



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique



Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem
Faculté des sciences de la nature et de la vie
DEPARTEMENT D'AGRONOMIE

Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention
Du Diplôme de master II en
Génétique et reproduction animale

THÈME

**Facteurs d'échecs de l'insémination artificielle
« Amélioration Génétique »**

Présenté par : **BERREZOUG MOURAD**

Devant le jury :

Président: Mme HENNI NASSIBA
Encadreur: Mme. FASSIH Aicha
Examineur : Mr. BENMAHDI FAIZA

Année Universitaire: 2020/2021.

-*- Remerciements **-*-**

*Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et
miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce
Modest travail.*

*En second lieu, nous tenons à remercier notre encadreur Madame :
FASSIH A, son précieux conseil et son aide durant toute la période
du travail.*

*Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury pour
l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner
notre travail et de l'enrichir par leurs propositions*

*A nos familles et nos amis qui par leurs prières et leurs
encouragements, on a pu surmonter tous les obstacles.*

*Enfin, nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont
participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

Merci 

☆-☆-☆ DEDICACE ☆-☆-☆

Je dédie ce modeste travail à :

Mes parents, ma femme et mes enfants pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études.

Pour mes chers frères.

Pour ma chère sœur.

Pour mes très chers amis.

Pour mes très chers collègues de travail.

A toutes la promotion génétique et reproduction animale :

[2020-2021](#)

Résumé

Etant donné l'importance économique et sociale de l'élevage bovin, des programmes d'amélioration génétique reposant sur l'insémination artificielle sont appliqués afin d'augmenter les capacités de production du cheptel et d'assurer une bonne gestion.

L'insémination artificielle est la biotechnologie de reproduction la plus utilisée dans le monde. Considérée comme l'un des outils de diffusion du matériel génétique performant.

Notre étude traite principalement, les facteurs influençant le taux de réussite de l'IA au niveau de quelques élevages de deux wilayas ; (Mostaganem et Oran) Elle est influencée par plusieurs paramètres à savoir : la race, l'âge, parité, l'état physiologique de la vache, l'alimentation, l'hygiène, technique et mode d'élevage. À la fin de notre étude, nous avons constaté qu'il y a eu énormément de facteurs qui sont en corrélation avec l'échec de l'IA.

Mots-clés : insémination artificielle, reproduction, réussite, facteur, vache, bovin, œstrus,

ABSTRACT

Given the economic and social importance of cattle breeding, genetic improvement programs based on artificial insemination are applied in order to increase the production capacities of the herd and to ensure good management.

Artificial insemination is the most widely used reproductive biotechnology in the world.

Considered one of the tools for disseminating high-performance genetic material.

Our study mainly deals with the factors influencing the success rate of AI at the level of a few farms in two wilayas; (Mostaganem and Oran) It is influenced by several parameters, namely: breed, age, parity, physiological state of the cow, food, hygiene, technique and method of breeding. At the end of our study, we found that there were an enormous number of factors that correlated with AI failure.

Keywords: artificial insemination, reproduction, success, factor, cow, bovine, estrus.

نبذة مختصرة

نظرًا للأهمية الاقتصادية والاجتماعية لتربية الماشية ، يتم تطبيق برامج التحسين الوراثي القائمة على التلقيح الاصطناعي من أجل زيادة القدرات الإنتاجية للقطيع وضمان الإدارة الجيدة .

التلقيح الاصطناعي هو التقنية الحيوية الإنجابية الأكثر استخدامًا في العالم. تعتبر من أدوات نشر المواد الوراثية عالية الأداء .

تتناول دراستنا بشكل أساسي العوامل التي تؤثر على معدل نجاح الذكاء الاصطناعي على مستوى عدد قليل من المزارع في ولايتين ؛ (مستغانم وهران) يتأثر بعدة عوامل هي: السلالة ، العمر ، التكافؤ ، الحالة الفيزيولوجية للبقرة ، الغذاء ، النظافة ، التقنية وطريقة التربية. في نهاية دراستنا ، وجدنا أن هناك عددًا هائلًا من العوامل التي ترتبط بفشل الذكاء الاصطناعي.

الكلمات المفتاحية: التلقيح الصناعي ، التكاثر ، النجاح ، العامل ، البقر ، البقري ، الشبق.

SOMMAIRE

Chapitre 1 : Rappel anatomique chez les reproducteurs

1. Rappels Anatomique chez la vache.....	01
1.1.1. Description du bassin.....	01
Description de l'appareil génital de la vache.....	03
Les ovaires	03
Conformation	03
Structure.....	03
Irrigation	05
Les trompes utérines ou oviductes	06
Conformation	06
Structure.....	07
Irrigation	08
Le corps et les cornes utérines	08
Conformation	10
Structure.....	11
Le Col.....	13
Conformation	13
Structure.....	13
Irrigation	14
Le vagin	14
Conformation	14
Topographie et moyens de fixité	15
Irrigation	15

Chapitre 2 : Détection des chaleurs chez la vache

2. Les chaleurs chez la vache.....	16
Définition des chaleurs	16
Les signes de chaleur.....	16
Modification de comportement.....	16

Modification hormonale	16
L'hormone hypothalamique GnRH	16
Les hormones hypophysaires FSH et LH.....	16
Les hormones ovariennes	16
Modification histologique du tractus génital	16
La détection des chaleurs.....	18
Intérêt.....	18
Méthodes de détection des chaleurs	18
Méthode visuelle (par l'éleveur).....	18
Le planning d'élevage	19
Système de marquage (détecteurs de monte).....	19
Les crayons marqueurs.....	19
Les détecteurs mécaniques de chevauchement	19
Les détecteurs électroniques de chevauchement.....	20
Système d'enregistrement de l'activité physique	20
La mesure de la résistance électrique vaginale.....	20
Mesure des variations de température autour de l'œstrus.....	21
Les informations recueillis pendant la traite.....	21
Dosage de la concentration en progestérone.....	21
Dosage des œstrogènes.....	21
Animal détecteur	21
Les facteurs responsables d'un manque d'efficacité à détecter les chaleurs	21
Facteurs liés à l'éleveur	21
3. La synchronisation des chaleurs.....	22
Définition.....	22
Objectifs.....	22
Méthodes d'induction des chaleurs.....	22
Synchronisation à base de prostaglandines ou ses analogues.....	22
Le protocole GPG (GnRH-PGF2&-GnRH)	24
Synchronisation à base de progestérone ou progestagènes	24
Les spirales vaginaux	25
L'implant sous cutané	25

Chapitre 3. L'insémination artificielle

LE CHEPTTEL BOVIN EN ALGERIE.....	27
4. Nature du cheptel bovin	27
Les systèmes d'élevage bovin en Algérie.....	27
Le système dit extensif	27

Le système dit semi intensif.....	27
Le système dit intensif.....	27
Structure génétique des populations des bovins laitiers en Algérie	29
4. Historique de l'insémination artificielle	29
L'insémination artificielle dans le monde	29
L'insémination artificielle en Algérie.....	30
Statut de l'insémination artificielle chez les bovins laitiers.....	30
6. L'insémination artificielle chez les bovins laitiers	30
Avantages et inconvénients	30
Avantages	30
D'ordre génétique.....	30
D'ordre économique.....	30
D'ordre sanitaire.....	31
L'inconvénients.....	31
6. 2. Sélection des reproducteurs.....	31
Anatomie	31
Examen de l'appareil génital externe	31
Examen de l'appareil génital interne	31
Comportement sexuel.....	32
6. 3. Les méthodes de préparation de semence	34
Le récolte de sperme.....	34
Méthodes et techniques	34
6. 3.1.1.1. Récolte au vagin artificiel.....	34
La collecte à l'électro-éjaculation	35
Massage des vésicules séminales	36
6. 3.1.1.4. Récolte dans les voies génitales femelles	36
Manipulation de la semence au laboratoire	36
Examen macroscopie.....	36
Examen microscopique	38
Mobilité	38
Motilité massale	38
Mobilité individuel.....	38
Concentration de sperme	38
Pourcentage de spermatozoïdes vivants.....	39
Morphologie des spermatozoïdes.....	39
Les anomalies des spermatozoïdes.....	40
Evaluation biologique de la qualité de sperme	40
Test d'aptitude à la congélation	41

Dilution, Conditionnement, Conservation de sperme.....	41
Dilution.....	41
Nature des milieux de dilution.....	41
Qualité des milieux de dilution.....	41
Taux de dilution.....	41
5. Dilueurs utilisés.....	42
Pour conservation de sperme à température ambiante.....	42
Pour conservation de sperme à température 4°C.....	42
Dilueurs à base citrate, jaune d'œuf en sperme aqueuse.....	42
Dilueurs à base de lait.....	42
Méthode de dilution.....	43
Conditionnement.....	43
Conditionnement en granulés.....	43
Conditionnement en paillettes.....	43
Conservation.....	44
Par réfrigération.....	44
Par congélation.....	44
Avantages du liquide de conservation.....	44
Inconvénients du liquide de conservation.....	44
7. L'insémination artificielle proprement dite.....	45
Le moment de l'insémination artificielle.....	45
Voie d'insémination artificielle.....	45
Etapes et technique de l'insémination artificielle.....	45
La décongélation.....	45
Lieu de dépôt.....	45
Les instruments.....	46

4- Facteurs d'échec de l'insémination artificielle

Facteurs d'échec de l'insémination artificielle bovine.....	47
Généralités.....	47
A. Facteurs intrinsèques (liés à l'animal).....	47
1. Facteur génétique.....	47
2. Age et numéro de lactation.....	48
3. Facteur infectieux.....	48
Infection utérine et anoestrus.....	48
Mammites.....	48
Infection du tractus génital.....	50
Dystocie et rétention placentaire.....	51
Insuffisance lutéale.....	52

Autres pathologies.....	52
4. Nombre des jours post-partum	52
B. Facteurs extrinsèques (non liés à l'animal).....	53
1. Facteurs nutritionnels.....	53
2. Facteurs liés aux traitements hormonaux.....	54
3. Facteurs de gestion et de la production laitière	55
4. Facteurs environnementaux.....	55
5. Facteurs liés à la technicité de l'insémination artificielle	56
Habilité de l'inséminateur	56
Site de dépôt de sperme.....	56
Principale réservoir des spermatozoïdes	57
Insémination bicornéenne profonde et l'insémination unicornéenne	58
Asymétrie bilatérale du tractus génital.....	58
Insémination intrapéritonéale.....	59
Insémination intrafolliculaire.....	60
Confirmation de l'oestrus.....	60
Procédé d'I.A.....	61
Niveau de collaboration de l'éleveur	62
6. Qualité de la semence	62
6.1- Evaluation du sperme	62
Partie expérimentale.....	63
Matériel et méthodes	64
1. Objectif.....	64
2. Cadre d'étude.....	64
Région d'étude.....	64
Période d'étude	64
3. Protocole expérimental	64
4. Collecte des données.....	64
Résultats et discussion	65

Conclusion

Références bibliographiques

LISTE DES TABLEAUX

Tableau01. Les principales modifications histo-physiologiques au niveau de l’ovaire, de l’oviducte, de l’utérus et du vagin au cours du cycle sexuel.....	17
Tableau 02. La variation de pourcentage des vaches en chaleurs en fonction du nombre d’observations	18
Tableau 03. L’évolution du cheptel bovin en Algérie entre 1990 – 2005.....	28
Tableau 04. Evaluation de la libido chez les taureaux à maturité sexuelle	32
Tableau 05. L’effet de l’âge des taureaux sur le volume de l’éjaculation.....	37
Tableau 06. Durée moyenne de la gestation chez différents espèce	47
Tableau 07. Précocité de la détection des structures embryonnaires et utérines lors de l’examen échographique	50

LISTE DES FIGURES

Figure 1. L'appareil génital femelle de la vache	01
Figure 2. Bassin de vache Déroit antérieur (vue crâniale)	01
Figure 3 Bassin de vache Déroit antérieur (vue crâniale)	02
Figure 4. Préhension et palpation de l'ovaire	03
Figure 5. Représentation d'une coupe histologique d'un follicule ovarie	04
Figure 6. Représentation schématique d'un follicule ovarien	05
Figure 7 Artères et veines de l'appareil génital de la vache (vue ventrale)	05
Figure 8. Structure des oviductes de la vache	06
Figure 9. Conformation de la trompe utérine chez la vache	07
Figure 10. Coupe médiane du col de l'utérus de la vache	08
Figure 11. Coupe médiane du col de l'utérus de la vache	09
Figure 12. Section transversale du corps de l'utérus de la vache	09
Figure 13. Section transversale d'une corne utérine de vache	10
Figure 14. Histologie de l'utérus non gravide de la vache	12
Figure 15. Endomètre d'utérus chez la vache	12
Figure 16. Col de l'utérus chez la vache	13
Figure 17. Conformation intérieure de l'appareil génital d'une vache (Vue dorsale de l'utérus, paroi vaginale ouverte et rabattue)	14
Figure 18. Les différents détecteurs mécaniques de chevauchement chez les bovins	19
Figure 19. Les différents détecteurs de chevauchement	20
Figure 20. Le protocole de synchronisation et IA des chaleurs à base des prostaglandines	23
Figure 21. La répartition des chaleurs après traitement à base prostaglandine F2& et IA sur vaches laitières observées en subœstrus avant traitement	23
Figure 22. Le protocole de synchronisation des chaleurs associant GnRH et prostaglandine F2&	24
Figure 23. Répartition des chaleurs après traitement de synchronisation des chaleurs associant GnRH et prostaglandine F2& chez les vaches laitières en subœstrus avant traitement	24
Figure 24. Le protocole CRESTAR SO, association de busérelina (RECEPTAL), implant norgestomet, prostaglandine F2& (PROSOLVIN) et eCG	26

Figure 25 .Le dispositif intra-vaginal CIDR et son applicateur	26
Figure 26 . L'implant CRESTAR et trocart.....	26
Figure 27 . Sélection des mâles après un examen externe et interne de l'appareil génital	33
Figure 28 . Vagin artificiel.....	34
Figure 29 . Représentation schématique de la sonde Electroja	35
Figure 30 . Photographie de la sonde Electrojac.....	35
Figure 31 . Description et utilisation d'une cellule de Thoma	39
Figure 32 . Anomalies majeures et mineures de spermatozoïde dans l'espèce bovin	40
Figure 33 . La mise en place de la semence.....	46
Figure 34 . Evolution du taux sanguin de progestérone en fonction du statut de gestation	48
Figure 35 . Sonde linéaire.....	49
Figure 36 . Sonde linéaire.....	49
Figure 37 . Sonde linéaire courbe	49
Figure 38 . Sonde sectorielle.....	49
Figure 39 . Sonde sectorielle.....	49
Figure 40 . Les structures d'utérus et embryon au lors d'examen échographique.....	50

LISTE DES ABREVIATIONS

ADN : Acide Désoxyribose Nucléique

CIDR : Controlled Internal Drug Release

Cm : Centimètre

CNIAAG : Centre national d'insémination artificielle et d'amélioration génétique

E₂ : Oestradiol

eCG : equine Chorionic Gonadotropin

FSH : Folliculo-Stimulating Hormone

GnRH : Gonadotropin Releasing Hormone

HP : Hypophyse

HT : Hypothalamus

IA : Insémination artificielle

IM : Intra-musculaire

LH : Luteinizing Hormone

OCYT : Ocytocine

PGF_{2&} : Prostaglandines F_{2&}

PMSG : Pregnant Mare Serum Gonadotropin

PRG : Progestérone

PRID : Progesterone Releasing Device

INTRODUCTION

L'élevage bovin assure d'une part une bonne partie de l'alimentation humaine par la production laitière et la production de la viande et d'autre part, il constitue une source de rentabilité pour les producteurs et les agriculteurs. En Algérie, la production du lait et de la viande bovine n'arrive pas à couvrir la demande bien modeste du consommateur (**Madant et al., 2001**).

La production laitière est un secteur stratégique de la politique agricole algérienne parce que le lait et ses dérivées sont des produits ayant une place importante dans le modèle de consommation algérien Sa production est assurée à hauteur de 80 % par le cheptel bovin. La production bovine laitière locale a été négligée (**Bourbia, 1998**).

Les sujets de races pures (rameaux issus de la brune de l'Atlas) sont encore conservés dans les régions montagneuses. Nous pouvons citer surtout la Guelmoise, identifiée dans les régions de Guelma et de Jijel, compose la majorité du cheptel bovin algérien vivant en zone forestière. La Cheurfa identifiée dans la région de Guelma et Annaba. La Chélifienne et la Sétifienne. La Djerba, qui peuple la région de Biskra. Les populations bovines Kabyle et Chaoui, qui s'apparentent respectivement aux populations Guelmoise et Guelmoise-Cheurfa, et les populations de l'Ouest localisées dans les montagnes de Tlemcen et de Saida, lesquelles ont subi des croisements avec une race ibérique (**Gremaal, 2004**).

Le cheptel bovin est passé de 865 700 têtes durant la période 1968 -1970 à 1 487 000 têtes entre 1983 -1985 pour enregistrer un total de 1586 070 durant la période 2004 – 2005. L'évolution de l'effectif du cheptel bovin a connu une période de régression entre 1990 -1996 et autre période d'élévation entre 1997-2004 (**Yakhlef, 1989**).

Les contraintes de développement de l'élevage bovin en Algérie sont représentées surtout par l'insuffisance de fourrages, la mauvaise adaptation des races importées et la mauvaise conduite de la reproduction (**Yakhlef, 1989**).

En Algérie l'insémination artificielle a été introduite à l'époque coloniale. Bien que très ancienne, son utilisation dans nos élevages est très limitée malgré les efforts de la maîtrise de la technologie. L'objectif de notre étude bibliographique est d'apporter le maximum d'informations dans le domaine de l'insémination artificielle chez les bovins.

RAPPELS ANATOMIQUE DE L'APPAREIL GENITAL DE LA VACHE

1/ Rappels Anatomiques:

1.1.1. Description du bassin : Le bassin, pelvis ou canal pelvien, est un canal composé par : (figure n° 2) (Tavernier H, 1954).

- Un plafond formé par le sacrum et les premières vertèbres coccygiennes.
- Des parois latérales qui sont les coxaux en avant, prolongées par les ligaments sciatiques.
- Un plancher formé par la partie inférieure des os coxaux et du pubis.

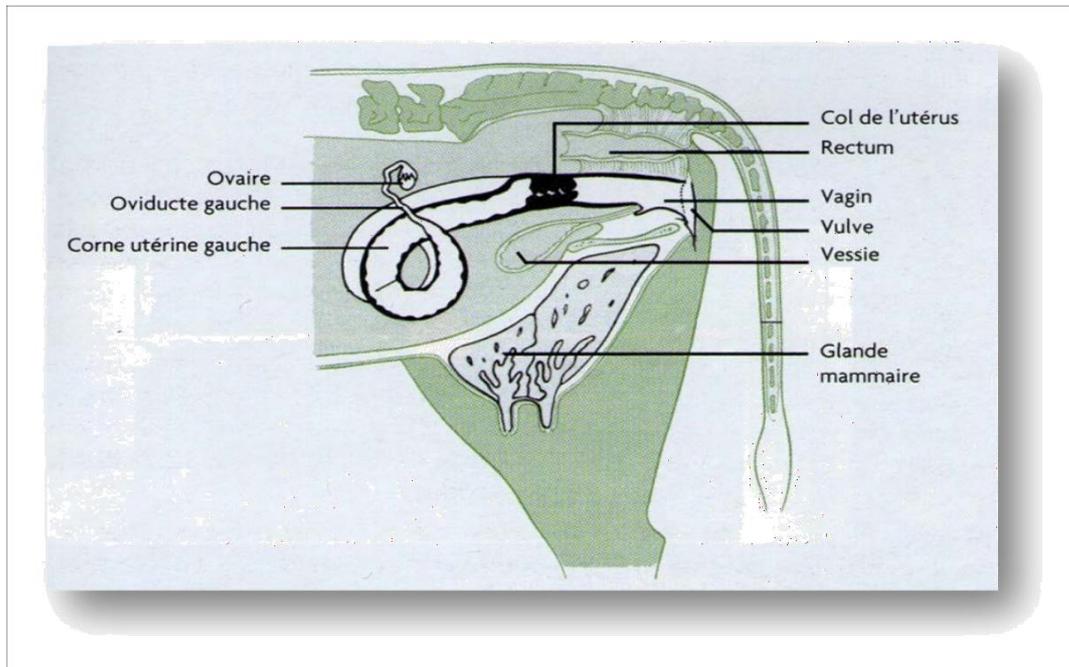


Figure n°01 : L'appareil génital femelle de la vache (Institut d'élevage, 2008).

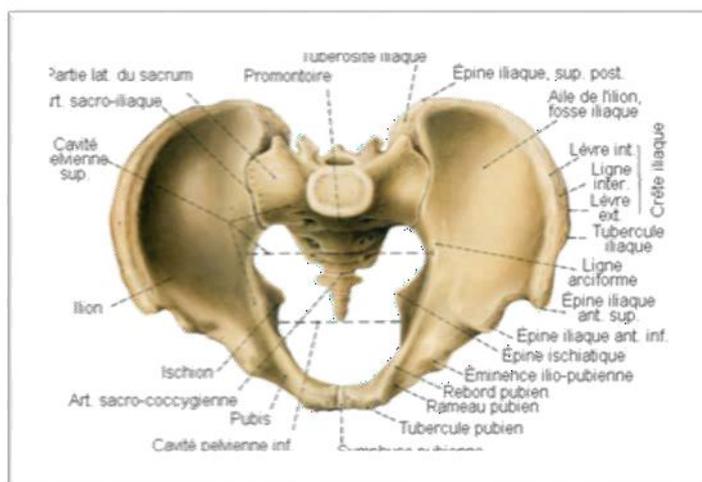
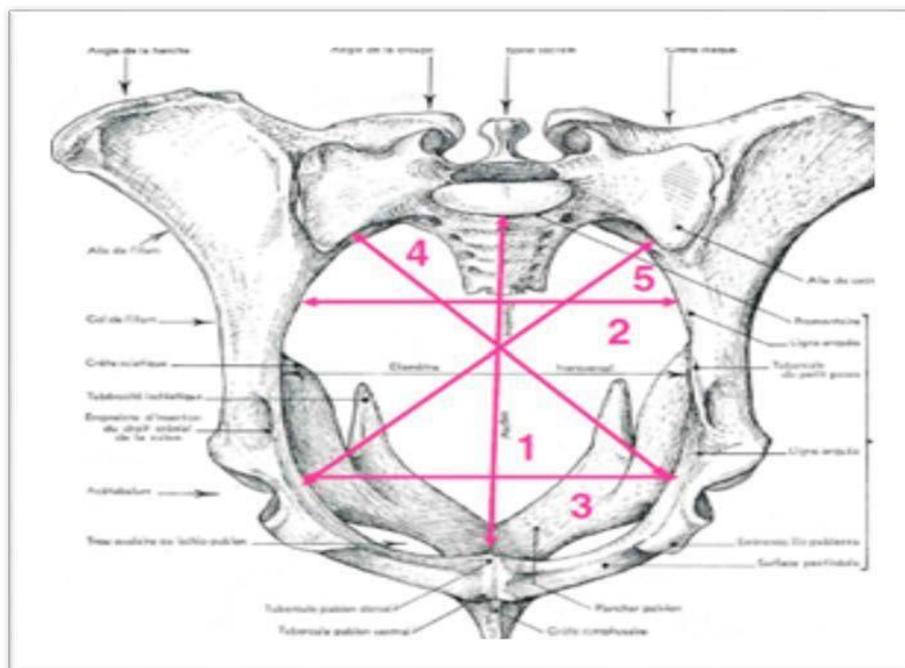


Figure n° 2 : Bassin de vache Déroit antérieur (vue crâniale)
(Tavernier H., 1954)

Il comprend un détroit antérieur très important car entièrement osseux (figure n° 3) et un détroit postérieur pelvien élastique grâce aux mouvements du sacrum et des vertèbres Sacro-sciatiques, ainsi qu'à l'élasticité des parois latérales ligamenteuses. Selon (**Barone R., 1990**), Le bassin comporte cinq articulations :

- ▶ Articulation lombo-sacrée, située en avant, formant l'angle sacro-vertébrale, en saillie à l'intérieur de l'abdomen et n'a pas d'intérêt en obstétrique ;
- ▶ Articulation sacro-coccygienne, qui unit le sacrum aux vertèbres coccygiennes et qui a une grande importance pour les anesthésies locorégionales ;
- ▶ Articulations coccygiennes, également importantes pour les injections anesthésiques
- ▶ La symphyse ischio-pubienne, longue et incurvée, avec des mouvements très minimes chez les jeunes animaux, disparaissant rapidement chez les adultes après ossification ; par contre chez les primipares, elle est fortement saillante.
- ▶ Le ligament sacro-sciatique très large et très puissant, s'insérant sur la crête supérieure du sacrum. Il commence immédiatement après l'articulation sacro-iliaque et s'étend à l'extrémité supérieure de l'ilium et à la tubérosité ischiatique



- 1 : diamètre sacro-pubien ou supéro-inférieur (30 cm) -2 : diamètre bis iliaque ou supérieur ou transverse supérieur. (25 cm) -3 : diamètre bis iliaque ou inférieur ou transverse inférieur (25 cm)
- 4 : diamètre sacro-iliaque droit ou oblique droit. -5 : diamètre sacro-iliaque gauche oblique gauche

Figure n° 3 : Bassin de vache Détroit antérieur (vue crâniale) :(**Barone R., 1990**)

Description de l'appareil génital de la vache :

Les organes génitaux de la femelle sont en position intra-pelvienne, exception faite de l'orifice d'entrée ou vulve, Il comprend les ovaires, la trompe utérine, l'utérus, le vagin et la vulve (Deletang F., 2004)

Les ovaires :

Les ovaires sont les glandes génitales de la femelle. Ce sont des organes pairs, appendus dans la cavité abdominale à la région lombaire (figure n° 4) ; et doués d'une double fonction (Deletang F., 2004)

Ils possèdent une fonction gamétogénèse exocrine, assurant l'ovogenèse, ainsi qu'une fonction endocrine, commandant (sous le contrôle de l'hypophyse) toute l'activité génitale (Barone R., 1990)



Figure n° 4 : préhension et palpation de l'ovaire
(Hanzen., 2010; Dellmann et Eurell., 1998).

Conformation :

Selon Deletang (2004), chez la vache, les ovaires sont petits, ovoïdes, en forme de haricot (figure n° 4), de taille variable selon l'âge et le stade du cycle œstral (3 à 5 cm de long, 2 à 3 cm de large, et 1 à 2 cm d'épaisseur). De consistance ferme, leur forme est irrégulièrement bosselée par les structures de l'organe, tels que les follicules à divers degrés de développement ainsi que les corps jaunes.

Structure :

Une coupe réalisée sur un ovaire montre, de la superficie vers la profondeur, l'architecture suivante (Figure n°5,6) :

- une tunique séreuse, péritonéale vers le hile, faite partout ailleurs d'un épithélium ovarien, simple et cubique,

- une tunique albuginée, couche fibreuse dense, résultant d'une condensation de surface du stroma ovarien,
- une zone parenchymateuse, ou « corticale », épaisse, périphérique, contenant les organites disperses au sein du stroma,
- une zone vasculaire ou « médullaire », centrale faite de tissu conjonctif lâche, au sein duquel se trouve de nombreux vaisseaux sanguins et lymphatique, ainsi que des nerfs.

