle s'est à l'heure actuelle, le progrès rapide dans l'utilisation pratique avec acquisition des connaissances scientifiques de base et sa généralisation non seulement pour l'espèce bovine mais plutôt l'espèce équine, ovine, caprine, canine, volaille et abeilles.

2. Définition

L'insémination artificiel « **IA** » est une technique zootechnique de reproduction qui consiste à déposer le sperme à l'endroit le plus approprié du tractus génital femelle et au moment le plus opportun (**Hanzen, 2005**), à l'aide d'un instrument plus ou moins perfectionné manœuvré par un inséminateur ou un vétérinaire.

3. Avantage d'IA

3.1. Avantages génétique

- ✓ Permet à l'éleveur d'accéder à des géniteurs de haut niveau, de diversifier ses géniteurs, et d'adapter leurs caractéristiques (race, nature et niveau des performances...) à celle des femelles de son troupeau et à ses objectifs de production.
- ✓ Par les « connexions » qu'elle instaure entre les troupeaux, permet une gestion collective du patrimoine génétique est le rend possible sa diffusion rapide et contribue également à son obtention **(Thibault et Levasseur, 2001)**.
- ✓ Permet à la fois l'exploitation rationnelle, intensive et une plus large diffusion de la semence de meilleurs géniteurs testés pour leurs potentialités zootechniques **(Michael et Wattiaux, 1995)**.
- ✓ On peut préparer 100 à 150000 doses de semence par an à partir d'un seul taureau **(Hanzen, 2005)**.
- ✓ Aide à la sauvegarde de races menacées de disparition.
- ✓ Lutter contre certains cas d'infertilité.
- ✓ Permet de lutter contre la consanguinité **(agriculture moderne.com)**.
- ✓ Assure l'amélioration génétique rapide sur les vaches domestiques.

3.2. Avantages sanitaire

- ✓ L'IA est réalisée aujourd'hui avec de matériels jetables, limite considérablement les risque de diffusion des maladies transmises par les reproducteurs pratiquant la monte publique, ou même d'un microbe d'une femelle à l'autre **(Soltner, 2001)**.
- ✓ Toutefois, le contrôle des maladies grâce aux normes sanitaires strictes exigées dans le centre producteur de semence permet de réduire considérablement le risque de transmission **(Ahmed, 2002)**.
- ✓ Lutter contre les métrites et les mammites **(Robert, 1950)**.
- ✓ La prévention contre la propagation de maladies contagieuse et/ou vénériennes, grâce au non contact physique direct entre la femelle et le géniteur telle que ;

Tableau 5 : Risque des maladies à transmission vénériennes (Hanzen, 2016)

Brucellose
Bluetongue
BVD
IBR
Cmpylobactériose
Chalamdiyose
Fièvre aphteuse
Fièvre Q
Haemphilose
Mycoplasmosse
Pseudomoans, E. Coli
Tuberculose
Trichomonas
Listériose
Leptospirose
Champignons
Vaginite granuleuse

3.3. Avantages économique

- ✓ L'achat et l'entretien d'un taureau demandent la mobilisation d'un capital assez important et d'un entretien coûteux. A l'opposé l'IA entraîne l'augmentation de la productivité du taureau, au même temps elle rend possible son remplacement par une vache (**Wattiaux, 1996**).
- ✓ Diminution du nombre de mâles à utiliser en reproduction et leur valorisation en production de viande.
- ✓ Amélioration de la productivité du troupeau (lait, viande) qui se traduit par l'amélioration du revenu de l'éleveur.
- ✓ L'IA Permet donc une économie dans le nombre de taureaux utilisés, une meilleure concentration des moyens mis en œuvre par la sélection et un contrôle génétique plus poussé des lignées. La conservation du sperme à basse température permet une plus large utilisation de leur semence à la fois dans le temps et dans l'espace (**Parez et Duplan, 1987**).
 - **Dans le temps** : puisqu'il est possible de récolter de grandes quantités des semences en provenances d'un individu, et de les utiliser même après la mort du donneur.
 - **Dans l'espace** : par suite de la facilité de transport, à grande distance et sans altération d'une semence de qualité.
- ✓ Contribue à la sécurité alimentaire à travers l'amélioration de la production nationale en lait et en viande.

4. Inconvénients d'IA

Bien que cette technique soit, sans aucun doute, un outil puissant pour la gestion du patrimoine génétique, son efficacité est contrebalancée par deux types de contraintes venant du faible nombre de reproducteurs nécessaires à chaque génération (puisque chacun d'entre eux possède un vaste pouvoir de diffusion), ainsi qu'au changement dans l'expression de certains caractères, notamment de reproduction.

L'utilisation d'un nombre limité de reproducteurs peut conduire aux situations suivantes :

- ✓ Une diminution de la variabilité génétique. Ce risque, qui est le plus fréquent, doit être gardé présent à l'esprit lorsqu'un programme de sélection est mis en route, et les

reproducteurs de la première génération doivent venir d'origines les plus divers possibles.

- ✓ Une diffusion de défauts héréditaires ou d'une maladie non contrôlée (ou inconnue) est toujours possible. En effet, une anomalie chromosomique peut être rapidement et largement diffusée dans une population par l'IA.
- ✓ Un accroissement du taux de consanguinité affectant les caractères maternels, qui sont particulièrement sensibles, est à redouter.

5. Technique de préparation de la semence

5.1. Entretien des reproducteurs mâle

Pour récolter une bonne quantité de semence avec une meilleure qualité, il faut Prélever les taureaux le plus tôt possible après la puberté dont l'âge varie selon les individus « **60%** de poids adulte » en fonction des facteurs génétiques et les mettre dans des box individuels de surface variable « **16 à 30m** » avec une litière fréquente et abondante « **10 à 12kg/J** » pour assurer le confort et la propreté de l'animal dont dépend de la qualité bactériologique de la semence (**Gerard et Humblot, 1992**).

Mettre les taureaux dans un bon environnement avec une très bonne alimentation composée de foin de prairies naturelles « **10 à 15kg/j** » et de concentré riche en vitamine et minéraux «**3 à 5kg/j** » ce qui influence sur la puberté, la circonférence scrotal, la quantité et la qualité de la semence. Eviter une alimentation a base d'ensilage ou de maïs mise à des mauvaises conditions de conservation qui peut avoir un effet négatif sur la qualité de la semence (**Gerard et Humblot, 1992**).

Faire un contrôle vaccinal contre les maladies transmissible avec un traitement antiparasitaire, des parages préventive **2** fois par ans et faire un contrôle sanitaire chaque début d'année.

5.2. Conditions de collecte

La collecte à lieu dans un local dédié, physiquement sépare des autres bâtiments. La salle de monte doit être spacieuse, lumineuse et aérée, facile a nettoyer et a désinfecter. Elle comporte des montoirs dans lesquels sont bloques les boutes en train ainsi que des éléments de sécurité pour les personnels et les animaux. Les taureaux sont préparés et collectés sur des

mâles castrés, les femelles étant déconseillées pour des raisons sanitaires et de sécurité **(Gerard et Humblot, 1992)**.

