

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة البليدة 1

Université Blida 1



FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

Département de Biologie des Populations et

Des Organismes

Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du Diplôme de

Master II en Reproduction Animale.

Thème

**Evaluation de la fonction reproductrice chez quatre taureaux
reproducteurs**

de deux races différentes : Normande et Fleckvieh

Elaborer par : Mr OULEBSIR EL Hadi Abdeslem

Devant le Jury :

Mlle SAYAD.M

MAA

BPO. U. Blida

Présidente

Mlle ZATRA .Y

MAA

BPO. U. Blida

Examinatrice

Mr YAHIMI Abdelkarim

MAA

ISV. Blida

Promoteur

Mr BELABDI Brahim

MAB

ISV. Blida

Co-promoteur

-2014/2015-

Remerciement

Je remercie le bon dieu pour avoir guidé mes pas pour mener à bien ce travail.

*Je remercie mon promoteur Professeur YAHIMI Abdelkarim
pour avoir accepté de m'encadrer et me diriger durant toute la durée de ce
travail.*

Je remercie Mme DJAZOULI ALIM Fatma zohra.

Je remercie Dr BELABDI Brahim pour son aide

Je remercie le professeur KAIDI Rachid pour ses conseils

Je tiens aussi à remercier :

*Tous les enseignants et enseignantes de l'Institut des Sciences Vétérinaires de
Blida, Université de Blida 1.*

Et tous ceux qui ont participé dans la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail

A mes parents

Qui ont toujours cru en moi. Leur soutien et leur amour m'ont permis de réaliser mon rêve.

A mon frère Anis

A ma sœur Chahinez, son mari : Salah eddine et leurs enfants : Abdelmalek, Ilyes et le petit Rayan.

A la mémoire de mes grands-parents : El hadi, et Aini

A mes grands-parents Fatma et Tahar

A mes oncles et mes tantes

A mes chers cousins et cousines

A mes amis

Massi, Hamza, Farouk, Djallal, Djamel, 3mimou, Walid, Boubaker, Salim, Kamel, swilly,

M'hamed, Messi et Lassou

Spécialement à

Yasmina

Et la promotion 2014/2015

Liste des tableaux :

Tableau I: Volume spermatique de quelques races bovines tropicales

Tableau II: Estimation rapide de la concentration par examen macroscopique du sperme des taureaux (PIETREMONT J.L, 1992)

Tableau III: Notation de la motilité massale du sperme dans l'espèce bovine

Tableau IV: Notes attribuées aux éjaculats suivant leur motilité individuelle, dans une grille de notation de 0 à 5

Tableau V: Echelle d'interprétation de la réaction au test de Schälm (GUERIN.B et THIBIER.M, 1984).

Tableau VI: Composition des dilueurs les plus utilisés NAGASE et NIWA cités par (LAMINO, 1999).

Tableau VII : les caractéristiques des taureaux inclus dans l'étude.

Tableau VIII: Paramètres informatiques du sperme (motilité et vitalité) obtenus par les paillettes analysées du taureau Happy Isi (de race normande).

Tableau IX: Paramètres informatique du sperme (motilité et vitalité) obtenus par les paillettes analysées du taureau Humar (de race normande).

Tableau X: Paramètres informatique du sperme (motilité et vitalité) obtenus par les paillettes analysées du taureau Morly (de race Fleckvieh).

Tableau XI: Paramètres informatiques du sperme (motilité et vitalité) obtenus par les paillettes analysées de Waldy (de race Fleckvieh).

Tableau XII: variations des valeurs moyennes (moyenne et écart type) des caractéristiques de mouvements des spermatozoïdes selon la race.

Tableau XIII: variations des valeurs de VCL (moyenne et écart type)

Tableau XIV: variations des valeurs de VAP (moyenne et écart type)

Tableau XV: variations des valeurs de VSL (moyenne et écart type)

Tableau XVI: variations des valeurs de STR (moyenne et écart type)

Tableau XVII: variations des valeurs de LIN (moyenne et écart type)

Tableau XVIII: variations des valeurs du WOB (moyenne et écart type)

Tableau XIX: variations des valeurs du ALH (moyenne et écart type)

Tableau XX: variations des valeurs du BCF (moyenne et écart type)

Tableau XXI: variations des valeurs de l'AIRE (moyenne et écart type)

Tableau XXII: variations des valeurs moyenne de Vitalité (moyenne et écart type)

Tableau XXIII: variations des valeurs moyennes de Vitalité (moyenne et écart type) selon la race.

Tableau XXIV : échelle de classification de la motilité massale selon PETITJEAN 1965.

Tableau XXV: Un exemple des valeurs de SCA pour un spermatozoïde qualifié progressif et rapide

Tableau XXVI: Un exemple des valeurs de SCA pour un spermatozoïde qualifié moyen

Tableau XXVII : échelle de classification de la motilité individuelle SELON ANDRIEU 1965

Tableau XXVIII : échelle de classification du sperme selon le pourcentage des spermatozoïdes vivants.

Liste des figures :

Figure 1: Examen du scrotum et mesure de la circonférence scrotale (R.G. EL More, 1996)

Figure 2: Mesure de la circonférence scrotale (HANZEN, 2008-2009)

Figure 3: Examen du fourreau (R.G. EL More, 1996)

Figure 4: le vagin artificiel (SOLTNER, 1993)

Figure 5: Collecte de la semence au moyen du vagin artificiel (R.G. EL More, 1996)

Figure 6: Prélèvement de sperme : résultat (R.G. EL More, 1996)

Figure 7: Collecte du sperme à l'Electro-éjaculateur + Sonde d'électro éjaculation (R.G. EL More, 1996)

Figure 8: Spermatozoïdes morts (têterouge) et vivants (tête incolore) (AMMAR-KESKAS, 2013)

Figure 9: Anomalies de l'attribution de la tête + anomalies de forme de la tête

Figure 10: anomalies de la pièce intermédiaire + anomalies du flagelle (AMMAR-KESKAS, 2013)

Figure 11: Echantillon de semence contenant des cellules épithéliales germinales chez un taureau présentant une dégénérescence testiculaire associée à une vésiculite (LINHART. R et PARKER.W, 1988)

Figure 12: Schéma récapitulatif de la propédeutique d'évaluation de la fertilité chez le taureau (HANZEN, 2015)

Figure 13: Schéma d'une paillette de type « CASSOU »

Figure 14 : Schéma du système CASA

Figure 15 : décongélation des paillettes dans le bain-marie

Figure 16 : constituants de l'analyseur SCA (microscope, platine, caméra)

Figure 17 : les analyses du sperme au laboratoire en utilisant l'analyseur SCA

Figure 18 : test de vitalité (coloration à l'éosine-nigrosine) photo prise par la caméra du SCA

Liste des abréviations :

ADN : Acide Désoxyribonucléique

AFNOR: agence française de normalisation

ALH:Amplitude of Lateral Head displacement

AMM: Autorisation de mise en marché

BCF:beat cross frequency

BVD:Diarrhéevirale bovine

C°: degré Celsius

CASA: Computer AssistedSpermAnalysis

Cm: centimètre.

CMT :Californian Matitis Test

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

EPIC : établissement public à caractère industriel et commercial

G : gramme

H : heure.

HP :Hewlett-Packard

I.A : insémination artificielle

IBR :La rhinotrachéite infectieuse bovine

IDEB : Institut de Développement des Élevages Bovins

INA : l'Institut National Agronomique

INRA :Institut national de la recherche agronomique

IV : intraveineuse

Jrs : jours.

Kg : kilogramme.

l: litre

LDL: Low density lipoprotein

LIN:linearity

mg : milligramme

MHz : mégahertz

ml : millilitre

MLRC : maladies légalement reconnues contagieuses

Mm : millimètre.

Mn : minute.

MST : maladies sexuellement transmissibles

Nacl : chlorure de sodium

Nbre : nombre

ND : nom déposé

Nm : nanomètre

PH : potentiel hydrogène

S: seconde.

SCA: Sperm Class Analyzer

SPZ: spermatozoïde

STR:staightness

UI : unité internationale

UNCEIA : Union nationale des coopératives d'insémination animale

µl : microlitre

µm : micromètre

VAP:velocityaveragepath

VCL:curvilinearvelocity

VSL:velocity straight line

WOB:wobble

Résumé

Le travail consiste à analyser des paillettes de semence bovine après décongélation issues de quatre taureaux reproducteurs de deux races différentes (Normande et Fleckvieh), dans le but d'évaluer leur fertilité. Le travail est réalisé au niveau du laboratoire de biotechnologies liées à la reproduction de l'institut vétérinaire de Blida. L'étude a porté sur 44 paillettes collectées au niveau du centre d'insémination artificielle et d'amélioration génétique, les paillettes issues des taureaux âgés de 03 ans au moment de la collecte. Les caractéristiques de la semence analysée sont la motilité et la vitalité.

Après analyse des paramètres spermatiques à l'aide d'un système informatique(CASA), les résultats révèlent une faible note de motilité (02) pour les 04 taureaux, par contre le pourcentage de spermatozoïdes vivants était inférieur à 60% chez les deux races. D'après les résultats trouvés nous avons constaté que, Les paramètres spermatiques des races étudiées sont légèrement éloignés des objectifs données par la bibliographie.

Mots clés:

Taureau, fertilité, paillettes, semence, motilité, vitalité, spermatozoïdes.

Abstract:

The work consists of analyzing straws after thawing outcome from four breeding bulls of two different races (Fleckvieh and Normand) in order to assess their fertility. The work is done at biotechnology laboratory, related to the reproduction, of the Veterinary Institute in Blida. The study included 44 straws collected at the artificial insemination center and breeding (CNIAAG), outlet from 03 years old bulls at the time of collection. The analyzed semen characteristics are motility and vitality.

After analysis of sperm parameters to the help of a computer system (CASA), the results indicate a low motility score (02) for the 04 bulls, however the percentage of live sperm was below 60% in both breeds. According to the results we found that the sperm parameters of the studied breeds are slightly distant targets given by the bibliography.

Keywords:

Bull fertility, straws, semen, motility, vitality, sperm.

ملخص

يتكون العمل من تحليل أنابيب السائل المنوي بعد إذابتها والتي تم أخذها من أربعة ثيران من سلالتين مختلفتين: نورماند و فليكي، بهدف تقييم خصوبتها. أنجز هذا العمل على مستوى مختبر التكنولوجيا الحيوية المتعلق بالتكاثر بمعهد الطب البيطري بالبيدة. شملت الدراسة 44 أنبوباً من السائل المنوي المجمد تم جمعها في مركز التلقيح الاصطناعي والتطوير الجيني. هذه الأنابيب أخذت من ثيران تبلغ من العمر ثلاث سنوات.

خصائص السائل المنوي التي تمت دراستها هي الحركة والحيوية.

بعد إجراء التحليل المخبرية للحيوانات المنوية بمساعدة نظام الكمبيوتر CASA كشفت النتائج أن علامة "الحركة" منخفضة (02) بالنسبة للثيران الأربعة، أما نسبة الحيوانات المنوية الحية فهي أقل من 60% في كلتا السلالتين.

من النتائج المتحصل عليها من التحليل نستنتج أن الخصائص المنوية للسلالتين المدروستين تعتبر منخفضة بالنسبة للمعايير المعطاة في الجزء الأول من المذكرة.

الكلمات المفتاحية:

الخصوبة، الثور، أنابيب، السائل المنوي، الحركة، الحيوية، الحيوانات المنوية

SOMMAIRE

Introduction	01
---------------------------	----

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I:Situation de l'insémination artificielle dans le monde et l'Algérie

I-Définition :.....	02
II-historique de l'IA :.....	02
III- L'IA dans le monde :.....	03
IV- L'IA en Algérie :.....	05
V- Les intérêts de l'IA :.....	06
V.1- Génétiques :.....	06
V.2- Zootechniques :.....	06
V.3- Economiques:.....	06
V.4- Sanitaires:.....	07
V.5- Autres :.....	07

Chapitre II:Evaluation de la fonction sexuelle du taureau reproducteur

I- L'examen du reproducteur :.....	08
I.1- L'objectif :.....	08
I.2- La qualification d'un reproducteur :.....	08
II- Examen clinique :.....	10
II.1- L'anamnèse :.....	10
II.2- Etat sanitaire :.....	10
II.3- Examen de l'animal au repos :.....	10
Examen de l'appareil reproducteur :.....	12
II.3.1- Examen externe :.....	12
A- Bourses :.....	12
B- Testicules :.....	12
C- Le scrotum :.....	13
D- Epididyme et conduits déférents :.....	14
E- Fourreau et pénis :.....	14
II.3.2- Examen interne :.....	16
A- Anneaux inguinaux :.....	16

B- Prostate	16
C- Vésicules séminales :.....	16
D- Canaux déférents :.....	17
E- Ganglions lymphatiques iliaques internes :.....	17
II.4- Examen de l'animal en action :.....	17
A- L'appréciation du comportement sexuel (la libido) :.....	17
B- Examen de l'appareil locomoteur :.....	18
II.5- les examens complémentaires :.....	18
A- L'échographie :.....	18
B- Biopsie testiculaire :.....	18
C- Examen du sperme :.....	19
III- Technologie de la semence bovine :.....	19
III.1- Récolte du sperme :.....	19
III.1.1- Collecte du sperme au vagin artificiel :.....	20
A- La préparation des taureaux dans les centres de collecte	20
B- Description du vagin artificiel :.....	21
C- Technique de collecte de sperme au vagin artificiel :.....	23
D- Intérêts et limites de la collecte du sperme au vagin artificiel :.....	24
D.1- Les intérêts de la collecte au vagin artificiel :.....	24
D.2- Les limites de la collecte au vagin artificiel :	24
III.1.2- La collecte à l'électro-éjaculateur :.....	25
III.1.3- La récolte du sperme par massage transrectal :.....	26
III.2- Examen séminologique :.....	26
III.2.1- Examens macroscopiques du sperme :.....	27
A. Volume de l'éjaculat :.....	27
B- Couleur de l'éjaculat :.....	28
C- Aspect et consistance du sperme :.....	29
D- Viscosité :.....	29
E- Le pH du sperme :.....	30
F- Le poids :.....	30
III.2.2- Examens microscopiques du sperme :.....	30
A- Motilité :.....	30
A.1- Motilité massale :.....	31
A.2- Motilité individuelle :.....	32

B- Concentration du sperme :.....	33
C- Pourcentage de spermatozoïdes vivants :.....	34
D-Morphologie des spermatozoïdes :.....	34
E- Etude physico-chimique et biochimique du sperme :.....	36
F- Analyse du spermogramme :.....	36
G- Modification du spermogramme :.....	37
H- Examens bactériologiques et virologiques :.....	38
H.1- Principe du test de Schälrm :.....	38
H.2- Réalisation du test de Schälrm :.....	38
H.3- Interprétation du test de Schälrm :.....	39

Chapitre III : Techniques de préparation et conservation de la semence

I- La récolte :.....	42
II- Préparation de la semence :	43
II.1- La dilution :.....	43
A- Les milieux de dilution :.....	43
B- Qualités des milieux de dilution :.....	43
C- Nature des milieux de dilution :.....	43
D- Le taux de dilution :.....	45
E- Réalisation de la dilution :.....	46
II- Refroidissement et équilibrage de la semence :.....	47
III- Conditionnement de la semence:.....	47
IV- Conservation de la semence :.....	48
V- La décongélation :.....	49

PARTIE EXPERIMENTALE

Matériel et Méthodes

I- Lieu de réalisation des étapes expérimentales.....	51
II.1- matériel biologique :	51
II.2-II.2- Matériel non biologique (Appareillage) :.....	51
III- Méthodes d'études.....	52
III.1- Maniement de la dose de semence	52
III.2- Décongélation des paillettes :	53
III.3- L'analyse informatique de la semence :.....	53
A- La motilité spermatique :.....	54
B-Test de vitalité :.....	55
III.4- L'analyse statistique :	56
Résultats	57
Discussion	64
Conclusion et perspectives	69

CHAPITRE I:
Situation de l'insémination
artificielle dans le monde et
en Algérie

Partie
Expérimentale

Chapitre III :
Techniques de préparation
et conservation de la
semence

**Revue
Bibliographique**

Discussion

Introduction

Sommaire

Abréviations

Conclusion

Références
Bibliographiques

Matériel et méthodes

CHAPITRE II :
**Evaluation de la fonction
sexuelle du taureau
reproducteur**

Résultats

Annexes

Introduction :

L'Insémination Artificielle (I.A.) est la « biotechnologie de reproduction » la plus utilisée dans le monde, c'est une technique de fécondation sans accouplement naturel qui s'est fortement développée dans l'espèce bovine ces dernières décennies, que n'a pue pénétré en Algérie qu'à la fin des années 80. L'I.A. est devenue un mode de reproduction à part entière, utilisé dans plus de 60% des élevages à partir de doses fabriquées en Centre National d'Insémination Artificielle et d'Amélioration Génétique (CNIAAG).

Le succès de l'insémination artificielle dépend en grande partie de la qualité de la semence. C'est pourquoi, il est important de disposer de techniques analytiques fiables permettant de l'évaluer. La meilleure méthode d'évaluation de la fertilité d'un mâle reproducteur est l'estimation du taux de gestation suite à l'insémination artificielle de femelles. Mais cette méthode est longue et très coûteuse. C'est pourquoi de nombreuses méthodes ont été développées pour tenter d'évaluer la fertilité d'un reproducteur par l'analyse *in vitro* de sa semence.

Les différentes méthodes d'analyse de la semence tentent de caractériser des marqueurs de fertilité, c'est-à-dire des particularités des spermatozoïdes liées à leur pouvoir fécondant. Ces marqueurs doivent être corrélés à la fertilité mais également se rapprocher autant que possible des résultats d'estimation de la fertilité.

L'objectif de notre étude est de :

- ✓ Evaluer la qualité de la semence bovine produite au niveau des centres d'insémination
- ✓ Présenter des informations sur la propédeutique d'évaluation de la fertilité chez le taureau reproducteur

Notre travail est présenté en deux parties:

- ✓ Dans une première partie, c'est la partie bibliographique composée de trois chapitres. chapitre I : situation de l'insémination artificielle dans le monde et en Algérie, chapitre II : évaluation de la fertilité chez le taureau reproducteur et le chapitre III : la technologie de préparation et de conservation de la semence bovine.
- ✓ La deuxième partie sera consacrée à l'expérimentation comprenant la méthodologie de travail, la présentation et discussion des résultats ainsi que les perspectives.