Le stroma ovarien est constitué essentiellement de fibrocytes, particulièrement pluripotent, d'où dérivent peut-être les cellules interstitielles, à activité hormonale.(**Sheldon; DOBSON H., 2004**)

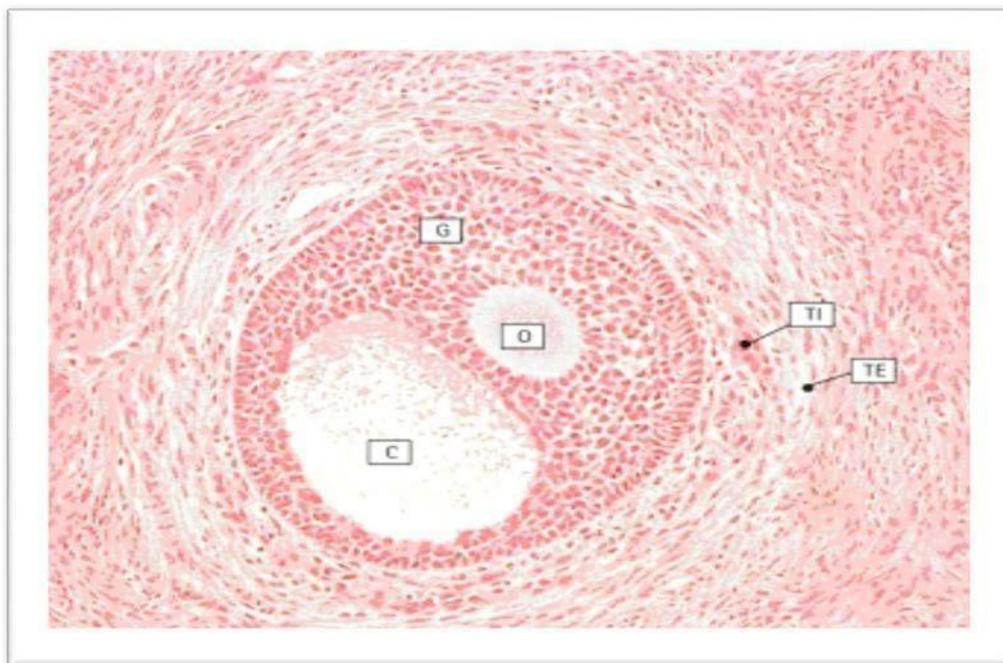


Figure n°5: Représentation d'une coupe histologique d'un follicule ovarien

(**Sheldon; DOBSON H., 2004**)

Le follicule ovarien contient différents types cellulaires : Cellules de la Thèque Externe (TE), Cellules de la Thèque Interne (TI), Cellules de la Granulosa (G), Cavité antrale ou antrum (C), Ovocyte (O).(**Sheldon; Dobson H., 2004**)

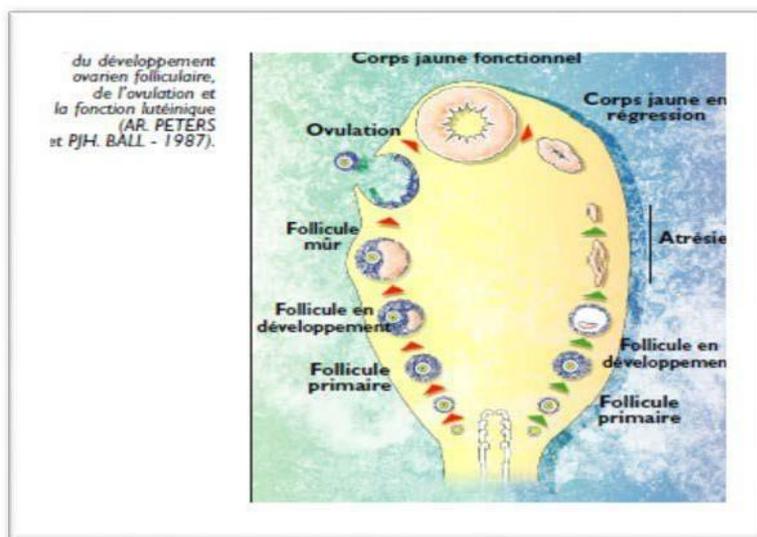


Figure n°6: Représentation schématique d'un follicule ovarien (Sheldon; Dobson H., 2004)

Irrigation :

L'ovaire reçoit son sang de l'artère ovarique, naissant à la partie caudale de l'aorte abdominale et se portant dans le bord crânial du ligament large. Il émet vers le milieu de son trajet un fort rameau utérin puis descend dans le mésovarium proximal en décrivant des flexuosités lâches, Avant d'entrer dans le mésovarium distal, l'artère ovarique émet un rameau tubaire plus grêle, qui longe la trompe utérine et va s'anastomoser dans le mésosalpinx avec une division (tubaire moyenne) du rameau utérin précité.

Elle passe ensuite dans le mésovarium distal et gagne le hile, par lequel elle pénètre dans l'ovaire (figure n°7). Les racines de la veine ovarique issues de la zone vasculaire de l'ovaire montent dans le bord crânial du mésovarium, elles sont volumineuses et peu flexueuses, mais anastomosées en un plexus qui draine au passage les veines tubaires et s'unifient à une distance variable de l'ovaire (Ball et Barone R., 1998).

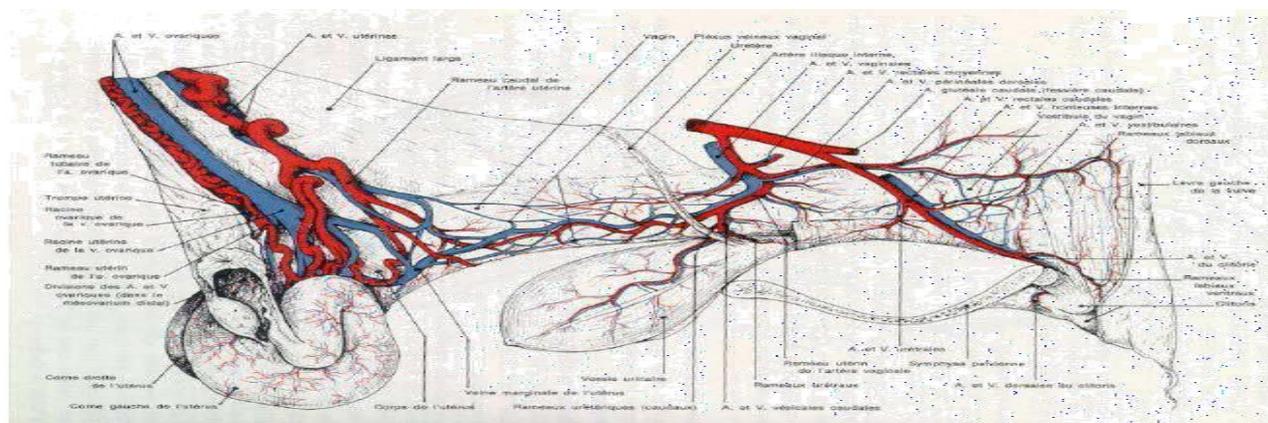


Figure n°7 : Artères et veines de l'appareil génital de la vache (vue ventrale) (Barone R., 1990)

• **Le tractus génital :**

Le tractus génital comporte trois niveaux qui interviennent à des titres divers dans la physiologie de la reproduction : les oviductes, l'utérus et le vagin

Les trompes utérines ou oviductes :

Les oviductes assurent un triple rôle : captation de l'ovule au moment de l'ovulation, transport de l'ovule ou de l'œuf vers l'utérus et modification des spermatozoïdes (capacitation) pour être aptes à fertiliser (**Deletang F., 2004**)

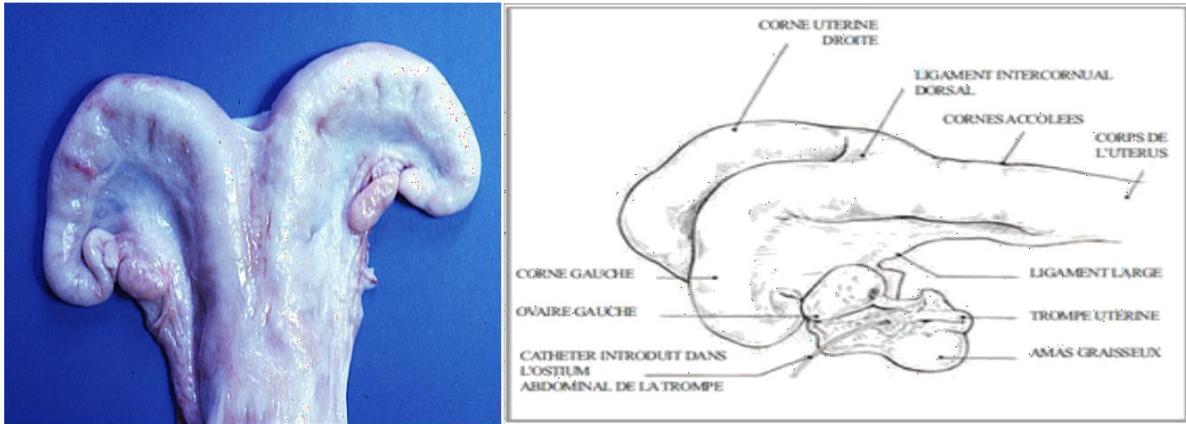


Figure n°8: Structure des oviductes de la vache. (**Hanzen., 2004**)

Conformation:

Encore appelé trompe utérine ou salpinx ou trompe de Fallope, il constitue la partie initiale des voies génitales femelles. Il reçoit l'ovocyte, Très flexueux, l'oviducte a une longueur de 30 cm chez la vache et un diamètre de 3 à 4 mm (Figure n° 9) (**Hanzen.,2004**), il comprend :

- a) **L'infundibulum :** ou pavillon, partie la plus mobile de l'ensemble, en forme d'entonnoir bordé de franges recouvrant l'extrémité tubaire de l'ovaire, et au fond duquel on décrit l'orifice tubaire.
- b) **L'ampoule :** partie renflée et qui est le lieu de la fécondation. Dont fait partie l'ampoule, possède deux fonctions : le transport et la nutrition de l'ovule, ainsi que la production d'un milieu favorable à la survie des spermatozoïdes et à la fécondation.
- c) **L'isthme :** zone comprise entre l'ampoule et la jonction avec l'utérus, ferme l'oviducte en séparant l'ampoule de l'utérus. L'isthme entraîne par des mouvements ascendants les spermatozoïdes vers l'ampoule.

Après la fécondation, l'isthme présente à nouveau une activité contractile qui conduira l'œuf vers l'utérus.

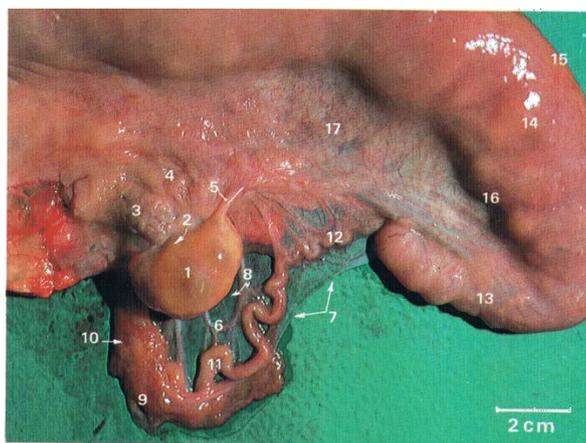


Figure n° 9: Conformation de la trompe utérine chez la vache
(Sheldon; Dobson H., 2004)

Structure :

L'oviducte comporte quatre tuniques qui sont de l'extérieur vers l'intérieur : la séreuse, la sous-séreuse, la musculuse et la muqueuse.

- ▶ **La séreuse** : est formée par les deux lames péritonéales et la sous-séreuse par un conjonctif qui loge les principaux vaisseaux et nerfs.
- ▶ **La musculuse** regroupe une couche superficielle discontinue de fibres longitudinales et une couche profonde, bien développée de fibres circulaires.

Entre les deux plans ce trouve un tissu conjonctif qui loge le plexus vasculaire.

- ▶ **La muqueuse** se soulève avec l'épithélium dans la lumière du conduit pour former une quarantaine de plis tubaires longitudinaux. Leur aspect varie au cours du cycle œstral ; elles deviennent plus hautes et plus actives en proestrus, en œstrus et en début de metoestrus
(Noakes; Till D; Smith., 1989)

Irrigation:

Les artères de la trompe utérine forment en général trois groupes.

L'infundibulum et la partie adjacente de l'ampoule reçoivent leur sang du rameau tubaire de l'artère ovarienne, deux autres rameaux tubaires (ou groupe de rameaux) desservent respectivement la partie moyenne et l'extrémité utérine de la trompe ; ils proviennent de l'arcade formée par le rameau utérin de l'artère ovarienne et la division correspondante de l'artère utérine. Les variations sont nombreuses.

Ces divers vaisseaux tubaires forment dans le mésosalpinx, au voisinage de la trompe utérine, des arcades anastomotiques d'où procèdent de multiples et grêles artérioles qui se divisent dans la sous-séreuse. Comme ceux de l'ovaire, ils sont drainés par les nœuds lymphatiques lombo-aortiques (**Barone R., 1990**)

Le corps et les cornes utérines :

L'utérus (utriculus : l'outre) encore appelé « matrice » (Matra) est l'organe de gestation. Organe creux, il se compose de deux cornes, d'un corps et d'un col. Il est de type bipartitus chez les ruminants.

Les deux cornes étant unifiées caudalement sur une petite portion ou corps utérin, isolé, l'utérus pèse en moyenne 400 grammes (200 à 550 grammes) (**Hanzen., 2004**)

Le corps et le col sont en rapport dorsalement avec le rectum, ventro-caudalement avec la vessie, et dans le reste de leur étendue avec le jéjunum (**Barone R., 1990**)

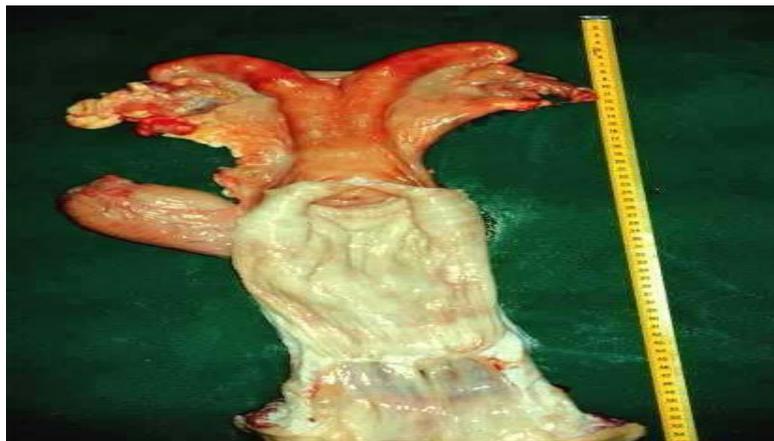


Figure n° 10: Coupe médiane du col de l'utérus de la vache (**Barone R., 1990**)

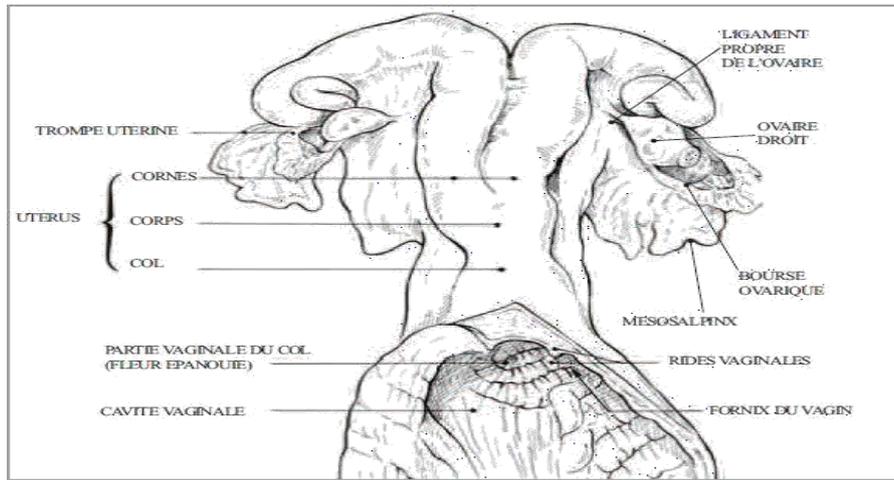


Figure n° 11 : Coupe médiane du col de l'utérus de la vache (Sheldon; Dobson H., 2004)

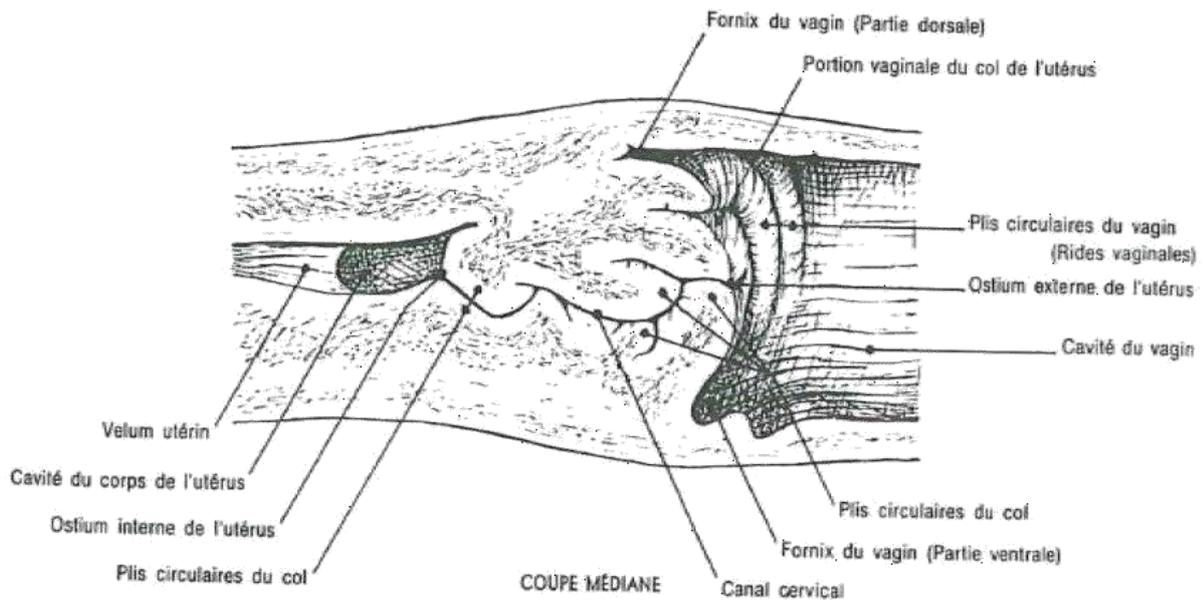


Figure n° 12 : Section transversale du corps de l'utérus de la vache (Barone R., 1990 ; Sheldon; Dobson H., 2004)

Conformation :

D'une longueur de 35 à 45 cm, les cornes utérines se rétrécissent progressivement en direction des oviductes aux quels elles se raccordent sous la forme d'une inflexion en S (figure n° 13).

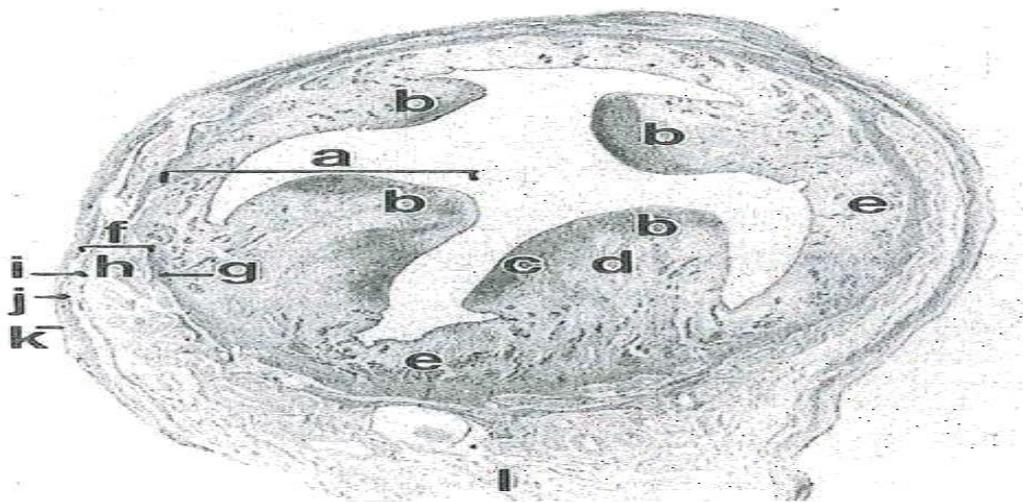
Elles ont en effet un diamètre de 3 à 4 cm à leurs bases et de 5 à 6 mm à leurs extrémités.

Incurvées en spirale (**Ball et Barone R., 1998**).

Leur bord mésométrial (petite courbure) est concave et situé ventralement chez les ruminants. Leur bord libre ou grande courbure est convexe et situé à l'opposé du précédent. Les deux cornes sont unies à leur base par deux ligaments intercornuaux l'un ventral et l'autre dorsal plus court que le précédent.

L'utérus est principalement irrigué par :

- 1- L'artère utérine qui prend naissance au début de l'artère iliaque interne
- 2- Un rameau utérin de l'artère vaginale, dérivée comme l'artère honteuse interne plus postérieure de l'artère iliaque interne. (Hanzen., 2014 ;Dellmann et Eurell., 1998.)



a : endomètre ; b : caroncules utérines ; c : stratum compactum; d : stratum spongiosum, e : glandes ; f : myomètre ; g : couche musculaire interne ; h : vaisseaux
i : Couche musculaire externe ; j : périmètre ; k : mésothélium ; l : mésométrium

Figure n° 13: Section transversale d'une corne utérine de vache
(Hanzen., 2014 ; Dellmann et Eurell., 1998.)

Les changements les plus importants ont lieu lors de la gestation. Son poids passe de 400g à 9kg et son volume s'accroît de plus de 150 fois. (**Barone R., 1978**)

De même, les dimensions de l'utérus sont nettement plus grandes chez les sujets ayant eu plusieurs gestations que chez les nullipares. Les signes relevés lors de la palpation transrectale de l'utérus sont fonction du stade de gestation au cours duquel elle est pratiquée. Du point de vue chronologique, ils peuvent être résumés de la manière suivante.

- A 20 jours de gestation, les cornes utérines ne se contractent plus sous l'effet du massage, cette inertie relevée d'une imprégnation progestéronique de l'organe, l'embryon se développe à l'intérieur de la corne droite.
- A 60 jours, le fœtus mesure environ 5cm, il donne la sensation d'une orange à la palpation. L'utérus se situe juste en avant du bord antérieur du pubis.
- A 90 jours, le fœtus atteint la taille de 15cm (sensation d'un ballon) et la dissymétrie entre les cornes est devenue très nette, les cotylédons commencent à être palpables au travers de la paroi utérine, l'utérus commence à descendre dans la cavité abdominale.
- A 120 jours, le fœtus, facilement identifiable, mesure 25 cm et les cotylédons sont beaucoup plus développés. On peut poser la main sur l'utérus mais pas l'englober complètement.
- A 6 mois, le veau n'est souvent plus palpable par voie transrectale, on peut juste distinguer l'entrée de l'utérus et les cotylédons.
- Après 7 mois, le veau remonte dans la cavité pelvienne et sa palpation est facile.

(**Royal ; Tainturier D ; Ferney S., 1981**)

Structure :

La paroi de l'utérus se compose de trois tuniques (Figure n° 14) une séreuse ou périmètre, une musculuse ou myomètre et une muqueuse ou endomètre (**Hanzen CH 2004**)

a) **Le périmétrium :** Est un tissu conjonctive-élastique riche en vaisseaux et en nerfs et revêtu par le mésothorium péritonéale.

b) **Le myomètre :** Est constitué de trois couches. Des fibres musculaires lisses longitudinales forment la couche superficielle. La couche moyenne est le stratum vasculaire.

Ces artères envoient des rameaux profonds qui irriguent les caroncules. La couche profonde, les fibres musculaires circulaires « forme la plus grande partie du col utérine ».

c) **L'endomètre :** Le terme endomètre désigne la muqueuse qui tapisse le corps et les cornes utérines (Figure n°14).

Cette muqueuse comporte un épithélium de surface et un stroma, séparés par une mince membrane basale, la lamina propria.

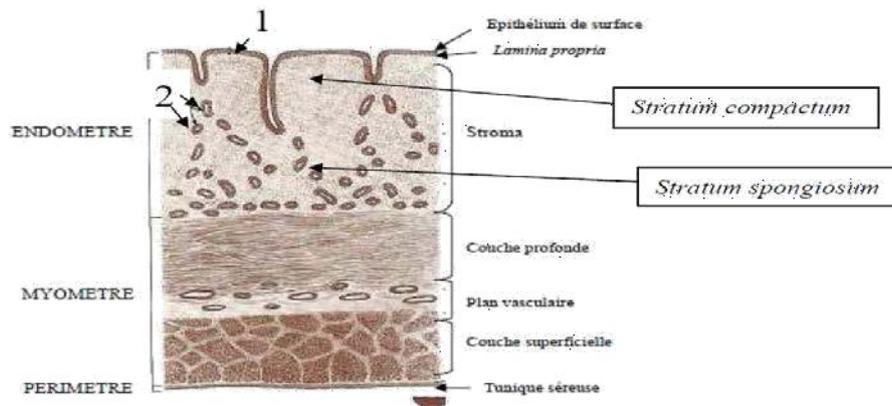


Figure n° 14: Histologie de l'utérus non gravide de la vache
(Pavaux C., 1981 ; Chapwanya A et al., 2009.)

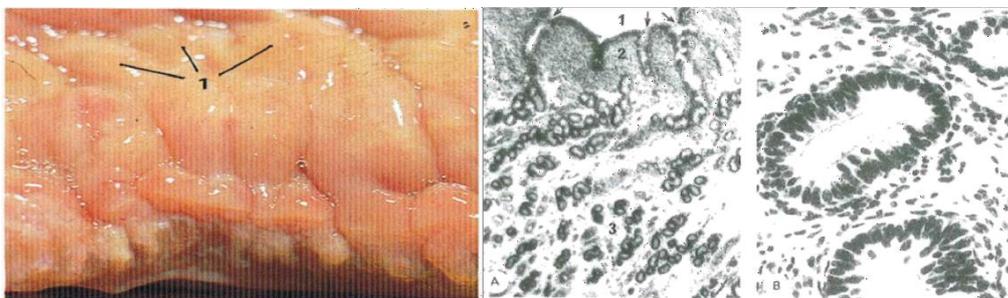
1- Membrane basale 2- Glandes utérines

Le stroma représente la majeure partie de l'endomètre. Le stroma est formé d'un tissu conjonctif lâche très riche en cellules dans sa partie superficielle (stratum compactum), et chargé en fibres de collagène dans sa profondeur (stratum spongiosum) (Figure n° 15).

(Barone R., 1990)

Il comprend trois éléments principaux : des fibres de collagène, des cellules en provenance du sang (lymphocytes, granulocytes, plasmocytes) et des glandes utérines

(Derivaux J ; Ectors F., 1986)



1 : lumière utérine, les flèches montrent l'embouchure des glandes

2 : stratum compactum; 3 : stratum spongiosum

Figure n° 15: endomètre d'utérus chez la vache (1 : les ébauches caronculeuses)

(Pavaux C., 1981 ; Hanzen., 2014 ; Dellmann Et Eurell., 1998)

Le Col :

Conformation : Selon **Kohler (2004)**, chez la génisse le col présente les mesures suivantes : longueur: 6-7 **cm**, diamètre : 1-2 **cm**. Par contre chez la vaches la longueur est de :8-12 **cm** et plus, alors que le diamètre est de : 2-7 **cm**

Le col de l'utérus relie le corps de la matrice avec le vagin. Il se délimite à une extrémité par l'orifice interne de la matrice (côté corps de la matrice) et à l'autre extrémité par l'orifice externe de la matrice (côté vagin). Il présente 3 - 4 anneaux musculaires en forme de spirale (anneaux de Burdi) dirigés vers le vagin. Il présente la particularité chez la vache d'être fibreux et de comporter une structure interne dite en fleurs épanouies qui en rend la cathétérisation (passage au moyen d'une sonde ou d'un pistolet d'insémination) difficile.