La préparation sexuelle comprend une phase d'attente passive pendant laquelle le taureau se conditionne en sentant le bœuf en train **(réaction de Flehmen)**, en le léchant, posant la tête sur la croupe et essayant de le chevaucher. Après un temps variable selon les individus arrive la préparation active pendant laquelle le taureau est autorisé à chevaucher mais pas à donner le coup de rein. Cette pratique permet d'augmenter la quantité de semence récoltée et sa qualité. Après un nombre de fausses montes adapté au taureau, la semence est collectée à l'aide d'un vagin artificiel. Les rythmes de collecte varient en fonction des races, des individus et de leur libido, de la demande en semence et de la longévité commerciale des reproducteurs. Ils sont en général plus intensifs dans les races laitières et des rythmes de deux à trois collectes hebdomadaires de un à deux éjaculats sont courants **(Gerard et Humblot, 1992)**.

5.3. Récolte de sperme

Plusieurs méthodes de récolte du sperme ont été utilisées, certaines n'ont aujourd'hui qu'un intérêt historique comme l'utilisation d'un matériel en plastique dans le vagin, le massage de l'ampoule rectale du taureau, la récolte directe du sperme dans le vagin, le massage de vésicule séminales. Cependant, en pratique, les méthodes les plus couramment utilisées de nos jours sont la récolte au vagin artificiel et l'électro éjaculation **(Haskouri, 2001)**.

5.3.1. Récolte au vagin artificiel

Cette méthode a été mise au point en **1914** par **Amaniga** sur le chien. Elle fut améliorée à la suite par **Kamarou Nagen** en **1930** pour le taureau. Le modèle de vagin actuel a été mis au point par **Walton** en **1940** **(Bizimungu, 1991)**. Elle consiste à faire éjaculer le taureau dans un vagin artificiel au moment de la monte sur une vache en chaleurs ou non, un autre taureau ou sur un mannequin. Le vagin artificiel offre toutes les conditions du vagin naturel au moment du coït. La température doit être d'environ **40 à 42°C**, la pression est assurée par infiltration d'eau tiède par l'orifice du robinet et la lubrification qui doit être faite par une substance insoluble dans le plasma séminal et non toxique pour le sperme. La récolte doit respecter les meilleures conditions hygiéniques.



Figure 16 : Vagin artificiel (Blanchard et al., 2003)



Figure 17 : Récolte de sperme à l'aide d'un vagin artificiel (Agriculture modern.com)

5.3.2. Collecte à l'électro-éjaculation

L'électro-éjaculation est une méthode de récolte de sperme par stimulation des vésicules séminales et des canaux déférents à l'aide d'électrodes bipolaires implantées par voie rectale permettant d'obtenir l'érection et l'éjaculation. Cette méthode permet d'obtenir régulièrement les sécrétions accessoires puis le sperme pur riche en **SPZ (Mbaindinga Toloum, 1982)**. Le volume est en fonction de chaque taureau et dépend de la fréquence des récoltes et de la préparation sexuelle du taureau, chez un taureau de **2 ans** ou plus, cet éjaculat n'est d'au moins **4 ml (Klemm, 1991)**.



Figure 18 : Photographie de la sonde Electro-éjaculation (**Cuisenier, 1996**)

5.3.3. Massage des vésicules séminales

Les taureaux calmes, en repos sexuel, sont de bons candidats pour être collectés par massage transrectal. L'examineur introduit sa main dans le rectum et après l'examen des glandes accessoires, il commence à appliquer un mouvement longitudinal d'avant en arrière sur les ampoules du conduit déférent, la prostate et périodiquement l'urètre. Le fait de stimuler en plus les glandes vésiculaires n'apporte pas de meilleurs résultats. Les inconvénients principaux de la technique sont l'irritation de la muqueuse rectale, la faible fréquence des érections observées et la difficulté à masser des taureaux peu dociles (**Albert, 2007**).

5.3.4. Récolte dans les voies génitales femelles

Elle nécessite une anesthésie locale des voies génitales externe, on place un sac de caoutchouc dans le vagin de la vache, le taureau effectue une saillie presque naturelle (**Parez et Dulpan, 1987**).

5.4. Evaluation de la semence au laboratoire

5.4.1. Examen Macroscopique

Une fois collecté, le sperme est transmis au laboratoire pour mesurer le volume, la couleur, la viscosité et la consistance de l'éjaculat par lecture directe dans le tube de collecte gradué ou pesée. La concentration en spermatozoïdes est déterminée par spectrophotométrie, le pourcentage de gamètes mobiles et leur motilité par microscopie optique.

Certains laboratoires contrôlent aussi le taux d'anomalies morphologiques et d'autres, équipes de **CASA (Computer Assisted Semen Analyser)** mesurent les paramètres de déplacement et de vitesse des **SPZ**. Ces mesures in vitro ne sont pas corrélées à la fertilité de la semence mesurée in vivo après décongélation.

a) Volume

Le volume de l'éjaculat est lu sur le tube de collecte gradué. Ce volume varie de **0,5 à 14 ml**, en fonction de l'âge, la race, l'alimentation, l'état de santé, les conditions de récolte ainsi que sa fréquence. Le volume moyen est de **6 ml** chez un taureau adulte, tandis qu'il est de l'ordre de **2 ml** chez le jeune (**Kabera, 2008**).

Tableau 6 : Effet de l'âge des taureaux sur le volume d'éjaculation (Rosenberg et al., 1979)

Age en mois	Volume
5	0,30 - 8,6 ml
6	0,18 - 6,06 ml
7	0,18 - 6,58 ml
8	0,10 - 7,40 ml
9	0,20 - 5,84 ml
10	0,20 - 5,17 ml

b) Couleur de sperme

Chez le taureau, la couleur normale du sperme est dans la plupart des cas, voire crème, blanc-laiteux ou blanc-jaunâtre (en fonction de la concentration de **SPZ**). La couleur de l'éjaculat peut varier du blanc clair au jaune brillant (**Ezekwe, 1988**). L'aspect est généralement homogène et crémeux (**Djabakou et al., 1984**) cité par **Cabannes (2008)**. Le sperme pathologique peut avoir, selon les cas, une couleur brunâtre, rosée, bleuâtre, jaunâtre, rougeâtre ou grisâtre (**Cabannes, 2008**).

c) Viscosité du sperme

La viscosité est corrélée à la concentration en **SPZ** en effet l'éjaculat est d'autant plus visqueux que le nombre de **SPZ** est élevé. Comparée à l'eau distillée, la viscosité du sperme de taureau est de **3,7**. Elle dépend également de sa conductibilité électrique c'est-à-dire de sa concentration en ions (**Hanzen, 2008**).

d) pH du sperme

Le pH du sperme est mesuré à l'aide d'un pH-mètre ou à l'aide du papier indicateur. C'est une mesure qui se fait immédiatement après la récolte. En effet le sperme s'acidifie rapidement par formation d'acide lactique. Le pH du sperme normal est compris entre **6,5** et **6,8** chez le taureau selon (**Hanzen, 2010**).