I- L'examen du reproducteur :

I.1- L'objectif :

L'observation d'une infertilité est une indication majeure, quand à l'examen d'un reproducteur, il consiste à recueillir l'historique des performances reproductives du taureau.

Classiquement, l'examen d'un mâle reproducteur doit être réalisé avant son acquisition, afin que l'acheteur puisse éviter de payer pour une non-valeur économique et que le vendeur puisse s'assurer une réputation comme fournisseur d'animaux fertiles.

Cet examen peut se faire aussi avant la mise à la reproduction afin de permettre au propriétaire d'apprécier le potentiel reproducteur de son animal.

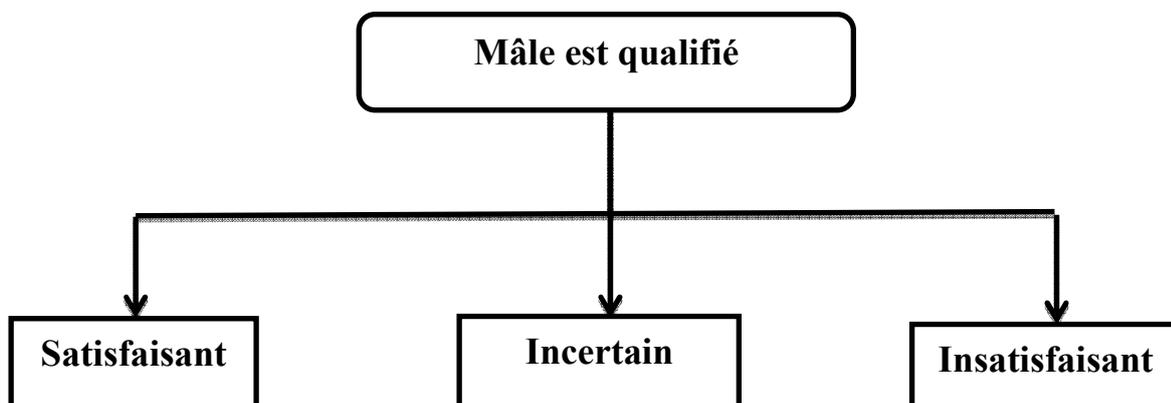
La démarche classique de l'évaluation du taureau reproducteur est la suivante :

- Examen clinique.
- Appréciation du comportement sexuel.
- Examen du sperme et autres examens complémentaires.

L'examen du mâle a pour but de déterminer sa capacité physique et comportementale, à déposer au niveau du tractus génital femelle un sperme viable, irréprochable sur le plan sanitaire et apte à assurer une fécondation.

I.2- La qualification d'un reproducteur :

La fertilité ou le pouvoir fécondant d'un reproducteur n'est pas directement appréciable, seule proportion limitée des fonctions de l'animal ou des gamètes est vérifiée. A l'issue de l'examen potentiel reproducteur d'un mâle est qualifié de :



Les mâles insatisfaisants présentent des défauts susceptibles de diminuer leur fertilité ou les capacités de reproduction de leur descendance. Ils peuvent être éliminés (HANZEN, 2014-2015).

Les mâles dont le potentiel reproducteur est incertain doivent être réexaminés plus tard afin d'améliorer la valeur pronostic de l'appréciation.

L'aptitude des taureaux aux fonctions reproductrices est actuellement basée sur l'examen clinique général, l'examen spécial (appareil génital interne et externe) et enfin le contrôle du sperme ; donc pour cela il faut contrôler :

- L'état de santé (absence de maladies extra-génitales pouvant handicaper les fonctions sexuelles).
- La santé génétique de l'animal (absence des tares héréditaires chez le sujet examiné, ses ascendants et ses descendants).
- La santé génitale (absence d'infections génitales).
- Son aptitude à l'accouplement.
- Son aptitude à la fécondation (ROSENBERGER, 1979).

On complétera nos informations par l'anamnèse qui visera à déterminer l'origine de l'animal, sa fertilité antérieure ainsi que celle de ses ascendants et descendants, il faudra également s'enquérir de son :

- Age
- Etat de santé actuel et passé.
- Alimentation.
- Nombre de saillies effectuées.
- Vaccinations.

II- Examen clinique :

II.1- L'anamnèse :

C'est d'abord le signalement de l'animal, on se renseigne sur son emploi en tant que reproducteur, sur ses performances de reproduction et ses produits. Il est nécessaire de recueillir les commémoratifs suivants :

- Age de première saillie
- Maladies et accidents antérieures à l'examen
- Les blessures, les traitements et les vaccinations.
- Le comportement de l'animal (agressivité).

II.2- Etat sanitaire :

Tous les taurillons (plus les boute-en-train utilisés pour récolter la semence) doivent être indemnes de toute maladie réputée contagieuse bovine, et officiellement indemnes de tuberculose, de leucose et de brucellose. De même, les mères doivent appartenir à des cheptels officiellement indemnes de tuberculose, brucellose et leucose.

Il faut que les taureaux soient aussi indemnes de certaines maladies transmissibles par le coït ou le sperme : Campylobacteriose, chlamydie, Trichomonas, IBR, IPV et BVD.

Si tous les contrôles sont satisfaisants, les taureaux seront acheminés soit vers l'abattoir soit vers les centres de production de semence.

Simultanément à ce suivi sanitaire réglementaire, une prévention médicale classique (vaccinations, vermifuges...) sera mise en place sous contrôle vétérinaire (COURSIN, 2012).

II.3- Examen de l'animal au repos :

Il faut noter que toute pathologie a une répercussion sur l'appareil reproducteur de l'animal et son fonctionnement.

L'examen général commence par une observation à distance de l'animal puis on se rapproche pour mesurer les trois paramètres quantitatifs : sa température, son pouls et sa fréquence respiratoire.

L'examen doit se rapporter aussi sur les critères suivants : rapport entre l'arrière main et l'avant main, largeur de l'encolure, morphologie de la tête et des cornes, aspects des poils et un examen des différents appareils.

Ces caractères permettent d'apprécier la masculinité du taureau. Il faut y ajouter l'examen de l'appareil locomoteur.

Au repos on doit apprécier les paramètres suivants :

- La note d'état corporel, car un animal trop gras ou trop maigre a plus de chance d'avoir des problèmes de libido ou lors de la monte (HOPKINS et SPITZER, 1997)
- L'appareil locomoteur au repos et en mouvement en attachant un intérêt tout particulier pour les membres postérieurs et en observant à la fois les pieds et le reste du membre à la recherche des affections courantes. De plus, les animaux qui restent longtemps en décubitus au cours de leur vie ont des problèmes de thermorégulation des testicules ce qui peut entraîner des problèmes de fertilité (HOPKINS et SPITZER 1997)
- La vision car elle est nécessaire au taureau pour reconnaître les vaches en chaleurs. On recherchera notamment les kérato-conjonctivites infectieuses et leurs conséquences (HOPKINS et SPITZER, 1997)
- Détermination de l'état sanitaire
- Examen de l'appareil reproducteur

La contention est très importante lors de la réalisation de l'examen d'un taureau, quel que soit l'appareil examiné. L'animal doit être dans une cage de contention et sédaté si nécessaire.

Examen de l'appareil reproducteur :**II.3.1- Examen externe :****A- Bourses :**

En se plaçant à l'arrière de l'animal, on va inspecter puis palper le scrotum et son contenu. On recherche :

- Une assymétrie (on observera des plis latéraux du scrotum)
- Les déplacements des différentes couches (une inflammation interdira ou limitera les mouvements des différentes couches les unes par rapport aux autres)
- L'aspect de la peau et les poils du scrotum (couleur, odeur, chaleur, néoformations, ...).

B- Testicules :

On examine les deux testicules par inspection puis palpation : taille, forme, symétrie, position, consistance, chaleur, douleur. On les bloque dans les bourses en les entraînant vers le bas jusqu'à ce que la peau du scrotum soit tendue et sans plis (NICOLAS, 2009).

La taille dépend de l'âge du taureau ; à maturité sexuelle (2 ans), le testicule doit mesurer environ 9 cm sur 5 cm ; à la fin de la croissance (5 ans), il doit mesurer environ 10 à 12 cm sur 6 à 8 cm. La circonférence est un bon indicateur de la capacité de production des spermatozoïdes (HUET, DE MOUSTIER, 2009).

Les anomalies de forme des testicules, courbure trop ou trop peu marquée, sont souvent associées à des troubles de la spermatogenèse.

La cryptorchidie et la monorchidie sont relativement rares. Toute asymétrie des testicules est le signe d'un développement inégal ou d'une maladie (MARTINE et YANNICK, 2011).

Des torsions autour de l'axe longitudinal sont possibles. Il est donc nécessaire de bien connaître la disposition des différentes structures: le corps de l'épididyme a une position médiane et la plus forte courbure du testicule est latérale (HUET, DE MOUSTIER, 2009).

L'appréciation de la consistance peut se faire manuellement avec un peu d'expérience ou à l'aide d'un tonomètre qui donnera des résultats plus objectifs. Un testicule normal a une consistance homogène et ne présente pas d'adhérences avec le scrotum. La palpation peut permettre de détecter la présence d'anomalies telles que des abcès, tumeurs, hématocœles, calcifications (ALBERT, 2007).

La consistance testiculaire se trouve diminuée lors de dégénérescence et augmentée en cas d'hypoplasie ou d'inflammations chroniques. Elle est habituellement plus nette chez les jeunes taureaux. De même, la mobilité des testicules peut être altérée par la présence d'adhérences ou de brides inflammatoires acquises ou congénitales plus localisées, de varicocèles, d'abcès, de dépôts de graisse (HANZEN, 2014-2015).

C- Le scrotum :

L'examen le plus important est la mesure de sa circonférence scrotale qui est le reflet indirect de la masse des testicules qui, on le rappelle, est proportionnelle à la production de spermatozoïdes. De plus, ce paramètre est hautement héritable. La mesure est réalisée là où le scrotum est le plus large (figures 1,2) (SPIESER, 2012).

Valeurs normales: (American Society for Theriogenology)

- < 16 mois 31 cm
- 16 à 21 mois 32 cm
- 22 à 24 mois 33 cm
- 24 mois 34 cm



Figure 1: Examen du scrotum et mesure de la circonférence scrotale (R.G. EL More, 1996)

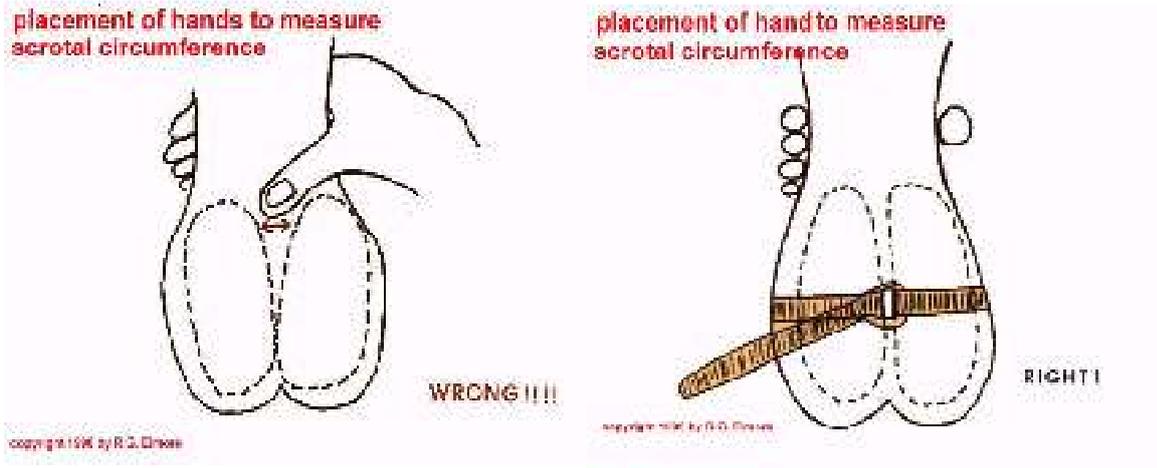


Figure 2: Mesure de la circonférence scrotale (HANZEN, 2008-2009).

D- Epididyme et conduits déférents :

L'inspection et la palpation de l'épididyme sont réalisées en pinçant le scrotum au-dessus du pôle supérieur du testicule. On peut ainsi sentir la tête de l'épididyme et noter son volume, sa consistance, sa sensibilité et sa symétrie (BOUAZIZ, 2013).

L'épididyme peut être dilaté en cas de spermastase ou douloureux en cas d'inflammation. La tête de l'épididyme sera plus aisément palpée chez certains taureaux. Le corps de l'épididyme est palpé en position médiane plus aisément si le testicule contra latéral est repoussé vers le haut. La queue de l'épididyme est nettement proéminente à la base du testicule. Des différences de consistance et de taille entre la gauche et la droite peuvent indiquer un état inflammatoire. Des cas d'aplasie segmentaire uni ou bilatérale ont été décrits (HANZEN, 2009-2010).

E- Fourreau et pénis :

L'inspection et la palpation se font latéralement (figure 3). Il faut donc bien maîtriser la contention de l'animal avant de se lancer dans cet examen.

On inspecte la peau et les poils du fourreau ; celui-ci peut-être le siège de lacérations ou d'hématomes. Les poils doivent être secs. Dans le cas contraire, la sécrétion peut être qualifiée par sa couleur, sa consistance et son odeur. Lors d'inflammation (posthite), le prépuce peut présenter des modifications de volume, de sensibilité ou de température.

La palpation du fourreau ne présente que peu d'intérêt. La verge est palpable jusqu'au S pénien (HUET, DE MOUSTIER, 2009).

On réalise tout d'abord une palpation du pénis au travers du fourreau et on s'assure que le pénis est symétrique, libre dans le fourreau et qu'il ne présente pas de masse (HOPKINS et SPITZER 1997).

L'examen du pénis nécessite de l'extérioriser : on peut l'obtenir par électro-éjaculation, massage transrectal ou tranquillisation à l'acépromazine (0,1 à 0,2 mg/kg en IV hors AMM) (HUET, DE MOUSTIER, 2009).

On examine le pénis extériorisé (après la récolte du sperme) à la recherche d'un phimosis ou d'un paraphimosis ou de la persistance du frein (qui doit disparaître à l'âge de 32 semaines (HOPKINS et SPITZER 1997).

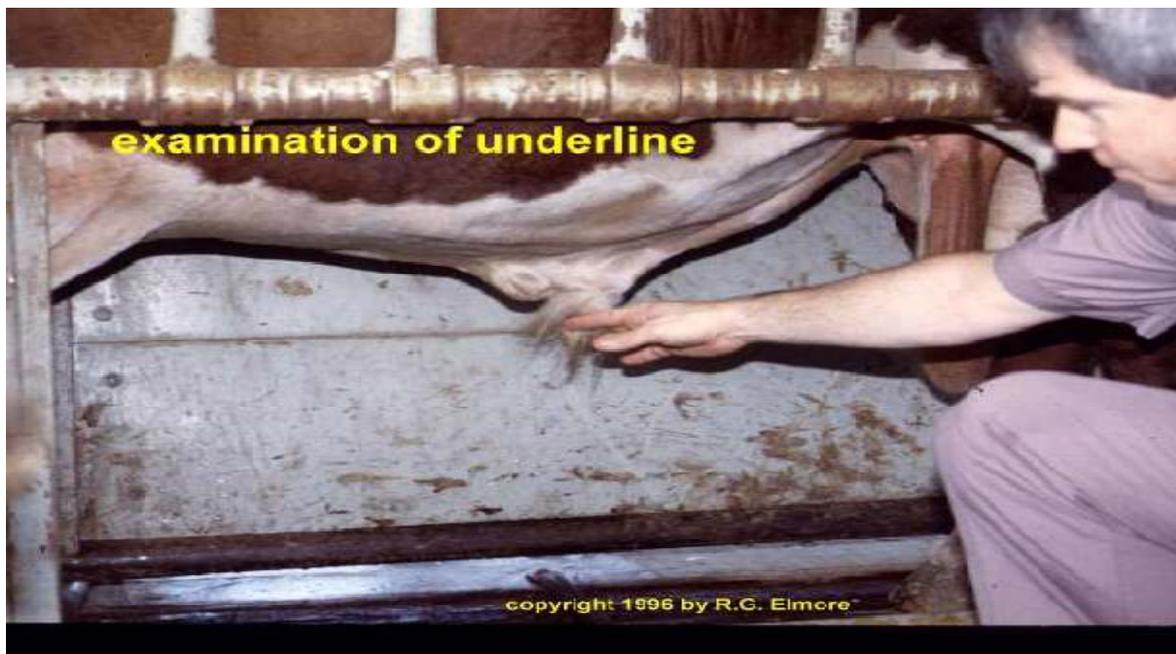


Figure 3: Examen du fourreau (R.G. EL More, 1996)

On s'assure en outre que la longueur du pénis est suffisante c'est-à-dire que le pénis parvient entre les membres antérieurs du taureau lors de l'érection et de l'extension totale du pénis. On vérifie que le pénis ne présente pas de déviation ni d'abcès ou de fibropapillome, ce dernier pouvant être à l'origine de saignements lors du coït et donc d'infertilité (Louisiana State University Department of Veterinary Clinical Sciences 2005).

II.3.2- Examen interne :

Il se réalise par palpation transrectale et permet d'examiner les anneaux inguinaux, la prostate, les vésicules séminales et les canaux déférents.

A- Anneaux inguinaux :

On cherche les anneaux inguinaux à une distance de deux à cinq centimètres du plan médian crânialement au bord crânial du pubis. Ils se ressentent comme une fente mesurant moins de six centimètres de long. Si les anneaux inguinaux mesurent plus de six centimètres ou si l'on sent des anses intestinales cela pourra entraîner des problèmes par la suite(SPIESER, 2012).

Ils ne doivent contenir que le cordon spermatique. Un à trois doigts peuvent y être introduits. Une augmentation de diamètre prédispose l'animal à la hernie inguinale (HUET, DE MOUSTIER, 2009).

B- Prostate :

La partie conglomérée de la prostate est palpée transversalement, elle apparaît comme une bande lisse qui entoure l'extrémité crâniale de l'urètre (RIGAL, 2008). Lors de prostatite, il y a une modification de volume et de consistance de l'organe, ainsi qu'une douleur à la palpation(HUET, DE MOUSTIER, 2009).