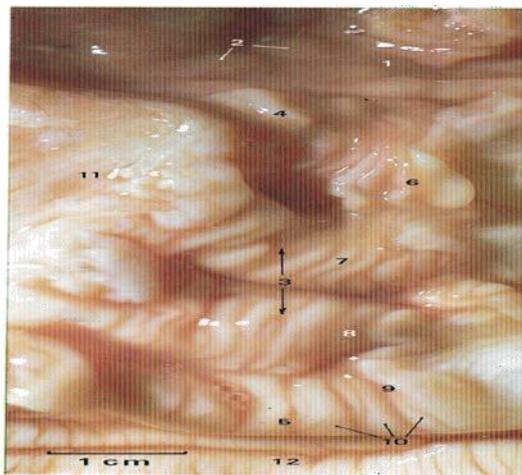


Figure n° 16: col de l'utérus chez la vache (**Pavaux C., 1981**)

Structure :

Cette muqueuse est plus mince que celle de l'endomètre proprement dit, et elle est dépourvue de glandes. Les plis longitudinaux de la muqueuse sont subdivisés finement et leur paroi délimite des dépressions irrégulières (Figure n° 17), larges et plus ou moins profondes, où s'accumule le mucus qui est secrète par toutes les parties de l'épithélium.

L'épithélium comprend seulement un petit nombre de cellules ciliées (**Dellmann et Eurell., 1998**)

Les caractères du col et de l'utérus étant différents aussi bien anatomiquement que sur le plan histologique (Figure n° 16,17) il est intéressant d'étudier leurs comportements respectifs lors du postpartum ou selon les phases du cycle œstral (**Barone R., 1990**)

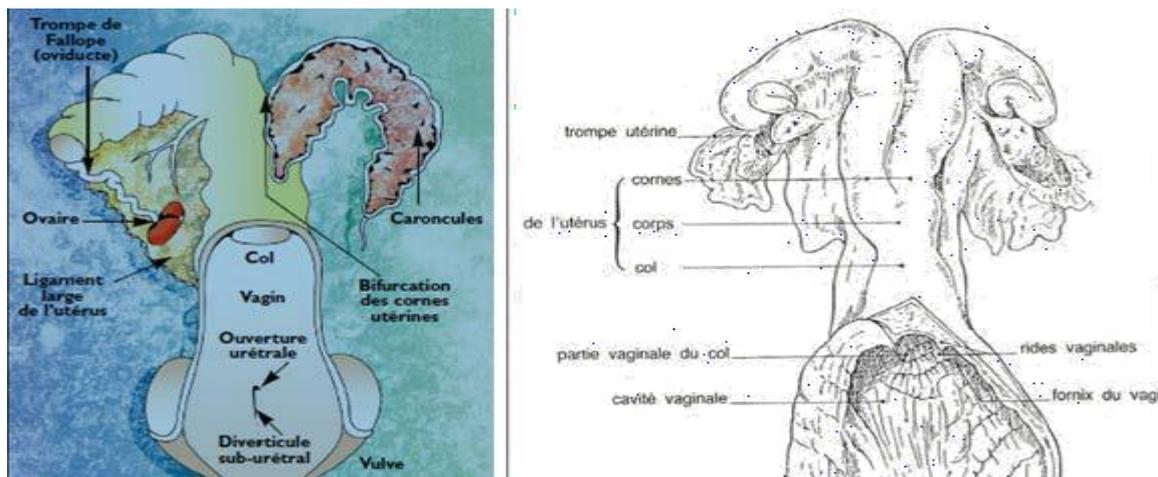


Figure n° 17: Conformation intérieure de l'appareil génital d'une vache (Vue dorsale de l'utérus, paroi vaginale ouverte et rabattue) (**Barone R., 1990**)

Irrigation :

Le système vasculaire de l'utérus est doué d'une plasticité remarquable. L'artère utérine se distribue toute entière à l'organe, dont elle est le vaisseau principal (**Barone R., 1990**)

L'artère utérine prend naissance soit sur l'aorte, entre les artères iliaques interne et externe, soit sur l'iliaque externe près de son point de départ (**Tavernier H., 1954**).

Elle est remarquablement flexueuse, ainsi que ses différentes branches, les divisions ultimes de tous les rameaux artériels se répartissent le long du paramétrium, à partir duquel elles alimentent un réseau sous-séreux à mailles lâches.

L'exploration rectale permet de reconnaître facilement ces artères dans le ligament large et plus particulièrement (**Tavernier H., 1954**)

Le vagin :

Conformation :

Le vagin, qui s'étend du col de l'utérus à la vulve, est un conduit cylindroïde de trente centimètres de long, aplati dorso-ventralement. C'est, avec la vulve, l'organe copulateur de la femelle qu'il livre passage au fœtus lors de la mise bas.

Sa cavité est virtuelle à l'état de repos mais lors de la parturition, sa dilatation est telle qu'il occupe tout l'espace libre de la filière pelvienne, le rectum et la vessie étant préalablement vidée. La muqueuse, rosée, la plus épaisse et la plus saillante est située au fond du fornix ; il forme ainsi une collerette de plis radiaires autour de la portion intra-vaginale du col, qu'il semble

doubler. Les plis suivants espacés de 8 à 10 mm, sont agencés de la même façon mais plus bas et rapidement décroissants.

De très fines rides vaginales existent en général sur les quatre à cinq centimètres de muqueuse vaginale qui précèdent l'hymen. (**Tavernier H., 1954**)

Topographie et moyens de fixité :

La plus grande partie du vagin est logée dans le conjonctif rétro péritonéal du bassin, par l'intermédiaire duquel s'établissent ses rapports. Sa face dorsale répond au rectum par l'intermédiaire du mince fascia recto-vaginal.

La face ventrale du vagin est en contact avec la vessie et l'urètre. Le péritoine tapisse le quart crânial de l'organe avec des culs-de-sac péritonéaux placés pratiquement sur une même verticale.

Le vagin est fixé crânialement par son insertion autour du col de l'utérus et par le péritoine. Il l'est surtout caudalement par sa continuité avec son vestibule, qui le solidarise à la vulve, au périnée et aux parois du bassin.

Dans sa fixation interviennent encore les troncs vasculaires et nerveux qui proviennent de ses parois, ainsi que le conjonctif rétro péritonéal (**Barone R., 1990**).

1.2.6.3 Irrigation :

Le sang est apporté au vagin par l'artère vaginale issue directement de l'artère iliaque interne dont elle est le rameau le plus important. Ce vaisseau chemine dans le conjonctif rétro péritonéal. Il émet d'abord un rameau utérin qui contribue à l'irrigation du col de l'utérus et de la vessie et s'anastomose à la division caudale de l'artère utérine. Il se distribue ensuite au vagin en déléguant en outre l'artère rectale moyenne au rectum et au canal anal, ainsi que des divisions au sinus uro-génital. Les branches destinées au vagin se portent sur la face dorsale et à la face ventrale de l'organe, où elles tendent à rejoindre celles du côté opposé.

Elles s'arborescent et s'anastomosent en un plexus très riche dans l'adventice. Ce plexus alimente le réseau de la musculuse, lequel communique enfin avec un plexus muqueux situé dans la profondeur de la propria. Au moment de l'accouchement, elles sont plus développées et on peut percevoir nettement leur pulsation, Ce sont elles qui causent, par leur rupture, des hémorragies externes massives et parfois, par meurtrissure, des hémorragies internes péri vaginales avec formation d'hématomes (**Barone R., 1990**).

2. Les chaleurs chez la vache

Définition des chaleurs

Les chaleurs sont la seule période où la femelle accepte l'accouplement, en dehors de cette période, aucune activité n'est visible (**Bonnes et al ., 1988**).

Les signes de chaleur

Modification de comportement

Au cours d'œstrus la vulve est congestionnée, un mucus filant, transparent s'écoule entre les lèvres vulvaires, augmentation de l'activité et du comportement agressif, immobilité, anorexie, diminution de sa production lactée, mictions fréquentes, beuglement, reniflement et de léchage de la région vulvaire d'autres animaux, l'animal frotte son menton sur la croupe d'un partenaire et lui chevauche (**Hanzen, 2009**).

Modification hormonale

L'hormone hypothalamique GnRH

En période pré ovulatoire, l'hypophyse est insensible à l'action de la GnRH, ce qui entraîne l'arrêt de la sécrétion ultérieure de LH et FSH par l'HT (**Bousquet, 1989**).

Les hormones hypophysaires FSH et LH

La courbe de sécrétion de FSH au cours du cycle œstral montre deux pics, l'un accompagne le pic de LH et le second un peu plus tard, sous l'effet de l'inhibine. La sécrétion de LH se caractérise par un pic quelques heures après le début de l'œstrus, elle agit en synergie avec la FSH (**Bousquet, 1989**).

Les hormones ovariennes

Le taux des oestrogènes augmente considérablement en fin du cycle et atteint son maximum au début de l'œstrus, au moment du pic de la LH puis décroît rapidement. La progestérone est sécrétée par le corps jaune, son taux circulant augmente au début du cycle œstral et diminue en sa fin en cas de non gestation (**Buffiere, 1972**).

Modification histologique du tractus génital

(Le **Tableau N°1**) ci-dessous résume les modifications histo-physiologiques dans les différentes portions du tractus génital et pendant chaque phase du cycle œstral chez la vache

Tableau N°1. Les principales modifications histo-physiologiques au niveau de l’ovaire, de l’oviducte, de l’utérus et du vagin au cours du cycle sexuel (**Vaissaire, 1977**).

Organes	Pro-oestrus	Oestrus	Post-oestrus	Di-oestrus
Ovaires	Augmentation de volume	Ramollissement Follicule mur facilement palpable par exploration rectale	Début du développement du corps jaune décelable à la palpation	CJ arrive à sa période d’état (vésicule molle L= 2 à 3 cm)
Oviductes	Congestion Cellules épithéliales hautes et ciliées	Congestion ++ Cellules ciliées se multiplient	1-5 j : cellules épithéliales de 44 um	
Utérus	turgescence Epithélium cylindrique Sécrétion +++ Tonus de myomètre	Muqueuse tuméfiée, rouge Sécrétion +++ Rigidité et contractilité Col ouvert Glaire cervicale	Epithélium glandulaire Nombre élevé de cellules ciliées	Grand développement des glandes utérines Faible nombre de cellules ciliées
Vagin	Hyperémie+++ Leucocytes	Dilatation Sécrétion +++ Elasticité maximale Cellules épithéliales	Grandes cellules épithéliales Ecoulement sanguinolent	Congestion Cellules basophiles

2.3. La détection des chaleurs

2.3.1. Intérêt

La détection des chaleurs revêt une grande importance dans les programmes d'insémination artificielle, la manifestation effective des chaleurs et leur détection conditionnent les délais de mise à la reproduction et permet de ne pas rater les cycles de la vache (**Haskouri, 2001**).

Méthodes de détection des chaleurs

Méthode visuelle (par l'éleveur)

Elle repose sur l'observation des signes particuliers des chaleurs et la modification de comportement de la vache, elle doit être fait par des personnes qui connaissent bien le troupeau, mieux par seule personne, les vaches doivent avoir une identification correcte (tableau 8). L'observation doit avoir lieu à des moments où le troupeau est calme, en dehors des périodes de distribution d'aliments ou de traites au minimum deux fois dans la journée, d'une durée de 30 minutes pour chaque observation et à 12h d'intervalles. Les moments les plus propices sont le matin avant la traite et le soir après la traite (**Haskouri, 2001**).

Tableau N°2. La variation de pourcentage des vaches en chaleurs en fonction du nombre d'observations (**Haskouri, 2001**).

Nombre d'observations	% des vaches en chaleurs
Une fois par jour	60%
Deux fois par jour	70%
Trois fois par jour	80%
Quatre fois par jour	100%

Le planning d'élevage

C'est un planning de reproduction permettant la visualisation de l'état physiologique de l'ensemble des vaches du troupeau (figure 49), chaque vache est représentée par une épingle sur laquelle figure son numéro et cette épingle migre sur le tableau en fonction de l'état physiologique, le planning est divisé en 12 mois, eux-mêmes divisés en jours, il est divisé en cercles concentriques qui représentent de l'extérieur vers l'intérieur les différentes étapes du cycle de reproduction (Nebel, 2003).

Système de marquage (détecteurs de monte)

Les crayons marqueurs

Ils sont utilisés afin de réaliser une bande de couleur en avant de la base de la queue, elle peut être effacée par un éventuel chevauchement, en chaleur lorsque la bande colorée est largement enlevée ou étalée (Thibier et al., 1983).

Les 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 OestruFlash (Saumande, 2000), l'autre plus récent est la vignette Estrus Alert qui disparaît progressivement à chaque frottement (figure 49) (Saint-Dizier, 2005).

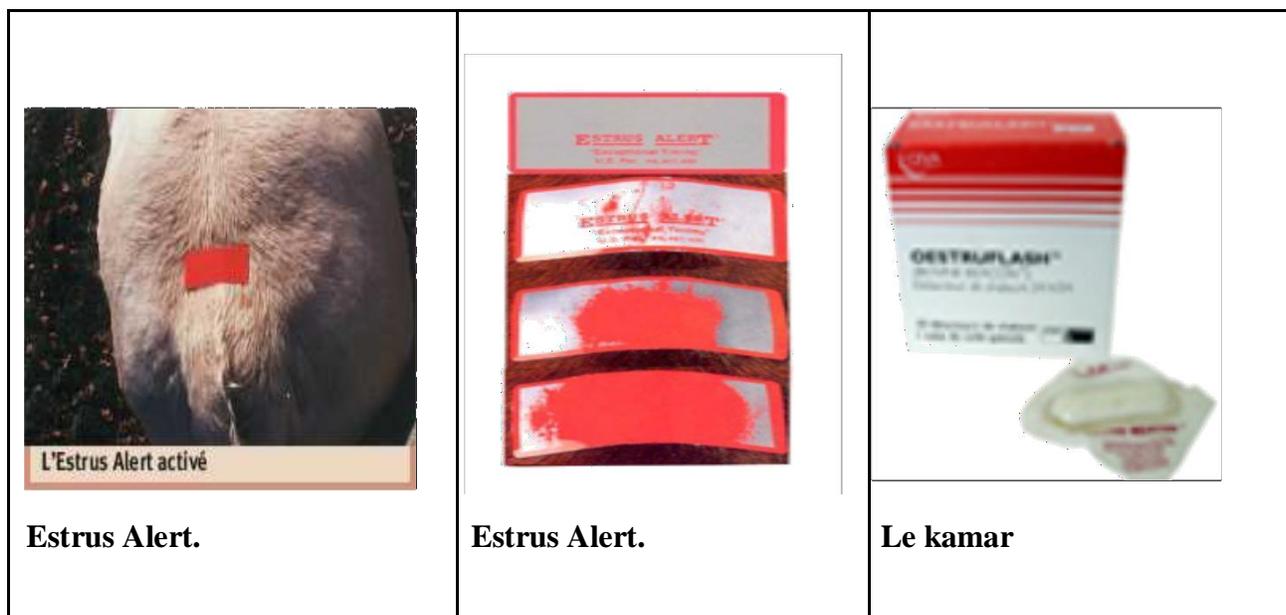


Figure N°18. Les différents détecteurs mécaniques de chevauchement chez les bovins (Mechekour, 2001).

Les détecteurs électroniques de chevauchement

Il s'agit de capteurs de pression placés dans une pochette collée sur la croupe de l'animal à proximité de la queue (Saumande, 2000 ; Kastelic, 2001), lors de détection d'une pression l'éleveur est averti par un système radio-téléométrique, le système le plus répandu est Heat Watch (Saumande, 2000).

Système d'enregistrement de l'activité physique

Il détecte l'augmentation de l'activité des vaches pendant le chevauchement (figure 49), 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).

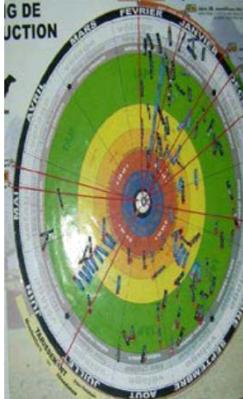
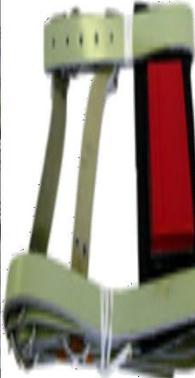
				
<p>Le planning d'élevage</p>	<p>Harnais marqueur des ovins</p>	<p>Les podomètres</p>	<p>Les podomètres</p>	<p>Le système de détection adapté au système de traite</p>

Figure N°19. Les différents détecteurs de chevauchement (Mechekour, 2011).

La mesure de la résistance électrique vaginale

La résistance électrique des tissus et sécrétions vaginales est très élevée lors de la phase lutéale puis diminue lors de la phase folliculaire pour atteindre un minimum lors de l'œstrus et plus précisément lors du pic pré-ovulatoire de LH (Rorie et al., 2002).

Mesure des variations de température autour de l'œstrus

Il existe un lien entre la température corporelle, l'œstrus et l'ovulation, un pic de température coïncide avec le pic de LH et une augmentation de la température vaginale de 0,3 à 1°C est constatée (Saumande, 2000).

Les informations recueillies pendant la traite

Une diminution de la production laitière à proximité des chaleurs est constatée mais pas toujours (Harwood et al., 1991) alors que la température du lait augmente constamment (Gilz et al., 1997) et selon (Saumande, 2000) une augmentation de la conductivité du lait peut être présente.

Dosage de la concentration en progestérone

Il est soit réalisé soit dans le sang ou dans le lait dont le but est d'identifier les erreurs de la détection des chaleurs ou l'observation d'une chaleur sur une vache déjà confirmée gestante ou encore après les inséminations artificielles, les tests de dosage réalisés sur le lait sont rapides (Nebel, 1988).

Dosage des œstrogènes

Il est difficile et coûteux de mesurer les œstrogènes, chez la vache, le pic d'œstradiol-17β est atteint avant l'ovulation respectivement dans le lait et dans le sang (Lopez et al., 2002).

Animal détecteur

Le male détecteur doit subir une intervention pour empêcher l'accouplement telle que la castration, la vasectomie et l'épididymectomie et doit être muni d'un licol à crayon marqueur (Hanzen, 2009). Les autres animaux utilisés sont les vaches androgénisées par injection d'hormones masculinisantes ou les vaches nymphomanes (Giroud, 2007).

Les facteurs responsables d'un manque d'efficacité à détecter les chaleurs

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).

Les principaux facteurs incriminés qui réduisent le nombre des 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. La synchronisation des chaleurs

Définition

La synchronisation des chaleurs est la méthode qui consiste à faire venir en chaleurs à un moment prédéterminé, un groupe d'animaux en bloquant le cycle œstral et en induisant l'œstrus (**Coyank et Atman, 2003**).

Objectifs

Parmi lesquels, une augmentation du nombre des veaux nés par vache et par an, le regroupement des chaleurs, la réduction d'utilisation de la main d'œuvre, l'induction d'ovulation chez les femelles non cyclées, la limitation des effets néfastes de la sous-alimentation hivernale sur l'intervalle vêlage ovulation et le choix de la saison des naissances des veaux (**Fournier et al., 2004**).

Méthodes d'induction des chaleurs

Synchronisation à base de prostaglandines ou ses analogues

Le principe de ce protocole est basé sur l'effet lutéolytique de la $PGF2\alpha$, cette dernière est responsable de la régression du corps jaune et l'arrêt de la sécrétion de la progestérone, elle est utilisée pour synchroniser les femelles cyclées présentant un corps jaune à la palpation transrectale (**Chastant-Maillard et al., 2005**).

La $PGF2\alpha$ est utilisée en deux injections de 11 à 14 jours d'intervalle, la lyse de corps jaune est en 24 heures si celui-ci est sensible, c'est-à-dire entre J5 et J17 du cycle normal, ce qui permet au follicule dominant de terminer sa croissance jusqu'à l'ovulation et l'apparition des chaleurs dans les 2 à 3 J qui suivent, quel que soit le moment du cycle de la première injection, il y a présence d'un corps jaune sensible lors de la deuxième injection, la durée de 11 à 14 jours entre les 2 injections permet donc au corps jaune issu de l'ovulation de se former et d'être sensible lors de la deuxième injection (**Chastant-Maillard et al., 2005**).

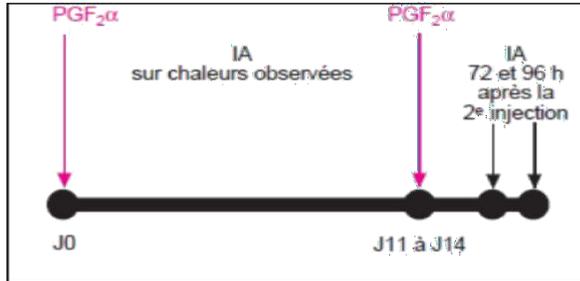


Figure N°20. Le protocole de synchronisation et IA des chaleurs à base des prostaglandines (Grimard et al., 2003).

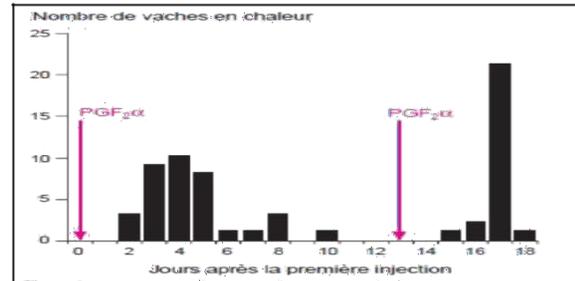


Figure N°21. La répartition des chaleurs après traitement à base prostaglandine F2& et IA sur vaches laitières observées en suboestrus avant traitement (Grimard et al., 2003).

Le protocole GPG (GnRH-PGF₂&-GnRH)

Ce protocole est une application des nouvelles connaissances concernant les vagues folliculaires. Il permet la venue d'une nouvelle vague folliculaire puis de l'ovulation, il est divisé en trois étapes, a J0 une première injection de GnRH provoque l'ovulation et la lutéinisation de tout follicule dont la taille est supérieure à 10 mm, a J7 une injection de PGF₂α lyse le corps jaune secondaire, a J9, une seconde injection de GnRH permet d'obtenir une meilleure synchronisation de l'ovulation qui est déclenchée. La fertilité semble optimum si l'insémination se fait 16 a 20 heures après la dernière injection (CHastant-Maillard et al., 2005).

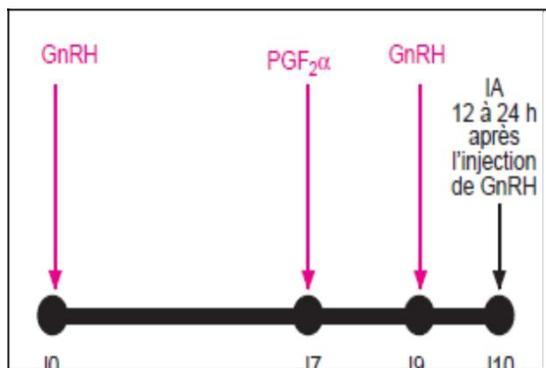


Figure N°22. Le protocole de synchronisation des chaleurs associant GnRH et prostaglandine F2& (Grimard et al., 2003).

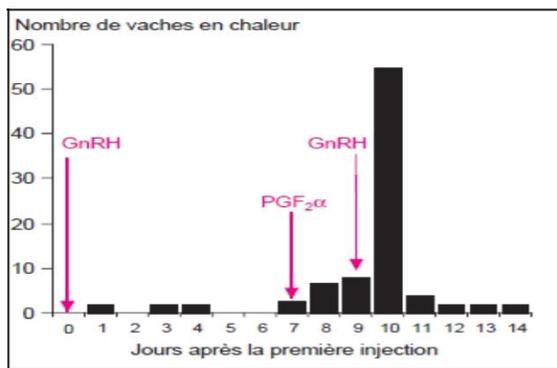


Figure N°23. La répartition des chaleurs après traitement de synchronisation des chaleurs associant GnRH et prostaglandine F2& chez les vaches laitières en subœstrus avant traitement (Grimard et al., 2003).

Synchronisation à base de progestérone ou progestagènes

Les progestagènes sont les analogues de synthèse de la progestérone administrées par plusieurs voies, orale, intramusculaire, sous-cutanée, vaginale sous forme d'éponge ou de spirale (Bonnes et al 1987). Ils sont utilisés en association avec des produits à effet lutéolytique (œstrogènes, prostaglandines), ou à effet déclencheur de l'œstrus (GnRH, LH, PMSG)

(Twagiramungu et al., 1995).

Les spirales vaginaux

Les dispositifs utilisés sont le PRID (Progesterone Releasing Device) et le CIDR (Controlled Internal Drug Release) (figure 55), ils sont imprégnés de la progestérone naturelle et indiqués pour la synchronisation des chaleurs chez les bovins cyclés. La pose se fait à l'aide d'un applicateur sur lequel le dispositif est placé. La progestérone passe dans le sang et joue le rôle de corps jaune, et peut entraîner l'atrésie du follicule dominant et le redémarrage d'un nouveau cycle, à J7 on fait retirer le dispositif et injecter la PGF2 α afin de lyser le corps jaune éventuellement présent sur l'ovaire si le traitement a été instauré en début de phase lutéale. Le processus de lutéolyse est très rapide et la sécrétion de progestérone décroît en moins de 24 heures jusqu'à son niveau basal et des pics de LH augmentent permettant la maturation finale du follicule dominant ainsi que l'ovulation d'un ovocyte (**Chenault et al., 2003**).

L'utilisation de PMSG au retrait de dispositif permet de stimuler la maturation terminale du follicule et donc d'obtenir une meilleure synchronisation des chaleurs quelque soit l'âge du follicule dominant (**Chenault et al., 2003**).

L'implant sous cutané

Le protocole est représenté par le CRESTAR SO (figure 56) qui associe une injection de buséréline (GnRH de synthèse) au moment de la mise en place de l'implant sous-cutané de norgestomet (progestagène), une injection IM de prostaglandine F2 α est réalisée 48 heures avant le retrait de l'implant, s'il s'agit de femelles non cyclées, l'eCG sont injectée par voie IM, le jour du retrait. L'insémination a lieu 48 heures après le retrait (**Ballery, 2005 ; Picard-Hagen et al., 2005**), la buséréline entraîne chez les femelles cyclées comme chez les non cyclées la formation d'un corps jaune secondaire car elle fait ovuler les follicules sensibles à la LH et une nouvelle vague émerge dans les 3 à 4 jours, les vagues folliculaires sont de ce fait synchronisées, c'est le follicule dominant de cette nouvelle vague qui ovule après le retrait du dispositif progestagène (**Lane et al., 2001**).



Figure N°24. Le protocole CRESTAR SO, association de buséréline (RECEPTAL), implant norgestomet, prostaglandine F2& (PROSOLVIN) et eCG (**Picard-Hagen et al, 2005**)



Figure N°25. Le dispositif intra-vaginal CIDR et son applicateur (**Joue, 2008**).



Figure N°26. L'implant CRESTAR et trocart (**Petit, 2005**)

4. Nature du cheptel bovin

Les systèmes d'élevage bovin en Algérie

Le système dit extensif

Le bovin conduit par ce système, est localisé dans les régions montagneuses et son alimentation est basée sur le pâturage (**Adamou et al., 2005**). Ce système de production bovine en extensif occupe une place importante dans l'économie familiale et nationale (**Yakhlef, 1989**), il assure également 40% de la production laitière nationale (**Nedjraoui, 2001**). Cet élevage est basé sur un système traditionnel. Il concerne les races locales et les races croisées et correspond à la majorité du cheptel national (**Feliachi et al., 2003**).

Le système dit semi intensif

Ce système est localisé dans l'Est et le Centre du pays. Il concerne le bovin croisé (**Adamou et al., 2005**). Ce système est à tendance viande mais fournit une production laitière non négligeable destinée à l'autoconsommation. Jugés médiocres en comparaison avec les types génétiques importés. Ces élevages sont familiaux, avec des troupeaux de petite taille (**Feliachi et al., 2003**).

Le système dit intensif

La conduite de ce système montre la tendance mixte des élevages. L'insémination artificielle n'est pas une pratique courante et les performances de production et de reproduction sont loin des aptitudes du matériel génétique utilisé. Les troupeaux sont généralement d'effectifs moyens à réduits et entretenus par une main d'œuvre familiale (**Feliachi et al., 2003**).

Tableau N° 03. L'évolution du cheptel bovin en Algérie entre 1990 – 2005 (unité de mesure : tête) (Kherzat, 2006).