5.4.2. Examen microscopique

a) Mobilité

C'est un élément d'appréciation de la viabilité ou de la mortalité des **SPZ** et de leur niveau de vivacité. Elle peut porter sur la semence globale après récolte (motilité massale et motilité individuelle) ou sur la semence diluée en s'intéressant aux **SPZ** individualisés (motilité individuelle).

Tableau 7 : Grille d'appréciation de la motilité (* : grossissement : x400)

Note	* appréciation des spermatozoïdes
0	Absence de spermatozoïde (azoospermie)
1	Absence de spermatozoïdes vivants
2	25% de spermatozoïdes vivants
3	50% de spermatozoïdes vivants
4	75% de spermatozoïdes vivants
5	100% de spermatozoïdes vivants

b) Concentration du sperme

La concentration en **SPZ** du sperme est déterminée par comptage cellulaire à l'aide d'un hématimètre (sperme dilué au **100ième** dans du sérum physiologique formolé à **2%**) et par opacimétrie. La concentration moyenne de l'éjaculat d'un taureau est de **1 milliard** de **SPZ/ml**. Les éjaculats présentant moins de **0,7.10³ SPZ/ml** ne sont pas utilisables (**Bizimungu, 1991**).

c) **Pourcentage de spermatozoïdes vivants**

L'étude de la morphologie permet de déterminer les anomalies morphologiques pouvant siéger à différentes parties du **SPZ**. La technique la plus utilisée est la coloration à la Nigrosine-éosine qui permet ainsi de déterminer les pourcentages de **SPZ** vivants et/ou morts. Ne sont retenus pour l'**IA** que les spermatozoïdes ayant moins de **25%** de **SPZ** anormaux et plus de **60 %** de **SPZ** vivants (**Parez et Duplan, 1987**).

d) **Morphologie des spermatozoïdes**

Le **SPZ** normal mesure environ **70 µm** chez le taureau. La tête du **SPZ** est de forme ovoïde et aplatie, elle mesure **8 à 9µm** de longueur, **4 à 4,5 µm** de largeur et **0,5 à 1 µm** d'épaisseur. L'acrosome couvre environ **60%** (**Bahr et Zeitler, 1964**) de la tête et forme sur le bord antérieur une crête apicale, sorte de bourrelet. La pièce intermédiaire fixée à la tête, forme un cylindre d'environ **10 à 12 µm** de long et d'un diamètre de **1 µm**. Le flagelle mesure de **52 à 55 µm** de longueur pour un diamètre de **0,5 µm** et se termine par une section filamenteuse de **0,2 µm** de diamètre.

e) **Anomalies des spermatozoïdes**

A l'heure actuelle, la classification consiste à répertorier les **SPZ** en fonction de la localisation de l'anomalie observée (**figure n°19**) : têtes détachées sans queue, têtes anormales, acrosomes en bouton, gouttelettes cytoplasmiques proximales ou distales, pièces intermédiaires pliées ou irrégulières, queues coudées ou enroulées. Cela permet une observation plus explicite et plus représentative de l'ensemble des **SPZ**. De plus, certaines anomalies morphologiques comme le détachement de tête peuvent être primaire, secondaire, ou tertiaire d'où des erreurs d'interprétation évitées (**Varner, 2008**).

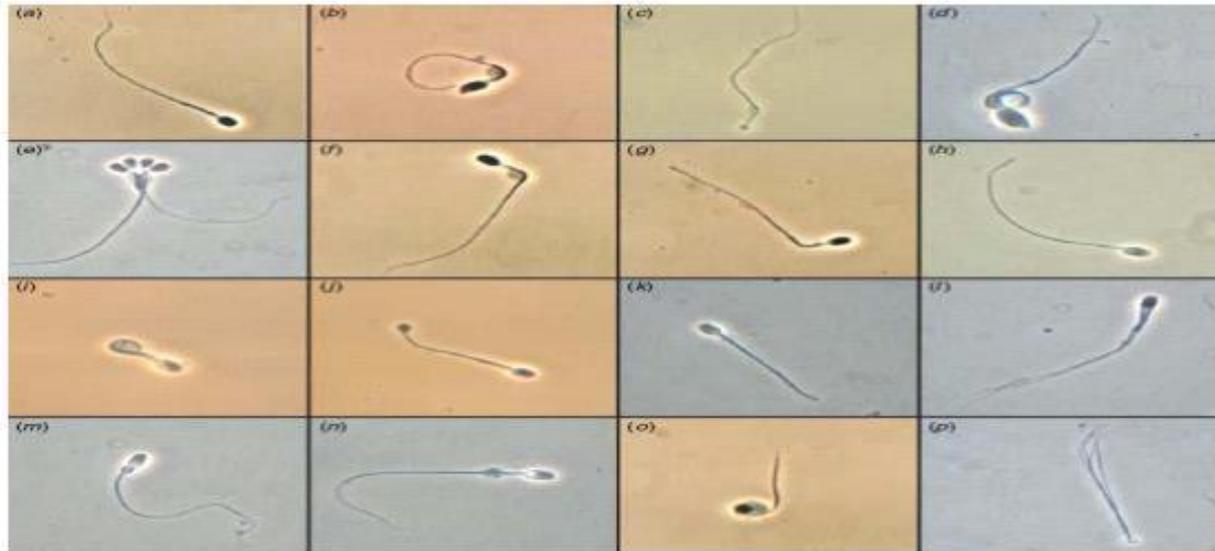


Figure 19 : Anomalies majeures et mineures de spermatozoïde dans l'espèce bovine (**Posiere, 2002**)

f) Evaluation biologique de la qualité de sperme

Cet examen porte sur le pH du sperme frais et l'activité métabolique des **SPZ**. Le pH du sperme normal est de **6,2 à 6,6**. L'étude de l'activité métabolique utilise plusieurs tests dont le plus répandu est l'épreuve à la réductase qui consiste à déterminer le temps mis par un échantillon de sperme pour décolorer une certaine quantité de bleu de méthylène. Plus ce temps est long, plus la qualité du sperme est réduite. Ainsi pour un temps de réduction de **3 min**, le nombre de **SPZ** vivant est au moins égale à **1 million/ml**.

g) Test d'aptitude à la congélation

Les changements de température lors de la congélation et de la décongélation endommagent les membranes cytoplasmiques, le cytosquelette, les organites impliqués dans la mobilité, l'acrosome. C'est pourquoi il est important d'évaluer la qualité de la semence après congélation. Ainsi, pour chaque éjaculat conservé à **-196°C** dans l'azote liquide, la motilité massale est évaluée après décongélation de paillettes de même que le pourcentage de **SPZ** morts et vivants (**Dumont, 1997**).