C- Vésicules séminales :

Les vésicules séminales mesurent de six à douze centimètres de long, deux à quatre centimètres de largeur et un à deux centimètres d'épaisseur. Une douleur à la palpation, une perte de la lobulation, un élargissement et une augmentation de la consistance (fibrose) des vésicules séminales ou une dissymétrie sont les signes d'une vésiculite. Cette affection est courante chez les taureaux de moins d'un an. Le diagnostic sera confirmé à l'examen du sperme qui sera purulent et contiendra de nombreux polynucléaires neutrophiles à l'examen microscopique. (HOPKINS etSPITZER 1997).

D- Canaux déférents :

Leur diamètre étant très petits, leur palpation est difficile, on ne peut examiner que leur partie terminale (BOUAZIZ, 2013). Ils vont de la queue de l'épididyme jusqu'à l'urètre et se rapprochent dans le bassin pour former une ampoule. L'ampoule est de consistance ferme et lisse. Sa palpation stimule l'érection chez la plupart des taureaux et permet de récolter le sperme et les sécrétions prépucciales. Les anomalies que l'on peut trouver sont : une asymétrie, une surface irrégulière et une consistance dure (HUET, DE MOUSTIER, 2009).

E- Ganglions lymphatiques iliaques internes :

Ce sont eux qui drainent la région examinée, leur palpation doit être systématique en région antérieure du corps de l'ilium ; le plus grand ganglion mesure environ 2 à 3 cm (HUET, DE MOUSTIER, 2009).

II.4- Examen de l'animal en action :**A- L'appréciation du comportement sexuel (la libido):**

L'appréciation du comportement sexuel comprend le désir sexuel (libido), le réflexe d'accouplement (saut), l'acceptation du vagin artificiel (intromission du pénis et éjaculation). On teste la libido du taureau en lui présentant une génisse bloquée au cornadis pendant dix à quinze minutes. Il doit la saillir au moins une fois durant cette période sinon sa libido n'est pas suffisante (Louisiana State University Department of Veterinary Clinical Sciences 2005).

La libido est considérée comme moyenne si 2 à 3 montes ont été réalisées et comme excellente si ce nombre est égal ou supérieur à 4. On se souviendra que la virilité dépend davantage de la rapidité de la monte que de son intensité.

La libido nous renseigne sur l'appétit sexuel du taureau. Elle varie selon la race, l'âge de l'animal et son état de santé. Durant cette phase on peut observer l'écoulement de sécrétions des glandes annexes. L'identification d'une manifestation de *flehmen* est également importante en présence d'une femelle en chaleurs (voir chapitre relatif à la détection des chaleurs) (HANZEN, 2014-2015).

L'évaluation du saut renseigne sur l'intégrité de l'appareil locomoteur et permet d'apprécier le degré d'érection du pénis.

Il est important d'examiner l'intromission ; celle-ci n'est possible qu'en l'absence de phimosis et en présence d'une bonne érection (HUET, DE MOUSTIER, 2009).

B- Examen de l'appareil locomoteur :

L'examen de l'appareil locomoteur revêt une importance essentielle puisque les animaux seront amenés à parcourir parfois de longues distances au pâturage et que lors de la saillie, c'est sur les membres postérieurs (jarrets, colonne vertébrale) que reposera l'entièreté du poids de l'animal. On veillera à identifier dès que possible des lésions à caractère héréditaire telles que la contracture des gastrocnémiens (HANZEN, 2014-2015).

A l'examen général, on peut observer divers symptômes : raideur, faiblesse, boiterie ou paralysie, port anormal, soulagement d'un ou de plusieurs membres (piétinement)...etc. en présence d'un problème, il faut rechercher toutes les anomalies susceptibles de provoquer des affections des membres : type de stabulation, épaisseur de la litière, propreté du bâtiment...etc. (MARTINE, YANNICK, 2011).

II.5- les examens complémentaires :

A- L'échographie :

L'échographie du testicule avec une sonde linéaire de 6 MHz peut-être intéressante. L'idéal est de réaliser l'échographie en bain d'eau afin d'éviter tout artefact de contact.

L'échographie peut aussi permettre de visualiser l'épididyme. La queue et la tête de l'épididyme sont visibles par échographie. Le corps de l'épididyme et le canal déférent, sont plus difficiles à identifier (HANZEN, 2014-2015).

B- Biopsie testiculaire :

Chez le taureau elle est d'utilisation difficile compte tenu de la richesse de l'albuginée en vaisseaux (HANZEN, 2014-2015).

C- Examen du sperme :

Il s'agit d'un examen à réaliser de manière systématique en cas de suspicion d'infertilité. Afin d'examiner la semence, il faut la prélever dans les meilleures conditions possibles et sans souillures.

III- Technologie de la semence bovine :

Le sperme est un produit des organes génitaux d'un mâle destiné à la fécondation d'une femelle, fourni lors de l'éjaculation (PAREZ et DUPLAN, 1987).

Il est constitué du liquide séminal et d'éléments cellulaires (spermatozoïdes, macrophages polynucléaires, hormones de croissance, cellules souches, cellules épithéliales).

Selon l'agence française de normalisation (AFNOR), la semence est un produit préparé (dilué, conditionné, conservé) par une technique appropriée en vue de son emploi en insémination artificielle.

L'ensemble des opérations de préparation de la semence bovine peut être comparé à une chaîne dont chaque maillon constitue un stade technologique très important (ADAMOU-N'DIAYE et al,2003).

Une défektivité à une étape donnée porte préjudice à la qualité du produit final. Cette chaîne est chronologiquement découpée comme suit: la collecte du sperme, l'analyse du sperme récolté, la préparation de la semence, le conditionnement en doses individuelles, la congélation et la conservation à -196°C et en fin la décongélation de la semence congelée pour vérification de la qualité finale (KONFE, 2014).

III.1- Récolte du sperme :

La récolte du sperme est l'ensemble des procédés par lesquels le sperme est recueilli chez un animal vivant. Le sperme est prélevé sur des animaux sains, reconnus indemnes de maladies légalement reconnues contagieuses (MLRC) et de toutes zoonoses (brucellose, tuberculose).

Plusieurs techniques de récolte ont été utilisées au fil du temps avec les progrès scientifiques et technologiques. Les unes s'inspirent des conditions naturelles d'accouplement alors que les autres sont le fruit d'investigations expérimentales à la lumière de la physiologie sexuelle (BOLY, 1986).

Le choix d'une méthode pour une espèce donnée est guidé par ses particularités anatomiques et physiologiques. La récolte au vagin artificiel et à l'électroéjaculateur restent cependant les deux méthodes de récolte les plus utilisées actuellement au niveau de l'espèce bovine (PAREZ et DUPLAN, 1987).

III.1.1- Collecte du sperme au vagin artificiel :

Cette méthode a été mise au point en 1914 par AMANIGA sur le chien. Elle fut améliorée par la suite par KAMAROU NAGAEN en 1930 pour le taureau. Le modèle de vagin actuellement utilisé a été mis au point par WALTON en 1940 (BIZIMUNGU, 1991).

La collecte du sperme au vagin artificiel constitue la technique la plus utilisée dans le monde au niveau de l'espèce bovine. C'est un procédé de récolte qui se rapproche le plus des conditions naturelles d'éjaculation (BOLY, 1986). Elle permet de simuler les conditions naturelles offertes par le vagin de la vache.

Dans les centres de production de semence, le sperme des taureaux est le plus souvent collecté au vagin artificiel. L'obtention d'une semence de qualité avec cette technique nécessite une bonne préparation des taureaux préalablement à la collecte (RIGAL, 2008).

A- Préparation des taureaux dans les centres de collecte :

La collecte a lieu dans un local dédié, physiquement séparé des autres bâtiments : la salle de monte. Elle doit être spacieuse, lumineuse et aérée, facile à nettoyer et à désinfecter (GERARD et HUMBLLOT, 1992).

Avant chaque collecte, les taureaux sont amenés dans la salle de monte et attachés dans les salles d'attente où ils peuvent voir la collecte de sperme des autres taureaux.

Lors de la préparation passive, la libido des taureaux est stimulée par voyeurisme et par le conditionnement : la reconnaissance des bruits, des odeurs propres à la salle de monte.

La préparation active consiste à promener le taureau et à l'amener au contact des boutes en train. Les boutes en train sont des taureaux éliminés de la production pour des raisons génétiques et qui sont gardés en raison de leur robustesse et de leur docilité, les vaches étant interdites des centres de production de semence pour des raisons sanitaires et de sécurité.

Lorsque le taureau présente des signes d'excitation (érection, flehmen...), le taurellier lui fait effectuer plusieurs fausses montes. Elles consistent à laisser le taureau monter sur le bœuf en train sans lui laisser le temps de donner le coup de rein concomitant de l'éjaculation.

Les taureaux réalisent en moyenne deux fausses montes avant d'être récoltés au vagin artificiel mais leur nombre varie en fonction du centre de production de semence et du taureau. La connaissance de chaque animal, de ses habitudes permet d'effectuer une bonne préparation (GERARD et KHIRREDINE, 2002).

B- Description du vagin artificiel :

Le principe du vagin artificiel est de reproduire l'ensemble des sensations présentées par les voies génitales femelles lors du coït (chaleur, pression, lubrification), et de recueillir rapidement un éjaculat total et non souillé (DUMONT, 1997).

Le vagin artificiel (figure 04) est un appareil simple et pratique représentant autant que possible

les conditions des voies génitales femelles au moment du coït. Le vagin artificiel est un assemblage de quatre pièces (Figure 04) :

- le corps du vagin : manchon extérieur cylindrique, en matériel rigide le plus souvent en caoutchouc dur et épais (isolant thermique) ou en plastique, muni d'un orifice à valve par lequel on peut introduire de l'eau tiède ou l'air. Sa longueur est comprise entre 26 et 40 cm selon l'âge de l'animal. Son diamètre externe varie entre 6 et 8 cm.
- le manchon intérieur en caoutchouc souple qui est une chemise intérieure en latex ou en caoutchouc de 50 cm de long introduite dans le cylindre externe. Ses extrémités rabattues et maintenues au moyen de deux lanières en caoutchouc forment avec le cylindre externe une cavité. La cavité ainsi formée par le cylindre externe et la chemise interne est remplie d'eau à 39-40°C en quantité suffisante pour obtenir une pression équivalente à celle du vagin de la vache (PAREZ et DUPLAN, 1987).
- le cône : permet de relier le corps du vagin artificiel au tube gradué ;
- le tube gradué pour l'appréciation de la quantité de sperme récoltée.

Les vagins artificiels modernes sont actuellement équipés d'un thermomètre qui permet de suivre l'évolution de la température de l'eau contenue dans la cavité (KONFE, 2014).

L'ensemble du vagin lorsqu'il est prêt à être utilisé est lui-même isolé thermiquement.

Après utilisation, l'ensemble du vagin est entièrement démonté pour être lavé, séché et désinfecté (GERARD et KHIRREDINE, 2002).

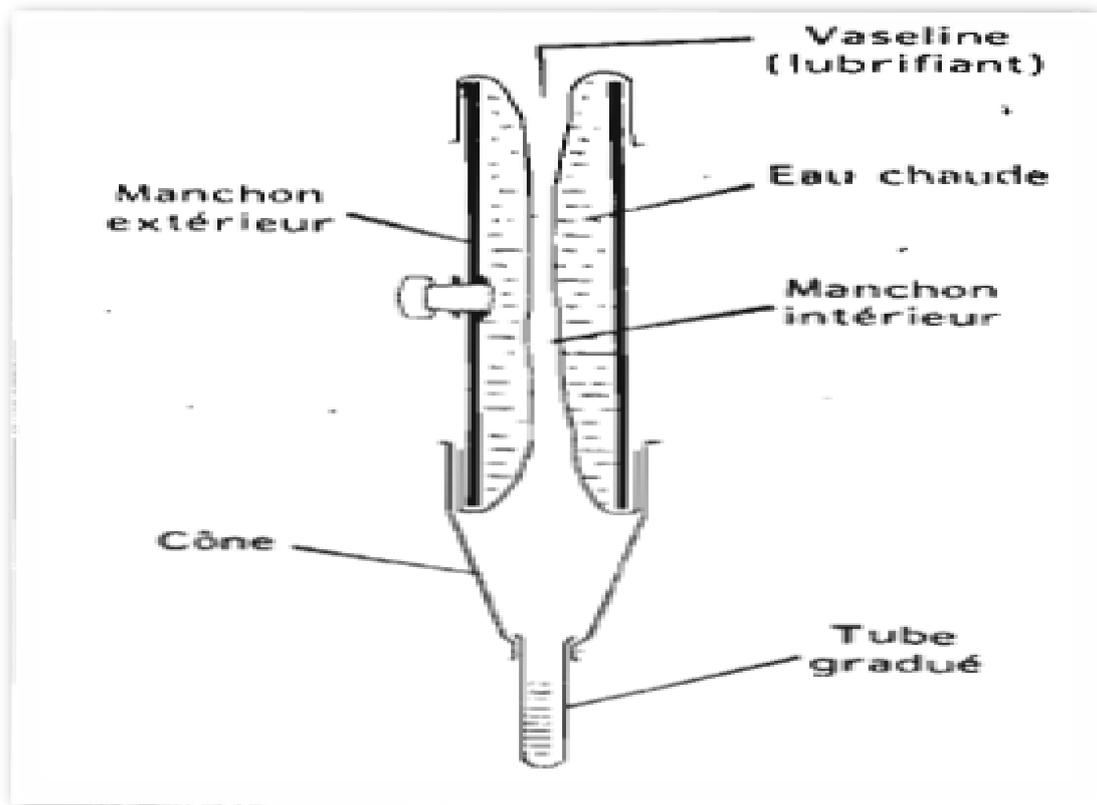


Figure 4: Le vagin artificiel (SOLTNER, 1993).

C- Technique de collecte de sperme au vagin artificiel :

Avant chaque utilisation, les vagins sont maintenus dans une étuve à une température de 45°C. L'eau présente dans la paroi du vagin permet de maintenir une certaine pression et une température du vagin d'environ 42°C lors de la collecte. Si la température de l'eau est trop élevée, l'organe copulateur peut être lésé et le taureau peut refuser la collecte.

Les vagins sont sortis de l'étuve au dernier moment, 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 (DUMONT, 1997).

L'opérateur laisse alors le taureau monter sur le bote 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 (GERARD et KHIRREDINE, 2002).

A la place du bote en train, on peut utiliser un chariot mannequin, dans lequel est installé le récolteur qui présente le vagin artificiel au taureau (LAMINO, 1999).

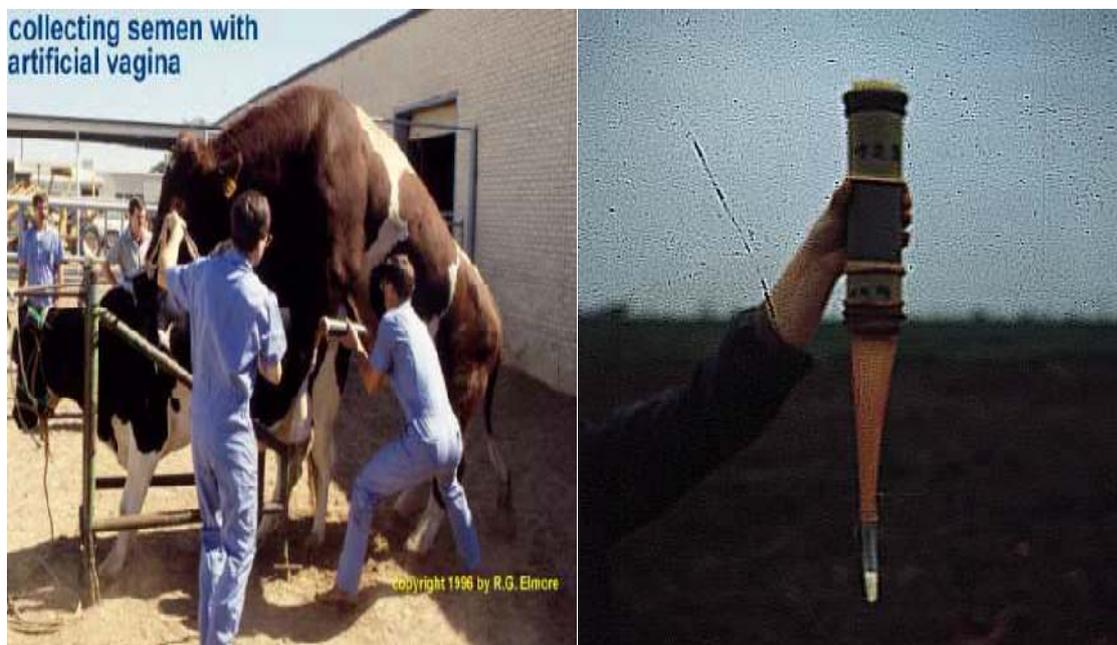


Figure 5+6: Collecte de la semence au moyen du vagin artificiel (R.G. EL More, 1996)/Prélèvement de sperme : résultat (R.G. EL More, 1996).

D- Intérêts et limites de la collecte du sperme au vagin artificiel :**D.1- Les intérêts de la collecte au vagin artificiel :**

La collecte du sperme au vagin artificiel donne un éjaculat naturel induit par une libido nécessaire, suffisante et produite par un comportement physiologique proche du coït. Elle permet d'obtenir le meilleur sperme possible à un moment donné.

Dans le cadre d'un contrôle de la fertilité, la collecte au vagin artificiel permet également d'apprécier l'aptitude à la saillie du taureau qui est en fonction de sa libido et de ses capacités à sauter et à introduire le pénis dans le vagin (érection et intromission) (RIGAL,2008).

Cette technique malgré ces avantages est confrontée à certaines contraintes.

D.2- Les limites de la collecte au vagin artificiel :

La principale limite de cette méthode est l'incapacité de collecter des taureaux qui refusent de sauter ou de donner le coup de rein concomitant de l'éjaculation et nécessaire à la collecte au vagin artificiel.

Le vagin artificiel mal utilisé entraîne des lésions de la verge.

Il arrive des fois que les taureaux se montrent récalcitrants à cette méthode de collecte pour des raisons diverses: pathologie de l'appareil locomoteur, stress provoqué par la présence humaine, indocilité, faible libido (RIGAL, 2008).

De même une inadéquation de la température du vagin artificiel par insuffisance, par excès ou de sa pression peut entraîner des échecs de collecte. Dans de telles situations, le recours est fait à l'électro-éjaculation (KONFE, 2014).