Année	Vache	Autre bovins	Total
1990	797410	595290	1392700
1991	733950	566230	1300180
1992	778580	562970	1341550
1993	752850	562970	1313820
1994	713990	555140	1269130
1995	698650	567970	1266620
1996	676720	551220	1227940
1997	635660	619750	1255410
1998	675730	641510	1317240
1999	987720	591920	1579640
2000	997060	598320	1585380
2001	1007230	605810	1613040
2002	892690	605810	1551570
2003	833684	726861	1560545
2004	844500	769200	1613070
Moyenne 1990-2005	803470	620563	1424033

Structure génétique des populations des bovins laitiers en Algérie

La population bovine en Algérie compte actuellement près de 1.4 millions sujets, la population locale représente environ 78% du cheptel alors que les races importées et celles issues de croisements avec le bovin local sont évaluées à environ 22%. Les populations de bovins de l'Algérie s'apparentent toutes à la brune de l'Atlas mais la composition du troupeau a fortement changé avec l'introduction des races Pie-Noire, Pie-Rouge et Tarentaise. Les croisements, souvent anarchiques, et l'insémination artificielle à base de semences importées ont fortement réduit le sang de races locales. Les races locales croisées ont pris l'appellation de bovin laitier amélioré en opposition au bovin laitier moderne constitué uniquement de races importées

(Yakhlef, 1989).

INSEMINATION ARTIFICIELLE

5. Historique de l'insémination artificielle :

L'insémination artificielle consiste à déposer le sperme au moyen d'un instrument, au moment le plus opportun et à l'endroit le plus approprié du tractus génital femelle.

La méthode utilisée par les arabes au 14^{ème} siècle, l'insémination ne fut réellement appliquée qu'en 1779 par le physiologiste italien Lauro Spallanzani qui injecta du sperme dans le vagin d'une chienne en chaleur. La méthode fut ensuite reproduite un siècle plus tard par Albrecht, Millais et en France par Repiquet. C'est cependant au début du 20^{ème} siècle qu'Ivanov et ses collaborateurs développent la méthode en mettant au point le vagin artificiel. Les USA lancèrent l'insémination artificielle en 1938 soit quelques années après les danois. C'est cependant avec la mise au point par Poldge et Rowson en 1952 de la congélation du sperme que l'insémination artificielle pris réellement son essor. Elle s'est à l'heure actuelle généralisée et concerne non seulement l'espèce bovine mais les espèces équine, ovine, caprine, porcine, les volailles et, les abeilles et autres espèces **(Hanzen, 2010).**

L'insémination artificielle dans le monde :

En 2000, les statistiques mondiales relatives à l'IA faisaient état d'une production totale de 232 millions de doses (11 millions de celles-ci étant utilisées en frais et le reste en congelé) au départ de 40.102 taureaux hébergés dans 602 centres d'IA. 5 % des doses produites sont utilisées en frais (ce qui a pour extrême avantage de réduire le nombre de spermatozoïdes par dose) et le reste en congelé. Ce type d'utilisation concerne surtout la Nouvelle Zélande et la France **(Hanzen, 2010).**

L'insémination artificielle en Algérie :

En Algérie l'insémination artificielle a été introduite à l'époque coloniale. Bien que très ancienne, son utilisation dans nos élevages est très limitée malgré les efforts de la maîtrise de la technologie. Son application très timide est souvent attribuée aux échecs répétés de la conception; ainsi les taux de réussite rapportés en première insémination restent très faibles. Les causes de ces mauvais résultats sont imputées à plusieurs facteurs, qui interfèrent entre eux, et sont parfois interdépendants et pas évidents à identifier (**Bouzebda et al., 2006**).

Statut de l'insémination artificielle chez les bovins laitiers :

L'IA concerne surtout le bétail laitier, on estime en effet que moins de 5 % du bétail viandeux mondial est inséminé (**Hanzen, 2010**). En Algérie, selon le Dr Meghni, directeur du centre national d'insémination artificielle et d'amélioration génétique (CNIAAG); ce dernier qui existe depuis plus de 20 ans bute d'améliorer l'élevage bovin par et la l'IA et la technique du transfert embryonnaire. En effet, sur les 300 000 bovins laitiers recensés en Algérie, plus de la moitié, soit 160 000 ont bénéficié de la généralisation de l'insémination artificielle. La semence produite au niveau du CNIAAG est la résultante d'un long processus de sélection, les taureaux reproducteurs subissent des tests très pointus pendant une période de 7 années pour améliorer leurs performances en permanence, les animaux présentant des facteurs détériorateurs seront écartés et ne restent que les reproducteurs améliorateurs. Le CNIAAG vise aussi à inséminer artificiellement 80% du cheptel bovin dans les 4 années prochaines et de développer le transfert des embryons (**Meghni, 2010**).

En Belgique, 33 à 40 % du cheptel bovin laitier a fait au cours de ces 30 dernières années l'objet d'une insémination artificielle concerne la race Blanc Bleu Belge, la race Pie-Noire et Pie Noire Holstein et la Pie Rouge (**Hanzen, 2010**).

6.L'insémination artificielle chez les bovins laitiers :

Avantages et inconvénients :

Avantages :

6.1.1.1D'ordre génétique ;

Cette technique est la seule qui permet à la fois l'exploitation rationnelle et intensive et une plus large diffusion de la semence des millions de géniteurs teste pour leurs potentialités (**Haskouri, 2001**).

D'ordre économique :

L'achat et l'entretien d'un taureau demandent la mobilisation d'un capital assez important et un entretien coûteux, à l'opposé, l'insémination artificielle entraîne une augmentation de la productivité du taureau en même temps qu'il rend son remplacement par vache. (**Hanzen, 2010**).

D'ordre sanitaire :

L'insémination artificielle est un outil de prévention, de propagation de maladies contagieuses. Grace aux normes sanitaires strictes exigées au niveau des centres producteurs de semences, ce qui a permis de réduire considérablement le risque de transmission de ces maladies (Roseenberg et krause, 1979).

L'inconvénients :

L'insémination artificielle peut être la source de dissémination des maladies contagieuses et vénériennes lorsque le sperme est infecté et à l'origine de la dispersion de certaines tares héréditaire ou d'affections inflammatoires des organes génitaux. (Roseenberg et krause, 1979).

Sélection des reproducteurs :

Anatomie

Examen de l'appareil génital externe

Le scrotum donne grossièrement l'aspect d'une bouille aux courbures latérales marquées des formes rondes ou bombées, l'inexistence du col du scrotum est associée à des testicules de petites tailles, un scrotum cunéiforme associé à des testicules en «bulbe» ou un scrotum à paroi parallèle à des testicules cylindrique ces anomalies à pour conséquence une baisse de la fertilité, modérée à important donc il faut écarter les taureaux atteints de ce type de lésions de la reproduction (Roseenberg et krause, 1979). Le testicule sera maintenu d'une main au fond de sac scrotale tandis qu'il sera palpé de l'autre main, ce qui permet d'apprécier et d'évaluer la mobilité, la consistance comme la souplesse et l'intégralité du sac scrotal (Parez, Duplan, 1987).

La quantité et la qualité du sperme émis dépendant d'une adéquation entre la masse testiculaire et la capacité fonctionnelle de l'épididyme. Ce dernier est palpable dans toute son intégralité à condition que le testicule contro-latéral soit remonté vers l'anneau inguinal. Cependant l'épididyme peut être sujet à des douleurs lors d'inflammation, une dilatation lors de spermatase, une aplasie segmentaire unie ou bilatérale. La palpation des canaux déférents est difficile, ils ont la forme de deux fines cordelettes.

Examen de l'appareil génital interne

L'examen de l'appareil génital interne est indispensable chez tout taureau soumis à une évaluation de fertilité. Il a pour but d'évaluer le volume du cordon spermatique intra abdominale, les dimensions de l'anneau inguinal, le volume,La fermenté et la sensibilité des glandes annexes ainsi que l'urètre (Rosenberg et Krause, 1979) .

Comportement sexuel

Le désir sexuel d'un taureau pour un partenaire correspond à la libido. L'appréciation du désir sexuel est basée sur la réaction de taureau en présence de partenaire. En générale une femelle en œstrus constitue le meilleur compromis pour tester un taureau (**Blockey, 1976**).

Tableau N°04. Evaluation de la libido chez les taureaux à maturité sexuelle (**Rosenberg, 1979**)

Temps de réaction (minutes)	Appréciation
Inférieur à 0,5	Désir sexuel de très bon niveau
Inférieur à 5	Désir sexuel de bon niveau
Inférieur à 10	Désir sexuel convenable
10 à 30, le taureau ne prête attention qu'ont certaines partenaires.	Désir sexuel insuffisant (libido incomplète)
Régulièrement supérieur à 30 ou refus du prélude même après présentation répétée de femelle en chaleur	Absence de désir sexuel (libido nulle)

La monte, intromission et saut Une fois les prémices effectués, le taureau ramène ses Postérieure sous lui pour pouvoir propulser sa masse corporelle au-dessus du partenaire. Il repose alors son poitrail sur la région lombaire de ce dernier et l'étreint de ses membres antérieurs entre l'hypochondre et hanches, suit à la monte le taureau effectue avec son pénis des mouvements de recherche ensuite se fait l'intromission et la propulsion (**Rosenberg, 1979**).



Figure N°27. Sélection des mâles après un examen externe et interne de l'appareil génital (Gaec Audureau, 2005).

Les méthodes de préparation de semence

6.3.1.Le 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 le plus couramment utilisées de nos jours sont la récolte au vagin artificiel et l'électro éjaculation (**Haskouri , 2001**).

Méthodes et techniques

Récolte au vagin artificiel

Le sperme des taureaux est le plus souvent collecté au vagin artificiel (figure 58). Le principe du vagin artificiel est de reproduire l'ensemble des sensations présentées par les voies génitales femelles lors du coït, et de recueillir rapidement un éjaculat total et non souillé (**Dumont, 1997**). Le matériel est constitué d'un cylindre de caoutchouc rigide, d'une 30cm de long et d'un diamètre intérieur de 5 cm. Il est doublé à l'intérieur d'une capote amovible et gonflable, également en caoutchouc. La paroi qui le constitue est donc double et peut être remplie d'eau ou d'air à l'aide d'une valve extérieure. Lors du prélèvement, le vagin est prolongé d'un cône en silicone (25 cm de long) à l'extrémité duquel est fixé le tube de collecte. Ce dernier est protégé des chocs mécaniques, thermiques et de la lumière par un manchon opaque et isolant (**Gérard et Khirredine, 2002**).



Figure N°28. Vagin artificiel (Blanchard et al., 2003)

Lorsque le préleveur estime que le taureau est suffisamment préparé. La capote interne du vagin artificiel est plus ou moins gonflée en fonction des habitudes du taureau. L'intérieur du vagin est lubrifié avec de la vaseline ou un gel gynécologique. Le taurellier laisse alors le taureau monter sur le bœuf en train. Le préleveur s'accroche au taureau, il dévie son pénis en érection dans le vagin artificiel en le saisissant à travers le fourreau. Ce simple contact suffit en général à déclencher le saut et l'éjaculation qui ne durent que quelques secondes. L'opérateur retourne ensuite le vagin artificiel et le sperme s'écoule dans le tube collecteur (**Dumont, 1997 et Gérard et Khirredine, 2002**).

La collecte à l'électro-éjaculation

L'électro-éjaculation permet de provoquer l'éjaculation par une stimulation électrique (figures 59 et 60). Un générateur produit de l'électricité qui est transmise par l'intermédiaire d'électrodes à l'animal. L'interface tissu/électrodes joue un rôle non négligeable car la stimulation électrique doit parvenir jusqu'aux nerfs pour provoquer l'érection et l'éjaculation (**Stievenart, 1996**).

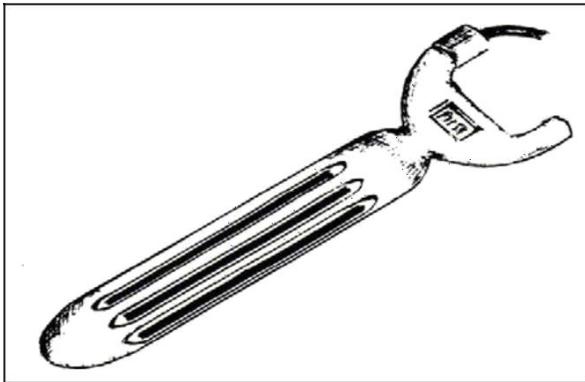


Figure N° 29. Représentation schématique de la sonde Electrojac (**Cuisenier, 1996**).



Figure N°30. Photographie de la sonde Electrojac (**Cuisenier, 1996**).

La récolte est effectuée par un opérateur placé à côté du taureau en position accroupie. Un support rigide prolongé d'une barre rigide permet de disposer un entonnoir avec un tube à son extrémité pour la récolte du sperme. Le système peut être amélioré par l'ajout d'une poche remplie d'eau chaude autour de l'entonnoir, permettant le maintien du sperme à 37°C. La stimulation électrique appliquée dans le rectum du taureau et l'opérateur attendre jusqu'à que liquide spermatique devienne laiteux avant de débiter la collecte, ceci afin d'obtenir un sperme le plus concentré possible (**Lacroix, 1988 ; Albert, 2007**).

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**).

Récolte dans les voies génitales femelles

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

Manipulation de la semence au laboratoire

Examen macroscopie

Cet examen à pour but d'apprécier le volume, la couleur, la viscosité.

- a. **Le volume:** il dépend de plusieurs facteurs, selon l'espèce, la race, l'individu, l'âge (tableau 11), l'état physiologique, l'alimentation, les mesures sanitaires et selon la méthode de récolte du sperme. Chez le taureau ; le volume varie de 0,5 à 14 ml avec une moyenne de 4ml (**parez et Dulpan, 1987**).

Tableau N°05. L'effet de l'âge des taureaux sur le volume de l'éjaculation (**Rosenberg, 1979**).

Age en mois	Volume
5	8,7 0,30ml
6	6,08 0,18
7	6,58 0,18
8	7,40 0,10
9	5,84 0,20
10	5,17 0,20

b. La couleur: elle est habituellement blanchâtre varier du blanc au jaune mais excite d'autre couleur qui signifie une pathologie, elle peut être rosâtre ou jaunâtre résulte de la présence de sang, brunâtre révèle la présence d'éléments figurés du sang dégénéré, bleuâtre résulte de l'administration de bleu de méthylène à faible concentration.

c. La viscosité: dépend de la concentration en spermatozoïdes et la conductibilité électrique (**Rota et al., 1999**).

Examen microscopique

Mobilité

Motilité massale

Est effectuée à partir de sperme pur, dans les 10 minutes qui suivent la récolte. Le matériel nécessaire se compose d'une lame préalablement chauffée à 37°C et d'un microscope à platine chauffante. L'opérateur dépose une goutte de sperme à la surface d'une lame.

La motilité massale est notée de 0 à 5. Un sperme dont la motilité massale est inférieure ou égale à 3 est généralement éliminé (**Gérard et Khirredine, 2002**).

Mobilité individuel

Elle correspond à la proportion de spermatozoïdes avec un mouvement rectiligne qui traversent le champ du microscope. Les spermatozoïdes bougeant sur place, tournant en petits cercles ou se déplaçant en arrière du fait d'une queue repliée ne sont pas considérés comme mobiles (**Gérard et Khirredine, 2002**).

Concentration de sperme

La concentration détermine le nombre de spermatozoïde par ml, il existe un nombre de technique pour détermine la concentration des spermatozoïdes. La cellule hématimétrique, comptage électronique, par néphélémétrie, la cellule de Thomas (figure 61) est la plus efficace dans la détermination de la concentration des spermatozoïdes, de plus elle est moins couteuse.

(**Gérard et Khirredine, 2002**).

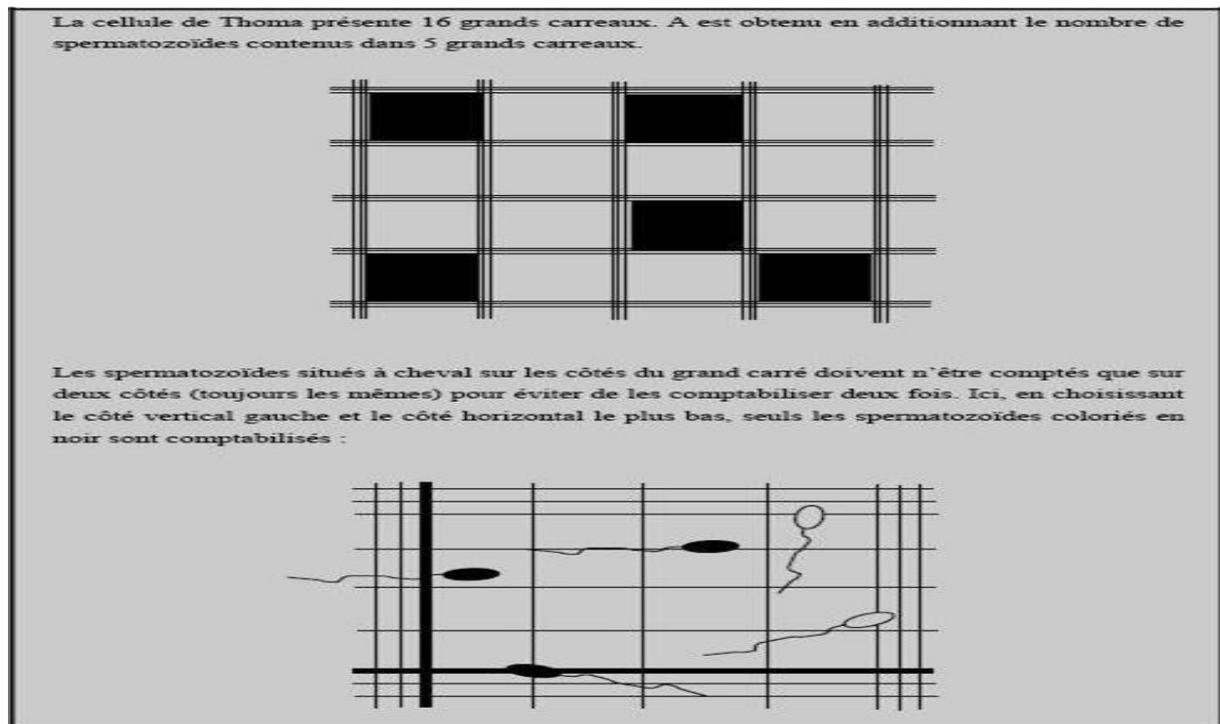


Figure N°31. Description et utilisation d'une cellule de Thoma (Posiere, 2002).

Pourcentage de spermatozoïdes vivants

Une coloration vitale à l'éosine-nigrosine permet de classer les spermatozoïdes en mort ou vivant. Les spermatozoïdes morts ont leur membrane perméable et prennent une coloration rosée. Les spermatozoïdes vivants ont une membrane imperméable et apparaissent donc incolores.

Cet examen est toujours corrélé à la mobilité observée macroscopiquement. (Bahr et Zeitler, 1964)

Morphologie des spermatozoïdes

Le spermatozoïde normal mesure environ 70µm chez le taureau. La tête du spermatozoïde est de forme ovoïde et aplatie, elle mesure 8 à 9µm de longueur, 4 à 4,5µm 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.

Les anomalies des spermatozoïdes

A l'heure actuelle, la classification consiste à répertorier les spermatozoïdes en fonction de la localisation de l'anomalie observée (figure 62) : 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 spermatozoïdes. 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).

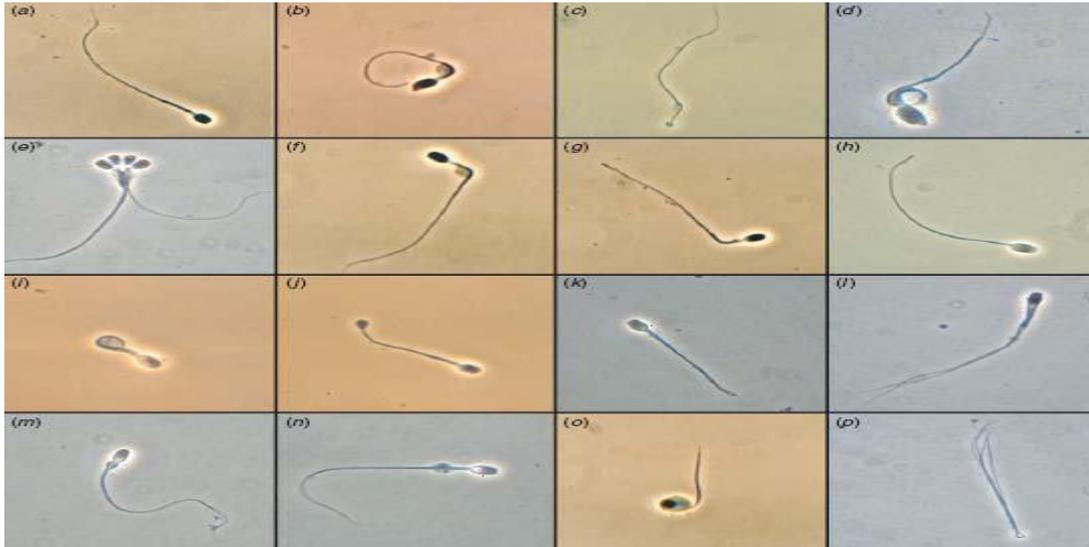


Figure N°32. Anomalies majeures et mineures de spermatozoïde dans l'espèce bovin (Posiere, 2002).

Evaluation biologique de la qualité de sperme

Il porte sur le pH du sperme frais et sur l'activité métabolique des spermatozoïdes. Un sperme normal est acide et son pH varie entre 6,5 et 6,8. L'épreuve à la réductase consiste à déterminer le temps mis par un échantillon de spermatozoïdes pour décolorer une certaine quantité de bleu de méthylène. Plus ce temps est long plus la qualité de sperme est réduite (Djibrine, 1987).

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 spermatozoïdes morts et vivants (**Dumont, 1997**).

Dilution, Conditionnement, Conservation de sperme

Dilution

La dilution du sperme a pour but d'accroître le volume total de la masse spermatique, d'assurer un milieu favorable à la survie des spermatozoïdes in vitro et de réaliser à partir d'un seul éjaculat l'insémination d'un grand nombre de femelles (**Hanzen, 2010**).

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 glycocolle et de glycérol et plus classiquement maintenant à base de lait (**Hanzen, 2010**).

Qualité des milieux de dilution

Un bon milieu de dilution doit répondre à un certain nombre de critères. La non toxicité pour les spermatozoïdes : pression osmotique, équilibre électrolytique, pouvoir tampon. L'apport énergétique pour les spermatozoïdes, pouvoir protecteur à l'égard des variations de l'environnement, facilité de préparation, prix de revient acceptable (**Parez et Duplan, 1987**).

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 spermatozoïde. Il faudra donc considérer les éléments suivants pour déterminer le volume de diluer à ajouter au sperme, le volume de sperme récolté, la concentration du sperme, la proportion de spermatozoïdes vivants dans le sperme, la proportion de spermatozoïdes qui seront altérés par les manipulations techniques. (**Parez et Duplan, 1987**).

5. Dilueurs utilisés

Pour conservation de sperme à température ambiante

La semence non diluée et maintenue à 37°C s'altère très rapidement. Certains auteurs relatent une baisse de mobilité plus importante pour les échantillons de sperme épидидymaire refroidis que pour les échantillons maintenus à température ambiante pendant 12 heures. Il

semblerait donc que la conservation à température ambiante soit une solution de conservation à court et moyen terme. **(Benzuidenhout et al, 1995)**

Pour conservation de sperme à température 4°C

L'examinations de la variation de la mobilité spermatique lors d'un stockage à 4°C de testicules de Buffle africain, d'Eland, de Bubale montre que la diminution de la mobilité fonctionnelle spermatique est différente selon l'espèce étudiée, Ainsi que le stockage à 4°C permet de maintenir une mobilité suffisante de la semence pendant 2 à 5 jours, mais n'est pas suffisante pour un stockage sur le long terme. **(Benzuidenhout et al, 1995)**

Dilueurs à base citrate, jaune d'œuf en sperme 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 spermatozoïdes lors de la congélation **(England, 1993)**. Le jaune d'œuf est utilisé à une concentration de 20 %, le dilueur à base d'une solution de citrate de sodium 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 le plus utilisé pour la conservation du sperme réfrigéré à 4° ou 15° C

Méthode de dilution

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

Conditionnement

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 bande de papier de couleur différente selon la race du taureau et portant le jour de la récolte. (**Hanzen, 2010**).

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 spermatozoïdes 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 spermatozoïdes soit affectée.

Conservation

Par réfrigération

L'utilisation directe du sperme dilué de taureau suppose une conservation à une température voisine de 5°C. Celle-ci doit cependant pour éviter les chocs thermiques, être atteinte progressivement au rythme moyen de refroidissement de 0.5°C par minute entre 37 et 22°C et de 1°C par minute entre 22 et 5°C. Bien diluée et convenablement refroidie, la semence peut conserver son pouvoir de fécondation pendant 2 à 3 jours (**Hanzen, 2010**).

Par congélation

La congélation requiert l'utilisation d'agents cryoprotecteurs. Classiquement, le glycérol est utilisé pour congeler le sperme. A la concentration de 4% (**Hanzen, 2010**), le glycérol offre la plus grande mobilité massale des spermatozoïdes.

Avantages du liquide de conservation

Les dilueurs possèdent une osmolarité et un pH du même ordre que ceux du sperme permettant la survie des spermatozoïdes et contiennent aussi des éléments capables de "neutraliser" les métabolites. De plus, les vitamines et autres anti-oxydants contenus dans les dilueurs permettent de penser qu'il joue un rôle protecteur de l'oxydation contiennent également

des éléments qui protègent les spermatozoïdes contre les dégradations dues au froid et des nutriments capables de subvenir aux besoins énergétiques des spermatozoïdes au cours de la conservation, dépourvu d'éléments infectieux et contenir des principes actifs empêchant le développement des micro-organismes. (**Hanzen, 2010**).

Inconvénients du liquide de conservation

La faible concentration en glucose et élément énergétique métabolisable dans le lait est sans doute un point négatif pour la conservation de la semence. C'est la raison pour laquelle les dilueurs de Kenney sont supplémentés en glucose (**Buhr et Zhao ,1992**). Ainsi, La viscosité des dilueurs influence le mouvement des spermatozoïdes.

7.L'insémination artificielle proprement dite

Le moment de l'insémination artificielle

Il est en fonction du moment de l'ovulation de la femelle, durée de fécondabilité de l'ovule, durée de fécondabilité des spermatozoïdes, temps de remonter des spermatozoïdes dans les voies génitales de la femelle. En pratique. Une vache reconnue en chaleurs le matin sera inséminée dans l'après-midi du même jour et celle qui est en chaleurs l'après-midi sera inséminée le lendemain dans la matinée (**Parez et Duplan, 1987**).

Voie d'insémination artificielle

La voie vaginale repose sur l'emploi d'un spéculum et d'une source lumineuse permettant le dépôt du sperme dans la partie postérieure du canal cervical et la voie rectale plus rapide et plus hygiénique mais aussi offre la possibilité d'un examen préalable du tractus génital visant à confirmer l'état œstral de l'animal (**Hanzen, 2010**).

Etapes et technique de l'insémination artificielle

La décongélation

La décongélation doit prendre en compte trois paramètres : la température, le temps et la solution de décongélation. En pratique, la température de bain marie utilisée est de 35 à 40°C, la durée de décongélation est de l'ordre de 30 secondes à 2 minutes. On peut envisager des lavages afin d'extraire le glycérol du milieu et de revenir à des conditions isotoniques afin d'éviter une altération des membranes des spermatozoïdes et des anomalies de flagelles c'est la méthode qui a été utilisée par (**Hopskins et al., 1988**).

Lieu de dépôt

La méthode la plus utilisée est l'insémination intra-utérine : le sperme est déposé dans l'utérus ou au niveau de la jonction utero-cervical (**Hawk .HW, 1987**) indique que quelques temps après l'insémination intra-utérine, une partie du sperme est drainée vers le vagin par le mucus cervical. Trouvé 70,8% (**Kenna et Coll, 1990**), de non retour en chaleurs pour l'insémination dans les cornes utérines contre 69.5% (**Kenna et Coll, 1990**) pour l'insémination intra-utérine. Par contre le dépôt du sperme dans les cornes présente beaucoup plus de risques de traumatisme et d'infection de l'utérus.