5.4.3. Dilution

Un éjaculat normal contient plusieurs milliards de **SPZ** ; pourtant il suffit d'un seul **SPZ** pour féconder l'ovule. La dilution consiste donc à fractionner l'éjaculat en plusieurs doses fécondantes afin qu'un nombre élevé de femelles puissent en bénéficier.

a) Nature des milieux de dilution

Il existe quelque soit l'espèce animale une grande variété de dilueurs. Ils se différencient par la nature voire la concentration d'utilisation de leurs composants. On peut distinguer les dilueurs à base de jaune d'œuf phosphaté ou citrate, à bases de sucres, à base de glycolle et de glycérol et plus classiquement maintenant à base de lait (**Hanzen, 2010**).

b) Qualité des milieux de dilution :

Ils doivent répondre à un certain nombre de critères. Ainsi un bon milieu de dilution doit :

- ✓ être non toxique pour les **SPZ**.
- ✓ avoir une pression osmotique, un équilibre électrolytique et un pouvoir tampon appropriés.
- ✓ répondre aux besoins énergétiques des **SPZ**.
- ✓ avoir un pouvoir protecteur à l'égard des variations des facteurs externes tels que la température, la lumière... ;
- ✓ empêcher le développement microbien et exempt de micro-organismes infectieux.
- ✓ avoir un prix de revient acceptable (**Parez et Duplan, 1987**).

c) Taux de dilution

Le taux de dilution dépend fortement de la qualité du sperme, sachant qu'une dose fécondante doit avoir au minimum **10 à 12 millions** de **SPZ**. Il faudra donc considérer les éléments suivants pour déterminer le volume du dilueurs à ajouter au sperme : le volume de sperme récolté, la concentration du sperme, la proportion de **SPZ** vivants dans le sperme, la proportion de **SPZ** qui seront altérés par les manipulations techniques.

d) Méthode de dilution

La dilution peut être réalisée en une ou deux étapes. La dilution par une étape effectuée, à température ambiante, en ajoutant à la goutte à goutte le dilueurs, réchauffé à **37°C**, à la semence, ce qui évite d'imposer aux **SPZ** un choc thermique trop important. Lorsqu'une seconde étape de dilution est pratiquée, elle se réalise à **4°C** en ajoutant un second dilueurs, refroidi à cette température, à la semence réfrigérée (**Pena et LindeForsberg, 2000**).

e) Milieu dilueurs :

- Dilueurs à base de citrate, jaune d'œuf en solution aqueuse

Le jaune d'œuf est l'un des composants les plus employés dans les dilueurs. Grâce aux phospholipides qu'il contient, il assure la protection des membranes des **SPZ** lors de la congélation (**England et al., 1993**). Le jaune d'œuf est utilisé à une concentration de **20 %**, le dilueurs utilisé est à base d'une solution de citrate de sodium à **2,9 %** additionné de jaune d'œuf à **25%** dans l'eau distillé.

- Dilueurs à base de lait

Le lait est un milieu biologique de composition complexe composé de protéines, sels, glucides, lipides, vitamines, Le pH d'environ **7,0** et la pression osmotique autour de **300 milimoles** sont proches de ceux de la semence (**Hafez, 1993**). Le lait de vache écrémé est parmi les dilueurs les plus utilisés pour la conservation du sperme réfrigéré de **4° à 15°C**.

5.4.4. Analyse des spermatozoïdes assistée par ordinateur (CASA)

a) Définition et généralité

Il s'agit d'un analyseur de sperme qui permet l'analyse assistée par ordinateur de certains paramètres sémiologique. Cette analyse n'est pas appliquée systématique à tous les éjaculats, mais a ceux destinés à l'insémination intra-utérine et sur prescription, si le médecin demande une analyse du mouvement es spermatozoïdes.

Les appareils de ce type fonctionnent grâce à une caméra couplée à un microscope et utilisent un logiciel informatique permettent de transformer le signal électrique transmis par la caméra et l'analyse des trajectoires des **SPZ**.

L'analyseur peut évaluer la concentration en **SPZ** du sperme et de fournir des valeurs cinématique pour chaque spermatozoïde, comme par exemple :

- ✓ **VLC** (Curvilinear Velocity) qui reflète la distance totale qui couvre la tête du **SPZ** au cours de la période d'observation.
- ✓ **VSL** (Straight-Line Velocity) est déterminé par la mesure de la distance entre le point d'arrivée et le point de départ, en ligne droite
- ✓ **VAP** (Average Path Velocity) correspond à la distance parcourue sur le trajet moyen pendant la durée d'observation.
- ✓ **ALH** (Amplitude Of Lateral Head Displacement) correspond à l'amplitude de déplacement latéral de la tête.
- ✓ **BCF** (Beat Cross Frequency) est la fréquence à laquelle la tête du **SPZ** traverse la trajectoire moyenne, elle est mesurée en hertz.

Cependant, le système ne peut pas faire la différence entre les débris cellulaires qui ont une taille semblable à celle des **SPZ** (**Sharon et al, 2000**). De plus en cas de faible concentration du sperme, les valeurs fournies ne sont pas fiables (**Verstege et al, 2002**).

Le système d'analyse assistée par ordinateur permet une évaluation objective de la morphologie de la tête (**Davis et al, 1993**) et révèle des subtiles différences qui ne peuvent pas être mise en évidence à l'examen classique.

b) Systèmes CASA actuels

Aujourd'hui, les systèmes employés sont les systèmes **IVOS®**, le système **SM-CMA** et le « **Hobson Sperm Tracker** ». Le système **IVOS®** a été développé en **1992** par Hamilton Thon. Il présente les innovations suivantes : un éclairage stroboscopique par illumination de diode pour produire des images nettes et plus précises, un système d'enregistrement pour favoriser le suivi de l'analyse de sperme, une classification automatisée des mouvements des **SPZ** et utilisation d'une illumination fluorescente et d'un fluorochrome de l'**ADN** spermatique afin de distinguer les cellules de tout autre objet ambigu.

Le système **SM-CMA** a été développé dans le début des années **90**. Il est le seul système à pouvoir détecter la pièce intermédiaire du **SPZ** pour déterminer si l'objet immobile est bien un **SPZ** intact ou pour distinguer la trajectoire propre à deux cellules qui se croisent ou se trouvent dans une région dans une région floue et incertaine. Le « **Hobson Sperm Tracker** » a été introduit dans le milieu des années **90**.

c) **Avantage de CASA**

Les avantages de la méthode **CASA** sont une meilleure réponse aux exigences qualité du Cofrac grâce à une standardisation et une objectivité des résultats ainsi qu'une meilleure précision en comparaison à une méthode manuelle subjective et d'une forte variabilité.

- ✓ Méthode rapide en permettant l'analyse simultanée de la concentration et de la mobilité spermatique.
- ✓ Permet une traçabilité améliorée des résultats grâce à l'enregistrement informatique des résultats ainsi que la séquence vidéo correspondante pouvant être ré analysées.
- ✓ Réduire les erreurs d'origine humaine mais aussi de simplifier la formation des techniciens.
- ✓ Rôle majeur dans la démarche qualité à travers la création de **CIQ**, **EEQ** ou encore **CQIL** (contrôle qualité inter laboratoire) grâce à la possibilité de générer des séquences vidéos de tout type de profile de sperme.

d) **Limites du CASA**

Plusieurs facteurs affectent les performances des systèmes **CASA** tels que la préparation de l'échantillon, la viscosité, la profondeur de la chambre de comptage, la fréquence d'acquisition d'images et la concentration spermatique (**Davis et al, 1992 ; Kraemer et al, 1998**).