III.1.2- La collecte à l'électro-éjaculateur :

L'électro-éjaculation permet de provoquer l'éjaculation par une stimulation électrique. Un générateur produit de l'électricité qui est transmise par l'intermédiaire d'électrodes à l'animal. L'interface tissu/électrodes (résistance interne) joue un rôle non négligeable car la stimulation électrique doit parvenir jusqu'aux nerfs pour provoquer l'érection et l'éjaculation (STIEVENART, 1997).

L'électro-éjaculation s'accomplit par stimulation électrique des muscles lisses de l'ampoule et du canal déférent à l'aide d'une sonde intra-rectale et d'une source électrique avec contrôle de la tension. Elle permet d'obtenir le prélèvement de sperme à partir du taureau sans intervention des mécanismes normaux, sensoriels et psychiques de l'éjaculation.

Après contention de l'animal, l'électrode lubrifiée est introduite dans son rectum vidé au préalable. Puis, une série de stimulations répétées est appliquée au rectum, en augmentant progressivement l'intensité selon les instructions du fabricant jusqu'à l'érection complète et l'éjaculation de l'animal. Le sperme est recueilli par un appareil de récolte (FIDELE, 2008).

Les éjaculats recueillis par électro-éjaculation sont généralement d'un volume plus important et d'une concentration plus faible en spermatozoïdes que ceux recueillis par le vagin artificiel (SALISBURY et VANDERMARK, 1961). Cependant, le nombre total de spermatozoïdes, le pouvoir fertilisant et l'aptitude à la congélation ne semblent pas être affectés. L'utilisation de l'électro-éjaculation même durant une longue période (plus d'une année) n'a aucun effet néfaste sur la santé et sur la fertilité de l'animal (HASKOURI, 2001).



Figure 7: Collecte du sperme à l'Electro-éjaculateur + Sonde d'électro éjaculation (R.G. EL More, 1996)

III.1.3- La récolte du sperme par massage transrectal :

Les taureaux calmes et dociles, 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. Le massage est effectué jusqu'à ce qu'un échantillon de semence ait pu être collecté ; mais si rien n'est collecté au bout de 2 à 3 mn, la collecte sera sûrement un échec. 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. De plus, la technique est assez laborieuse (ALBERT et al, 2007).

III.2- Examen séminologique :

L'éjaculat est caractérisé par différents paramètres séminologiques qui constituent le spermogramme (GERARD et KHIRREDINE, 2002).

Le spermogramme est l'analyse du sperme qui permet d'évaluer les qualités morphologiques et fonctionnelles des spermatozoïdes et de mesurer l'activité sécrétoire des différentes glandes exocrines de l'appareil génital (AMMAR-KEKAS, 2013).

L'examen séminologique de l'éjaculat comprend un examen visuel (macroscopique), un examen microscopique et une évaluation par test métabolique ou test de résistance (RIGAL, 2008).

Examen du sperme récolté :

L'examen du sperme a pour objectif d'apprécier la qualité et la quantité du sperme pour son utilisation en situation artificielle (RUKUNDO, 2009).

III.2.1- Examens macroscopiques du sperme :

L'évaluation visuelle permet d'apprécier le volume de l'éjaculat, sa couleur et sa viscosité. Il est rapidement réalisé après la collecte du sperme.

A. Volume de l'éjaculat :

Une fois collecté, le sperme est transmis au laboratoire pour mesurer le volume (lecture directe dans le tube de collecte gradué de 0 à 15 ml ou pesée) (GERARD.O et al, 2008).

Le volume du sperme collecté varie selon l'espèce (Tableau I) et pour une même espèce donnée, il est en fonction de l'état physiologique de l'individu, de l'âge, de la saison, de la race, de la méthode de récolte ou encore des conditions sanitaires et alimentaires (HANZEN, 2008-2009).

Le volume du sperme est également influencé par des facteurs psychiques et environnementaux (PAREZ et DUPLAN, 1987). On distingue les espèces animales à insémination de type utérin (cheval, porc, chien) et les espèces animales à insémination de type vaginal (ruminants, lapin). Chez les premières, le sperme produit est abondant et peu concentré, tandis qu'il est peu abondant et très concentré chez les secondes (HANZEN, 2014-2015).

Au niveau de l'espèce bovine, le volume du sperme varie entre 0,5 à 14 ml avec un volume moyen de 4 ml (PAREZ et DUPLAN, 1987).

Les jeunes taureaux produisent moins de sperme que les adultes, mais au-delà de sept ans le volume de l'éjaculat diminue. Ce volume est en moyenne de 4 à 6 ml chez un taureau adulte ; tandis qu'il est de l'ordre de 2 ml chez le jeune.

Les taureaux de race laitière fournissent moins de volume par rapport aux taureaux de race à viande. Chez les taureaux ayant une forte libido, on constate que le volume de l'éjaculat est élevé. (KONFE, 2014).

Tableau I: Volume spermatique de quelques races bovines tropicales reporté par KONFE.H, 2014.

Auteur (s)	Race	Volume (ml)	Localité
Igboeli et Rakha (1971)	Angoni	3,25	Nigéria
Cloe et al., (1989)	Baoulé	3,1	Burkina Faso
Adamou-N'diaye et al., (2000)	Borgou	3, 11	Bénin
Gauthier et Varo (1985)	Créole	4,3	Guadeloupe
Menendez-Buxadera et al., (1983)	Cubaine	5,88	Cuba
Kumi-Diaka et al., (1981)	Goudali	6,5	Nigéria
Igboeli et al., (1987)	Muturu	2,1	Nigéria
Tamboura et al., (1992)	N'Dama	4,05	Côte d'Ivoire
Menendez-Buxadera et al., (1983)	Zébu Créole	5,88	Cuba

B- Couleur de l'éjaculat :

Le sperme normal de taureau est de couleur blanchâtre (PAREZ et DUPLAN, 1987), elle peut varier du blanc clair au jaune brillant (EZEKWE, 1988).

Cette couleur peut être cependant modifiée pour des raisons d'ordre physiologiques en fonction de la concentration de spermatozoïdes (RIGAL, 2008) ou pathologiques. La couleur jaune du sperme est due à une teneur élevée en carotène provenant des vésicules séminales. Elle peut également résulter de la présence de pus ou d'urine dans le sperme. Une coloration rosâtre ou rougeâtre traduit la présence de sang et de phénothiazine dans le sperme. Elle peut être aussi due à une lésion de la verge ou de la muqueuse urétrale dans sa portion terminale. La coloration brunâtre traduit la présence de sang altéré ou d'éléments sanguins dégénérés dans le sperme. La couleur bleue de l'éjaculat est due à une faible concentration en spermatozoïdes ou l'administration de bleu de méthylène (KONFE, 2014).

C- Aspect et consistance du sperme :

Le sperme normal a un aspect généralement homogène et crémeux (DJABAKOU et al, 1984). C'est un liquide laiteux, épais, légèrement jaunâtre ou grisâtre selon les espèces et consistant en une suspension de spermatozoïdes dans le plasma séminal. Il devient plus clair au fur et à mesure que la concentration en spermatozoïdes diminue (PAREZ et DUPLAN, 1987).

Au fur et à mesure que les saillies se répètent au cours d'une même journée, le liquide spermatique peut devenir de plus en plus clair et ce, en raison de la diminution de la concentration en spermatozoïdes.

Tableau II: Estimation rapide de la concentration par examen macroscopique du sperme des taureaux (PIETREMONT, 1992)

Couleur/consistance	Densité
Crémeuse	1
Crémeuse à laiteuse	1 à 0.8
Laiteuse	0.8 à 0.6
Laiteuse à petit lait	0.6 à 0.4
Petit lait	0.4 à 0.2
Petit lait à aqueuse	0.2 à 0.05
Aqueuse	0.05

D- Viscosité :

La viscosité traduit la consistance du sperme et en même temps sa concentration en spermatozoïdes. L'éjaculat est d'autant plus visqueux que le nombre de spermatozoïdes est élevé. Comparé à l'eau distillée, le sperme normal de taureau a une viscosité de 3,7 (PAREZ et DUPLAN, 1987).

La viscosité du sperme dépend également de sa teneur en ions. La présence de grumeaux, la formation d'un filament glaireux à l'extrémité de la pipette traduisent un sperme pathologique (KONFE, 2014).

E- Le pH du sperme :

Il est mesuré à l'aide d'un pH-mètre ou à l'aide du papier indicateur. C'est une mesure qui se fait immédiatement après la récolte. En effet le sperme s'acidifie rapidement par formation d'acide lactique. Le pH du sperme normal est compris entre 6,5 et 6,8 (HANZEN, 2008-2009). Pour d'autres auteurs, il est proche de la neutralité (pH=7) avec des valeurs oscillant entre 6,8 et 7,2. En général les éjaculats très concentrés et riches en fructose accusent une diminution plus rapide du pH du fait de l'accumulation plus rapide d'acide lactique due à une glycolyse plus intense (KONFE, 2014).

Une augmentation du pH peut provenir de la présence de lésions inflammatoires dans le tractus génital, elle peut aussi signifier une contamination par de l'urine ou du savon. Une éjaculation incomplète donnera aussi un pH alcalin, car celui du liquide pré-éjaculatoire est de 7.8 à 8.2 (CHAVATTE, 1992).

F- Le poids :

Le poids spécifique du sperme dépend du rapport entre la concentration en spermatozoïdes et le volume du plasma séminal. Il est de 1.035 chez le taureau (HANZEN, 2008-2009).

III.2.2- Examens microscopiques du sperme :

Les examens microscopiques se font à l'aide d'un microscope. Ils consistent à évaluer la motilité des spermatozoïdes, la concentration en spermatozoïdes de l'éjaculat, la morphologie des spermatozoïdes. C'est également au cours de cette étape que s'est effectuée l'analyse bactériologique et virologique du sperme.

A- Motilité :

L'examen de la motilité initiale des spermatozoïdes est important. Il est nécessaire, bien que non suffisant, aux spermatozoïdes d'être mobiles pour atteindre le lieu de la fécondation. De plus, les forces produites par le flagelle jouent un rôle dans la pénétration du cumulus et de la zone pellucide. Ce sont des forces qui sont à l'origine de la motilité des spermatozoïdes.

La motilité de l'éjaculat peut être évaluée par l'observation d'une goutte diluée ou non (grossissement au microscope) (YAHIMI, 2003).

C'est un examen classique, constant et obligatoire sur lequel on se base pour effectuer une première élimination des éjaculats considérés comme inaptes à la congélation (GOFFAUX, 1986). Un autre examen de la motilité est également réalisé sur un autre échantillon de semence décongelée avant la mise en stock définitive. Ce dernier examen donne lieu à une dernière élimination des éjaculats inaptes. On distingue deux types de motilité: la motilité massale et la motilité individuelle.

A.1- Motilité massale :

L'évaluation de la motilité massale est effectuée à partir de sperme pur, dans les dix minutes qui suivent la récolte, l'examen doit se faire le plus rapidement possible après le prélèvement du sperme en le maintenant rigoureusement à une température voisine de 38°C, car elle diminue très rapidement (RIGAL, 2008).

Les spermatozoïdes se déplacent habituellement de manière rectiligne (HANZEN, 2014-2015). La motilité massale dépend essentiellement de trois facteurs: la concentration, le pourcentage de spermatozoïdes mobiles et de la vitesse de déplacement des spermatozoïdes.

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 (6µl, 5 mm de diamètre) à la surface d'une lame.

Au grossissement 100, l'intensité des vagues provoquées par le déplacement des spermatozoïdes est évaluée (SAACKE, J.M WHITE, 1972). L'épaisseur de l'anneau formé par les spermatozoïdes en périphérie d'une goutte est également appréciée.

La motilité massale est affectée d'une note variant de 0 à 5 (Tableau III) (PAREZ et DUPLAN, 1987). Cette note est souvent convertie en un pourcentage approximatif de spermatozoïdes mobiles (la note 3 correspond par exemple à 60% de spermatozoïdes mobiles). Un sperme dont la motilité massale est inférieure ou égale à 3 est généralement éliminé.

Tableau III: Notation de la motilité massale du sperme dans l'espèce bovine.

Note	Pourcentage approximatif (%)	Nature et intensité du mouvement
0	0	Aucun mouvement en surface (immobilité totale)
1	20	Léger mouvement à la surface de la goutte
2	40	Mouvement net mais ne formant pas de vague
3	60	Début de vague
4	80	Vagues très nettes
5	100	Tourbillons nettement visibles

L'examen de la motilité massale ne donne qu'une idée approximative du pourcentage de spermatozoïdes mobiles. L'examen de la motilité individuelle permet de cerner le pourcentage de spermatozoïdes mobiles.

A.2- Motilité individuelle :

La motilité individuelle est un examen qui permet d'évaluer le mouvement individuel des spermatozoïdes. Elle mesure le pourcentage de spermatozoïdes ayant une mobilité propre. Ce test est réalisé avec du sperme dilué dans un liquide physiologique. Ce milieu doit être préparé avant l'examen afin d'éviter toute modification du pH préjudiciable à la motilité des spermatozoïdes. Le principe consiste à déposer une goutte de sperme diluée entre lame et lamelle au fort grossissement (x 200 à 400) et ensuite à observer le pourcentage de spermatozoïdes mobiles. Ce pourcentage est estimé par un comptage d'au moins deux cent spermatozoïdes (KONFE, 2014).

Il existe de nos jours des analyseurs d'image de type CASA (Computer Assisted Sperm Analysis) qui permettent de quantifier de manière plus précise la nature et la vitesse de déplacement des spermatozoïdes (GERARD, 2008).

L'examen de la motilité individuelle permet aussi de fournir indirectement des informations sur l'intégrité de la membrane du spermatozoïde et son intégrité morphologique. Il permet aussi de déterminer approximativement le taux de spermatozoïdes vivants et d'affecter au sperme une note allant de 0 à 5 (Tableau IV). Un bon sperme doit avoir au moins 60 à 70 % de spermatozoïdes vivants.

Tableau IV: Notes attribuées aux éjaculats suivant leur motilité individuelle, dans une grille de notation de 0 à 5.

Critères	Notes
Absence de spermatozoïdes : azoospermie	0
Absence de spermatozoïdes vivants : spermatozoïdes morts (absence de mobilité)	1
25% de spermatozoïdes vivants	2
60% de spermatozoïdes vivants	3
80% de spermatozoïdes vivants	4
100% de spermatozoïdes vivants	5

B- Concentration du sperme :

La concentration exprime le nombre de spermatozoïdes par mm^3 (ou par ml) d'un éjaculat. Elle peut être directement déterminée par comptage des spermatozoïdes au moyen d'une cellule hématimétrique ou indirectement par comparaison visuelle du sperme à des solutions standards par comptage électronique ou encore par néphélométrie. L'évaluation de la concentration en spermatozoïdes par la méthode directe permet d'avoir un résultat plus objectif (PAREZ et DUPLAN, 1987).

La mesure de la concentration par comptage des spermatozoïdes par hématimètre consiste à utiliser une lame de Mac Master ou une cellule de Malassez. Le sperme est d'abord dilué 100 ou 200 fois à l'aide d'une solution de NaCl formolé à 3%. Une goutte de sperme dilué est déposée dans la chambre de l'hématimètre qui est recouverte d'une lamelle. Le comptage est réalisé au microscope au grossissement 1000 (RIGAL, 2008).

La concentration moyenne de l'éjaculat d'un taureau est de un milliard de spermatozoïdes par millilitre. Cette méthode présente l'inconvénient d'être méticuleuse et demande trop de temps (PAREZ et DUPLAN, 1987).

La méthode la plus utilisée dans les centres d'insémination artificielle est la méthode indirecte, elle consiste à apprécier la concentration en spermatozoïdes en évaluant l'opacité de la suspension au moyen à l'aide d'un spectrophotomètre étalonné. Cet appareil mesure la densité optique du sperme dilué (40L de sperme dans 960L de sérum physiologique, il est réglé sur une longueur d'onde de 535 nm) (RIGAL, 2008).

C- Pourcentage de spermatozoïdes vivants :

Le pourcentage de spermatozoïdes vivant est apprécié au microscope optique sur un frottis de sperme coloré à l'éosine-nigrosine. Les spermatozoïdes dont la membrane est endommagée (morts) se laissent pénétrer par le colorant et apparaissent en roses (éosine) sur le fond blanc (nigrosine) alors que les spermatozoïdes vivants ayant une membrane intacte apparaissent incolores (KONFE, 2014).

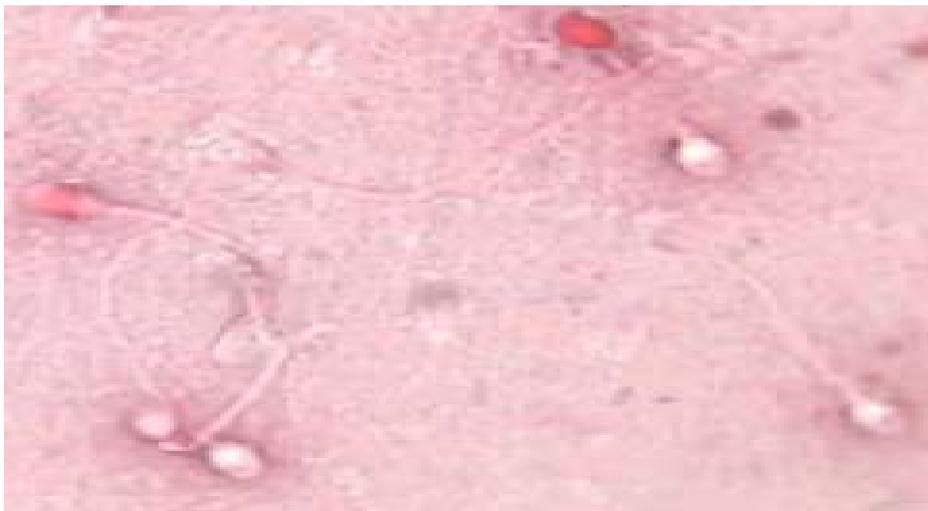


Figure 8: Spermatozoïdes morts (tête rouge) et vivants (tête incolore) (AMMAR-KESKAS, 2013)

D-Morphologie des spermatozoïdes :

L'étude morphologique 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 et DUPLAN, 1987).