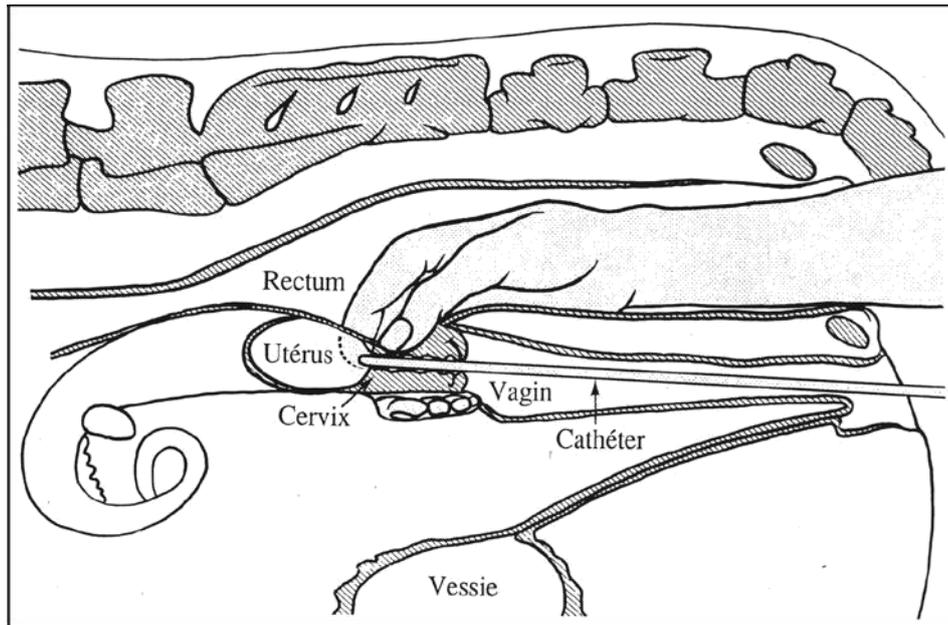


Figure N°33. La mise en place de la semence (Hanzen, 2010).

Les instruments

Le matériel se compose d'un pistolet d'insémination d'une longueur de 40 à 45 cm et d'un diamètre de 5 à 6mm comportant un corps externe et un mandrin interne. Il se complète d'une gaine en matière plastique externe fixée au pistolet d'insémination au moyen d'une petite rondelle. (Hanzen, 2010).

4- Facteurs d'échec de l'insémination artificielle bovine :

Généralités :

Une insémination artificielle a chez la vache pour premier objectif l'obtention d'un veau vivant et viable 275 à 290 jours plus tard. Toutes conditions égales, cet objectif n'est actuellement atteint qu'une fois sur deux. Les causes d'échec entre la première insémination et le vêlage suivant se répartiraient ainsi : 20 % de non-fécondations, 15 % de mortalité embryonnaire précoce, 10 % de mortalité embryonnaire tardive, 4 % d'avortements et 1 % d'accouchements prématurés (Hanzen 2005). Les causes d'échec de grossesse lors d'une saillie ou d'une insémination artificielle, et donc les facteurs de risque d'infertilité, se répartissent en deux catégories. L'une rassemble les facteurs individuels inhérents à l'animal : génétique, niveau de production laitière, type de vêlage, mortalité périnatale, rétention placentaire, coma vitulaire, involution utérine, infections aiguës ou chroniques du tractus génital, activité ovarienne post-partum.

L'autre concerne les facteurs collectifs propres au troupeau, qui relèvent de son environnement ou de l'éleveur (et de sa capacité à gérer les divers aspects de la reproduction) : durée de la période d'attente, détection des chaleurs, moment d'insémination lors du post-partum et pendant l'œstrus, alimentation, saison, type de stabulation, taille du troupeau, qualité du sperme, technicité de l'inséminateur.

Aussi bien que ceux qui en ont la responsabilité sanitaire ou l'éleveur. Ils sont de nature anatomique, infectieuse, hormonale, thérapeutique ou zootechnique.

A. Facteurs intrinsèques (liés à l'animal) :

1. Facteur génétique

En raison de la faible héritabilité des performances de reproduction (0,01 à 0,05) et de leur faible répétabilité (0,03 à 0,13) (Hanzen 2005), il semble illusoire dans l'état actuel des connaissances d'envisager un programme de sélection fondé sur ces seuls paramètres.

Diverses pistes alternatives semblent toutefois pouvoir être proposées. Une amélioration, au demeurant vrai semblablement lente, de la fertilité pourrait être obtenue grâce à l'identification des taureaux dont les filles présentent une mauvaise ou, au contraire, une

excellente fertilité (Weigel et Rekaya 2000)

Plusieurs publications ont fait état de l'influence possible de la génétique sur divers aspects de la physiopathologie de la reproduction. Le moment d'apparition d'une activité lutéale au cours du post-partum serait héritable ($h^2 = 0,13 - 0,28$) et également répétable ($r^2 = 0,28$) (Darwash, Lamming, et Woolliams 1999). La gémellité et les kystes ovariens ont une composante génétique. De même, la note d'état corporel à un stade de lactation donné aurait une héritabilité comprise entre 0,2 et 0,3.

2. Age et numéro de lactation :

Chez la vache au fur et à mesure que l'âge augmente, on assiste à une baisse des performances. En effet, cette baisse peut être de plusieurs ordres, notamment, une diminution des productions hormonales, un défaut de minéralisation des os, une baisse de la fertilité suite aux diverses agressions subies par l'utérus et qui ont découlé des nombreux vêlages effectués pendant toute ces années de carrière. Concernant le numéro de lactation, (Weller et Ron 1992) admettent chez la vache laitière une réduction de la fertilité avec l'augmentation du numéro de lactation. Il est donc nécessaire de remplacer dans un élevage les femelles âgées par des génisses pour maintenir ou améliorer le niveau de productivité d'un troupeau.

3. Facteur infectieux :

Infection utérine et anoestrus :

L'infection utérine et l'anoestrus lors du post-partum s'accompagneraient d'une réduction de respectivement 20 et 18 % du taux de gestation en première insémination.

À l'inverse, le coma vitulaire ou le déplacement de la caillette ne semblent pas avoir d'effet sur les performances de reproduction (Fourichon, C., Seegers, H., & Malher 2000). Les auteurs insistent en outre sur les grandes variations qui existent entre les troupeaux : ces différences peuvent être intrinsèques ou extrinsèques, donc en relation avec la stratégie d'identification ou de traitement curatif ou préventif de l'élevage.

Mammites :

L'hypothèse d'une influence possible des infections de la glande mammaire sur les performances de reproduction n'est pas nouvelle (Hanzen 2005). En 1998 et en 2001, deux publications ont relaté que des vaches Jersey qui ont présenté une mammite clinique avant ou après le moment de la première insémination, ou une mammite subclinique qui a ou non évolué en mammite clinique (figure 1) entre le moment de la première insémination et la confirmation de gestation avaient un indice de fertilité augmenté par rapport aux animaux témoins. Cet effet était indépendant du type de germe en cause.

Les relations entre la mammite et l'échec de l'IA sont multiples. Elles impliquent l'hypophyse, l'ovaire dans ses composantes folliculaires et lutéales et l'embryon.

La mammite clinique et/ou subclinique se traduit selon les cas par une hyperthermie et par la synthèse de diverses molécules, témoins directs ou indirects de l'inflammation. Deux d'entre elles semblent exercer une influence prépondérante : les cytokines et la prostaglandine F2 α (PGF2 α).

L'effet négatif exercé par une augmentation de la température corporelle sur la maturation de l'ovocyte et le développement embryonnaire précoce sont connus. Les cytokines constituent l'un des mécanismes essentiels des effets de la mammite sur la fertilité. Leur concentration augmente lors de mammite naturelle ou induite par l'injection intramammaire de lipopolysaccharides colibacillaires.

La PGF2 α peut également intervenir à différents niveaux après la stimulation de sa synthèse endométriale par notamment le TNF α (Tumor Necrosis Factor) et l'IL1 α (interleukine1) ou les endotoxines. Elle induirait la synthèse d'un facteur embryotoxique par les cellules lutéales et modifierait de manière négative le processus d'acquisition de la compétence ovocytaire.

La PGF2 α peut également induire une lutéolyse prématurée, comme en témoigne le raccourcissement du cycle observé chez des génisses après une injection intra-utérine d'E.Coli. In vitro, son addition à des morulas peut en inhiber le développement jusqu'au stade de blastocyste.



Figure 1:Les relations entre la mammite et l'infertilité (Hanzen 2005b).

Infection du tractus génital :

La majorité des auteurs confirme la réduction de 6 à 15 % du taux de réussite en première insémination des vaches qui ont présenté une infection du tractus génital (figure2) (Hanzen 2005). En termes de fécondité, un allongement de sept jours de la période d'attente et de dix-sept à vingt jours de l'intervalle entre le vêlage et l'insémination fécondante a été observé (Fourichon, C., Seegers, H., & Malher 2000).

Il existe cependant de grandes variations dans les effets observés. La plupart des études ne rapportent en effet que des effets bruts, c'est-à-dire non corrigés en fonction de l'intervention d'autres facteurs.

Les critères de définition ou les méthodes et les délais de diagnostic, voire les traitements éventuels des infections génitales, sont en outre très différents d'une étude à l'autre.

L'impact du moment du diagnostic et donc du traitement est réel. L'effet des métrites est ainsi plus grave si elles sont diagnostiquées après le vingtième jour post-partum. De même, les traitements réalisés après le quarantième jour post-partum sont moins efficaces que ceux mis en œuvre avant ce stade. L'effet des métrites dépend en outre de leur gravité, mais aussi du statut ovarien associé.

Diverses études relativement récentes ont confirmé l'impact négatif des endométrites sur la croissance folliculaire. L'ovaire ipsilatéral à la corne gestante présente ainsi, au cours des quatorze à vingt-huit jours post-partum, moins de follicules de diamètre supérieur à 8 mm que l'ovaire controlatéral. Cette différence s'atténue avec le stade du post-partum et donc avec l'involution utérine.

De même, lorsque la concentration bactérienne utérine est élevée sept ou vingt et un jours post-partum, le premier et le second follicule dominant sont moins souvent recrutés à partir de l'ovaire ipsilatéral à la corne gestante.

L'identification sur l'ovaire ipsilatéral à la corne gestante d'un follicule dominant à ce stade du post-partum constituerait en outre un facteur de « santé utérine » favorable à l'obtention d'une fertilité ultérieure normale.

Les endométrites réduiraient la vitesse de croissance et de la synthèse d'œstradiol du premier follicule dominant au cours du post-partum et augmenteraient le risque d'anovulation. Résorbées par la paroi utérine, les endotoxines bactériennes inhibent la libération préovulatoire de la LH, mais également la synthèse d'œstradiol par le follicule en croissance.

D'autres mécanismes sont possibles. Diverses cytokines libérées par les cellules immunitaires pourraient ainsi contribuer à réduire la synthèse d'oestradiol par les cellules de la granulosa et de la thèque (Hanzen 2005).



Figure 2: L'impact des infections utérines sur l'échec de l'IA est ainsi plus grave si elles sont diagnostiquées après le vingtième jour post-partum (Hanzen 2005b).

Dystocie et rétention placentaire :

L'accouchement dystocique et la rétention placentaire se traduiraient par une diminution du taux de gestation en première insémination de l'ordre de respectivement 6 et 10 %.

Insuffisance lutéale :

Comme chez d'autres espèces domestiques, la progestérone est essentielle au maintien de la grossesse chez la vache. Une augmentation de la progestéronémie est favorable au développement de l'embryon.

Diverses études expérimentales et essais thérapeutiques ont confirmé la relation entre une insuffisance lutéale et le risque d'une mortalité embryonnaire, et donc d'infertilité (HANZEN, Christian, LOURTIE, O., DRION, Pierre 1999). Une association significative entre une faible concentration en progestérone au cours de la phase péri-ovulatoire et le taux de survie embryonnaire a été observée chez la vache.

Il existe en outre une relation positive entre la réduction de l'intervalle entre le début des chaleurs et le pic de LH et l'importance de ce pic et le développement normal de l'embryon.

Chez les repeat-breeders, les concentrations en progestérone seraient inférieures à celles des animaux fertiles. L'augmentation de la progestéronémie apparaît plus tardivement et plus lentement chez les animaux infertiles que chez les animaux normaux.

Selon certains auteurs, la concentration en progestérone au cours des jours qui suivent l'insémination est plus élevée chez les animaux qui deviennent gestants que chez les autres. De même, les vaches hautes productrices présentent, non seulement une concentration en progestérone moindre, mais aussi plus fréquemment des profils progestéroniques altérés au cours du postpartum (OPSOMER, Geert, WENSING, LAEVENS et al 1999), ce qui contribuerait à augmenter la fréquence de la mortalité embryonnaire.

Autres pathologies :

(Kondela 1994) nous informe que certaines maladies comme la brucellose sont responsables d'un taux d'infertilité élevé. Par ailleurs, les parasitoses endémiques en Afrique (surtout pendant la saison pluvieuse), la fièvre vitulaire, ont également des répercussions non négligeables sur la fertilité des animaux soumis à l'insémination.

4. Nombre des jours post-partum :

Concernant le nombre de jours post-partum, (Missouho 2003) nous montre que le meilleur taux de conception est obtenu entre 70 et 90^{ème} jours post-partum ; il diminue au cours des périodes précédentes. Par contre, STEVENSON ; SCHMIDT et call en 1983 constatent une augmentation de la fertilité au cours du post-partum.

B. Facteurs extrinsèques (non liés à l'animal) :

1. Facteurs nutritionnels :

Au cours du post-partum et pendant une durée variable, la vache présente un équilibre énergétique négatif dont la valeur et la durée dépendent des apports alimentaires, du niveau de production laitière, mais également des réserves corporelles acquises par l'animal au moment du vêlage.

Avant et après le vêlage, une sous-alimentation sévère (apports inférieurs de 10 à 20 % aux besoins requis) et prolongée de la vache affecte la fonction ovarienne, folliculaire et lutéale, et contribue à allonger la durée de l'anœstrus après le vêlage.

D'avantage que la valeur absolue de l'état corporel lors du vêlage, c'est la quantité et la durée des pertes en énergie (équilibre énergétique négatif) qui affecteraient le délai nécessaire à l'obtention d'une grossesse (Hanzen 2005).

La sous-alimentation contribue à diminuer le nombre d'œstrus manifestés par l'animal avant sa première insémination et donc à entraîner une réduction de sa fertilité. Elle est également de nature à réduire les manifestations œstrales lors des premières croissances folliculaires au cours du post-partum.

À moyen terme, elle augmente le risque de mortalité embryonnaire. Les effets de l'alimentation en général, et de l'équilibre énergétique en particulier, sur l'activité ovarienne au cours du post-partum sont complexes.

Les états de sous-nutrition sont associés à une réduction de la libération de GnRH (Gonadotropin Releasing Hormone) par l'hypothalamus et de la pulsativité des hormones hypophysaires LH (hormone lutéinisante) et FSH (hormone folliculo-stimulante).

La voie des peptides endogènes opiacés (EOP) mériterait d'être davantage étudiée. En début de lactation, un équilibre énergétique négatif se traduit par une hypoglycémie et par une hypo-insulinémie qui exerce divers effets sur l'hypothalamus et l'ovaire.

Une médiation par l'Insulin-like Growth Factor (IGF) des effets de l'équilibre énergétique sur l'activité ovarienne au cours du post-partum est également envisageable, la concentration de ce facteur étant inversement proportionnelle au niveau de production laitière, mais positivement corrélée avec le niveau de déficit énergétique.

La leptine s'opposerait à l'inhibition de la GnRH par le neuropeptide Y et de l'hormone LH par les endorphines et l'alpha-MSH (Melanocyte Stimulating Hormone). La leptine jouerait le rôle d'adipostat capable de renseigner l'hypothalamus de la femelle sur les réserves énergétiques à

long terme, et donc sur la possibilité de mener à bien une croissance folliculaire optimale, suivie d'une ovulation et d'une gestation.

Ces quelques illustrations de l'impact de l'alimentation sur la fertilité confirment l'intérêt pratique d'une détermination régulière de l'état corporel des animaux au moment du vêlage et dans les semaines qui suivent, même si, en général, la balance énergétique est évaluée sur la base d'apports et de besoins de la vache moyenne du troupeau et qui ne s'appliquent donc pas nécessairement à des situations individuelles.

Une plus grande exactitude dans l'évaluation individuelle d'un équilibre énergétique négatif serait obtenue par l'identification d'une diminution des concentrations sanguines du glucose et de l'insuline, d'une augmentation des concentrations de l'acide β -hydroxybutyrique ou des acides gras, et par le dosage de la leptine, des hormones thyroïdiennes et de l'IGF-I. (Hanzen 2005).

2. Facteurs liés aux traitements hormonaux

Les thérapeutiques hormonales de l'infertilité s'inscrivent dans un double contexte. Le premier vise à traiter une insuffisance en progestérone ou en hormone lutéotrope. Le second a pour but de remédier à une insuffisance de la qualité de la détection des chaleurs et de recourir à des inséminations systématiques (Hanzen, Boudry, et Bouchard 2003).

Dans le premier cas, ces traitements sont purement symptomatiques car un diagnostic étiologique hormonal n'est pratiquement jamais établi.

L'implication possible de l'insuffisance lutéale dans la mortalité embryonnaire, et donc dans l'infertilité, a conduit plusieurs auteurs à évaluer l'effet d'un apport exogène direct de progestérone (CIDR®, Prid®) ou endogène indirect via l'administration d'une hormone gonadotrope (hCG) ou d'une gonadolibérine (GnRH ou analogue).

Des résultats contradictoires ont été observés après l'administration de progestérone par voie vaginale sous forme de Prid® ou de CIDR® mis en place une semaine après l'insémination et pendant une dizaine de jours.

La majorité des études relatives à l'utilisation de la GnRH quatre à quatorze jours après l'insémination, ou après une chaleur non accompagnée d'insémination concerne des animaux inséminés pour la première ou la deuxième fois.

La divergence des résultats obtenus rend difficile leur interprétation : une augmentation de fertilité de 5 à 16 % est ainsi observée selon certaines études et une réduction non significative de 2 à 7 % selon d'autres.

Plus fréquemment, la GnRH a été préconisée pour prévenir le risque d'absence de fécondation. L'administration systématique de la GnRH lors de la première insémination au cours du post-partum contribue, dans la majorité des essais cliniques effectués, à augmenter de manière significative (de 6 à 34 %), ou de manière non significative (de 1 à 14 %), le pourcentage de grossesse (Hanzen 2005).

La disparité des résultats observés peut être le reflet de conditions expérimentales différentes ou traduire l'effet plus ou moins spécifique de l'un ou l'autre facteur. Il ne semble pas que le type de GnRH utilisée (naturelle ou de synthèse) soit de nature à modifier les résultats.

Une amélioration significative du pourcentage de grossesse après un traitement unique, ou répété à douze jours d'intervalle, a été observée chez les primipares mais pas chez les pluripares.

L'effet d'une injection de GnRH peut également dépendre de la fertilité du troupeau. Ainsi, si le taux de grossesse en première insémination est inférieur à 40 %, une augmentation significative du pourcentage de grossesse après traitement est observée, tant chez les primipares (+ 34 %) que chez les pluripares (+ 23 %).

Cette observation rejoint celle d'autres auteurs qui ne recommandent l'utilisation systématique de la GnRH en première insémination que dans les troupeaux à faible fertilité.

Les animaux inséminés et traités en début d'œstrus, ou inséminés et traités en fin d'œstrus ont des taux de grossesse inférieurs aux animaux témoins. Une fertilité comparable est en revanche obtenue si le traitement est réalisé en début d'œstrus et l'insémination douze à seize heures plus tard.

Chez les repeat-breeders, l'injection lors de l'œstrus d'une gonadolibérine ou d'un de ses analogues augmente le taux de grossesse de manière significative de 5 à 25 %.

D'autres études rapportent des améliorations non significatives de 4 à 15 %. Lors du traitement spécifique des animaux inséminés pour la troisième ou la quatrième fois, une augmentation respective de 4 et 9 % du pourcentage de grossesse est observée. Il semble que, chez les repeat-breeders, l'allongement de l'intervalle entre l'injection de GnRH et l'insémination contribue à augmenter le pourcentage de gestation.

- Les résultats opposés rapportés dans la littérature remettent en question le bien-fondé de l'administration de GnRH pour le traitement curatif ou préventif de l'infertilité. Certains auteurs estiment toutefois qu'une augmentation de 2 et 5 % d'un taux de gestation, respectivement inférieur ou égal à 45 % et supérieur ou égal à 60 %, est suffisante pour amortir le coût du traitement et autorise, dans le premier cas, à traiter systématiquement les animaux lors de la

première ou de la deuxième insémination et, dans le second cas, à réserver le traitement à la deuxième insémination ou aux inséminations ultérieures(Hanzen ,2005).

L'élevage bovin poursuit son évolution, qui se traduit par un accroissement du nombre de bovins par exploitation et par une augmentation constante des niveaux de production laitière et de viande. Il en résulte, notamment pour les praticiens, la nécessité d'une approche plus globale des problèmes.

Si l'approche individuelle de l'infertilité autorise encore le recours à des "recettes" classiques, qu'elles soient hormonales ou anti-infectieuses, il n'en est pas de même si l'élevage dans son ensemble y est confronté.

L'analyse implique alors d'avoir à disposition des données zootechniques et symptomatologiques aussi exactes que possible. Elle suppose également le recours à une stratégie qui permette d'identifier le rôle des facteurs de risque potentiels, qu'ils soient propres à l'animal ou à son environnement.

3. Facteurs de gestion et de la production laitière

Au cours des dernières décennies, l'infertilité des vaches laitières a souvent été un problème lié à l'augmentation de la production laitière. La production de lait et efficacité de la reproduction ne sont pas bien corrélées génétiquement(Pryce et al. 2004) et il est difficile de déterminer quel est l'effet de la production laitière sur la fertilité. La baisse de la fertilité a été généralement associée à la génétique avancée, les améliorations de la nutrition et les pratiques de gestion qu'a conduites à une augmentation continue de la production laitière. En effet, il est bien établi que cet environnement de troupeau et les pratiques de gestion influencent la fertilité (Windig, Calus, et Veerkamp 2005) (García-Ispuerto et al. 2007).

Néanmoins, le niveau de gestion plus élevé dans les troupeaux à forte production par rapport aux troupeaux à faible production semble améliorer la fertilité de la vache malgré l'augmentation de la production laitière.

la baisse de la fertilité des troupeaux laitiers modernes a été attribuée par multiples facteurs, dont beaucoup ne sont pas encore clairs, bien que des facteurs tels que la fréquence de traite (trois contre deux traites par jour), inséminateur, taureau inséminant, âge (nombre de lactations) et syndrome de repeat-breeding (vaches subissant quatre IA ou plus) sont connus par leurs altérations sur la fertilité d'un troupeau (García-Ispuerto et al. 2007).

4. Facteurs environnementaux :

L'impact des conditions environnementales sur les troupeaux du bétail a déjà été noté par les civilisations anciennes. "Sur les airs, les eaux et les lieux" documents qu'Hippocrate au 5^e siècle av. J.-C. a observé que les bovins élevés au Proche-Orient étaient plus prolifiques que les Européens bétails en raison du climat tempéré.

Les variations saisonnières des performances de reproduction doivent être interprétées en fonction des influences réciproques (difficilement quantifiables et donc le plus souvent confondues) des changements rencontrés au cours de l'année dans la gestion du troupeau, l'alimentation, la température, l'humidité et la photopériode. Dans les régions tropicales et subtropicales, divers auteurs ont enregistré une diminution de la fertilité au cours des mois d'été qui coïncident habituellement avec des périodes prolongées de température élevée. L'effet de la température sur les performances de reproduction se traduirait par une diminution des signes de chaleurs, par une baisse de la progestéronémie (significativement plus basse en été qu'en hiver selon certains auteurs) ou par une réduction du taux basal et de la libération préovulatoire du taux de LH (Foote 1996). Les implications pratiques de telles observations sont évidentes, surtout dans les régions du monde confrontées à des étés chauds. Des recommandations ont été formulées : elles consistent à rafraîchir les animaux au cours de la période périœstrale, voire à leur administrer avant le troisième jour de grossesse du glutathion, agent connu pour son effet protecteur contre l'hyperthermie (Fetrow, Palumbo, et Berg 1997). La présence d'un taureau dans le troupeau peut affecter positivement l'expression de l'oestrus et donc de la fertilité des vaches laitières (Roelofs et al. 2010), alors que la malnutrition ou la perte des réserves du corps (bilan énergétique négatif) peuvent négativement affecter la fertilité (López-Gatius, Yániz, et Madriles-Helm 2003). Éléments de logement, comme les caillebotis en béton ou les sols sales peuvent aussi négativement affecter la fertilité.

Cependant, la plupart des études rapportent un effet saisonnier en tant que facteur majeur affectant la fertilité. Bien que la forte pluie, vent fort ou humidité élevée puisse réduire la fertilité, les températures élevées ont été fortement liées à la faible fertilité. Le stress thermique estival est l'un des principaux facteurs de faible fertilité des troupeaux de vaches laitières hautes productrices vivantes dans le monde entier. Le stress thermique semble induire le vieillissement prématuré des ovocytes (Edwards et al. 2005) (Andreu-Vázquez et al. 2010).

Les demandes métaboliques dues à la forte production de lait s'ajoutent aux facteurs de stress, comme la chaleur peut compromettre les fonctions de reproduction de vaches (De Rensis et Scaramuzzi 2003) (López-Gatius, Yániz, et Madriles-Helm 2003)

Les températures les plus confortables pour les vaches laitières semblent aller de 5 °C à 25 °C, ce qui est la zone de confort thermique (McDowell 1972) (Gupta et al. 2016). Les Homéothermes ont des zones de température optimales pour la production, dans lesquelles aucune énergie supplémentaire au-dessus de l'entretien n'est dépensée pour chauffer ou refroidir le corps.

Dans cette zone, le coût physiologique est minimum et la productivité maximale se pose (Gaughan et al. 2009)

Dans les pays à climat tropical et subtropical ou même en Europe, les températures dépassent 25 °C plusieurs jours en été, et même au printemps ou en automne.

Le problème du stress thermique ne se limite donc pas aux régions tropicales du monde et a un impact important sur l'économie agricole.

5. Facteurs liés à la technicité de l'insémination artificielle :

Les inséminateurs manquent de précision dans le dépôt de sperme. Des études ultérieures ont donc été conçues pour évaluer l'insémination utérine bicornale et unicornuelle profonde dans le but de s'approcher de la jonction utéro-tubienne.

Habilité de l'insémineur :

Elle est régie par le niveau de qualification du praticien mais également par son expérience professionnelle. C'est ce qui a fait dire à AMOU'OU (2005) que le taux de grossesse varie en fonction de la technicité de l'insémineur et de la régularité de son activité. Cela revient à dire que l'habilité est un statut qui s'acquiert. En effet, pour que l'insémineur y arrive, il doit nécessairement participer, surtout en compagnie de spécialiste, à plusieurs programmes d'IA. Toutefois, cela fait souvent défaut dans nos pays où l'on note un manque criard de spécialistes en IA et de structures de formation. Ainsi, les faibles taux de fertilité obtenus, dans les campagnes déroulées dans la zone Sub-saharienne comme le Projet d'Appui à l'élevage (PAPEL), ne sont pas imputables à la faible maîtrise de la technique par les jeunes insémineurs nouvellement formés (Dieye et al. 2005).

Site de dépôt de sperme :

Pendant l'accouplement, le taureau dépose plusieurs milliards de spermatozoïdes dans le vagin antérieur. Cependant, parce que le col est un obstacle majeur au transport du sperme, le nombre de spermatozoïdes qui finissent par atteindre le corps utérin ne dépasse généralement pas 1 % (Harper 1982). En insémination artificielle, le sperme est généralement déposé

directement dans le corps utérin, évitant ainsi le col et permettant l'utilisation d'un nombre considérablement réduit de spermatozoïdes (Roelofs et al. 2010).