Figure 20 : Computer Assisted Semen Analysis « CASA » (**Alibaba.com**)

5.4.5. Conditionnement

a) Conditionnement en granulés

La semence diluée est déposée à l'aide de seringue dans des ampoules uni doses, scellées sur lesquelles sont préalablement imprimées des indications d'identification détaillée le nom du taureau, sa race, le nom du centre. Les ampoules une fois scellées sont mises sous alvéoles plastiques dans lesquelles il y a une bande de papier de couleur différente selon la race du taureau et portant le jour de la récolte (**Hanzen, 2010**).

b) Conditionnement en paillettes

Classiquement, trois types de paillette sont utilisés. Elles ont toutes une longueur de **133 mm**. La paillette grosse a un diamètre compris entre **3.8** et **4.2 mm** et un volume de **1.2 ml**. La paillette moyenne a un diamètre compris entre **2.5** et **2.8 mm** et un volume de **0.5 ml**. La paillette fine a un diamètre compris entre **1.7** et **2.2 mm** et un volume utile de **0.25 ml**. On remplit la paillette par aspiration, puis on réalise d'un côté une soudure micro-onde (**Hanzen, 2010**). De l'autre côté, la paillette est obturée par un bouchon alcool polyvinylique entouré de chaque côté par un bouchon de coton. Suit alors la phase de réfrigération à **4-5°C** en général. La vitesse de ce refroidissement est intimement liée à la mobilité des **SPZ** après réchauffement. Le stockage des paillettes s'effectue alors dans des cuves ou des tanks contenant de l'azote liquide à **-196°C**. La durée du stockage peut être illimitée dans le temps sans que la survie des **SPZ** soit affectée.

5.4.6. Conservation

Les semences obtenues peuvent être utilisées fraîches ou conservées pendant longtemps.

c) Semence fraîche

Elle ne peut être utilisée que dans un délai maximum de **3 j** et elle est conservée à **5°C** (**Fall, 1995**). Il faut éviter le choc thermique en faisant baisser la température de **5°C** toutes les **10 mn**, entre **37°C** et **22°C** et **5°C** toutes les **5 mn** jusqu'à **5 °C**. Le temps de conservation devra tenir compte du fait que le pouvoir de fertilité chute de **3** à **8%** par jour.

d) Semence congelée

La congélation est une méthode de conservation qui a révolutionné l'IA. En effet, la congélation a permis une diffusion large et facile de la semence aussi bien dans le temps que dans l'espace.

La méthode utilise l'azote liquide dans laquelle la semence est conservée à **-196°C**. Cette conservation est rendue possible grâce à l'action cryoprotectrice de certains produits tel que le glycérol ; et cette méthode permet de conserver les semences pendant **6 ans** voir **20 ans** si le niveau d'azote est régulièrement respecté (**Goffaux, 1991**). Aussi, une nouvelle substance « la glutamine », testée par **Trimeche et al., (1996)** à montrer un effet cryoprotecteur avec un mécanisme de protection différente de celui du glycérol et l'association de ces deux substances améliore significativement la qualité du sperme congelé.

6. Insémination proprement dit

6.1. Matériel d'insémination

Selon **Panner(1991)**, le matériel d'insémination est constitué de :

- Pistolet de Cassou et accessoires stériles.
- Gaines protectrices.
- Chemises sanitaire.
- Pinces.
- Ciseaux.
- Thermos pour la décongélation de la semence et un thermomètre.
- Serviettes.
- Gants de fouille.
- Gel lubrifiant.
- Bombonne d'azote avec la semence.

6.2. Moment d'insémination :

Il est en fonction des paramètres suivants :

- ✓ Moment de l'ovulation de la vache.
- ✓ Durée de fécondité de l'ovule.
- ✓ Temps de remonter des **SPZ** dans les voies génitales femelle.
- ✓ Durée de fécondité des **SPZ (Hammoudi, 1999)**.

L'insémination doit être faite à un moment assez proche de l'ovulation. Si l'on admet que la durée de l'œstrus est de **24 h**, que l'ovulation a lieu **10 à 12 h** après la fin de l'œstrus et que les **SPZ** doivent séjourner pendant environ **6 h** dans les voies génitales femelles (phénomène de capacitation), le meilleur moment pour obtenir une **IAF** est la deuxième moitié de l'œstrus (**Haskouri, 2001**). Il est plus adéquat de réaliser les inséminations à **9,5 h + 3,5 h** après le début des chaleurs (**Diop, 1994**). Dans la pratique, les vaches reconnues en œstrus le **matin** sont inséminées le **soir** et celles vues en chaleurs le **soir** sont inséminées le **lendemain matin (Broers, 1995)**.

Tableau 8 : Durée de vie d'ovules et des spermatozoïdes (Derivaux Et Ectors, 1980)

Durée de fertilité du sperme	30 à 48 heures
Durée de vie des ovules	08 à 12 heures

6.3. Lieu de dépôt de la semence

Le dépôt de la semence peut s'effectuer à différent niveaux : corps utérin, des cornes utérines ou dans certain cas au niveau de la jonction utéro-cervicale (**3^{ème} repli**). Cependant, le lieu préférentiel reste le corps utérin. Selon **Kamga (2002)** et au vu des résultats obtenus par **Williams et al, (1988)** sur la relation entre la conception et le lieu de dépôt, le dépôt dans les cornes utérines présente beaucoup plus de risque de traumatisme et d'infection de l'utérus.

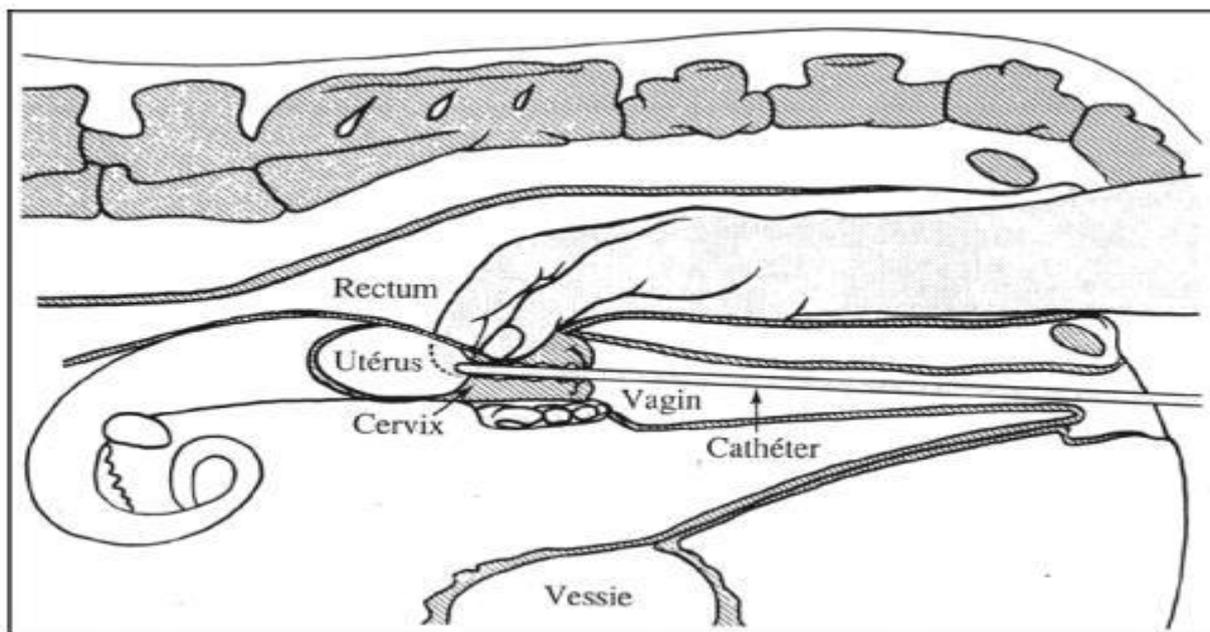


Figure 21 : Mise en place de la semence (Hanzen, 2010)