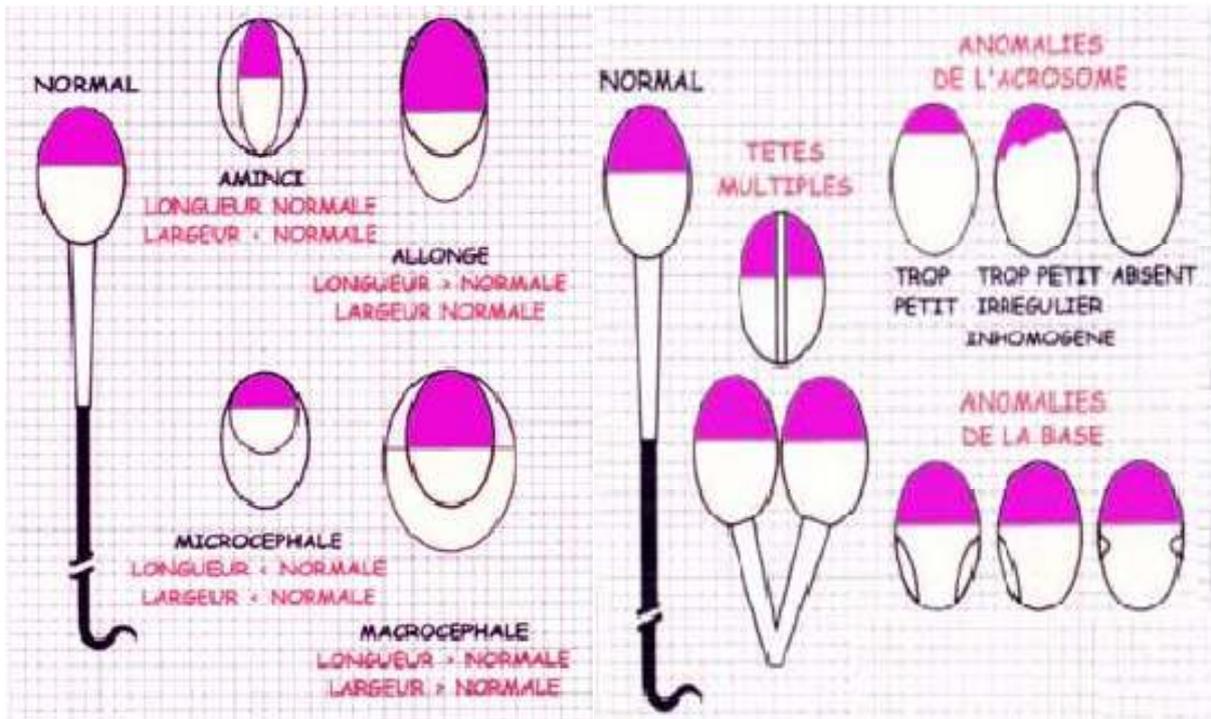


Figure 9: Anomalies de la taille de la tête + anomalies de forme de la tête

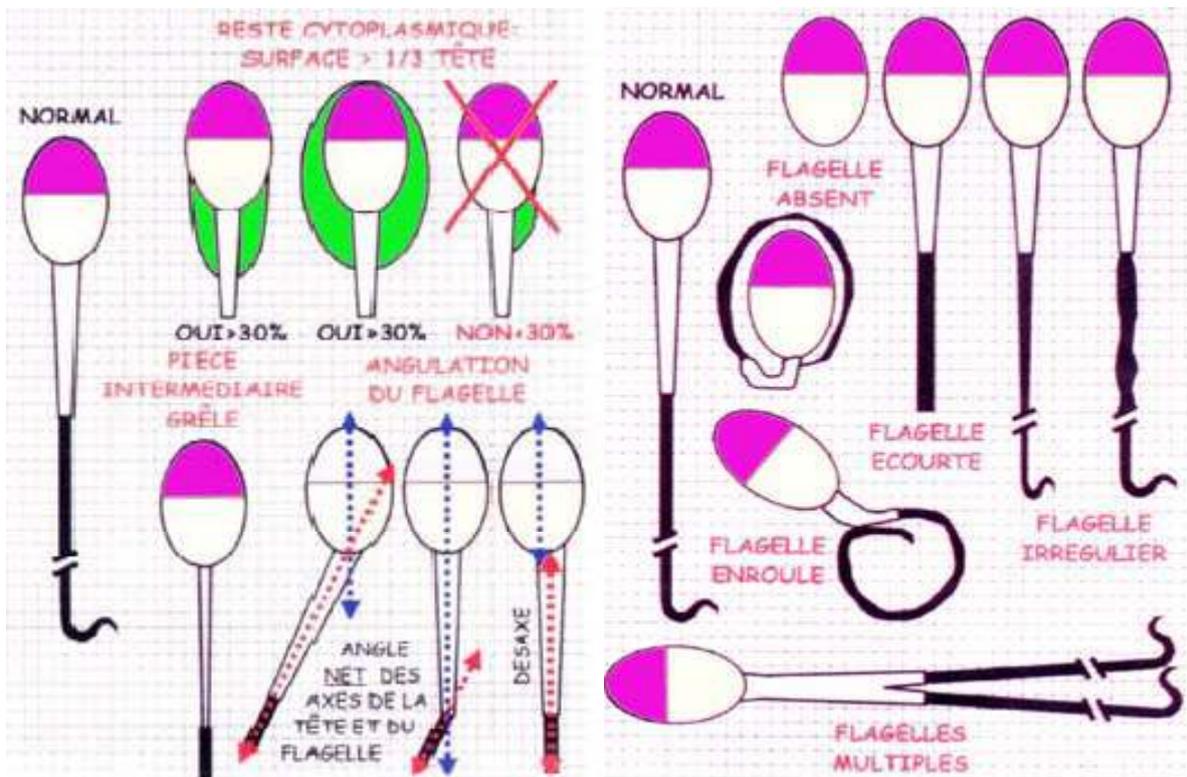


Figure 10: anomalies de la pièce intermédiaire + anomalies du flagelle (AMMAR-KESKAS, 2013).

E- Etude physico-chimique et biochimique du sperme :

L'activité métabolique des spermatozoïdes est un important indicateur de la qualité du sperme. L'évaluation peut se faire par plusieurs moyens tels que la mesure du pH (DERIVAUX, 1971), l'indice de fructolyse, la réduction du bleu de méthylène, le test de résistance au NaCl, l'oxydation du pyruvate (MELROSE et TERNER, 1952), la réduction de la résazurine, etc.

- **Test ou épreuve de la réductase :** ce test est basé sur la détermination du temps nécessaire pour qu'un échantillon de sperme décolore une certaine quantité de bleu de méthylène dans les conditions standard d'incubation. En effet, il existe une corrélation assez étroite entre le nombre de spermatozoïdes vivants, leur motilité et la réduction du fructose entraînant l'enrichissement du milieu en acide lactique
Un sperme décolorant le bleu de méthylène en plus de 5mn ne peut être retenu, compte tenu de sa faible teneur en éléments fécondants (500 000 à 700 000 spz).
- **L'épreuve de la catalase :** ce test découle du fait qu'il ya une corrélation positive entre l'activité respiratoire, la longévité des gamètes et leur activité fertilisante.
- **L'aptitude à la congélation :** il est procédé à une congélation du sperme en milieu glycérolé suivi de dégel et la numération de spermatozoides morts (LAMINOUE, 1999).

F- Analyse du spermogramme :

La décision de garder ou détruire le sperme récolté est fonction des résultats que fournit l'examen de sa qualité. Les normes communément admises pour l'évaluation de la qualité d'un éjaculat dans le cadre de son utilisation pour l'insémination artificielle sont (PAREZ et THIBIER, 1983) :

- volume > 1 ml ;
- concentration supérieure à $0,5 \times 10^9$ par ml ;
- motilité supérieure ou égale à 3 ;
- pourcentage de spermatozoïdes vivants > 60% ;
- taux de spermatozoïdes sans anomalies majeures > 80% ;
- pH compris entre 6,5 et 7,2.

Divers facteurs tels que le mode de collecte, l'hygrométrie, la température, la pluviométrie, la saison et l'alimentation peuvent influencer la variation du spermogramme (FIDELE, 2008).

G- Modification du spermogramme :

Toute réaction inflammatoire de l'une des parties du tractus génital (et en particulier celle des vésicules séminales) influe sur la qualité du sperme éjaculé (BAGSHA et LADDS, 1974). Certains signes tels qu'une hémospemie (hématies dans la semence) sont facilement objectivables sans présenter pour autant de pronostic défavorable. D'autres, bien que plus discrets, sont néanmoins associés à une évolution plus préjudiciable. Les différents éléments macroscopiques (couleur, consistance, volume), quantitatifs (concentrations en spermatozoïdes) ou microscopiques (motilité, pourcentage de spermatozoïdes vivants ou d'anomalies morphologiques, présence de cellules étrangères) doivent être pris en considération afin d'orienter le diagnostic.

L'interprétation d'un spermogramme ne peut se faire que par comparaison aux spermogrammes précédents d'un même taureau et par rapport à ceux des autres taureaux du même centre de production de semence sur une période de temps donnée (GUERIN et THIBIER, 1984).

Dans tous les cas, toute altération, même discrète, du spermogramme doit systématiquement déclencher la mise en place d'un test de Schälrm et d'un examen clinique.

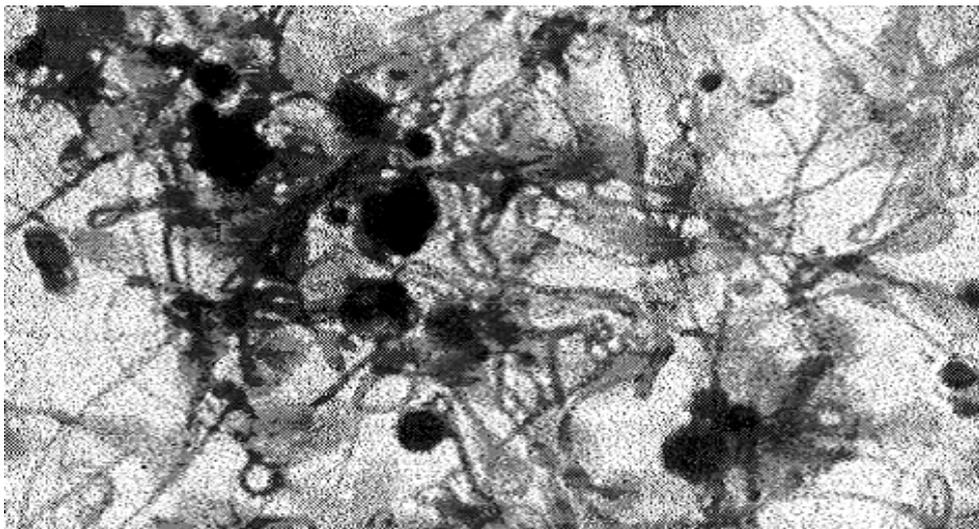


Figure 11: Echantillon de semence contenant des cellules épithéliales germinales chez un taureau présentant une dégénérescence testiculaire associée à une vésiculite (LINHART et PARKER, 1988).

H- Examens bactériologiques et virologiques :**Principe, réalisation et interprétation du test de Schälrm :****H.1- Principe du test de Schälrm :**

Toute réaction inflammatoire entraîne un afflux de leucocytes polynucléaires sur le lieu de l'inflammation. Un tel processus pathologique dans le tractus génital se traduit par l'augmentation de la concentration de ces cellules dans le liquide séminal. Cette hyperleucocytose du sperme conditionne le principe du test dit de Schälrm (test initialement appelé Californian Matitis Test (CMT) (SCHALM et NOORLANDER, 1957) mis au point pour détecter les mammites subcliniques).

H.2- Réalisation du test de Schälrm :

Avant de pouvoir réaliser ce test, il faut prélever la semence dans des conditions les plus proches de l'asepsie et cela, dès l'apparition des troubles et avant tout traitement antibiotique (DUMONT et al, 1999 ; GUERIN et THIBIER, 1984).

Dans une coupelle spécialement calibrée, on mélange 0,5 ml de sperme pur et 2,5 ml du liquide réactif Leucocyttest (ND) contenant des ammoniums quaternaires (teepol) colorés par du pourpre de bromocrésol. Le teepol provoque l'éclatement des cellules et donc la libération de leur ADN. Or l'ADN ne peut rester en solution : le principe de la lecture repose sur la gélification de la solution (formation de grumeaux) en présence de l'ADN des leucocytes présents dans le sperme. La lecture du test se fait quelques secondes après avoir effectué le mélange (GUERIN et THIBIER, 1984).

H.3- Interprétation du test de Schäl m :

Les résultats de test de Schäl m sont notés sur une échelle de 0 à 4 (tableau V)

Tableau V: Echelle d'interprétation de la réaction au test de Schäl m (GUERIN et THIBIER, 1984).

Aspect	Réaction	Notation
Réactif fluide (couleur jaune ou violette en fonction du pH)	Réaction négative	0
Présence de quelques grumeaux fugaces (disparition en 1 mn). Réactif fluide	Réaction positive +	1
Présence de quelques grumeaux nets persistants. Réactif encore fluide	Réaction positive ++	2
Présence de gros grumeaux. Réactif visqueux, consistance du blanc d'œuf	Réaction positive +++	3
Prise en masse du réactif. Consistance de crachat	Réaction positive ++++	4

Au cours de l'analyse, les résultats sont groupés en trois classes (GUERIN et THIBIER, 1984) :

- Schäl m 0 = Négatif
- Schäl m 1 = Douteux
- Schäl m 2 à 4 = Positif

En cas de doute (Schäl m 1), le technicien peut réaliser un frottis de la semence afin de procéder à la recherche microscopique des leucocytes. On estime à 15% le pourcentage de réactions douteuses correspondant à une réaction de type « Réaction positive + 1 ». En l'absence de tout autre signe, notamment cliniques, il est recommandé de renouveler le test dans les 8 jours suivants pour apprécier la dynamique : régression ou progression.

La décision de garder ou détruire le sperme récolté est fonction des résultats que fournit l'examen de sa qualité. Les normes communément admises pour l'évaluation de la qualité d'un éjaculat dans le cadre de son utilisation pour l'insémination artificielle sont (PAREZ et THIBIER, 1983) :

- volume > 1 ml ;
- concentration supérieure à $0,5 \times 10^9$ par ml ;
- motilité supérieure ou égale à 3 ;
- pourcentage de spermatozoïdes vivants > 60% ;
- taux de spermatozoïdes sans anomalies majeures > 80% ;
- pH compris entre 6,5 et 7,2.

Divers facteurs tels que le mode de collecte, l'hygrométrie, la température, la pluviométrie, la saison et l'alimentation peuvent influencer la variation du spermogramme.

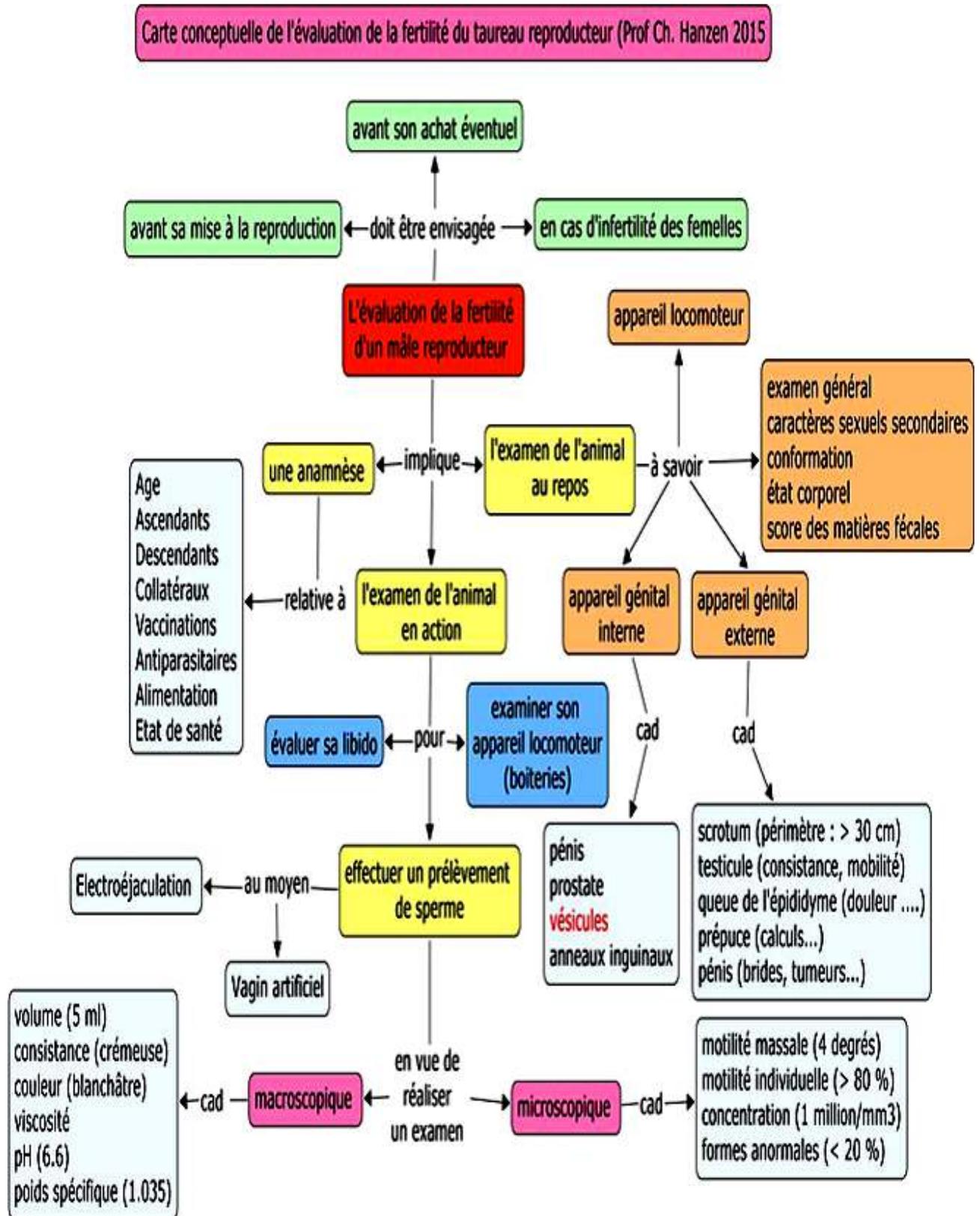


Figure 12: Schéma récapitulatif de la propédeutique d'évaluation de la fertilité chez le taureau (HANZEN, 2014- 2015)

Introduction :

L'insémination artificielle (IA) est la « biotechnologie de reproduction » la plus utilisée dans le monde (BENLEKHEL et al, 2000). C'est le moyen de diffusion du progrès génétique dans les élevages par la « voie mâle » (THIBAUT et LEVASSEUR, 2001).