L'une des contributions les plus significatives à l'application commerciale réussie de l'IA chez les vaches laitières la reproduction a été attribuée à l'inséminateur hautement qualifié (Vishwanath 2003).

Cependant, on a eu tendance à adopter des techniques d'insémination de routine et à ignorer facteurs liés aux inséminateurs qui peuvent affecter considérablement fertilité (Roelofs et al. 2010). Bien que les inséminateurs professionnels palper l'appareil reproducteur de nombreuses vaches tous les jours, la plupart ne sont pas formés pour examiner l'utérus et les ovaires. Cela pose une sérieuse limitation pratique au succès de l'IA.

Une différence dramatique parmi les inséminateurs a déjà été notée ci-dessus. À l'heure actuelle, le taux de grossesse après un seul service d'IA est rarement supérieur à 40 %, ce qui est loin du taux de 60 % ou plus généralement enregistré dans les années 1960 (Salisbury, VanDemark, et Lodge 1978).

Cette baisse d'efficacité de l'IA a conduit à suggérer de modifier le site de dépôt de sperme chez les bovins, en partant du principe qu'une insémination utérine profonde devrait assurer le dépôt de spermatozoïdes plus près de la jonction utéro-tubale, ce qui constituerait le principal réservoir de sperme avant l'ovulation (López-Gatius 2000)(R. H. Hunter et Greve 1998). Cette proposition est en outre basée sur les aspects biologiques et techniques.

Principale réservoir des spermatozoïdes :

Il a été accepté que le principal réservoir de spermatozoïdes préovulatoire puisse être la jonction utéro-tubienne, principalement la région caudale de l'isthme oviductal plutôt que le canal cervical (R. H. F. Hunter 1988)(Suarez 1998). Le col de l'utérus était pendant longtemps considéré le principal réservoir de sperme préovulatoire (Mattner 1966). Cependant, rien n'indiquait que les spermatozoïdes occupant les plis et les cryptes du canal cervical pourraient participer de manière préférentielle à la fécondation sur spermatozoïdes atteignant l'oviducte caudal (R. H. F. Hunter et Wilmut 1983)(R. H. F. Hunter et Wilmut 1984) Ainsi, l'hypothèse selon laquelle la région de transit utéro-tubien, principalement la région caudale de l'isthme oviductal, pourrait être le principal réservoir de sperme a été largement acceptée au cours des dernières décennies (R. H. F. Hunter 1988)(Suarez 1998) .

Insémination bicornéenne profonde et l'insémination unicornéenne :

Pour la méthode bicornéenne, l'embout du cathéter d'insémination est guidé dans une corne utérine jusqu'à ce que la résistance soit atteinte, une demi-unité de sperme déposée. De la même manière, la moitié restante est déposée dans la corne opposée (Senger et al. 1988).

Pour l'insémination uni- cornéenne profonde, les ovaires sont palpés par rectum pour déterminer le côté de l'ovulation, le follicule préovulatoire est redressé par de douces manipulations par rectum et le sperme introduit dans la moitié crânienne de la corne (López-Gatius et Camón-Urgel 1988).

Des résultats nettement meilleurs ont été obtenus après une insémination bicornéenne ou unicornéenne profonde. Tandis que d'autres affirment que le dépôt de sperme près de la jonction utéro-tubale n'affecte pas le taux de fécondation (Hawk et Tanabe 1986).

L'insémination cornéenne peut favoriser le transport des spermatozoïdes lors de l'utilisation de sperme de mauvaise qualité ou lorsque le microenvironnement utérin est altéré.

Ces conditions sont courantes dans la pratique actuelle de l'IA. Dans un essai à grande échelle (López-Gatius 1996), il a été constaté que le dépôt de sperme dans la corne de la grossesse précédente pouvait affecter la grossesse.

La corne, plus riche en traces de grossesse antérieure et de parturition, pourrait avoir des effets néfastes sur les spermatozoïdes, entraînant un taux de fécondation plus faible.

Pour éviter ce problème, il est supposé que l'insémination profonde devrait contourner une partie de la corne utérine et raccourcir le trajet de migration des spermatozoïdes vers le site où se produit la fécondation.

L'insémination utérine profonde, qu'elle soit bicorneene ou unicorneenne, présente l'avantage de déterminer le dépôt du sperme plus près de la jonction utéro-tubienne et de réduire les risques de déposition cervicale. Cependant, la nécessité d'une formation spécialisée poussée est une lacune majeure de la technique d'insémination profonde (López-Gatius 2000) (R. H. F. Hunter 1988).

Asymétrie bilatérale du tractus génital :

L'asymétrie bilatérale de la fonction reproductrice de la vache est bien documentée. Ainsi, l'ovaire droit est légèrement plus grand et plus actif que le gauche (Pierson et Ginther 1987) et compte tenu du fait que la migration trans-utérine des embryons dans est rare (Perkins, Olds, et Seath 1954), la grossesse est plus fréquente sur le côté droit (Kidder et al. 1954) (Perkins, Olds,

et Seath 1954). Ceci peut expliquer la grande taille de la corne utérine droite(Perkins, Olds, et Seath 1954). Des différences de droite à gauche ont également été signalées dans le transport du sperme.

Dans le cas de génisses à ovulation simple et des vaches, plus de spermatozoïdes étaient récupérés du côté gauche que du côté droit de l'appareil reproducteur après l'insémination(Larsson et Larsson 1985)

Après le vêlage et l'involution utérine, l'activité des organes reproducteurs droit et gauche est restée constante quel que soit le côté de la précédente grossesse et l'asymétrie bilatérale de la fonction reproductrice n'a pas eu d'effet sur le taux de grossesse indépendamment du côté du dépôt de sperme.(López-Gatius 1997).

Insémination intrapéritonéale :

Chez les mammifères, les spermatozoïdes montent dans l'appareil reproducteur pour atteindre l'ovocyte lorsque le sperme se dépose dans le vagin ou l'utérus.

En effet, le transport de spermatozoïdes dans le tractus génital féminin de mammifère est limité par l'effet de barrière des organes génitaux tubulaires et de leurs sécrétions.

Cela a permis de déterminer que les stratégies d'insémination consistaient principalement à essayer de déposer les spermatozoïdes aussi profondément que possible dans le tractus génital. En effet, les techniques développées à cette fin ont été couronnées de succès chez certaines espèces, notamment l'homme, les vaches, les porcs et les chevaux.

Néanmoins, la faisabilité de l'insémination intrapéritonéale chez plusieurs espèces suggère que le sperme peut également s'approcher de l'ovocyte à partir de la cavité péritonéale (Suarez 2006). La technique a été utilisée pour la première fois chez les bovins (Bjørge et al. 1995)(McDonald et Sampson 1957) et est actuellement une méthode de procréation médicalement assistée chez l'homme, avec des résultats comparables à ceux de l'insémination intra-utérine dans le traitement de l'infertilité (Ajossa et al. 1997)

Cependant, la longue histoire de succès de l'industrie de l'IA chez les bovins a limité le développement de stratégies autres que l'insémination utérine chez cette espèce.

Deux expériences sur des vaches laitières ont été conçues pour explorer la possibilité de vaincre l'infertilité chez les reproducteurs (Lopez-Gatius 1995) et d'évaluer le transport rétrograde des spermatozoïdes de la cavité péritonéale (LÓPEZ-GATIUS, F. et YÁNIZ 2000). Malgré les faibles taux de grossesse obtenus, ces enquêtes ont créé un précédent pour une évaluation future de l'IA transpéritonéale chez les bovins.

La vie fertile des spermatozoïdes après une insémination intrapéritonéale peut être liée à un réservoir de sperme fonctionnel.

La fixation du sperme sur l'épithélium d'oviducte semble jouer un rôle dans la régulation du transport des spermatozoïdes, la formation du réservoir de spermatozoïdes fonctionnel et la capacitation (Suarez 1998), et il a été démontré que mutile, sans cicatrices, les spermatozoïdes à acrosomes intacts se lient à

l'épithélium oviductif (LEFEBVRE, Réjean, LO, Margaret C., et SUAREZ 1997). Un taux de rétention plus élevé dans la cavité péritonéale et/ou le tractus génital de la vie a également été mis en évidence chez des vaches après insémination intrapéritonéale, contrairement aux spermatozoïdes morts [(LÓPEZ-GATIUS, F. et YÁNIZ 2000) et à la liaison des spermatozoïdes aux cellules péritonéales mésothéliales (GARCÍA-ISPIERTO, Irina, LÓPEZ-GATIUS, Fernando 2006) (Lopez-Gatius et al. 2007)].

Cependant, il reste à déterminer si la fixation du sperme par voie intrapéritonéale est liée à la capacitation du sperme.

Insémination intrafolliculaire :

L'insémination intrafolliculaire est basée sur l'introduction d'une suspension de sperme dans un follicule préovulatoire. Récemment, il a été observé que l'insémination intrafolliculaire n'était pas préjudiciable à l'établissement de grossesses viables de bovins dans une expérience conçue pour traiter le traitement de l'infertilité chez la vache laitière (López-Gatius et Hunter 2011). La procédure était techniquement simple et aucune complication n'a été enregistrée. Des taux de grossesse similaires ont été obtenus après une insémination intrafolliculaire ou utérine. Ces résultats suggèrent que l'insémination intrafolliculaire pourrait être utilisée comme procédure alternative au dépôt habituel de sperme dans l'utérus de vaches peu fertiles.

Confirmation de l'oestrus :

L'homme ne fait pas le poids face à un taureau pour détecter l'oestrus chez la vache. La détection incorrecte de l'oestrus est la cause la plus courante et la plus coûteuse d'échec des programmes d'IA (figure 3). Les vaches sont souvent faussement identifiées comme étant en œstrus et inséminées quand la conception ne peut pas se produire (Roelofs et al. 2010)). L'insémination de la vache est l'étape finale, mais non la moindre, la plus importante du processus de détection de l'oestrus. Bien que les inséminateurs professionnels palpent l'appareil reproducteur de nombreuses vaches chaque jour, la plupart ne sont pas formés pour

examiner l'utérus et les ovaires et donc confirmer l'oestrus. Cela pose une sérieuse limitation pratique au succès des procédures de détection de l'oestrus et de l'IA.

Plusieurs IA sont pratiquées chez des vaches qui ne sont pas prêtes au service ou qui sont enceintes (Roelofs et al. 2010). La situation est encore aggravée par le fait que l'insémination de vaches gestantes peut entraîner une mortalité embryonnaire ou un avortement (Vandemark, Salisbury, et Boley 1952).

La présence d'oestrus pendant la grossesse a été abondamment rapportée. Les vaches gravides se sont montrées disposées à être montées par une autre vache ou un taureau à tous les stades de la grossesse (Sheldon et Dobson 2003) et plus de 40 % des vaches présentant des taux élevés de progestérone dans le lait pourraient être inséminées (Nebel et al. 1987).

Ainsi, le premier objectif de tout programme de confirmation de l'oestrus devrait être d'identifier de manière positive l'oestrus et de rejeter les vaches à inséminer qui ne sont pas prêtes à servir ou qui sont enceintes.

L'examen rectal de l'appareil reproducteur bovin, soit à la main, soit par échographie, permet d'établir un diagnostic correct de l'oestrus lorsque l'animal est prêt à fonctionner (Roelofs et al. 2010). Un examen attentif de l'appareil reproducteur ne semble pas altérer la physiologie utérine ou ovarienne.

Les propriétés physiques de l'utérus et du liquide vaginal (López-Gatius et al. 1996) (Hässig, Walser, et Eggenberger 2006) pendant l'oestrus peut également servir de référence pour détecter l'oestrus. Une vache peut être classée comme prête à être utilisée lorsque le corps jaune est manuellement ou par échographie, estimée à moins de 10 mm ou non détectable, le plus grand follicule présente des fluctuations lors d'une légère pression et a un diamètre de 12 à 25 mm, l'utérus est fortement turgescent et contractile au toucher, et les écoulements vaginaux sont abondants, fluides et transparents (López-Gatius et Camóón-Urgel 1991). Le liquide vaginal peut facilement être obtenu au moment de l'insémination par succion douce du vagin crânien à l'aide d'une gaine en plastique inséminante et d'une seringue de 50 mL et examiné la transparence, la fluidité et le contenu en sang ou en pus (López-Gatius et al. 1996).



Figure 3: La détection des chaleurs constitue l'un des facteurs essentiels (Hanzen 2005b).

Procédé d'IA :

Dans la pratique de l'IA, les précautions suivantes doivent être prises :

- le matériel doit être en bon état pour ne pas blesser la femelle ;
- le matériel doit être stérile ;
- l'intervention doit être faite avec douceur car l'utérus est fragile.

La semence en paillette est décongelée dans l'eau tiède (35°- 37°C) pendant 15 à 30secondes. Puis elle est introduite dans le pistolet de CASSOU ; le bout thermo-soudé vers l'avant est sectionné et le pistolet est revêtu d'une gaine plastique puis d'une chemise sanitaire. Dans sa réalisation, une main gantée saisit le col de l'utérus par la voie rectale pendant que l'autre main saisit le pistolet de « CASSOU » et l'introduit au travers des lèvres vulvaires (figure 4). Le col de l'utérus est ainsi cathétérisé et la semence est déposée au niveau du corps utérin (Missouho 2003).

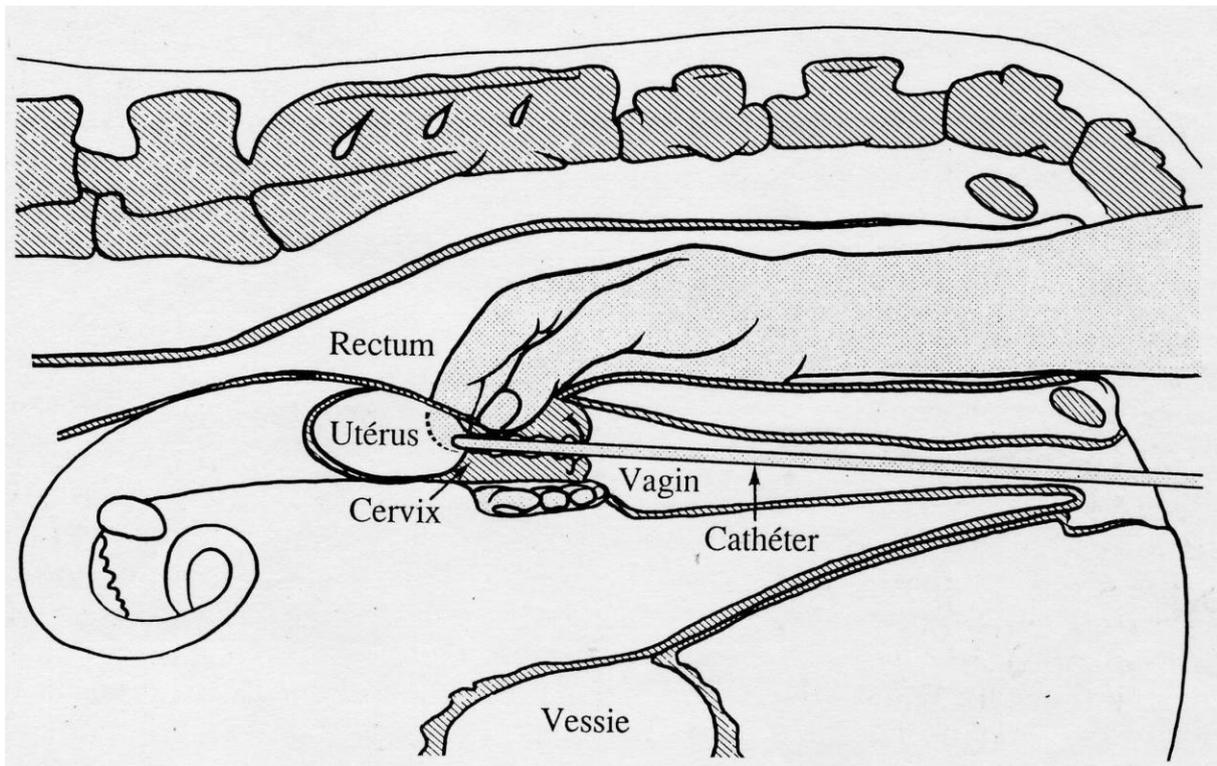


Figure 4: site anatomique de l'insémination (Hanzen 2005b).

Niveau de collaboration de l'éleveur :

C'est un facteur que l'on néglige le plus souvent alors que son importance est notable. En effet, l'éleveur est celui qui maîtrise parfaitement son troupeau et il est également le mieux placé pour aider le praticien à bien faire son travail sur le terrain (contention des animaux, respect des rendez-vous etc...).

6. Qualité de la semence :

Elle reste très déterminante dans tout processus d'IA. En effet, seule une semence de qualité (bonne récolte, bonne analyse et bonne conservation) permettra d'assurer une fécondation à la suite d'une insémination faite dans les règles de l'art.

6.1- Evaluation du sperme :

Le but de cette évaluation est d'apprécier la qualité du sperme afin de maximiser le succès de l'insémination artificielle. Pour assurer aux utilisateurs une semence de qualité, plusieurs examens sont réalisés.

6.1.1-Examen macroscopique :

L'examen macroscopique du sperme permet d'avoir une idée sur l'aspect général de ce dernier également sur le volume de sperme récolté. A ce stade, le volume et la couleur du sperme sont très importants car ils doivent respecter certains critères qui pourront favoriser leur acceptation comme semence (figure 5). Le volume doit normalement varier de 05 à 15 ml.

Concernant la couleur et l'aspect général du sperme, ce dernier doit être blanchâtre de consistance lactocrémeuse. Il ne doit y avoir ni de trace de sang ni de pus. Les vagues macroscopiques des spermatozoïdes permettent l'appréciation de l'aspect général des spermatozoïdes.



Figure 5: Examen macroscopique du sperme

Source : cours de reproduction 4^{ème} année EISMV (2010-2011)

6.1.2- Examen microscopique

Pour mettre sur le marché une semence de qualité, un examen microscopique s'impose. En effet, ce dernier permet d'apprécier la motilité, la concentration en spermatozoïdes et la morphologie des spermatozoïdes d'un échantillon. La motilité des spermatozoïdes est estimée à l'aide d'un microscope à plaque chauffante (37°C) immédiatement après son prélèvement. La motilité est appréciée d'une part au niveau massale et d'autre part à l'échelle individuelle. La motilité massale s'apprécie à faible grossissement (x100 à x 200). Elle détermine la proportion de spermatozoïdes mobiles. Elle est affectée d'une note de 0 à 5 selon l'ampleur des vagues ondulatoires (tableau II).

Tableau 1: Motilité massale du sperme.

Motilité	Note
Absence de mouvement	1
Mouvement net sans vague	2
Début de vague	3
Vague très net	4
Tourbillon	5

La motilité individuelle est réalisée au fort grossissement (x400). Elle permet d'évaluer le pourcentage de spermatozoïdes mobiles. Ne seront retenues que des semences ayant au moins 60% de spermatozoïdes mobiles. La différence entre les deux motilités réside dans le fait que :

La motilité de masse se fait à faible grossissement (x100 à x200). Elle détermine la proportion de spermatozoïdes mobiles : c'est la notion de fourmillement.

· Par contre, la motilité individuelle est réalisée au fort grossissement (x400). Ce critère est basé sur l'observation du déplacement des spermatozoïdes. Elle permet d'évaluer le pourcentage de spermatozoïdes mobiles. L'appréciation et la notation de la semence sont faites à partir d'une grille d'appréciation de la motilité (tableau III). Les éjaculats de notes supérieures à 3 sont retenus.

Tableau 2:Grille d'appréciation de la motilité individuelle

Note	Appréciation des spermatozoïdes
0	Absence de spermatozoïdes (azoospermie)
1	Absence de spermatozoïdes vivants
2	25 % de spermatozoïdes vivants
3	50 % de spermatozoïdes mobiles
4	75% de spermatozoïdes mobiles
5	100 % de spermatozoïdes mobiles en ligne droite

Un échantillon de 0,1 ml de sperme est dilué au 100ème dans du sérum physiologique formolé à 2%. Le comptage de spermatozoïdes se fait à l'aide d'un hématimètre ou d'un photomètre. La concentration moyenne est de 1 000 000 000 de spermatozoïdes/ml. L'étude morphologique, quant à elle, se fait après la coloration à l'encre de chine ou à l'éosine-nigrosine, afin de détecter les anomalies de forme de la tête et de la queue du spermatozoïde (duplication de la tête, macrocéphalie, queue courte ou enroulée, duplication de la queue). Ne sont retenus pour l'IA que les spermes ayant moins de 25% de spermatozoïdes anormaux et plus de 60% de spermatozoïdes vivants (PAREZ V. et DUPLAN 1987).

6.1.3- Examen biochimique :

C'est un examen complémentaire qui a pour but d'apporter davantage de lumière sur la nature et la qualité du sperme récolté. En effet, l'examen biochimique dans ce contexte est axé sur le pH du sperme frais et également sur l'activité métabolique des spermatozoïdes. Ainsi, pour satisfaire l'examineur, le pH du sperme récolté doit être compris entre 6,2 et 6,6. L'étude de l'activité métabolique du sperme concerne l'autre aspect de l'examen biochimique. En effet, elle utilise plusieurs tests dont le plus répandu est l'épreuve à la réductase. Cette dernière consiste à déterminer le temps mis par un échantillon de sperme pour décolorer une certaine quantité de bleu de méthylène. Ainsi, la qualité du sperme est d'autant plus mauvaise que le temps mis par ce dernier pour décolorer le bleu de méthylène, est long (Missouho 2003).

Partie expérimentale

Matériel et méthodes :

1. Objectif :

L'insémination artificielle (IA) est l'une des techniques les plus importantes pour l'amélioration génétique des animaux d'élevages et leurs productions. Cependant sa réussite dépend de plusieurs facteurs que ça soit humains et/ou environnementaux ou liés à l'animal lui-même .

Notre objectif dans cette étude consiste à :

- Étudier les résultats de l'IA au niveau de deux wilayas qui sont : Bouira et Bejaia
- Étudier l'influence de certains facteurs sur les échecs de l'IA qui sont :
Ceux liés à la vache, à l'inséminateur, à la technique, à la semence et à la conduite d'élevages.

2. Cadre d'étude :

Région d'étude :

Notre travail a été réalisé au niveau de plusieurs fermes et cabinets vétérinaires dans les deux wilayas.

Période d'étude :

L'étude s'étalait 6 mois. Les IA sont effectuées tout le long de cette période dans différents élevages des régions citées précédemment.

3. Protocole expérimental :

Notre étude consiste à un suivi sur des vaches laitières inséminées au niveau des régions précédemment citées, en visant certains facteurs influençant l'IA :

- Liés à la vache : La race, âge, état corporel et parité.
- Technique et semence : type du chaleur moment, nombre d'IA par chaleur et endroit de dépôt de la semence.
- Conduite d'élevage : l'hygiène, mode de stabulation et qualité de l'alimentation.
- La méthode de confirmation de la gestation est par échographie.

4. Collecte des données :

Basant sur des suivis réalisés sur des fiches imprimées remplies par des vétérinaires et des inséminateurs et à l'aide des éleveurs ainsi nos visites, nous avons pu avoir ces données.

Résultats et discussion

1. TAUX DE RÉUSSITE :

Le tableau n°: 3 représente le taux de réussite globale en première insémination artificielle.

Tableau 3:Les résultats de l'IA des 100 vaches suivies

réussite	première IA	plus d'une IA (échec)
nombre	44	56
Le taux du réussite	44%	56%

D'après le tableau 3, qui renferme un effectif de 100 vaches suivies, nous avons noté des résultats positifs (+) en première insémination artificielle pour 44 vaches et des résultats négatifs (-) à la 1^{er} IA pour 56 vaches par échographie.

Ce qui signifie que le pourcentage de réussite en première IA égale à 44%, alors que le taux d'échec est de 56%. Ces 56 dernières vaches avaient besoin plus d'une seule insémination (2/3/4).

Plusieurs facteurs peuvent influencer la réussite de l'IA à savoir la race, l'âge, le score corporel, la parité, moment de l'insémination, nature des chaleurs, hygiène, type de stabulation et bien sûr l'alimentation.

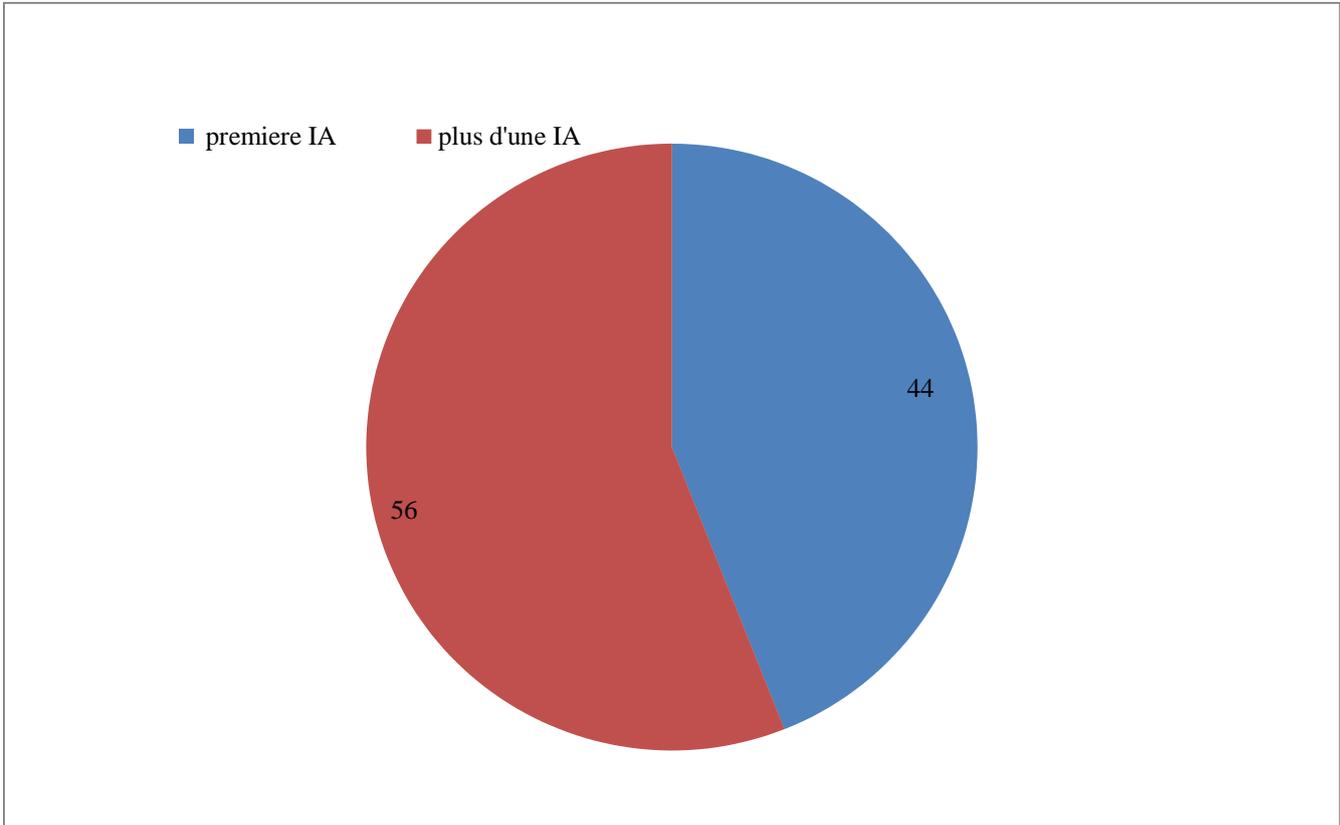


Figure 6:taux de réussite à la première insémination et plus d'une seule insémination.

2. RACE :

Nous présentons dans le tableau n° :4 les races des vaches suivies et le taux de réussite pour chaque race.

Tableau 4: races des vaches inséminées.

race	BA	FLV	MB	PH	LOC
1 IA	1	5	25	13	0
> 1 IA (échec)	1	4	31	18	2
Pourcentage de réussite	50%	55.56%	44.64%	41.94%	0%

BA : Brune d'atlas. FLV :Fleckvieh. MB :Montbéliard. PH :Prim'holstein. LOC :Locale.