6.4. Etapes d'insémination

- Vérifier l'état œstral voir identifier l'ovaire porteur du follicule.
- Extraire la paillette par une pince de la bombonne.
- Recueillir la paillette pour extraire l'azote qui serait accolé en bouchon de Cotton.
- Décongélation de la paillette : rapide pendant **30s à 35-37°C (Penner, 1991)**.
- Réchauffer le pistolet d'insémination.
- Essuyer la paillette pour éviter qu'une goutte d'eau ne vienne en contact de la semence ce qui aurait pour effet de diminution la valeur reproductrice de **SPZ**.
- Monter la paillette dans le pistolet.
- Couper le bout de la paillette.
- Expulser une goutte de sperme.
- Mettre la gaine protectrice.
- Mettre la chemise sanitaire.

6.5. Procédure d'insémination

L'insémination est pratiquée avec la méthode recto-vaginale.

- Le gant est lubrifié avec un gel prévu à des effets antiseptique pour éviter la destruction des **SPZ**.
- Le rectum est vidé pour faciliter la palpation et la manipulation de col.
- La vulve est nettoyée à l'aide d'un papier pour éviter l'introduction de la bouse et germe dans le vagin lors d'introduction de pistolet.
- L'Introduction de pistolet est faite en inclinant celui-ci vers haut pour éviter le méat urinaire.
- La pénétration de col est réalisée en manipulant celui-ci et pas le pistolet.
- Un doigt est placé sur l'extrémité antérieure de col pour afin de percevoir le pistolet lorsqu'il ressort de col.
- La semence est déposée dans la partie antérieure de corps de l'utérus en déclenchant le pistolet (**Hanzen, 2009**).

7. Diagnostic de gestation

L'établissement du diagnostic de gestation doit se pratiquer de façon précoce afin de pouvoir détecter et traiter les cas d'infertilité à un moment opportun. Cette démarche, permet une meilleure maîtrise des intervalles qui influencent la fertilité et la fécondité (**Abdelhadi, 2017**).

7.1. Dosage de la progestérone

Le dosage de **P4** peut s'effectuer sur sang, ou bien sur lait récolté en début de traite du matin. On réalise ce test entre le **19^e** et le **23^e** j de gestation .le diagnostic sera négatif si le taux de P4 dans le lait est inférieur à **5 ng/ml**, ou s'il est inférieur à **1,5ng/ml** dans le sang (**Chastant, 2005**).

7.2. Diagnostic par Echographie

Cette technique permet de confirmer avec certitude les gestations à partir de **35^{ème} j.** Sont coût entrave son utilisation courante chez les bovins. Elle repose sur la détection, en premier lieu, la vésicule embryonnaire puis plus tardivement, de l'embryon lui-même au sein des liquides fœtaux (**Arthur, 1989**).

7.3. Palpation transrectale

Elle est souvent dite examen de confirmation du fait qu'elle permet de mettre en évidence les mortalités embryonnaires tardive. Elle est possible dès le **40^{ème} j (6semaine)** chez les génisses et le **50^{ème} j (7semaines)** chez les vaches (**Hanzen, 2003**). Le diagnostic par fouillé rectal est basé sur la mise en évidence d'un ou plusieurs éléments révélateur d'un utérus gravide comprenant : les fluctuations des liquides fœtal, palpation des membranes fœtal, le fœtus, les cotylédons et l'artère utérine (**Hanzen, 2005**).

Conclusion

L'insémination artificielle est la méthode de maîtrise de la reproduction qui a pour but d'améliorer le cheptel bovin. Malgré les avantages de cette technique, elle reste négligée en Algérie à cause de manque de vulgarisation et sensibilisation des éleveurs, ainsi leur niveau de construction et la négligence.

La détection des chaleurs est le premier pas dans l'insémination artificielle, elle représente un élément fondamental et essentiel de rendement du troupeau. La réussite de l'insémination artificielle dépend de l'application de toutes les étapes et de suivie depuis le collecte de la semence jusqu'au dépôt de cette dernier dans les voie génitale femelle.

La synchronisation des chaleurs est la solution de problème de détection des chaleurs, elle permet la synchronisation des inséminations, d'ovuler des femelles non cyclées et les mises bas groupées en fonction des disponibilités fourragères et la production ajustée aux impératifs des besoins de marché.

Dans le but d'augmenter la production laitière et de diminuer l'importation du lait et de ses dérivés. L'Algérie est appelez à lancer des formations et des campagnes de sensibilisation au profite des éleveurs pour les interpeller sur les nouvelles techniques de l'insémination artificielle.

Références bibliographiques :

A

- **Albert., 2007.** Evaluation of potential breeding soundness of the bull. Curent Therapy in large animal theriogenology, Second edition – Saunders Elsevier. 230-233.
- **Abdelhadi., 2017.** Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme de Master : Suivi des paramètres de la reproduction des vaches laitières dans quelques élevages de la wilaya d'Ain Defla.
- **Arthur A., 1989.** the identification, origin and migration of primordial germ cells in mousse embryo.anat.rec. 135-146.
- **At-Taras S., Spahr L., 2001.** Detection and Characterization of Estrus in Dairy Cattle with an Electronic Heatmount Detector and an Electronic Activity Tag, Journal of Dairy Science Volume 84, 792-798.
- **Ahmed D., 2002.** l'effet de l'insémination artificielle sur la production laitière. thèse de fin d'étude. Maroc.

B

- **Bahr G., Zeitler E., 1964.** Study of bull spermatozoa: Quantitative electron microscopy. The Journal of Cell Biology, 21, 175-189.
- **Bonnes G., Descaude J., Drogoul C., Gadoud R., Le Loc'h A.,Montmeas L., Robing., 1988.** Reproduction des mammifères d'élevage. 1ère édition, Paris.
- **Broers P., 1995.** Abrégé de reproduction animale Boxmeer : Intervet. 336.
- **Barone R., 1990.** Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome 4, Splanchnologie II, Edition Vigot frères, 268-447.
- **Barone R., 2001.** Appareil génital mâle in Anatomie comparée des mammifères domestiques. Splanchnographie П. Vigot. Tome 4. 83-250.
- **Bressou C., 1987.** Anatomie régionale des animaux domestiques II : les ruminants.
- **Britt J., 1987.** Determinant of œstrus behaviour in lacting holstein cow, J Dairy. Sci.69 , 2195-2202.
- **Bousquet D., 1987.** L'insémination, info-insémination, para insémination.