I-Définition :

L'IA est une technique de reproduction, qui consiste à déposer la semence du mâle dans la partie la plus convenable des voies génitales d'une femelle et au moment le plus opportun à l'aide d'un outil approprié, sans qu'il n'y ait un acte sexuel. La semence est obtenue à l'aide d'artifices variables chez le mâle ayant reçu préalablement un agrément zootechnique et sanitaire.

L'IA est un outil indispensable pour le progrès génétique, et elle est considérée comme la première génération des biotechnologies animales (DIOP, 1993).

II-Historique de l'insémination artificielle :

Sa mise en œuvre et son développement à grande échelle dans les élevages exigent la mise au point de nombreuses techniques, concernant tant les mâles que les femelles, et l'ajustement des modalités pratiques à chaque espèce animale. Ces difficultés techniques expliquent que plusieurs décennies aient été nécessaires pour parvenir à un stade opérationnel. Elle a été mise au point et utilisée dans de nombreuses espèces (mammifères, oiseaux, poissons) au cours des dernières décennies (SEEGERS, 1997).

L'IA a connu un développement rapide et universel depuis le début des années 50, surtout après le succès de la congélation profonde de semence de taureau (EDUARDO VILLENA et al, 2003).

L'utilisation commerciale de l'IA a commencé, en premier lieu dans l'URSS puis plus tard dans l'occident ; Ce qui en fait aujourd'hui la technique de reproduction assistée la plus répandue dans le monde (HUMBLLOT, 1999).

Au départ l'IA était utilisée par les arabes au XIV^{ème} siècle, mais elle ne fut réellement appliquée qu'en 1779 par le physiologiste italien LAURO SPALLANZANI.

La méthode fut ensuite reproduite un siècle plus tard par Albrecht, Millais. L'application de la technique de l'insémination artificielle aux grandes espèces a été plus tardive, elle fut rapportée pour la première fois par un vétérinaire praticien, le Dr REPIQUET, à la société centrale de médecine en 1887.

A la fin du XIX^{ème} et début du XX^{ème} siècle, les russes IVANOFF et MILOVANOV appliquèrent leurs travaux à différentes espèces (chevaux principalement mais aussi bovins, chiens, renards, lapins et volaille) et développent la méthode en mettant au point le vagin artificiel et pratiquant les premières inséminations artificielles chez les ovins.

Les américains lancèrent l'IA 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'IA a pris réellement son essor.

Elle s'est développée chez les bovins à partir de 1945-1950. En 1964, le français, Cassou, créa la paillette de semence congelée qui sera exportée dans le monde entier (FOOTE, 2002). Elle s'est étendue aux ovins, porcins et caprins, avant de connaître une véritable explosion chez les espèces avicoles à partir des années 1965-1975.

III- L'insémination artificielle dans le monde :

Il est extrêmement difficile d'obtenir des données précises sur cette activité car les seules données disponibles ne peuvent provenir que de l'insémination pratiquée par les centres d'insémination qui assurent la fécondation des femelles. Or, beaucoup d'éleveurs achètent des doses qu'ils conservent dans leur propre «container» avant de les utiliser à leur convenance ; il est, dans ce cas, alors difficile d'estimer le nombre de femelles inséminées.

L'IA a connu un développement rapide et universel depuis le début des années 50, commence alors l'utilisation commerciale de l'IA, en premier lieu dans l'URSS puis plus tard dans l'occident ; Ce qui en fait aujourd'hui la technique de reproduction assistée la plus répandue dans le monde (HUMBLOT, 1999).

Auparavant, les inséminations étaient réalisées sur chaleurs naturelles. Il a fallu attendre la mise au point de la synchronisation hormonale des chaleurs, pour qu'elle se développe réellement (INRA, 1965 – 1966 ; cité par BOYELDIEU, 1983). Depuis, cette activité s'est diffusée de façon considérable à partir de 1971 à travers le monde.

Au niveau mondial, il se fait actuellement environ 100 millions d'inséminations par an pour les bovins, et plus de 300 millions pour les espèces avicoles. La technique est également utilisée en aquaculture (poissons et crustacés) et en apiculture (DAVID., 2008).

En 1980, le nombre d'inséminations artificielles atteignait 130 millions dans le monde. En 1985, on chiffrait à plus de 200 millions le nombre de doses de semence produites, dont 95% en semence congelée (VISHWANATH, 2003) alors qu'en 2000, il s'élevait à près de 265 millions, avec un plus grand développement de l'activité dans les pays développés d'Europe et d'Amérique du Nord (THIBIER et WAGNER, 2002).

En France, l'I.A fut entrevue comme un procédé applicable dans les élevages bovins dans les années trente. Après la mise en place de l'organisation de l'élevage en France, le développement de l'I.A a permis un accroissement considérable du progrès génétique par la voie mâle, en effet, cette technique permet une large diffusion de la semence de géniteurs d'élite. En outre, le développement de l'insémination artificielle a profondément révolutionné les pratiques d'élevage (dans la filière laitière en particulier) et l'organisation du système d'élevage français.

En 2006, en France, 4 079 569 inséminations artificielles ont été pratiquées dans l'espèce bovine, soit une diminution de 2,81% par rapport à 2005 et une diminution de 35,96% par rapport à 1986 (données UNCEIA).

En Afrique noire, les premiers essais ont été réalisés au Kenya et en Afrique du Sud avec l'équipe d'ANDERSON. Dans d'autres pays son usage est resté très limité à la station de recherche.

L'I.A est beaucoup plus utilisée pour les races laitières avec plus de trois millions d'inséminations en 2006 alors qu'un million d'inséminations ont été pratiquées dans les races bouchères. Cependant, globalement, le nombre d'inséminations dans les races laitières subit une forte diminution alors qu'il augmente dans les races bouchères.

IV- L'insémination artificielle en Algérie :

Les premières tentatives sur les bovins, avaient débuté des 1945 au niveau de l'Institut National Agronomique (INA-El Harrach).

En 1946 : naissance du premier veau issu de l'I.A.

De 1958 et jusqu'en 1967, l'I.A bovine en semence fraîche fût développée notamment dans les régions concernées par les dépôts de reproducteurs de BLIDA, CONSTANTINE, ORAN, TIARET et ANNABA, régions correspondant au bassin laitier Algérien.

A partir de 1967, l'insémination artificielle a été prise en charge par l'Institut de Développement des Élevages Bovins (IDEB) qui pratiquait l'importation de semence de l'étranger.

En 1988, l'IA a repris son élan, suite à la création du CNIAAG, dès janvier 1988, le CNIAAG a commencé à produire de la semence congelée bovine et constitué ainsi une banque Nationale de semences congelées.

A partir de 1998, on a envisagé la généralisation progressive de l'insémination artificielle. Considérée comme l'un des outils de diffusion de matériel génétique performant, elle est appliquée principalement pour assurer l'amélioration génétique rapide et sure des performances des animaux domestiques (RADHWANE et al, 2012).

Il existe plusieurs centres d'I.A dans le pays qui sont gérés par l'Etat, un centre national d'insémination artificielle et d'amélioration génétique (CNIAAG) situé à Baba Ali (Alger) au nord d'Algérie, c'est un établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC) relevant du ministre de l'Agriculture et du Développement Rural, Créé par décret Présidentiel n° 88-04 du 05 janvier 1988, dans le cadre de la politique nationale du développement de la production animale. Le centre est chargé de la promotion es activité de l'insémination artificielle et de l'amélioration génétique.

Les autres centres sont régionaux, on donne l'exemple de celui de Belhandjirsitué dans la Daïra de Ain Safra, wilaya deNaâma, est opérationnel depuis 2006 ; et le deuxième situé dans à Tiaret est opérationnel depuis 2008.

Cependant, depuis quelques années on assiste à une dégradation des résultats de l'IA bovine dans la plupart des pays à travers le monde (SEEGERS et MALHER,1996), une enquête menée par RADHWANE et al en 2012 a révélé que la région centre de l'Algérie n'est pas épargnée par les mauvais résultats d'inséminations artificielles mondiales.

V- Intérêts de l'insémination artificielle :

V.1- Génétiques :

L'I.A permet à l'éleveur d'accéder à des géniteurs de haut niveau, de diversifier ses géniteurs mâles, et d'adapter leurs caractéristiques (race, nature et niveau des performances...) à celles des femelles de son troupeau et à ses objectifs de production. Par les « connexions » qu'elle instaure entre les troupeaux (THIBAUT et LEVASSEUR, 2001), l'I.A permet une gestion collective du patrimoine génétique. Elle rend possible sa diffusion rapide, et contribue également à son obtention.

V.2- Zootechniques :

L'I.A assure l'amélioration de la gestion intra troupeaux avec l'assurance d'un contrôle de paternité, le choix des dates de mises bas et la possibilité de reproduction à contre saison en tirant plein les avantages des techniques de synchronisation de l'œstrus.

L'I.A permet l'amélioration des fécondations chez certaines espèces. Chez les mammifères, les taux de fécondation enregistrés après I.A sont égaux ou légèrement inférieurs à ceux obtenus par accouplement nature (THIBAUT et LEVASSEUR 2001).

V.3- Economiques:

L'I.A a un double avantage économique pour l'éleveur. Elle le dispense de l'entretien des mâles adultes et de renouvellement; et lui permet d'obtenir une semence provenant de mâles sélectionnés pour leurs valeurs génétiques sans avoir à les acquérir à prix élevé.

V.4- Sanitaires:

Les reproducteurs utilisés pour la production de semence sont sous contrôle sanitaire et leurs semences également passent par des contrôles rigoureux avant sa mise en paillettes. La semence contient également des antibiotiques capables de détruire quelques bactéries dans le tractus génital femelle. L'I.A évite donc, sans nul doute, les maladies sexuellement transmissibles (MST) par les mâles.

V.5- Autres :

Préserver le patrimoine génétique des espèces domestiques:

Vu les conditions de production et les besoins des éleveurs, beaucoup de races ne sont plus adaptées à la majorité des élevages. L'I.A, utilisée comme moyen privilégié de reproduction, permet de continuer d'exploiter ces races in situ et de préserver le patrimoine génétique de toutes les races, par la constitution systématique de stocks de semence ou d'embryons.

Mise au point des techniques:

L'I.A nécessite, pour son développement, de nombreuses connaissances scientifiques et techniques dans des domaines variés : manipulations du sperme et insémination proprement dite, mais aussi, plus globalement, maîtrise de la reproduction.

Contraintes et limites de l'I.A :

Bien que cette technique soit, sans aucun doute, un outil puissant pour la gestion du patrimoine génétique, son efficacité est contrebalancée par les contraintes suivantes:

- Une diminution de la variabilité génétique, qui est le risque le plus fréquent, et qui doit être gardé présent à l'esprit lorsqu'un programme de sélection est mis en route, et les reproducteurs de la première génération doivent venir d'origines les plus diverses possibles.
- Une diffusion de défauts héréditaires ou d'une maladie non contrôlée (ou inconnue) est toujours possible. En effet, une anomalie chromosomique peut être rapidement et largement diffusée dans une population par le biais de l'I.A.
- Un accroissement du taux de consanguinité.

La semence est le sperme préparé (dilué, conditionné et conservé) par une technique appropriée en vue de son emploi en I.A (FIDELE, 2008). Le sperme récolté contient un nombre de spermatozoïdes supérieur à ce qui est requis pour la fécondation. Une dilution avant usage ou conservation s'avère nécessaire. La dilution du sperme a pour but:

- D'accroître le volume de l'éjaculat de telle sorte qu'un grand nombre de femelles puissent en profiter.
- De protéger les spermatozoïdes (incorporation de conservateurs) pour qu'ils puissent supporter sans dégradation la succession des opérations lors de la préparation (congélation).
- Emballer, identifier et conserver chaque portion qui servira à inséminer des femelles.

Plusieurs opérations conduisent à l'obtention de la semence prête pour la conservation ou à l'insémination (KONFE.H, 2014).

I- La récolte :

La récolte du sperme est l'étape initiale dans sa préparation. Il s'agit d'obtenir à partir des taureaux choisis, du sperme pur, non souillé et cela d'une façon régulière pendant plusieurs années (LAMINO, 1999). Plusieurs méthodes de récolte 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 des vésicules séminales par voie rectale du taureau et la récolte directe du sperme dans le vagin. Cependant, en pratique, les méthodes les plus couramment utilisées de nos jours sont la récolte au vagin artificiel et de moins en moins l'électro-éjaculation (FABRICE, 2007).

II- Préparation de la semence :**II.1- La dilution :****A- Les milieux de dilution :**

La dilution du sperme permet, en augmentant le volume total de la masse spermatique, de fractionner plus facilement l'éjaculat. Ce fractionnement en doses rend possible l'insémination de plusieurs femelles, parfois plusieurs centaines, à partir d'un seul éjaculat.

La dilution dans un milieu approprié assurant la survie des spermatozoïdes permet, en outre, de conserver et de transporter les doses de semence (EDUCAGRI, 2013).

B- Qualités des milieux de dilution :

Un milieu de dilution doit répondre à un certain nombre de critères. Il permet d'apporter aux spermatozoïdes les éléments nutritifs et protecteurs permettant leur survie après congélation. Il contient un substrat énergétique nécessaire au maintien du métabolisme des spermatozoïdes (fructose, glucose ou lactose), et doit maintenir une pression osmotique et un équilibre électrolytique physiologiques. Le dilueur doit aussi avoir un bon pouvoir tampon afin de limiter les variations de pH néfastes à la survie des spermatozoïdes.

La cryopréservation et la congélation des spermatozoïdes sont assurées par la présence de lécithines, protéines et lipoprotéines du jaune d'œuf ou du lait, l'ajout de glycérol permet d'éviter la formation de cristaux de glace qui lèsent les membranes cellulaires. La législation européenne impose l'ajout de substances antibiotiques au dilueur pour garantir la qualité bactériologique de la semence (GERARD et KHIRREDINE, 2002).

C- Nature des milieux de dilution :

Les dilueurs utilisés doivent être non toxiques, cryoprotecteurs et permettre de réduire le développement microbien. L'adjonction de substances bactéricides ou bactériostatiques permet de limiter la prolifération de germes dans ces milieux biologiques. Les bactéricides ou bactériostatiques les plus couramment utilisés sont la sulfanilamide (0,3%), la pénicilline (500 à 1000 UI/ml), la streptomycine (1mg/ml) (KONFE, 2014).

Le lait entier ou demi écrémé, le lait de noix de coco, le jaune d'œuf de poule ont été largement utilisés pour la conservation des spermatozoïdes. Plus particulièrement, le jaune d'œuf est l'additif le plus communément utilisé dans les centres d'I.A en France dans l'espèce bovine. L'utilisation du jaune d'œuf dans les dilueurs de la semence a tout d'abord été rapportée pour ses effets bénéfiques dans la conservation des cellules à basses températures. En association avec d'autres éléments, le jaune d'œuf assure une bonne protection des spermatozoïdes contre le choc dû au froid (BOGART, 1950).

Cependant, l'utilisation du jaune d'œuf présente certaines limites. En effet, la complexité de la composition du jaune d'œuf rend, d'une part, la reproductibilité des résultats assez faible et, d'autre part, certains laboratoires ont révélé que la concentration en jaune d'œuf habituellement utilisée dans les dilueurs (20 %) interférait avec certains tests biochimiques (WALL, 1999).

Par ailleurs, en plus des risques sanitaires (AIRES et al, 2003) le jaune d'œuf renferme des substances qui inhiberaient la respiration des spermatozoïdes et par conséquent réduiraient leur mobilité (WATSON, MARTIN, 1975). Pour toutes ces raisons, il est intéressant d'isoler et de produire l'élément cryoprotecteur du jaune d'œuf de poule.

Dans la pratique, les dilueurs rencontrés sont des produits synthétiques prêts pour usage (Optixcell, Laiciphos, BioxcelND) (KNOFE, 2014).

L'ajout d'antioxydants (OxyfreeND) augmente *in vitro* les paramètres de vitesse des spermatozoïdes et pour certains taureaux améliore la fertilité *in vivo* (GERARD et al, 2006 ; GRIGAL et al, 2008).

Tableau VI: Composition des dilueurs les plus utilisés NAGASE et NIWA cités par (LAMINO, 1999).

Milieu à base de jaune d'œuf et de citrate de sodium	Milieu IVT (Illinois, Variable, Température)	Milieu à base de lait de vache (LAICIPHOSND)
<ul style="list-style-type: none"> • Citrate de sodium 2,9 % • Jaune d'œuf 25 % • Glycérol 7,5 % • Antibiotiques 	<ul style="list-style-type: none"> • Bicarbonate de soude 0,2 g • Citrate trisodique (2H₂O) 2 g • Chlorure de potasse 0,04 g • Glucose 0,3 g • Jaune d'œuf 10 % • Antibiotiques 	<ul style="list-style-type: none"> • Lait 54% • Jaune d'œuf 10% • Glycérol 6% • Antibiotiques

D- Le taux de dilution :

L'opérateur doit fixer son taux de dilution en tenant compte du volume de sperme récolté, de sa concentration, de la proportion de spermatozoïdes vivant et anormaux , et en fin de la proportion des spermatozoïdes altérés par les manipulations techniques (KNOFEE, 2014).

Le taux de dilution est obtenu à partir des caractéristiques de l'éjaculat et d'une dose de semence : volume et concentration. Par exemple, pour un éjaculat de taureau dont le volume V est égal à 4ml, et contenant N=1.1x 10⁹ spz vivants par ml, le nombre de spermatozoïdes vivants de l'éjaculats est : N x V=1.1 x10⁹ x4=4.4 x10⁹.

La dose de semence a un volume v=0.25ml, et elle contient n=20 x10⁶ spz vivants. Le nombre de doses obtenues est égal à :

Nbre de spz de l'éjaculat /nbre de spz d'une dose= $N \times V/n = 4.4 \times 10^9 / 20 \times 10^6 = 220$.

Ces 220 doses représentent un volume de : $v \times (N \times V/n) = 0.25 \times 220 = 55\text{ml}$.