Ce que nous avons pu remarquer dans le tableau 4, que la plupart des vaches suivies sont de race Montbéliarde et Holstein par ensemble de 87 vaches. La minorité est présentée par la race brune des alpes, locale, et Fleckvieh.

Si nous parlons de la fertilité, la race FLV aura la première place par 5 vaches réussies en première IA contre 4 vaches échouées auront besoin d'une plus d'une seule insémination.

La race BA en 2eme place, pour 50 % de réussite en première IA.

Les races MB et PH ont présenté un taux de réussite presque le même (44.64% et 41.94%) et inférieur à 50% (faible).

Les 2 vaches de la race locale inséminées ont échoué en première insémination.

Plusieurs publications ont fait état de l'influence possible de la génétique sur divers aspects de la physiopathologie du reproduction (Darwash, Lamming, et Woolliams 1999).

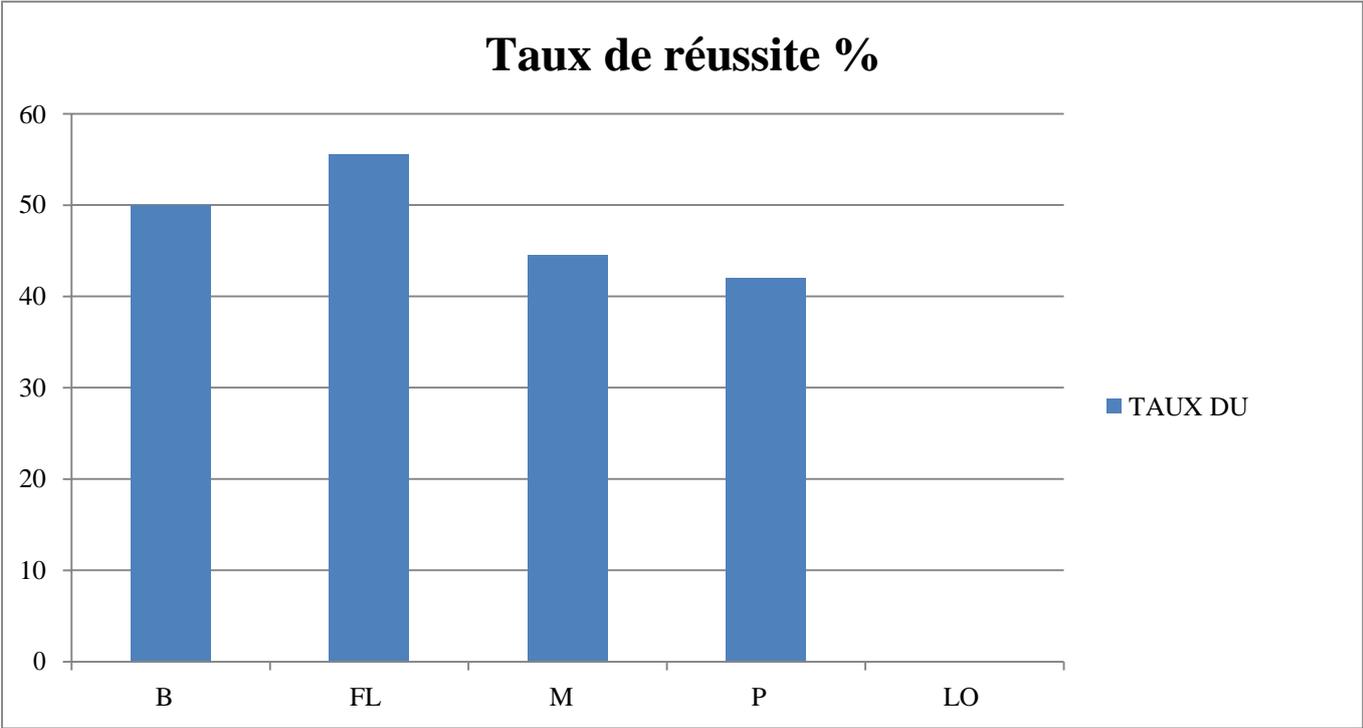


Figure 7: le taux de réussite selon la race.

3. L'AGE :

Les différents âges des vaches suivies et le taux de réussite obtenu pour chaque âge sont représentés dans le tableau 5.

Tableau 5: différents âges des vaches inséminées.

AGE	<5ans	≥5ans
1 IA	31	13
>1 IA (échec)	23	33
taux de réussite	57.41 %	28.26 %

Le facteur d'âge a une grande influence sur la réussite l'insémination artificielle.

Ce que nous avons remarqué dans le tableau 5 que on peut deviser notre effectif on 2 grandes classes distingues :

-Les vaches qui ont un âge inférieur à 5 ans présentent un taux de réussite élevé en première insémination (57.41%).

-Et les vaches qui ont un âge supérieur ou égale à 5 ans ont présenté un taux de réussite faible en première insémination qu'est du 28.26%. Nous avons déduit que les jeunes vaches (<5 ans) sont plus fertile que les vaches âgés (≥5ans). Chez la vache au fur et à mesure que l'âge augmente, on assiste à une baisse des performances. En effet, cette baisse peut être de plusieurs ordres, notamment, une diminution des productions hormonales, un défaut de minéralisation des os, une baisse de la fertilité suite aux diverses agressions subies par l'utérus et qui ont découlé des nombreux vélages effectués pendant toute ces années de

carrière(Weller et Ron 1992).

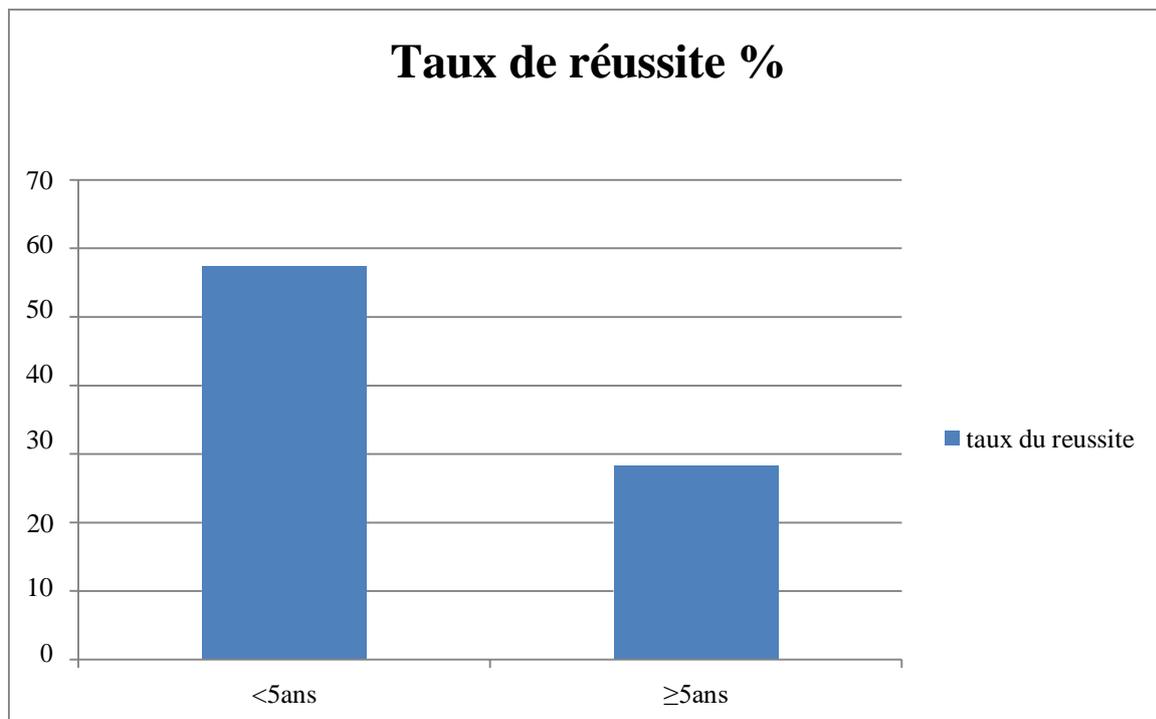


Figure 8: le taux de réussite selon l'âge.

4. SCORE CORPOREL :

Nous montrons dans le tableau 6, les notes du score corporel des vaches suivies marquées au moment de l'insémination.

Tableau 6:note de score corporel des vaches au moment de l'insémination.

BCS	BCS 2	BCS 2,5	BCS 3	BCS 3,5	BCS 4
1 IA	13	7	11	8	5
> 1 IA(échec)	4	16	22	12	2
Taux du réussite	76.47 %	30.43 %	33.33 %	40%	71.43 %

La note de score corporel ou BCS au moment de l'insémination est un facteur essentiel pour la réussite de la 1^{ère} IA et aussi pour éviter les dystocies. On note que les vaches qui ont un BCS 2 et 4 ont un taux de réussite élevé selon nos vétérinaire. Les vaches avec une note de score corporel de 2.5 / 3 et 3.5 ont présenté un taux de réussite faible en première insémination. La plupart des vaches inséminées sont de classe de BCS =3. Ces résultats, sont un peu loin de la normal, trouvés reviennent peut être aux fautes des vétérinaires et inséminateurs dans l'évaluation de l'état corporel du chaque vache.

En effet, les animaux dont la note d'état répond aux normes(BCS =3) ont des performances de reproduction meilleures que ceux chez lesquels la note d'état est en dehors des normes (Walsh et al. 2008) .

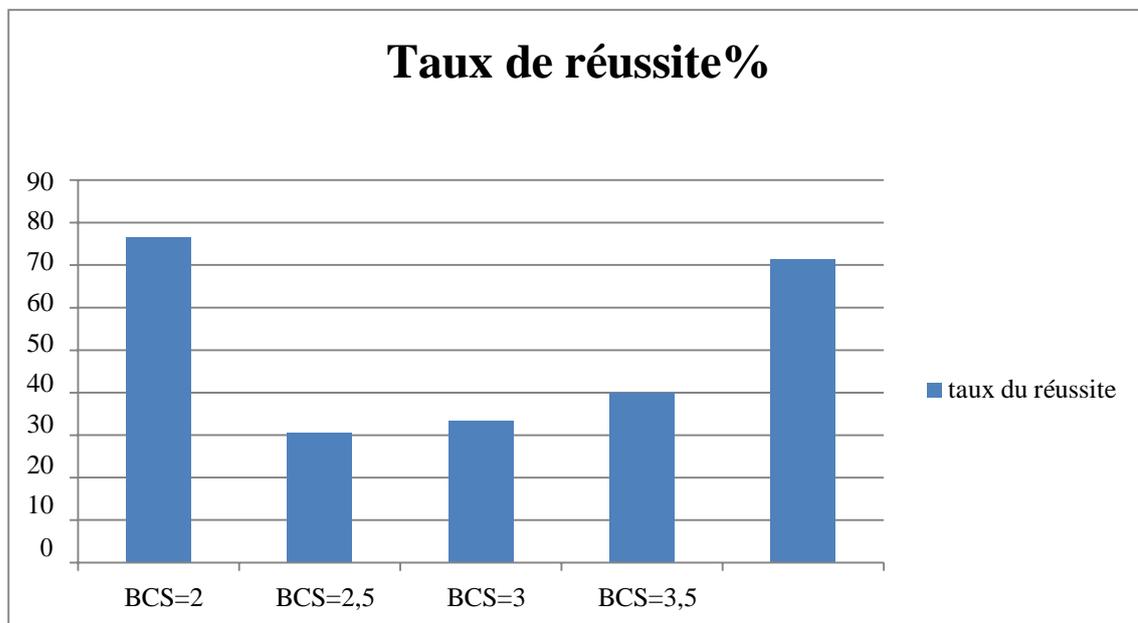


Figure 9: note de score corporel des vaches au moment de l'insémination.

5. PARITE :

Dans ce tableau n° :7, on a mentionné le taux de réussite en première insémination selon la parité des vaches.

Tableau 7: Parité des vaches inséminées.

Parité	nullipar e	primipar e	multipare
1 IA	9	8	27
> 1 IA (échec)	7	3	46
Taux de réussite	52.94%	72.72%	36.99%

D'après le tableau7, les vaches nullipares (57.94%) et primipares (72.72%) montrent un taux de réussite en première insémination plus élevé que le taux d'échec. Les vaches multipares, c'est le contraire, 46 vaches ont échouées en première insémination contre 27 vaches réussites. Ce que signifie que les vaches nullipares et primipares sont plus fertiles que les vaches multipares, selon nos résultats obtenues. .

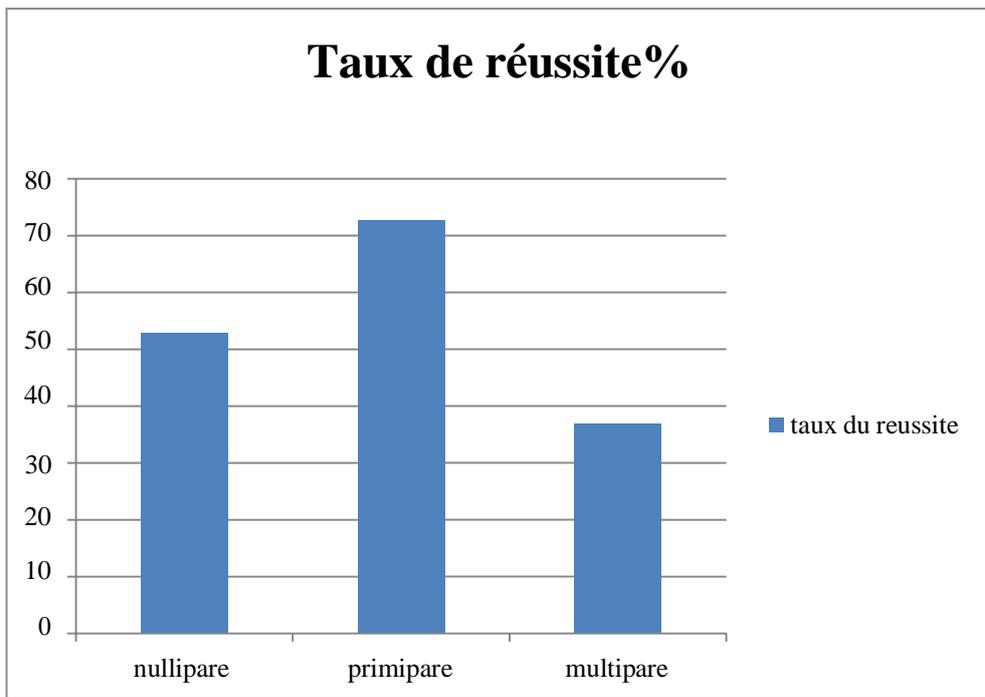


Figure 10:parité des vaches inséminées.

6. MOMENT DE L'INSEMINATION :

Le tableau ci-dessous représente les différents moments de l'insémination par rapport au début des chaleurs ainsi le taux de réussite correspondant pour chaque moment.

Tableau 8:différents moments de l'insémination.

timing	12a18h	18a24h	apres24h	selon le Protocol
1 IA	22	10	0	12
> 1 IA(échec)	39	4	2	11
Taux de réussite	36,07%	71,43%	0%	52,17%

Le moment de l'insémination est très important pour augmenter la chance de la réussite. Dans notre fiche, on a classé ces périodes en 4 classes ; 12 à 18 heures après le début des chaleurs, 18 à 24 heures après le début des chaleurs, après 24heures et selon le protocole de synchronisation des chaleurs. La plupart de nos inséminateurs inséminent les vaches entre 12 à 18 heures après le début des chaleurs (61 vaches). 22 vaches réussites en première IA et 39 vaches échouées.

Les autres inséminateurs préfèrent inséminer leurs vaches entre 18 et 24 heures après le début des chaleurs (14 vaches). 10 parmi eux ont réussi en 1^{er} IA contre 4 échecs. On remarque que les des 2 vaches inséminées après 24 heures dès le début des chaleurs, les 2 ont échoué s en 1^{er}IA.

Le moment de l'insémination par rapport à l'oestrus a été déterminé expérimentalement il y a plus de 50 ans. Selon la règle définie alors, les animaux doivent être inséminés au cours de la demie journée qui suit celle pendant laquelle ils ont été détectés en chaleur(Michel et al. 2003).

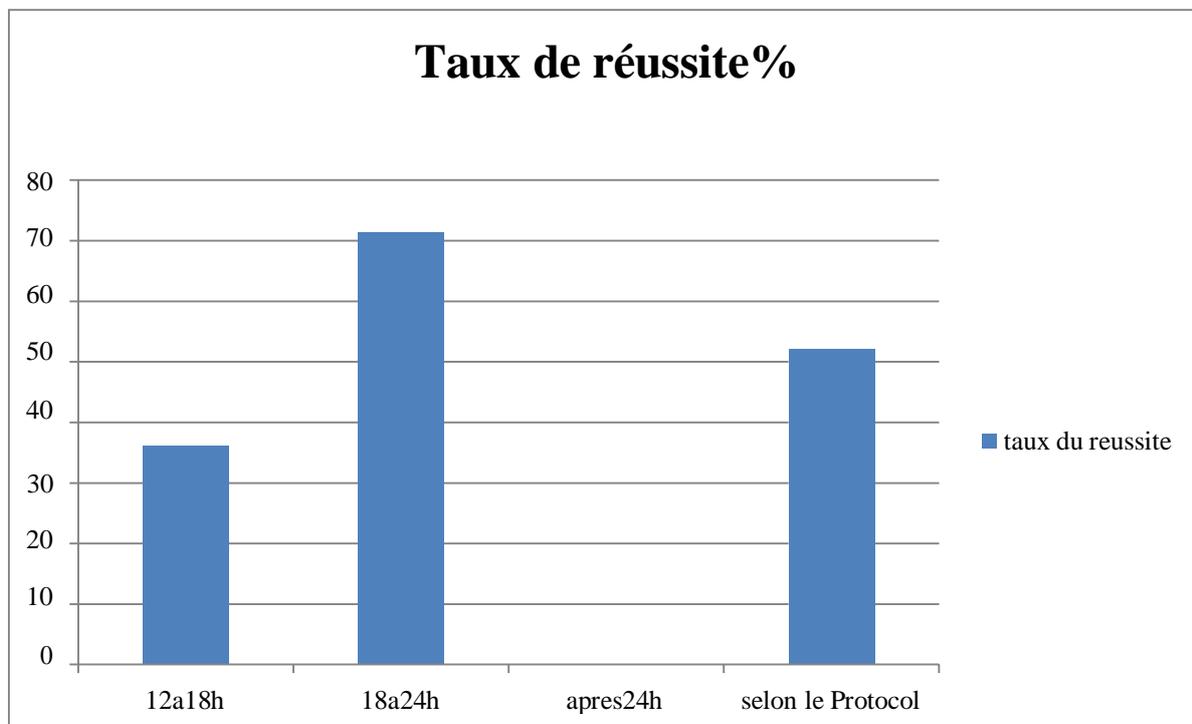


Figure 11:moment d'insémination artificielle.

7.Site de dépôt de la semence :

Les différents sites où la semence est déposée ainsi leurs taux de réussite en première IA correspondants sont représentés par le tableau 9.

Tableau 9:différents endroits où la semence est mise pendant l'IA.

endroit	col	corps	cornes
1 IA	5	39	0
> 1 IA(échec)	8	48	0
Taux du réussite	38.46 %	44.83 %	0%

D'après le tableau 10, la plupart des vaches inséminées (87 vaches), le sperme (la semence) est déposé directement dans le corps utérin. 39 vaches parmi eux ont réussi dans la 1^{er} IA. 13vaches inséminées sur le col, 5 réussites en 1^{er} IA devant 8 vaches auront besoin plus d'une seule IA. Aucune insémination cornéenne (dans une / deux cornes) ou ce que on appelle l'insémination utérine profonde dû peut être à sa difficulté.

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 (3ème repli). Cependant, le lieu préférentiel reste le corps utérin. le dépôt dans les cornes utérines présente beaucoup plus de risque de traumatisme et d'infection de l'utérus (Oumati.I 1980).

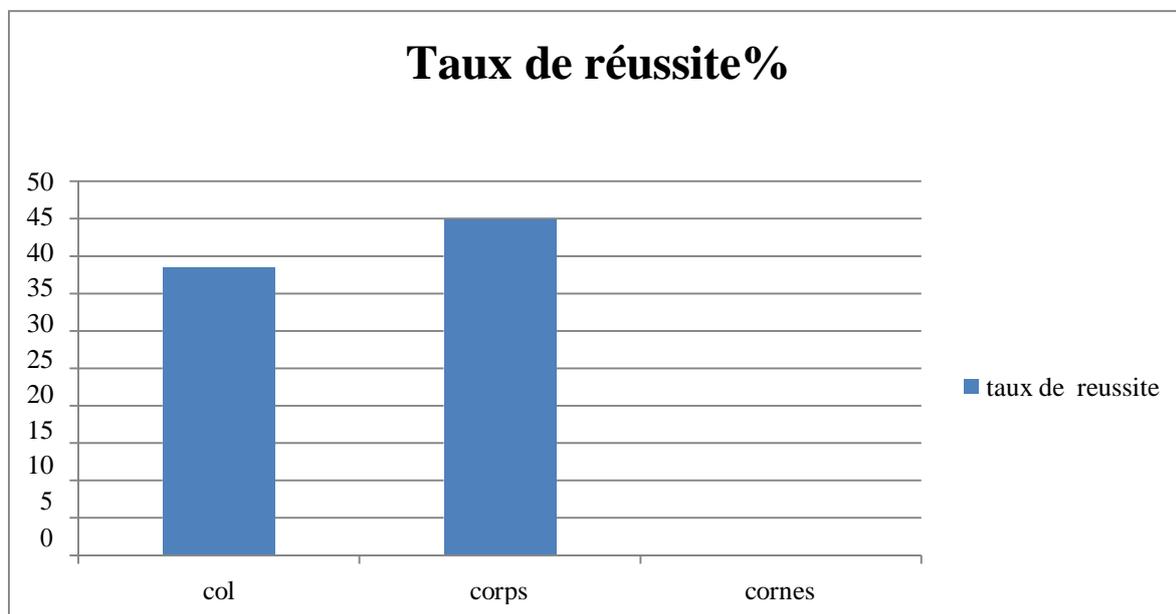


Figure 12:site de dépôt de la semence sur les vaches inséminées.

8. HYGIENE :

Le tableau ci-dessous porte nos résultats trouvés par rapport à la qualité d'hygiène.

Tableau 10:types d'hygiène ou` les vaches inséminées vivent..

hygiène	mauvaise	moyenne	bonne
1 IA	8	26	10
> 1 IA(échec)	17	29	10
Taux du réussite	32%	47.27%	50%

Selon nos vétérinaires, 55 des vaches inséminées vivent dans des écuries moyennement propres, que 26 ont réussi en 1^{ère} IA.

25 vaches vivent dans des endroits sales, 8 vaches inséminées et réussi dans leurs 1^{er} IA. Plus que le double ont échoué (17 vaches).

20 vaches qui se trouvent dans un environnement propre selon nos vétérinaires, est indice qu'on est loin de pratiquer les bonnes conditions d'hygiène dans nos élevages.

Le non-respect des normes d'hygiène des étables à savoir , l'aération, ,l'état et la fréquence de changement de la litière ; ce qui affecte la fécondité du troupeau (métrite) et réduit la réussite de l'IA (Abdeldjalil et Benmakhlouf 2005).

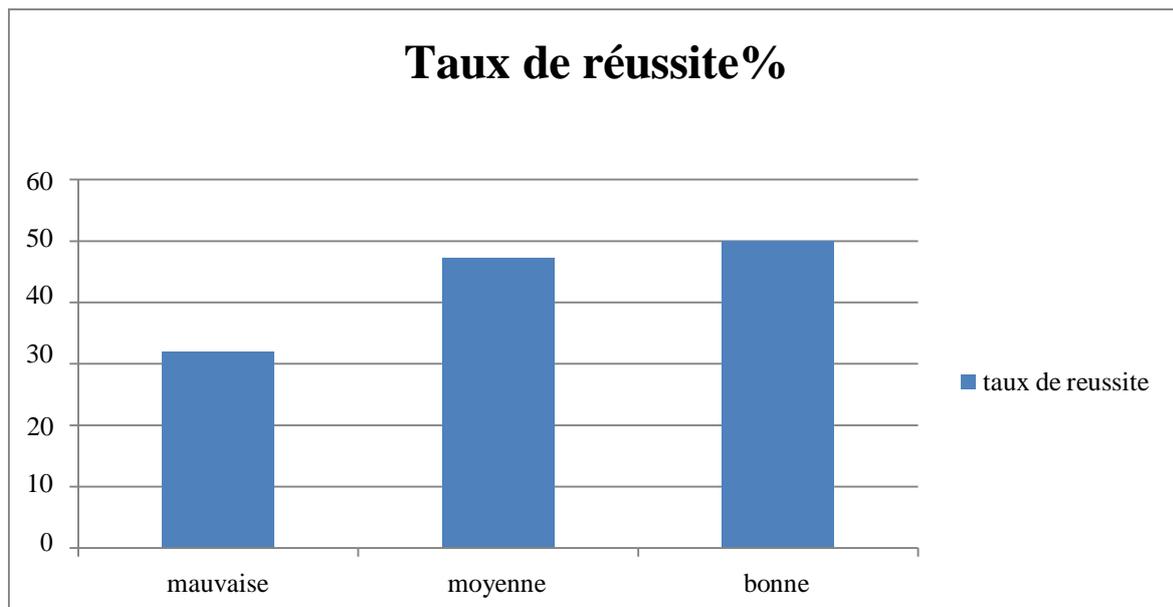


Figure 13:types d'hygiène.

9. TYPE DE STABULATION :

Le taux de réussite correspondant à chaque type de stabulation (entravé, semi-entravé et libre) est mentionné dans le tableau 11.

Tableau 11: type de stabulation

stabulation	entravée	semi-entravée	libre
1 IA	16	25	2
> 1 IA(échec)	22	34	1
Taux du réussite	42.1%	36.23%	66.67%

Dans notre tableau, 59 vaches parmi 100 qui représentent le type de stabulation semi-entravée, 25 ont réussi juste en première IA. Le type de stabulation entravée proprement dit, qui ne sort pas de l'écurie, prend la 2^{ème} place par 38 vaches. Que 16 vaches ont réussi en première IA. Le dernier type c'est celui de la stabulation libre, les vaches sont laissées dans des forêts ou des montagnes pour vivre toute seule, qu'est représenté juste par 3 vaches avec un taux du réussite 66.67%.

La liberté de mouvement acquise par les animaux en stabulation libre est de nature à favoriser la manifestation de l'oestrus et sa détection, ainsi que la réapparition plus précoce d'une activité ovarienne après le vêlage. Le type de stabulation est de nature également à modifier l'incidence des pathologies au cours du post-partum (Hanzen et al. 1996).