- **Bizimungu J., 1991.** Insémination Artificielle bovine au Ruanda : Bilan et Perspectives. - Thèse.: Méd. Vét.: Dakar. 15.
- **Bourbia R., 1998.** L'approvisionnement alimentaire urbain dans une économie en transition : le cas de distribution du lait et des produits laitiers de L'ORLAC dans la ville d'Alger. Montpellier : institut agronomique méditerranéen de Montpellier, thèse de master of science, p 200.
- **Benlekhel A., Manar S., Azzahari A., Bouhaddane., 2000.** L'insémination artificielle des bovins : une biotechnologie au service des éleveurs. transfert de technologie en agriculture. 65, 4.
- **Blanchard T., 2003.** Manual of equine reproduction, 2nd edition. Mosby.

C

- **Cuisenier C., 1996.** Contribution à l'étude de l'importance de l'examen du sperme dans le contrôle d'aptitude à la reproduction des taureaux de monte naturelle. Thèse : Med.Vet.Alfort, 53.
- **Cabannes C., 2008.** Comparaison des méthodes d'évaluation de la qualité de la semence dans les espèces bovin, canin et humain. Ecole nationale vétérinaire Toulouse. Thèse : 03-TEU3-4108.Vol 107.
- **Chastant S., 2005.** Diagnostic de gestation chez la vache. Ecole Nationale vétérinaire d'Alfort, unité pédagogique de pathologie de la reproduction. 27.
- **Chastant S., Fournier R., Remy D., 2005.** Les vagues folliculaires ; actualités sur le cycle de la vache. point vét, 36, 10-15.
- **Chaplet C., Thibier M., 1973.** La vache laitière. édition : vigot frère, paris. 359-579.
- **Crawe., 2014.** Parturition to resumption of ovarian cyclicity: comparative aspects of beef and dairy cows. New Science - New Practices International Cow Fertility, Vol 8, Supplement s1, 40-53.

D

- **Djabakou K., Grundler G., Fimmen H., 1984.** Influence de l'infection trypanosomienne sur la fertilité des taureaux. Résultats préliminaires. Trypanotolérance Prod Anim 3, 45-49.
- **Diop P., 1994.** Amélioration génétique et biotechnologies dans les systèmes d'élevages. Exemple de la production laitière. Dakar : DIREL. 11.
- **Dumont P., 1997.** Appréciation de la fonction sexuelle du taureau reproducteur. Le Point Vétérinaire, 28, 1617-1628.
- **Dellmann., Eurell., 1998.** Physiopathologie de la reproduction et insémination artificielle des animaux domestiques. paris : vigot frères éditeurs, 467.
- **Derivaux j., Ectors F., 1980.** Physiologie de la gestation et obstétrique Vétérinaire. Edition du point vétérinaire, Maison ALFORT.
- **Derivaux J., Ectors F., 1980.** Physiopathologie de la gestation et obstétrique vétérinaire, Editions du point vétérinaire. Faculté de médecine vétérinaire, université de liège. 14-24.
- **Driancourt M et al., 2001.** Regulation of ovarian follicular dynamics in farm animals. Implications for manipulation of reproduction Theriogenology, Elsevier.
- **Dudouet C ., 2004.** La production des bovins allaitants. France, Amazon France.

E

- **Etherington W et al., 1985.** Interrelation ship between ambient temperatures, age at claving, post-partum reproduction performance in dairy cows. a path analysis.can.j.med. 49-260.
- **England G., Plummer J., 1993.** Hypo-osmotic swelling of dog spermatozoa. Journal of Reproduction and Fertility. 47, 261-270.
- **Ezekwe A., 1988.** Ejaculate characteristics of two breeds of tropical bulls. N'dama and Muturu. Joint seminar on animal reproduction for African countries.-Addis-Abeba:CIPEA.

F

- **Fall O ., 1995.** Amélioration de la production laitière par l'utilisation de l'insémination artificielle dans la région de Fatick. Thèse : Méd. Vét. : Dakar ; 18.
- **Ferguson et al., 1993.** germinite stem cells in the postnatal ovary:is the ovarymore like a test is hin reprod update, 10-195.

G

- **Gwazdauskas F., Lineweaver J., Gillard M., 1983.** Environmental and Management Factors Affecting Estrous Activity in Dairy Cattle .J. Dairy Sci. 66, 1510-1514.
- **Ginther J., Kastelic L., Knop F., 1989.** Composition and characteristics of follicular waves during the bovine estrous cycle, Animal Reproduction Science Volume 20, 187-200.
- **Goffaux M., 1991.** Technique de congélation de la semence de taureau : congélation proprement dite, décongélation et conservation. Elev. et Insém., 241- 3 18.
- **Gerard O., Humblot P., 1992.** Evolution des techniques de préparation de la semence et d'insémination artificielle chez les bovins .UNCEIA - département R et D - 13 rue Jouët - 94704 Maisons-Alfort ; UNCEIA - département fédéral - 149 rue de Bercy -75595 Paris Cedex 12.
- **Grimard B., Humblot P., Ponter A., Chastant S., Constant F., Mialot J., 2003.** Efficacité des traitements de synchronisation des chaleurs chez les bovins. Prod Anim, 16, 211-227.
- **Grimard B., Disenhaus C., Thou G., Delaby L., 2005.** De la vache au système: s'adapter aux différents objectifs de reproduction en élevage laitier. renc .rech.ruminant 12.
- **Gayard V., 2007.** physiologie de la reproduction des mammifères. Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse.

H

- **Hammoudi M., 1999.** Seasonal variations of sexual activity of local bucks in western Algeria. African journal of biotechnology, 9(3), 362-368.
- **Haskouri H., 2001.** Gestion de la reproduction chez la vache : insémination artificielle et détection des chaleurs. Thèse présentée en de l'obtention de diplôme de docteur Vétérinaire, institut agronomique et vétérinaire HASSAN 2R.
- **Hafez E., 1993.** Reprodução Animal. Fisiologia veterinária. Elsayed Saad edition. 513.

- **Hanzen, 2003.** Induction et synchronisation de l'œstrus par la PgF2 α ; Le Point Vétérinaire, 236.
- **Hanzen C., 2005.** Approche épidémiologique de la reproduction bovine, gestion de la reproduction. Chapitre 28, 2^{ème} Doctorat. Faculté de médecine vétérinaire, université de liège.
- **Hanzen C., 2006.** Propédeutique de l'appareil génital de la vache .Chapitre 1,1^{er} Doctorat. Faculté de médecine vétérinaire, université de liège.
- **Hanzen., 2009.** L'insémination artificielle chez les ruminants. Faculté de Médecine Vétérinaire Service de Thériogenologie des animaux de production.
- **Hanzen C ,2010.** Cours d'inséminations artificielles chez les ruminants. Faculté de médecine vétérinaire, Université de liège. 4-6.
- **Hanzen C., 2016.** Cours d'insémination artificielles chez les ruminants. Faculté de médecine vétérinaire, université de liège. Service de Thériogenologie des animaux de production.