Il faut utiliser 55-4=51ml de dilueur et le taux de dilution est égal à :

Volume final/volume de l'éjaculat $v \times (N \times V/n)/V = vxN/n = 0.25 \times 1.1 \times 10^9 / 20 \times 10^6 = 13.75$.

Le taux de dilution est indépendant du volume de l'éjaculat. Il est aussi égal à $55/4=13.75$. (EDUCAGRI, 2013).

Le dilueur doit être toujours porté à une température de 37-38°C avant d'être incorporé au sperme afin d'éviter le choc thermique (KNOFEE, 2014).

E- Réalisation de la dilution :

La réalisation pratique de la dilution se fait en deux étapes (la pré-dilution et la dilution finale). Elle consiste à :

- La prédilution consiste à ajouter au sperme récolté la moitié du volume total du dilueur non glycérolé puis le refroidir à 4°C pendant 30 mn.
- La dilution finale quant à elle, consiste à ajouter goutte à goutte au sperme prédilué, le dilueur à 7,5 ou 9 % de glycérol. L'objectif de cette rigueur est d'éviter le choc thermique. Les dilueurs les plus utilisés sont à base de lait ou de jaune d'œufs (Tableau VI). Néanmoins les dilueurs à base de LDL (Low density lipoprotein) extraits du jaune d'œufs seraient les meilleurs (AMIRAL et al. 2004).

Le glycérol, par ses effets cryoprotecteurs, permet :

- un ralentissement du processus de cristallisation extra et intra cellulaire, ainsi que la formation de cristaux plus petits et cela de façon réversible.
- une atténuation du choc osmotique en réduisant la quantité d'eau qui se transforme en glace.
- une protection des membranes cellulaires en réduisant le phénomène de dislocation cellulaire (FIDELE, 2008).

II- Refroidissement et équilibrage de la semence :

Pour éviter la détérioration de la qualité de la semence, la température est abaissée jusqu'à +5°C. Le métabolisme des spermatozoïdes est ainsi réduit. Le refroidissement peut se faire pendant ou après la dilution. La vitesse de refroidissement doit être rapide pour réduire au maximum la durée du passage dans la zone critique de température mais aussi suffisamment lente pour éviter le choc thermique.

La température de +5°C est obtenue après un refroidissement progressif en une heure 30 mn, maximum dans une vitrine réfrigérée. Il peut être nécessaire d'ajouter de la glace à partir de +15°C. Pour permettre aux spermatozoïdes de perdre une partie de l'eau de façon à réduire la cristallisation intra cellulaire, il faut laisser équilibrer 3 à 5h, Cette période dite «équilibrage» est considérée comme le temps nécessaire aux spermatozoïdes pour s'adapter au milieu qui leur est imposé (contact avec le glycérol du dilueur) (FIDELE, 2008).

III- Conditionnement de la semence:

Le but du conditionnement est de fractionner la semence de façon à ce qu'elle soit facilement identifiable, stockable et utilisable.

Une fois diluée, la semence est conditionnée en doses individuelles permettant une manipulation et une conservation faciles. Ce conditionnement se fait dans des paillettes en plastique contenant des doses individuelles (FABRICE, 2007). Il est recommandé d'avoir 15 000 000 de spermatozoïdes par dose fécondante (RUKUNDO, 2009)

La paillette plastique jetable de CASSOU (Figure13) est actuellement la contenant le plus utilisée pour conditionner la semence. C'est un cylindre en matière plastique de 133 mm de long pour un volume de 0,5 ou 0,25 ml et de couleur variée (plus de vingt couleurs).

L'originalité de ce conditionneur réside surtout dans le bouchage qui est fait avec de la poudre d'alcool de polyvinyle entre deux tampons de coton qui deviennent gélatineux et étanche au contact de l'eau. Les différentes doses sont identifiées à l'aide des coloris des paillettes, mais aussi à l'aide d'un code-barres inscrit sur le fourreau d'identification des paillettes (nom du taureau, race, date de récolte, lieu de récolte, rang de récolte, ...).

La semence préparée est aspirée à 4-5 C° dans les paillettes sous une vitrine réfrigérée. Il existe actuellement un système de remplissage de paillettes avec soudure et inscription de code-barres automatique (KNOFEE, 2014).

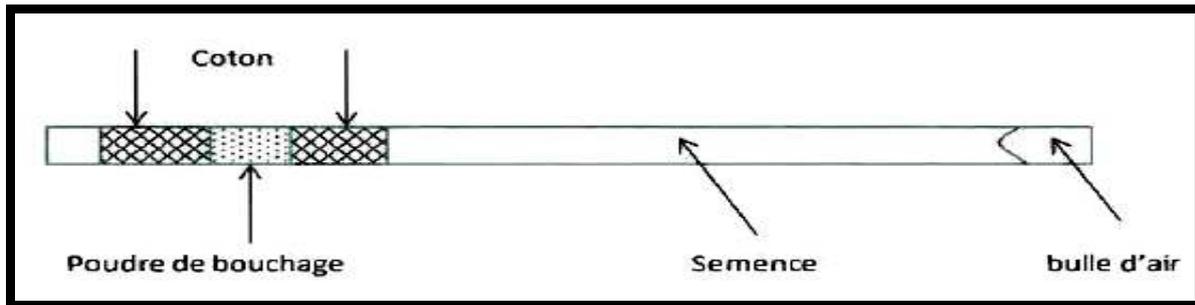


Figure 13: Schéma d'une paillette de type « CASSOU» (MBAINDINGATOLOUM, 1982)

IV- Conservation de la semence :

Les semences obtenues peuvent être utilisées fraîches ou conservées pendant longtemps. Leur conservation est en fonction du mode d'utilisation :

- **Semence fraîche :**

Les spermatozoïdes ont une durée de vie très brève (de quelques minutes) à température ambiante. Le sperme frais doit être utilisé dans la demi-heure suivant sa récolte, ensuite les spermatozoïdes meurent par les protéines du plasma séminal qui sont réputées toxiques, mais qui en fait joue leur rôle physiologique trop prématurément (TAINTURIER et al, 2013).

Pour une utilisation directe, la semence conditionnée est maintenue dans un bain-marie (37 à 38°C) (GERARD et al. 2008).

- **Semence réfrigérée :**

La semence a une durée de vie maximale de trois jours à une température de 4-5 °C (GERARD et al. 2008). Il faut éviter le choc thermique en faisant baisser la température de 5°C toutes les 10 mn, entre 37°C et 22°C et 5°C toutes les 5 mn jusqu'à 5 °C. Le temps de conservation devra tenir compte du fait que le pouvoir de fertilité chute de 3 à 8% par jour.

- **Semence congelée :**

La congélation est une méthode de conservation qui a révolutionné l'IA. En effet, la congélation a permis une diffusion large et facile de la semence aussi bien dans le temps que dans l'espace. La méthode utilise l'azote liquide dans laquelle la semence est conservée dans une bonbonne contenant de l'azote liquide à - 196°C.

La congélation est progressive et peut se faire à l'aide de machines spécialisées ou de façon manuelle. Les paillettes sont d'abord congelées à -140°C au-dessus d'une vapeur d'azote liquide pendant 9 mn, puis plonger dans l'azote liquide. Après quelques jours, un test de congélabilité de la semence est réalisé avant sa conservation. C'est un test de vitalité des spermatozoïdes après décongélation renvoyant à l'examen de motilité individuelle. Si la semence présente une bonne congélabilité, elle est retenue et conservée pour une utilisation ultérieure en insémination artificielle (FIDELE, 2008).

Cette conservation est rendue possible grâce à l'action cryoprotectrice de certains produits tel que le glycérol ; et cette méthode permet de conserver les semences pendant 6 ans voir 20 ans si le niveau d'azote est régulièrement respecté (GOFFAUX, 1991).

Aussi, une nouvelle substance « la glutamine », testée par (TRIMECHE et al, 1996) à montrer un effet cryoprotecteur avec un mécanisme de protection différents de celui du glycérol et l'association de ces deux substances améliore significativement la qualité du sperme congelé.

V- La décongélation :

Le maniement correct de la semence, avant pendant et après la décongélation est crucial pour la bonne réussite de l'insémination (TORO MAGAZINE, SWISSGENITICS, 2009).

Sortir la dose de semence du container

- Il faut impérativement éviter de sortir les paillettes du container rien que pour lire le nom du taureau, car cela conduit inévitablement à des fluctuations de température importantes. En effet, les doses de semence doivent être protégées des variations chaud-froid. C'est pourquoi il est important de tenir une liste d'inventaire exacte du container.
- Le gobelet ou canister contenant les paillettes, ne doit être relevé qu'un peu, juste suffisamment pour pouvoir saisir la paillette avec les brucelles. Ce faisant, le gobelet doit être maintenu aussi profond que possible dans le col du container pour minimiser les fluctuations de température.
- La paillette est saisie avec des brucelles tant pour des raisons hygiéniques que pour éviter de réchauffer les paillettes environnantes avec les doigts. Dès que la paillette est saisie, le gobelet est replongé dans le ventre du container.

Décongélation de la dose de semence

- Plonger la paillette choisie entièrement dans le bain-marie (eau propre à 38 °C) sans tarder.
- Y laisser la paillette pendant 25 secondes.
- Pendant ce temps, chauffer l'instrument d'insémination (pistolet) en le frottant avec un papier sec et propre.
- Sortir la paillette de l'eau et la sécher avec du papier à usage unique.
- Secouer la paillette jusqu'à ce qu'une bulle se forme à la base supérieure.

I- Lieu de réalisation des étapes expérimentales :

Notre travail a été réalisé dans le laboratoire de biotechnologie de l'Institut Vétérinaire de Blida.

II- Matériel d'étude :

II.1-matériel biologique :

A- Modèle animal

Quatre taureaux laitiers ayant déjà été collectés ont été inclus dans l'essai. Les taureaux Happy Isi, Humar, Morly et Waldy ont été prélevés au niveau du CNIAAG pour la réalisation des doses de testage. Ces taureaux avaient été en production. Le tableau VII présente les caractéristiques des taureaux inclus dans l'étude :

Tableau VII : les caractéristiques des taureaux inclus dans l'étude.

Race	Nom	N° National	Date de naissance
Normande	Happy Isi	FR2212232120	22/02/2012
	Humar	FR5031530151	21/04/2012
Fleckvieh	Morly	AT217.412.219	25/02/2012
	Waldy	AT617.885.419	10/06/2012

B- Les paillettes :

44 paillettes de semence issues de ces 4 taureaux ont été décongelées et analysées.

II.2- Matériel non biologique (Appareillage) :

Le matériel utilisé dans cette étude est comme suit :

Biostat d'azote liquide (BT) : sert à stocker les paillettes et à les conserver dans l'azote, gaz liquide qui maintient la semence congelée à -196°C . L'organisation des paillettes dans la cuve se fait selon un plan de cuve bien précis. Les paillettes sont regroupées dans des canisters, sorte de récipients en métal que l'on peut monter et descendre dans la cuve.

Un bain Marie : à une température ($37-38^{\circ}\text{C}$) a été utilisé pour décongeler les paillettes.

Réactifs : l'éosine-nigrosine afin d'évaluer la vitalité des spermatozoïdes.

Autres : Divers matériels de laboratoire (agitateurs, micropipettes ; lame et lamelles, gants d'examen, marqueur et étiquettes etc.) ont été utilisés lors des manipulations des produits et du sperme.

Le système CASA (COMPUTER ASSISTED SPERM ANALYSED) : c'est un analyseur de sperme, il permet l'analyse assistée par ordinateur de certains paramètres séminologiques. Le test CASA est basé sur l'analyse de sperme en utilisant des algorithmes de cheminement automatisés de spermatozoïde.

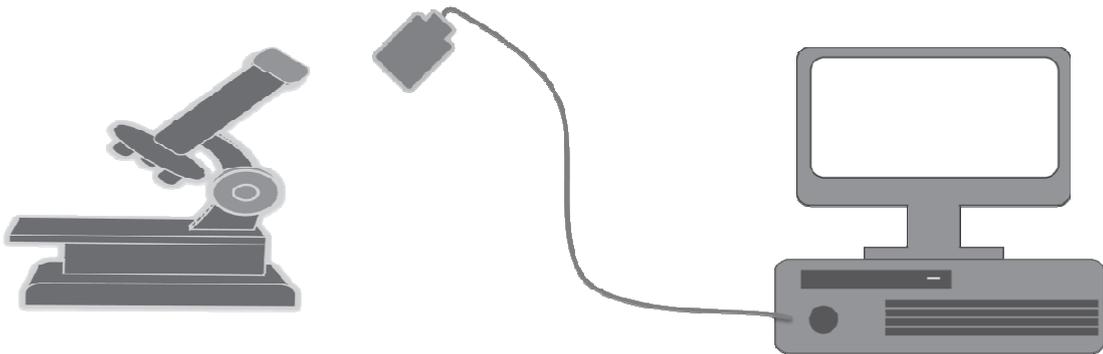


Figure 14 : Schéma du système CASA

III- Méthodes d'études :

III.1- Maniement de la dose de semence :

Le maniement correct de la semence, avant pendant et après la décongélation est crucial pour la bonne réussite des analyses (voir chapitre III).

III.2- Décongélation des paillettes :

La décongélation des paillettes se fait par immersion dans un bain-marie à 37C° pendant une minute puis le contenu est récupéré dans un tube et laissé pendant 10mn à 37C° avant l'analyse informatique.



Figur15 : décongélation des paillettes dans le bain-marie

III.3- L'analyse informatique de la semence :

Pour l'analyse informatique de la semence, on a utilisé l'analyseur SCA de Microptics qui a été déjà validé pour l'analyse de la semence animale.

L'analyseur informatique « Sperm Class Analyzer » 5.4 (SCA® v.5.4, Microptics S.L, Barcelona, Spain) a été utilisé pour évaluer les différents paramètres de la motilité spermatique et la vitalité des spermatozoïdes.

Ce système d'analyse automatisé intègre un microscope bioculaire à contraste de phase négative (Elipse E200, Nikon, Japan), une double platine chauffée, une High-speed digital caméra et un ordinateur de marque HP pour sauvegarder et analyser les données après acquisition. Cet appareil permet de filmer les spermatozoïdes déposés sur la platine chauffante via différents systèmes (lame, chambre de Mackler) et d'étudier un grand nombre de paramètres relatifs à leur nombre, leur concentration et leur mobilité.

Il fonctionne grâce à la caméra couplée au microscope et utilise le logiciel informatique permettant de transformer le signal électrique transmis par la caméra et l'analyse des trajectoires et mouvements des spermatozoïdes.



Figure 16 : Constituants de l'analyseur SCA (microscope -1.2-, platine -3-, caméra -4-)

A- La motilité spermatique :

Les paramètres informatiques de motilité spermatique ont été mesurés par le système SCA dont les (08) paramètres étudiés dans notre travail à savoir :

- **VCL:** Vitesse de la trajectoire curvilinéaire, c'est la vitesse de la trajectoire entre centroïdes dans un intervalle de temps défini. Valeurs en microns/seconde.
- **VAP:** Vitesse de la trajectoire moyenne, c'est la vitesse de la trajectoire lissée entre n positions du centroïde par intervalle de n temps. Valeurs en microns/seconde.
- **VSL:** Vitesse de la trajectoire en ligne droite, c'est la vitesse de la trajectoire entre 2 positions du centroïde pris entre n intervalle de temps. Valeurs en microns/seconde.

- **STR:** Pourcentage de rectitude ou de linéarité de la trajectoire moyenne. (VSL / VAP). Ces valeurs sont en %.
- **LIN:** Pourcentage de linéarité de la trajectoire curviligne. (VSL / VCL). Ces valeurs sont en %.
- **WOB:** Pourcentage d'oscillation de la trajectoire réelle par rapport à la trajectoire moyenne. (VAP / VCL). Ces valeurs sont en %.
- **ALH:** Amplitude du déplacement latéral de la tête en microns/seconde. Il s'agit de l'amplitude du déplacement latéral de la tête du spermatozoïde par rapport à la trajectoire moyenne. Elle est exprimée en déplacement moyen.
- **BCF:** Fréquence de croisement ou fréquence moyenne (dans le temps) avec laquelle la trajectoire curviligne du spermatozoïde croise la trajectoire moyenne, exprimée en Hz.

B-Test de vitalité :**Coloration éosine-nigrosine :**

Cette technique repose sur le principe selon lequel les cellules mortes, dont la membrane plasmique est endommagée, absorbent le colorant.

Mettre dans un tube à hémolyse ou sur une lame une goutte de sperme + une goutte d'éosine 1%.

Agiter pendant 30 s puis ajouter deux gouttes nigrosine 10% et mélanger.

Réaliser un frottis et le laisser sécher à l'air

Examiner le frottis :

Résultat :

SPZ rose = SPZ mort ; SPZ incolore = SPZ vivant

III.4- L'analyse statistique :

Les résultats sont générés sur un fichier Microsoft Excel par l'analyste informatique. Ils sont par la suite traités et présentés sous forme de tableaux.



Figure 17 : les analyses du sperme au laboratoire en utilisant l'analyseur SCA

Dans le but de connaître l'état de fertilité des donneurs de sperme, on a effectué des analyses informatiques sur le système SCA des 44 paillettes issues de 04 taureaux de deux races différentes, en se basant sur deux critères la motilité spermatique qui se traduit par les mouvements des spermatozoïdes et la vitalité.

En analysant les résultats, on a essayé de faire un genre de traçabilité (de la paillette au taureau) pour avoir une idée sur les performances sexuelles de ces donneurs de sperme.

I-La motilité spermatique :

Les mouvements des spermatozoïdes ont été évalués au microscope entre lame et lamelle sur une platine chauffante. On distingue la mobilité totale et la mobilité progressive. La mobilité totale correspond au pourcentage de spermatozoïdes qui se déplacent quelle que soit leur trajectoire. La mobilité progressive reflète, quant à elle, la proportion de spermatozoïdes se déplaçant en ligne droite.

I.1- Motilité Massale :

La mobilité totale est le pourcentage de spermatozoïdes dont la vitesse de la trajectoire moyenne (*velocityaveragepath*) VAP du centroïde, qui représente le centre géométrique de la tête du spermatozoïde, est supérieure à 20 $\mu\text{m/s}$ (Vidament, 2005).