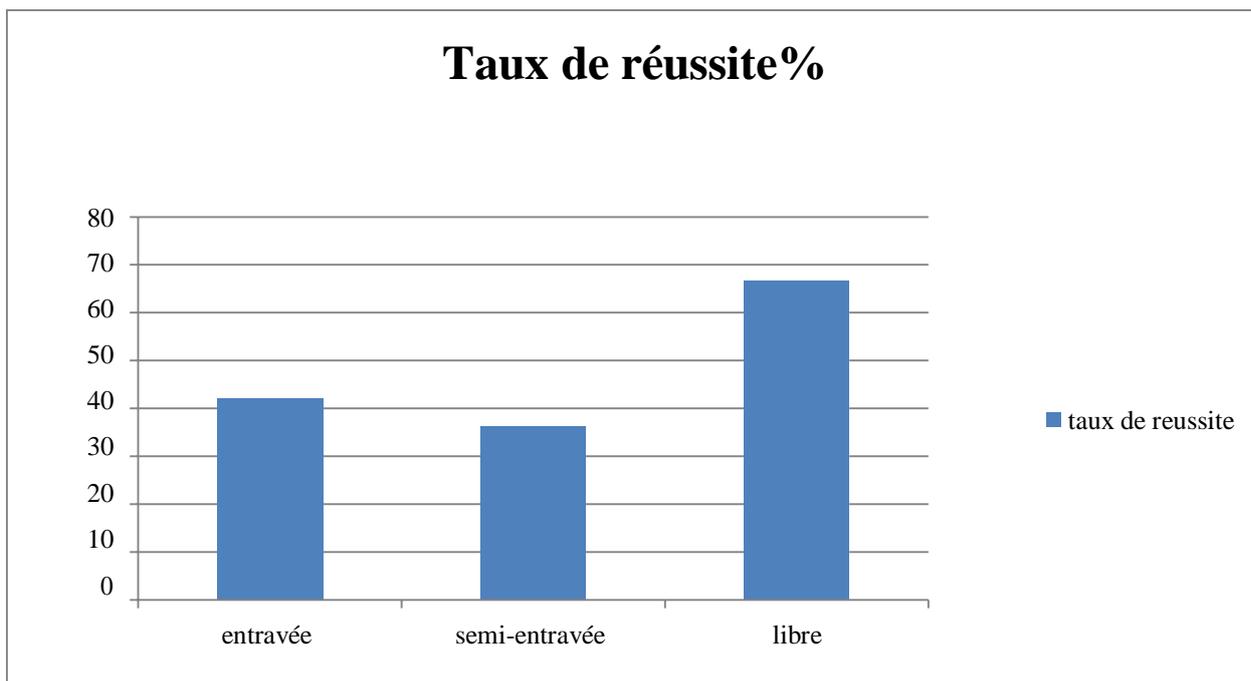


Figure 14:types de stabulation.

10. ALIMENTATION :

Le tableau 12 nous informe sur la qualité de l'alimentation distribuée aux vaches inséminées, qu'est un facteur très important, aussi sur le taux de réussite pour chaque type d'alimentation.

Tableau 12: qualité de l'alimentation distribuée aux vaches inséminées.

alim	mauvaise	moyenne	bonne
1 IA	8	26	10
> 1 IA(échec)	10	32	14
Taux du réussite	44.44%	38.23%	41.66%

L'alimentation c'est un facteur majeur influence de façon directe sur les performances de reproduction, et ce qui est le plus important c'est le régime alimentaire et sa gestion pendant toute l'année.

58 vaches ont reçu une alimentation de qualité moyenne selon nos vétérinaires, 26 sont tombées gestantes par une seule IA. Le reste (32 vaches) avait besoin plus d'une seule insémination.

La bonne qualité d'alimentation est distribuée juste aux 24 vaches, 10 parmi eux ont réussi dès la 1^{re} IA.

18 vaches ont ingéré une alimentation mauvaise heureusement, 8 réussites en première IA contre 10 échecs.

L'alimentation occupe une part très importante dans la conduite d'un troupeau. En effet, sans une bonne alimentation, tous les investissements et efforts fournis dans le but d'améliorer la productivité du cheptel seront vains. Car c'est grâce aux aliments que les animaux trouvent l'énergie nécessaire pour satisfaire leurs besoins d'entretien et de reproduction (Oumati.I 1980).

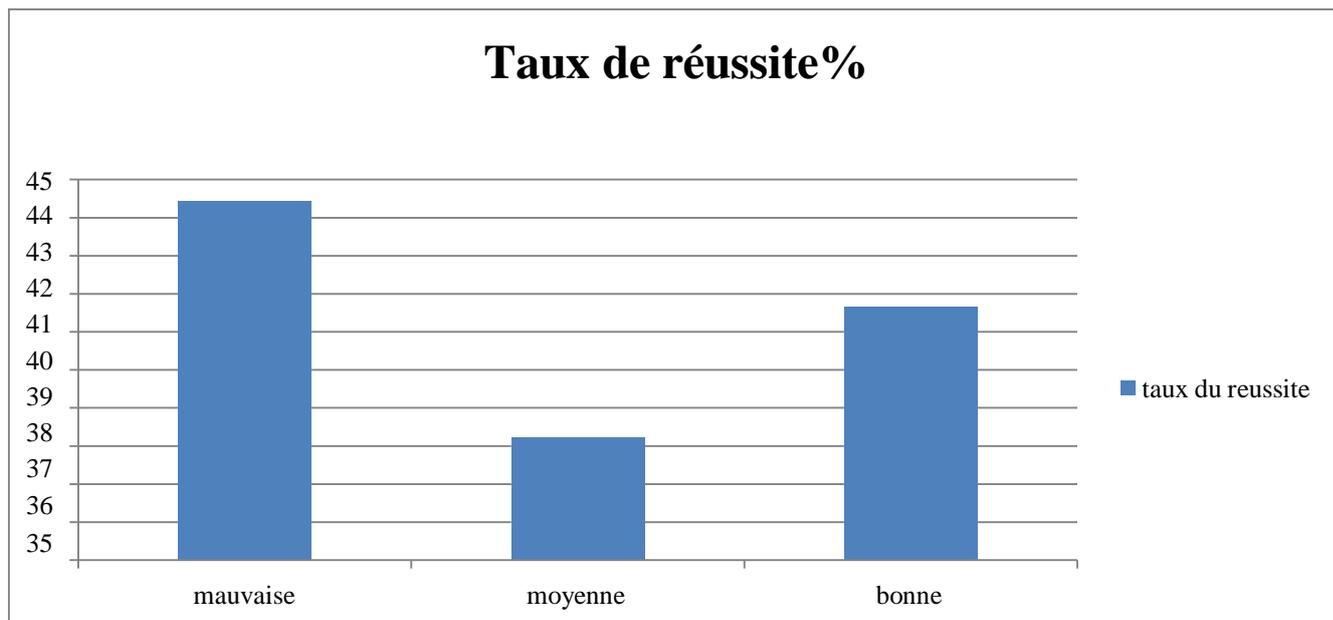


Figure 15: qualité d'alimentation distribuée aux vaches inséminées.

Conclusion

L'Algérie est un pays où l'élevage est pratiqué par une bonne frange de la population. En effet, il dispose d'un cheptel local important. Toutefois, malgré l'importance du cheptel, la production laitière reste encore très faible. Ce paradoxe peut s'expliquer par plusieurs facteurs tels que le faible potentiel génétique des animaux exploités et par les contraintes alimentaires, sanitaires et climatiques.

Les résultats obtenus à l'issue de ces différents programmes d'insémination artificielle bovine ont montré de faibles taux de conception. Plusieurs facteurs ont été incriminés dans ces mauvais résultats. Parmi eux on peut citer le manque d'expérience des inséminateurs, les maladies infectieuses et parasitaires, la conduite des femelles inséminées, leur alimentation, le système d'élevage des vaches.

De ce fait, pour améliorer considérablement la réussite des campagnes d'insémination artificielle, il est important que :

- Les centres d'inséminations soient beaucoup plus proches des éleveurs ;
- Les éleveurs respectent le calendrier d'IA.
- Les éleveurs soient suffisamment sensibilisés.
- Les inséminateurs soient bien formés.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1) Adams, G.P., *et AL.*, 2008, Progress in understanding ovarian follicular dynamics in cattle. *Theriogenology*, 69(1): 72-80.
- 2) Adamou S., Bourenane N., Haddadi F., Hamidouche S., Sadoud S (2005) Quel rôle pour les fermes-pilotes dans la préservation des ressources génétiques en Algérie? Série de Documents de Travail N° 126 Algérie. 2005.
- 3) Albert (2007) Evaluation of potential breeding soundness of the bull. *Current Therapy in large animal theriogenology*, Second edition – Saunders Elsevier. 2007, p 230-233.
- 4) Barone, R. (1990). Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome 4, Splanchnologie II, Edition Vigot frères, p : 268-447.
- 5) Barone R (2001) Appareil génital mâle in Anatomie comparée des mammifères domestiques. Splanchnographie II. Vigot. 2001, tome 4, p : 83, 250.
- 6) Barone R. anatomie comparée des mammifères domestique. Tome3, fascicule2, Lyon: vigot éditeur, 1978, 879p
- 7) Barone R (1987) Anatomie comparée des mammifères domestiques. Vigot.1978, tome 3, p: 90, 157, 181, 185, 18.
- 8) Ball et Barone R (1998). anatomie comparée des mammifères domestique. Tome3, fascicule2, Lyon: vigot éditeur, 1978, 879p.
- 9) Badinand, F. 1975, 44, 205-221., 1975 Les métrites chez la vache : influence des facteurs hormonaux et nutritionnels. *Cah. Méd. Vet.*
- 10) Ballery (2005) Mise au point sur les protocoles de maîtrise des cycles chez les bovins. Thèse Méd. Vét, Alfort. 2005, p : 136.
- 11) Bonnes G., Descaude J., Drogoul C., Gadoud R., Le Loc'h A., Montmeas L., Robin G (1988) Reproduction des mammifères d'élevage. 1ère édition, Paris. 1988.
- 12) Bousquet D (1989) Endocrinologie du cycle sexuel. Journées scientifiques et professionnelles. Sommet de la Francophonie. EISMV : 2-11 mai 1989. Dakar.
- 13) Buffière M (1972) Contribution à l'étude de la synchronisation de l'oestrus chez la vache. Thèse doctorat vétérinaire, Lyon, n°72. 1972.

- 14) Bouzebda Z., Bouzebda F., Guellati M.A., Grain F (2006) Evaluation des paramètres de la gestion de la reproduction dans un élevage bovin du Nord Est Algérien. Sciences & Technologie C - N°24, Décembre 2006, p : 13-16.
- 15) Bourbia R (1998) L'approvisionnement alimentaire urbain dans une économie en transition: le cas de la distribution du lait et des produits laitiers de l'ORLAC dans la ville d'Alger. Montpellier : Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier.
 - i. Thèse de Master Of Science. Octobre 1998, p : 200.
- 16) Blockey M.A (1976) Sexual behaviour of bulls at pasture a review. Theriogenol. 1976, p : 589-595.
- 17) Blanchard TL (2003) Manual of equine reproduction, 2nd edition. Mosby 2003.
- 18) Buhr MM, Zhao Y (1996) Milk affect the calcium regulatory ability of bovine spermatozoa. La Haye, abstract n°131. 1992, p: 417-419.
- 19) Bezuidenhout C., Fourie FR., Meintjes M., Bornman MS., Bartelsp., Godke RA (1995) Comparative epididymal sperm cell motility of African ungulate and equid game species stored at 4°C.
- 20) Bue P (1992) Contribution à l'étude de la conservation d'une semence de chien N pendant 48 h à +4°C choix d'un milieu et influence du glycérol. Thèse Méd. Vét, Nantes, n°127. 1992, p : 81.
- 21) Chapwanya A et AL, (2009). endometrial biopsy technique.
- 22) Coyank K., Atman MB (2003) Synchronization of estrus in cows using double PGF2& GnRH-PGF2& combination. Revue Méd, vet. 2003, p: 154, 2, 29-96.
- 23) Chastant-Maillard S., Fournier R., Remmy D (2005) Les vagues folliculaires : Actualités sur le cycle de la vache. Point Vét, n° 36. 2005, p: 10-15.
- 24) Chastant S (2005) Diagnostic de gestation chez la vache. Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, Unité pédagogique de Pathologie de la Reproduction. 2005, p : 27.
- 25) Chenault J.R., Bouchen J.F., Dame K.J., Meyer J.A., Wood-Follis S.I (2003) Intra-vaginal progesterone insert to synchronize return to estrus of previously inseminated dairy cows. J. Dairy. Sci. 2003, p: 86, 2039-2049.
- 26) 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. These : Med.vet. Alfort, n°53. 1996.

- 27) Christain D (1999) La production de bovin allaitant 1^{ère} édition. France agricole. 1999, p : 115.
- 28) Constantinesca.G (2004) Clinical dissection guide for larg animal. Horse and large Ruminants-2^{ème} édition. Iowa: Iowa State Press. 2004, p: 321.
- 29) Deletang F. (2004). Rappels D'anatomie Et De Physiologie. Prid, Edition Sanofi Santé Animale.
- 30) Derivaux J , Ectors F. reproduction chez les animaux domestiques. 3eme ed. louvain-la-neuve : cabay édition , 1986. 1141p.
- 31) DR.S.Kohler, 2004. reproduction chez les animaux domestiques. 3eme ed. louvain-la-neuve : cabay édition , 2004. 1141p.
- 32) Dellmann et Eurell, 1998. physio-pathologie de la reproduction et insémination artificielle des animaux domestiques . paris : vigot frères éditeurs,1998, 467p.
- 33) Derivaux J., Ectors F., 1980. Physiopathologie de la gestation et obstétrique vétérinaire, Les éditions du point vétérinaire, 288 p.

- 34) Derivaux J. 1981. La rétention placentaire et les affections utérines du post-partum. In : L'utérus de la vache. Constantin A. et Meissonnier E. Ed., Société Française de Buiatrie, Maisons-Alfort, 329-343.
- 35) Driancourt M. 1991.Follicular dynamics in sheep and cattle. Theriogenology. 35, 55-79.

- 36) Dumont P (1997) Appréciation de la fonction sexuelle du taureau reproducteur Le Point Vétérinaire. 1997, p : 28. 1617-1628.
- 37) Djibrine M (1987) Bilan de l'Insemination artificielle dans l'espèce bovine au Cameroun. These. Med. Veto Dakar. 1987, p: 12.
- 38) Decante F (1990) Le diagnostic de gestation par échographie en clientèle rurale bovine. Bull. GTV. 1990, p: 4, 45-51.
- 39) Erickson B.H. (1966). Development and radion-reponse of the prenatal bovine ovary.j.reprod. fert, 10:97-105.
- 40) England G., Plummer J (1993) Hypo-osmotic swelling of dog spermatozoa. Journal of Reproduction and Fertility. 1993, p: 47, 261-270.
- 41) Evolution des concentrations hormonales (D'après Roche.1996). Figure 4.du contrôle hormonale du cycle ovarien .D'APRES A.R.PETER ET P.S.H BAUL-1994 ; article.

- 42) Franco O.J., Drost M., Thatcher M.J., Shille V.M., Thatcher W.W (1987) Fetal survival in the cow after pregnancy diagnosis by palpation per rectum. *Theriogenology*.1987, p: 27, 4, 631-644.
- 43) Fournier R., Driancourt MA., Barreteau S (2004) Synchronisation des chaleurs et IA programmée chez les bovins.Comment maintenir une bonne fertilité avec des progestagènes sans oestrogènes? édition des GTV. In: Journées Nationales GTV, Tours, Paris. 2004, p: 889-892.
- 44) Feliachi K., Kerboua M., Abdelfettah M., Ouakli K., Selheb F., Boudjakji A., Takoucht A (2003) Rapport National sur les Ressources Génétiques Animales : Algérie. 2003.
- 45) Gier HT, Marion GB. Uterus of the cow after parturition. Involutional changes. *Am.J.Vet.Res.*, 1968, 29,1-23.
- 46) Grimard B., Humblot P, Mialot JP, Ponter AA, CHastant S (2003) Efficacité des traitements de synchronisation des chaleurs chez les bovins. *INRA Prod. Anim.* 2003, p: 16, 211-227.
- 47) Gil Z., Szarek J., Kural J (1997) Detection of silent oestrus in dairy cows by milk temperature measurement.*Anim. Sci.* 1997, p: 65, 25-29.
- 48) Giroud O (2007) Détection des chaleurs des vaches laitières par vidéosurveillance : évaluation de méthodes d'utilisation. Mémoire de fin d'études, ISARA, Lyon. 2007, p : 73.
- 49) Gwazdauskas F.C., Lineweaver J.A., Gillard M.L (1983) Environmental and Management Factors Affecting Estrous Activity in Dairy Cattle.*J. Dairy Sci.*1983, p: 66, 1510-1514.
- 50) Gaec Audurean (2005) Les charolais au Coeur de la vendee. Article. 2005. p: 1-7
- 51) Gérard O., Kherredine B (2002) Production de semence bovine. Didacticiel de Maîtrise de la reproduction des bovins. 2002, p : 73.
- 52) Gernigon T (1993) Embryologie générale humaine. Office des publications universitaires 1, place centrale de ben-aknoun, Alger. 1993, p : 53
- 53) Gargard (2007) Physiologie de la reproduction des mammifères.Chales Thibault, Marie-Claire. 2007.
- 54) Gayrard V (2007) Physiologie de la reproduction des mammifères. Ecole national vétérinaire, Toulouse. Septembre. 2007, p: 46, 50, 65, 68.

- 55) **Gremaal (2004)** La filière viande rouge en Algérie.
a. Compte rendu des journées techniques organisées par l'ONUDI, la FAO et l'OMS EN Algérie 28 et 29 Juin, 06 Juillet 2004.
- 56) Hanzen C., Lourtie O., Drion P.V. (2000).Le développement folliculaire chez la vache. 1. Aspects morphologiques et cinétiques. Ann.Méd.vét. 144, 223-235.
- 57) Hanzen CH., Houtain J. Y., Laurent Y., 1996. Les infections utérines dans l'espèce bovine: aspects étiologiques et épidémiologiques. Point Vét., 28, 1013-1017.
- 58) Hanzen CH 2004 : Aspects cliniques et thérapeutiques des infections utérines chez le ruminant 2eme doctorat
- 59) Hanzen Ch (2009) Cours La détection de l'oestrus chez les ruminants. Faculté de médecine vétérinaire, Université de liège. 2009, p : 5, 6, 11.
- 60) Hanzen Ch (2010) Cours d'inséminations artificielles chez les ruminants.Faculté de médecine vétérinaire, Université de liège. 2010, p : 4, 5, 6.
- 61) Hanzen Ch (2004) cours d'obstétrique et pathologie de la reproduction.faculté de médecine vétérinaire, Université de liège.2004.
- 62) Hulsho S.C.J., Figuereido J.R., Becker's J.F. 1994. Isolation and characterization of prenatal follicles from foetal bovine's ovaries, Vet, Quarterly, 16(2)78-80.
- 63) Haskouri H (2001) Gestion de la reproduction chez la vache : insémination artificielle et détection de chaleur. institut agronomique et vétérinaire Hassan2. 2001.
- 64) Harwood E.D., Jensen E.L., Wieckert D.A., Clayton M.K (1991) Milk yield variation concurrent with conception.J. Dairy Sci. 1991, p: 74, 2172-2179.
- 65) Hafez E (1993) Reprodução Animal. Fisiologia veterinária. Elsayed Saad edition. 1993, p: 513.
- 66) Hopkins SM., Armstrong DL., Hummel SKC., Junior S (1988) Successful cryopreservation of Gaur (Bos gaurus) epididymal spermatozoa. Journal of Zoo Animal Medicine. 1988, p: 19, 195-201.
- 67) Hawk H.W (1987) Transport and fate of spermatozoa after Insemination of cattle. J. Dairy. Sci. 1987, p: 70, 1487-503.
- 68) INRA (2005) La reproduction des animaux d'élevages. 2005, p: 44, 49, 55.
- 69) Institut d'élevage (2008) Les maladies des bovins. France agricole, 4^{ème} édition. 2008, p : 459.

- 70) Jean P (1994) Le test de fécondation sur ovocytes dépellucidés de hamster par des spermatozoïdes humains : productivité stratégique dans un programme de procréation médicale assistée. Thèse.Méd.vet. Alfort. 1994.
- 71) Joue (2008) Les mesures d'interdiction visant certains anabolisants. Directive européenne modifiant. Ordre national des vétérinaires. Textes officiels. 2008, p : 24.
- 72) Kastelic J.P (2001) Computerized Heat Detection. *Advances in Dairy Technology*. 2001, p: 13, 393-402.
- 73) Kherzat B (2006) Essai d'évaluation de la politique laitière en perspective de l'adhésion de l'Algérie à l'Organisation Mondiale du Commerce et à la Zone de Libre Echange avec l'Union Européenne. Thèse de Magister, INA Alger. 2006.
- 74) Kenna MC., LENZ R (1990) Bon retour rates of dairy cattle following uterine body OT carnal insemination. *J. Dairy. Sei.* 1990, p: 13: 1779-93.
- 75) Lopez, H., R. Sartori, AND M.C. Wiltbank, 2005A, Reproductive hormones and follicular Growth during development of one or multiple dominant follicles in cattle. *Biol Reprod*, 72(4): 788-95.
- 76) Lane EA., Austin EJ., Roche JF. Crowe MA (2001) The effect of estradiol benzoate or a synthetic gonadotropin-releasing hormone used at the start of a progesterone treatment on estrous response in cattle. *Theriogenology*. 2001, p: 56, 79-90.
- 77) Lopez H., Bunch TD., Shipka MP (2002) Estrogen concentrations in milk at oestrus and ovulation in dairy cows. *Animal Reproduction Science*. 2002, p: 72, 37-46.
- 78) La Propédeutique De L'appareil Génital Femelle Des Ruminants. Hanzen2010 ; 2012;2013 :2014 ; Dellmann et Eurell, 1998.
- 79) Lacroix C (1988) Le prélèvement de sperme par électro-éjaculation chez le taureau charolais. *Rec. Med. Vet.* 1988, p: 164, 6-7.
- 80) Les vagues folliculaires chez la vache. Applications pratiques à la maîtrise de la reproduction – *Point. Vet.* 31 : 377-383. Edmonson AJ, Lean IJ, Weaver LD et AL. *J.Dairy SCI.*, 1989.
- 81) Madant T., Hubert B., Lasseur J., Guerin G (2001) Association des bovins, des ovins et des caprins dans les élevages de la suberaie algérienne. *Cahiers d'études et de recherches francophones / Agricultures*. 2001, p: 9, 18.

- 82) Mechekour (2001) Détecteurs de chevauchement. Le paysan Tarnais. Journal hebdomadaire agricole et rural. 2001, p : 12, 13.
- 83) Mechekour (2011) Un coup de collier pour détecter les chaleurs. Revue n° 242. 2011, p : 68.
- 84) Mechanisms and therapy for retained fetal membranes and uterine infections of cows: areview. Therio genology, (1986; 25:353-381). (WB SAUNDERS 2000. ISBN 0-7020-24767).
- 85) Noakes de, Till D, Smith GR. (1989) ; Bovine Uterine Flora Post-Partum.
- 86) Nebel R.L (2003) Components of a Successful Heat Detection Program. Advances in dairy Technology. 2003, p: 15, 191-203.
- 87) Nebel R.L (1988) Symposium: cowside tests. On-Farm Milk Progesterone Tests, J. Dairy Sci. 1988, p: 71, 1682-1690.
- 88) Nedjraoui D (2001) Profil fourrager. 2001.
- 89) Pavaux C ,1981. éléments d'anatomie. In : Constantin A, Meissonier E éditeurs. L'utérus de la vache. Maisons-Alfort : société France de buiatrie, 9-52.
- 90) Peter D. Bovine venereal diseases. IN: Youngquist RS editor. Current therapy in large animal theriogenology. Philadelphia: WB Saunders co, 1997, 355-363
- 91) Peterts A.R., Bail P.J.H...(1995). Reproduction in cattle, Second Edition- UK: Black Well Science, p 234.
- 92) partir de la maturation ovocytaire et jusqu'à l'activation du génome ...Lonergan, et AL... 1998; *SIRARD, ET AL. 1989 ARTICLE.*
- 93) Ponsart C., Frappat B., LE MezecP., Freret S., SeegersH. Paccard P., Humblot P., 2007, Une palette d'outils pour améliorer la reproduction des vaches laitières, In : Comptes rendus du 14ème congrès Renc. Rech Ruminants, Paris, 14: 351-358.
- 94) Picard-Hagen N., Humblot P., Berthelot X (2005) Le point sur les protocoles actuels de synchronisation. Le point vétérinaire, Reproduction des ruminants: maîtrise des cycles et pathologie. 2005, p: 32-36.
- 95) Petit S (2005) Dictionnaire des Médicaments Vétérinaires. 13^{ème} édition. Les éditions du Point Vétérinaire. 2005, p: 1760.
- 96) 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. 2006, p : 120, 33-36.
- 97) Parez. M ., Duplan J.M (1987) L'insémination artificielle bovine. ITEB et UNCEIA. Paris. 1987, p 17-25, 46-82.
- 98) Posiere B (2002) Récolte de la semence de chat par électroéjaculation et par dissection de l'épididyme. Thèse Méd. Vét., Alfort. 2002, p : 95.
- 99) 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. 2000, p: 54, 859-875.
- 100) Posiere B (2002) Récolte de la semence de chat par électroéjaculation et par dissection de l'épididyme. Thèse Méd. Vét., Alfort. 2002, p : 95.
- 101) Reef VB (1998) Equine Diagnostic Ultrasound. W.B. Saunders, USA. 1998, p: 560.
- 102) Royal L, Tainturier D, Ferney S. mise au point sur les possibilités actuelles de diagnostic de la gestation chez la vache. Rev. Med. Vet. 1981, 132,413-432
- 103) Rorie R.W., Bilby T.R., Lester T.D (2002) Application of electronic estrus detection technologies to reproductive management of cattle. Theriogenology. 2002, p: 57, 137-148.
- 104) Rosenberg G., Krause D (1979) L'appareil génital male. in : Examen clinique des bovins, méthode, résultat, interprétation, édition de point vétérinaire, maisio alfort. 1979, p: 324-372.
- 105) Rota A., Pona AL ., Lind Forbeng C., Rodriguez-Martinez H (1999) In vitro capacitating of the fresh, chilled and frozen – thawed dog spermatozoa assessed by chlortetacycline assay and changes in motility. Anim reprod sci. 1999, p: 199.
- 106) Rooij DG (2001) Proliferation and differentiation of spermatogonial stem cells. Reproduction. 2001, p: 347-354.
- 107) Soltner D (1993) La reproduction des animaux d'élevage, 2eme édition, Coll. Sciences et techniques agricoles. 1993, p : 131.
- 108) Sylvie Bossy-Guérin (2010) Collège Trémolières. Academie Nantes. Article. 2010, p : 6.
- 109) Stievenart M (1996) L'électro-éjaculation chez les mammifères. Revue bibliographique. Thèse: Med.vet. : Lyon : n°6609. 1996, p : 56.

- 110) Saumande J (2000) La détection électronique des chevauchements pour la détection des vaches en chaleur : possibilités et limites. Rev. Méd. Vét. 2000, p: 151, 1011-1020.
- 111) Saint-Dizier M (2005) La détection des chaleurs chez la vache. Point vét. n°36. 2005, p : 22-27.
- 112) Sheldon I.M (2004), Dobson H. 2004. Post-partum uterine health in cattle. Anim Reprod Sci., 82-83, 295-306.
- 113) Thibier M., Chapagaonkar K., Joshi A., Karbade V., Recca A (1983) Use of a heat detection paste on dairy cattle in France. Vet. Rec. 1983, p: 113, 128-130.
- 114) Tavernier H (1954), Guide Des Pratiques Obstétricales.
- 115) Turnbull ET Thiry E .1977, Lemaire M, Scynts S, Meyer G, Dispas M, Gogev S, Les conséquences des infections des bovins par le virus de la rhinotracheite infectieuse bovine. Point Vet. 1977, 1999, 30, 19-26
- 116) Varner DD (2008) Developments in stallion semen evaluation. Theriogenology. 2008, p: 70: 448-62.
- 117) Vaissair J.P(1977) Sexualité et reproduction des mammifères domestiques et de laboratoire Edition: maloin (S.A), 1977.
- 118) Van eerdenburg F.J.C.M., Karthaus D., Taverne M.A.M., MerlcsE I., SzencO (2005) The Relationship between Estrous Behavioral Score and Time of Ovulation in Dairy Cattle. J. Dairy Sci. 2002, p: 85, 1150-1156.
- 119) Westergaard L, Callesen H, Hyttei L,1985 .Meiosis inducing substances (MIS) in bovine preovulatory follicles, Zuchthygiene 20: 217-221.
- 120) Wandji S.A, Fortier M.S, Siurard M.A, (1992) Differential response to gonadotropin E2 in ovarien tissue during prénatal and postnatal development; Biol. Reprod, 46: 1034-1041.
- 121) Yanagimachi, R. 1994. Mammalian fertilization, in the physiology of reproduction. (Eds. Kobil, E. and Neil,J.), pp. 189-317, Raven Press, New York.
- 122) Yekhlef H (1989) La production extensive de lait en Algérie. Options Méditerranéennes - Série Séminaires, 6 : 135 -139.J. Dairy Sci. 1989, p : 84, 792-798.