I

- **Inra P., 1988.** Insémination artificielle et amélioration génétique chez les animaux de ferme, 14^{ème} jours de grenier de theix, 474.

K

- **Kamga W., 2002.** Réalisation d'un programme d'insémination artificielle bovine en République de Guinée. -Thèse : Méd. Vét. : Dakar, 13.
- **Kabera, F. 2008 :** Appréciation de la qualité de la semence bovine produite au centre national D'amélioration génétique (CNAG) de Dahra au Sénégal. Mémoire de fin d'études. 42.

L

- **Lacerte G et al., 2003.** La détection des chaleurs et moment l'Insémination. Centre d'IA du Québec. CRAAQ.

M

- **Monniaux D., Mandon-Pepin B., Monget P., 1999.** Follicular atresia, a programmed wastage. Med. Sci. Paris, 15, 157-166.
- **Mechekour ., 2001.** Détecteurs de chevauchement. Le paysan Tarnais. Journal hebdomadaire agricole et rural. 12-13.
- **Michael A., Wattiaux., 1995.** Système de bétail laitier reproducteur et sélection génétique. institut babook pour la recherche et le développement international du secteur laitier.
- **Mialot J., Laurent J., Radigue P., Seguin A., 2002.** Reproduction chez les bovins allaitants : particularité intervention en suivi de troupeau ; journée national sngtv tours proceeding. 203-215.
- **Morale Y., Tilly J ., 1983.** Oocyte apoptosis: Like sand through an hourglass develop bio 213, 1-17.
- **Mbaindinga Toloum, 1982.** l'insémination artificielle bovine au sénégal. Thèse :Méd Vét : Dakar, 18.

P

- **Pavaux C., 1981.** Eléments d'anatomie. In : Constantin A, Meissonier E éditeurs. L'utérus de la vache. Maisons-Alfort : société France de buiatrie, 9-52.
- **Parez M, duplan J ., 1987.** Insémination artificielle bovine, reproduction et amélioration génétique, édité par ITEB VNCAIA. 17- 82.
- **Penner., 1991.** Manuel technique d'insémination artificielle bovine Semax Canada.
- **Peters P, Ball A., 1994.** Reproduction in cattle. Butter worths. U .K.
- **Picard-Hagen N., Chemineau P., Berthelot X., 1996.** Maîtrise des cycles sexuels Chez les ruminants. Point Vétérinaire, 28, 953-960.
- **Posiere B, 2002.** Récolte de la semence de chat par électro-éjaculation et par dissection de l'épididyme. Thèse Méd. Vét., Alfort. 95.

- **Pena A., Lindde-Forsberg C, 2000.** Effects of Equex, one- or two-step dilution, and two freezing and thawing rates on post-thaw survival of dog spermatozoa. Theriogenology. 54, 859-875.
- **Ponsart C., Freret S., Humblot P., Charbonnier G., Dubois P, 2006 :** Signes de chaleurs, profils de cyclicité, état sanitaire du début de lactation, état corporel et production laitière= 5 effets conjugués sur la reproduction. Bulletin Technique de l'Insémination Animale. 120, 33-36.

R

- **Robert P., 1950.** Intérêt Economique de l'insémination Artificielle en Tunisie.
- **Rosenberg G, Krause D, 1979 :** l'appareil génital mâle. in examen clinique des bovins, méthodes, résultats et interprétation. Edition de point vétérinaire maison d'Alfort, 324-372.

S

- **Sheldon I., Dobson H, 2004.** Post-partum uterine health in cattle. Anim Reprod Sci., 82-83, 295-306.
- **Soltner D., 2001.** Anatomie des appareils génitaux de quelques grandes espèces de mammifères domestique, la reproduction des animaux d'élevages, 3ème édition tome IR, édité par collection sciences et techniques agricoles.
- **Soltner D., 1993.** Zootechnie générale. tome1, la reproduction des animaux d'élevage. édition : infra .science et technique agricole.
- **Saint-Dizier M., 2005.** La détection des chaleurs chez la vache. Point vét. 36, 22-27.
- **Saumande J., 2000.** La détection électronique des chevauchements pour la Détection des vaches en chaleur : possibilités et limites. Rev. Med. Vêt. 151, 1011-1020.

T

- **Twagiramungu H., Guibault L., Dufour J., 1995.** Synchronization of ovarian follicular waves with a gonadotropin-releasing hormone agonist to increase the precision of estrus in cattle: A review. J Anim Sci, 73, 3141-3151.
- **Thibault C .et Laressew M ., 2001.** La reproduction chez les mammifères et l'homme. édition: INRA Ellipses, France, paris. 47-171.

V

- **Vaissaire J., 1977.** Sexualité et reproduction des mammifères domestiques et de laboratoire. Maloine, paris.
- **Van eerdenburg F., Karthaus D., Taverne M., Merlcs E., Szenc O., 2005.** The Relationship between Estrous Behavioral Score and Time of Ovulation in Dairy Cattle. J. Dairy Sci. 85, 1150-1156.
- **Varner D., 2008.** Developments in stallion semen evaluation. Theriogenology. 70, 448-62.

W

- **Williams B., Gwazdavskas F., Whittier W., Pearson R., Yekhlef H., 1988.** La production extensive de lait en Algérie. Options Méditerranéennes - Série Séminaires, 6, P 135 - 139. J. Dairy Sci. 84, 792-798.
- **Wattiaux., 1995.** système reproduction du bétail laitier, guide technique.
- **Wattiaux., 1996.** Gestion de la reproduction de l'élevage. inst. babcock. Université du Wisconsin. 120-126.
- **Wattiaux., 2006.** Chapitre I, système de reproduction du bétail laitier, guide technique laitier, reproduction et sélection génétique, université de Wisconsin à madison, institue de Babcock pour la recherche et le développement international de secteur laitier.

Sites Web :

- <https://www.origenplus.com/linsemination-animale/>
- <http://vetopsy.fr/reproduction/femelle/cycle-ovarien-folliculogenese.php>
- Reproductio: fonction ovarienne. vue d'ensemble de l'activité cyclique : cycle ovarien et folliculogénèse
- <https://suivi de reproductionenvt.wordpress.com/l'anoestrus/>
- <https://www.vital-concept.be/detecteur-de-chevauchement-kamar.html>
- <https://www.geniatest.com/ameliorer-les-resultats-de-fecondite-de-votre-troupeau.html>
- <https://www.bcel-ouest.fr/wp-content/uploads/2017/05/detection-chaleurs>

- https://www.alibaba.com/product-detail/BIOBASE-Computer-Assisted-Semen-Analysis-Sperm_60684148613.html
- <https://www.agriculture modern.com/2016/01/insemination-artificielle.html>
- https://www.ede63.com/index.php?option=com_content&view=article&id=103:nouvelle-page&catid=2:les-services