Le sperme congelé analysé représente les valeurs de VAP suivantes pour chaque animal : 17,94 \pm 3,46 pour Happy Isi, 14,85 \pm 3,12 pour Humar soit une moyenne de 17,47 \pm 3,49 pour la race normande, et 18,21 \pm 2,79 ; 14,97 \pm 3,36 pour Morly et Waldy respectivement donc une moyenne de 17,4 \pm 3,37 pour la race Fleckvieh.

On remarque que les 04 taureaux représentent **une VAP faible (spz lents)**.

Le tableau suivant représente une échelle de classification de la motilité massale.

Tableau XXIV : échelle de classification de la motilité massale selon PETITJEAN 1965.

Note	Echelle PETITJEAN 1965
0	pas de SPZ
1	SPZ immobiles
2	Quelques SPZ agités, sans déplacement notable (oscillations sur place)
3	Beaucoup SPZ agités, sans déplacement notable
4	Quelques SPZ immobiles, Quelques SPZ agités sur place, Quelques SPZ mobiles.).
5	comme 4 mais proportion de SPZ mobiles supérieur à la moyenne
6	Quasi-totalité de SPZ se déplaçant
7	comme 6 mais amorce de mouvement de vague
8	comme 7 ; mouvement de vague distincts mais lents
9	vagues énergiques ; aspect de tourbillon

Le pourcentage d'oscillations est de $57,66 \pm 8,89$ pour Happy Isi, $52,37 \pm 9,21$ pour Humar soit une moyenne de $53,91 \pm 3,74$ pour la race normande, et il est de $52,34 \pm 4,61$ pour Morly, $51,43 \pm 2,21$ pour Waldy donc une moyenne de $57,95 \pm 8,87$ pour la race Fleckvieh.

Les 04 taureaux des deux races représentent un pourcentage élevé des oscillations sur place, et une faible VAP, donc selon l'échelle de classification, on peut attribuer la note 2 à tous les animaux testés.

I.2- Motilité individuelle :

Vidament (2005) a défini dans ses conditions d'analyse la mobilité progressive comme la proportion des spermatozoïdes avec une VAP supérieure à $40 \mu\text{m/s}$ et une rectitude (STR) supérieure à 80 %.

Tous les animaux testés ont une valeur moyenne VAP inférieure à $40 \mu\text{m/s}$, et les pourcentages de rectitude sont les suivants : Happy Isi : $38,88 \pm 11,55$, Humar : $34,16 \pm 11,55$, Morly : $31,87 \pm 5,98$ et Waldy : $30,51 \pm 3,17$ et ils sont aussi inférieure à 80%.

Le système SCA a qualifié les spermatozoïdes ayant une VAP d'environ 17 et une STR d'environ 30% en tant que spermatozoïdes qui ont une motilité de type moyen.

Tableau XXV: Un exemple des valeurs de SCA pour un spermatozoïde qualifié progressif et rapide (fiche Excel obtenu par le SCA)

VCL	VSL	VAP	LIN	STR	WOB	ALH	BCF	Type
115,4	70,2	72,4	60,9%	97,0%	62,8%	4,3	11,0	Progressif Rapide

En comparant les paramètres de l'exemple de spermatozoïde qualifié progressif et rapide avec les moyennes obtenues pour chaque animal des deux races, on remarque que la semence des animaux testés présente des caractéristiques spermatiques un peu faibles.

On peut les qualifier de spermatozoïdes moyens si on prend un échantillon au hasard de motilité moyenne et l'on compare avec les valeurs moyennes obtenues.

Tableau XXVI: Un exemple des valeurs de SCA pour un spermatozoïde qualifié moyen (fiche Excel obtenu par le SCA).

VCL	VSL	VAP	LIN	STR	WOB	ALH	BCF	Type
33,8	14,4	20,8	42,6%	69,2%	61,5%	2,0	2,0	Moyen

Le tableau suivant représente l'échelle de classification de la motilité individuelle :

Tableau XXVII : échelle de classification de la motilité individuelle SELON ANDRIEU 1965

Note	Echelle ANDRIEU 1965
0	SPZ immobiles
1	SPZ ont des mouvements de flagelle, sans déplacement
2	déplacement des SPZ lent, mouvements circulaires dominant
3	les SPZ ont des mouvements heurtés, le long 1 hélice à diamètre sensiblement égal à leur longueur
4	SPZ se déplacent rapidement le long d'une hélice de faible diamètre ; (dit : fléchant)

On remarque que la VCL est supérieure par rapport la VSL, alors les spermatozoïdes ont un trajet arrondi plutôt qu'une ligne droite. Donc si les mouvements circulaires dominant et que les spermatozoïdes sont plus ou moins lents, on attribue la note 2 à tous les animaux testés.

II-Vitalité :

Le tableau suivant nous permet de classier le sperme selon le pourcentage des spermatozoïdes vivants.

Tableau XXVIII : échelle de classification du sperme selon le pourcentage des spermatozoïdes vivants.

Critères	Notes
Absence de spermatozoïdes : azoospermie	0
Absence de spermatozoïdes vivants : spermatozoïdes morts (absence de mobilité)	1
25% de spermatozoïdes vivants	2
60% de spermatozoïdes vivants	3
80% de spermatozoïdes vivants	4
100% de spermatozoïdes vivants	5

En comparant nos résultats obtenus, on remarque que :

Les 04 taureaux des deux races représentent un pourcentage de vitalité qui se situe entre 25 et 60 %, donc ils ont une note de vitalité de 2.

La décision de garder ou détruire un sperme est en fonction des résultats que fournit l'examen de sa qualité. Les normes communément admises pour l'évaluation de la qualité d'un éjaculat dans le cadre de son utilisation pour l'insémination artificielle sont (PAREZ et THIBIER, 1983) :

- motilité supérieure ou égale à 3
- pourcentage de spermatozoïdes vivants > 60%

-On a attribué la note de 2 pour la motilité et on a trouvé un pourcentage de spermatozoïdes vivants < 60% pour le sperme des 04 taureaux examinés, donc on peut dire que cette semence est de mauvaise qualité et on ne peut pas l'utiliser en insémination.

-Un nombre élevés de spermatozoïdes morts ou anormaux signifie qu'il y a un problème de spermatogénèse, donc les taureaux ont des problèmes de fertilité.

-On ne peut pas juger les animaux comme infertile ou de performances sexuelles faibles juste en analysant le sperme conservé, parce que les méthodes et les techniques de préparation de sperme peuvent le détruire ; un mauvais conditionnement ou une mauvaise conservation et décongélation de la semence peuvent changer les caractéristiques des spermatozoïdes, leur motilité peut facilement être inhibée en cours de prélèvement par la présence de contaminants chimiques sur les lames, ou d'urine.

-L'examen conventionnel du sperme ne permet d'analyser qu'un faible nombre de spermatozoïdes dans un intervalle de temps raisonnable, cela représente une source de variabilité non négligeable. De plus, compte tenu du faible nombre de cellules analysées, la population de spermatozoïdes analysée n'est pas forcément représentative de celle présente dans l'éjaculat.

-L'examen de la fertilité d'un taureau ne se base pas seulement sur les analyses du sperme mais ça existe toute une propédeutique pour évoluer son activité sexuelle, commençant par l'état général de l'animal, passant par son appareil reproducteur et enfin les analyses complémentaires qui comportent les analyses de la semence.

Les résultats de notre étude : le pourcentage de vitalité et les caractéristiques de mouvements des spermatozoïdes des 04 taureaux, obtenus par SCA, après décongélation des paillettes ; sont présentés dans les tableaux suivants :

Tableau VIII: Paramètres informatiques du sperme (motilité et vitalité) obtenus par les paillettes analysées du taureau Happy Isi (de race normande).

Date de collecte	code	VCL	VAP	VSL	STR	LIN	WOB	ALH	BCF	Vitalité(%)
18/06/2015	Aa1	31,06	17,17	10,75	29	49	53,4	1,76	3,5	38,5
25/06/2015	Aa10	30,29	18,18	12,39	33,8	55,7	56,4	1,58	4,11	20,5
25/06/2015	Aa11	33,73	21,31	15,11	45,6	65	64,4	1,73	4,21	23
20/10/2014	Aa12	34,67	21,01	13,66	34,3	54,8	58,1	1,82	4,33	27,5
20/10/2014	Aa13	31,32	19,68	13,35	41,4	62,4	63,1	1,58	4,95	51,5
18/06/2015	Aa2	37,01	24,08	17,69	51,6	70,9	68,8	1,72	6	35,5
18/06/2015	Aa3	25,84	16,09	11,59	43,8	64,3	63	1,39	3,67	29,5
18/06/2015	Aa4	44,32	26,65	18,42	37,1	59	58,7	2,05	5,82	45
18/06/2015	Aa5	20,78	14,97	11,63	66,2	78,1	80,9	1,07	3,46	35,5
18/06/2015	Aa6	22,81	15,59	11,78	57,1	71,8	73,9	1,19	3,85	40,5
18/06/2015	Aa7	28,73	15,92	10,89	33,2	58	53,4	1,51	3,55	37,5
18/06/2015	Aa8	34,12	18,67	12,07	30	50,5	51,7	1,77	3,91	35,5
18/06/2015	Aa9	32,33	18,47	12,27	29,7	50,6	52,6	1,69	4,04	15

Le tableau VIII représente l'ensemble des valeurs, de motilité spermatique et de vitalité, obtenues pour les 13 paillettes analysées du taureau Happy Isi de Race Normande.

Tableau IX: Paramètres informatique du sperme (motilité et vitalité) obtenus par les paillettes analysées du taureau Humar (de race normande).

Date de collecte	code	VCL	VAP	VSL	STR	LIN	WOB	ALH	BCF	Vitalité(%)
18/06/2015	Ab1	37,72	21,45	13,89	31,9	54,4	54,2	1,93	4,71	43,5
18/06/2015	Ab2	32,75	19,73	12,79	33,1	53,3	56,7	1,65	4,41	39,5
18/06/2015	Ab3	26,07	15,21	9,56	42	61,3	64,5	1,53	3,51	22
18/06/2015	Ab4	18,21	12,23	8,87	61,8	74,7	76,6	1,06	3	41
18/06/2015	Ab5	28,89	16,18	10,11	33,6	54,4	55,7	1,64	3,05	39
07/10/2014	Ab6	28,55	14,63	9,42	28,6	51,5	49,5	1,5	2,84	27,5
20/10/2014	Ab7	29,55	16,32	10,42	30,8	53	52,6	1,66	3,24	41

Le tableau IX représente l'ensemble des valeurs, de motilité spermatique et de vitalité, obtenues pour les 07 paillettes analysées du taureau Humar de Race Normande.

Tableau X: Paramètres informatique du sperme (motilité et vitalité) obtenus par les paillettes analysées du taureau Morly (de race Fleckvieh).

Date de collecte	code	VCL	VAP	VSL	STR	LIN	WO B	ALH	BCF	Vitalité (%)
18/02/2015	Ba1	34,83	20,49	13,41	36,5	57,3	59	1,74	4,44	30
25/06/2015	Ba10	34,05	19,43	13,71	31,3	53	53,2	1,7	4,36	36
25/06/2015	Ba11	41,63	23,77	15,48	30,1	50,6	54,1	2,03	4,16	23,5
25/06/2015	Ba12	32,52	18,5	11,32	30,1	50,5	53,9	1,71	3,66	21
25/06/2015	Ba13	37,76	22,11	14,85	32,1	53	55,7	1,85	4,31	30,5
18/06/2014	Ba14	33,4	19,23	11,54	29,6	51	53,1	1,63	4,6	32,5
18/06/2015	Ba2	30,37	19,69	14,93	50,3	68,76	68,4	1,42	4,72	30,5
18/06/2015	Ba3	27,39	15,74	10,18	35,5	57,7	56,6	1,54	3,31	29,5
18/06/2015	Ba4	30,65	18,82	12,87	40	61,6	60,3	1,59	4,04	26,5
18/06/2015	Ba5	29,44	16,78	10,84	31	52,9	53,6	1,61	3,89	30,5
18/06/2015	Ba6	29,43	15,98	10,32	30,5	52,9	52,1	1,66	2,81	33,5
18/06/2015	Ba7	35,39	20,58	14,43	37,9	60,8	57,9	1,76	4,52	29
18/06/2015	Ba8	27,37	15,18	9,51	29,7	49,2	52,8	1,52	3,1	27,5
18/06/2015	Ba9	45,36	24,06	14,17	27,6	48,9	49,9	2,35	3,88	26,5

Le tableau X représente l'ensemble des valeurs, de motilité spermatique et de vitalité, obtenues pour les 14 paillettes analysées du taureau Morly de Race Fleckvieh.

Tableau XI: Paramètres informatiques du sperme (motilité et vitalité) obtenus par les paillettes analysées de Waldy (de race Fleckvieh).

Date de collecte	code	VCL	VAP	VSL	STR	LIN	WOB	ALH	BCF	Vitalité(%)
18/06/2015	Bb1	24,94	13,99	9,25	35,4	57	56,7	1,47	2,93	31,5
17/03/2014	Bb10	38,06	22,99	15,53	35,1	55,4	59	1,89	4,06	22
18/06/2015	Bb2	21,85	13,64	7,7	34,4	53,2	59,4	1,44	1,9	43,5
18/06/2015	Bb3	19,95	11,19	7,31	37,6	58,5	58,3	1,23	3,21	25
18/06/2015	Bb4	28,42	15,5	9,38	37,7	58,9	57,7	1,65	3,27	32,5
25/06/2015	Bb5	34,67	19,26	11,52	29,7	51,2	54,5	1,82	4,05	8
25/06/2015	Bb6	25,47	14,43	8,16	30,3	48,3	55,7	1,47	2,03	25,5
25/06/2015	Bb7	28,89	14,97	8,56	32	53,3	54,3	1,58	3,27	20,5
25/06/2015	Bb8	32,68	17,23	9,69	29,6	51,9	52,8	1,8	3,33	25
17/03/2014	Bb9	31,33	18,16	11,02	30,7	50,7	55,2	1,7	3,17	29,5

Le tableau XI représente l'ensemble des valeurs, de motilité spermatique et de vitalité, obtenues pour les 10 paillettes analysées du taureau Waly de Race Fleckvieh.

I- Les valeurs (moyenne et écart type) des paramètres de motilité spermatique : **Tableau XII:** variations des valeurs moyennes (moyenne et écart type) des caractéristiques de mouvements des spermatozoïdes selon la race.

RACE	Paramètres	VCL	VAP	VSL	STR	LIN	WOB	ALH	BCF
Fleckvieh	Moyenne	30,46	17,4	11,13	32,38	52,45	53,91	1,61	3,51
	Ecart type	5,86	3,37	2,58	4,92	4,84	3,74	0,22	0,76
Normande	Moyenne	29,27	17,47	11,86	38,37	57,2	57,95	1,52	3,85
	Ecart type	6,03	3,49	2,53	11,37	8,67	8,87	0,25	0,85

Le tableau XII représente les variations des valeurs de motilité spermatique (moyenne et écart type) selon la race, on remarque que les valeurs obtenues des deux races se rapprochent.

II.1- Vitesse de la trajectoire curvilinéaire :

Tableau XIII: variations des valeurs de VCL (moyenne et écart type)

Animal	Race	Age	VCL	
			Moyenne	Ecart type
Happy isi	Normande	3ans	29,5	6,11
Humar	Normande	3ans	25,96	5,99
Morly	Fleckvieh	3ans	31,65	5,24
Waldy	Fleckvieh	3ans	26,54	5,71

Le tableau XIII représente la moyenne et l'écart type de la vitesse de la trajectoire curvilinéaire des spz. On constate que la moyenne de la VCL est faible pour les 04 taureaux analysés.

II.2- Vitesse de la trajectoire moyenne :

Tableau XIV: variations des valeurs de VAP (moyenne et écart type)

Animal	Race	Age	VAP	
			Moyenne	Ecart type
Happy isi	Normande	3ans	17,94	3,46
Humar	Normande	3ans	14,85	3,12
Morly	Fleckvieh	3ans	18,21	2,79
Waldy	Fleckvieh	3ans	14,97	3,36

Le tableau XIV exprime les valeurs de la moyenne et l'écart type de la VAP des spz. On distingue que celle-ci est diminuée pour les 04 taureaux.

II.3- Vitesse de la trajectoire en ligne droite :

Tableau XV: variations des valeurs de VSL (moyenne et écart type)

Animal	Race	Age	VSL	
			Moyenne	Ecart type
Happy isi	Normande	3ans	12,43	2,45
Humar	Normande	3ans	9,61	1,88
Morly	Fleckvieh	3ans	11,97	2,01
Waldy	Fleckvieh	3ans	9,13	2,41

Le tableau XV présente les valeurs moyennes de la VSL. On remarque que les 04 taureaux ont une VSL très basse.

II.4- Rectitude:

Tableau XVI: variations des valeurs de STR (moyenne et écart type)

Animal	Race	Age	STR	
			Moyenne	Ecart type
Happy isi	Normande	3ans	38,88	11,55
Humar	Normande	3ans	34,16	11,55
Morly	Fleckvieh	3ans	31,87	5,98
Waldy	Fleckvieh	3ans	30,51	3,17

Le tableau XVI représente le pourcentage de la rectitude des spz. Les valeurs de la STR sont moyennes pour tous les taureaux.

II.5- Linéarité :

Tableau XVII: variations des valeurs de LIN (moyenne et écart type)

Animal	Race	Age	LIN	
			Moyenne	Ecart type
Happy isi	Normande	3ans	57,08	9,02
Humar	Normande	3ans	51,34	8,19
Morly	Fleckvieh	3ans	51,59	5,69
Waldy	Fleckvieh	3ans	49,26	3,52

Le tableau XVII représente le pourcentage de linéarité. Les valeurs obtenues sont moyennes pour tous les taureaux.

II.6- Oscillation :

Tableau XVIII: variations des valeurs du WOB (moyenne et écart type)

Animal	Race	Age	WOB	
			Moyenne	Ecart type
Happy isi	Normande	3ans	57,66	8,89
Humar	Normande	3ans	52,37	9,21
Morly	Fleckvieh	3ans	52,34	4,61
Waldy	Fleckvieh	3ans	51,43	2,21

Le tableau XVIII présente le pourcentage d'oscillations des spz. Les valeurs obtenues sont un peu élevées.

II.7- L'amplitude de déplacements latéraux de la tête :

Tableau XIX: variations des valeurs du ALH (moyenne et écart type)

Animal	Race	Age	ALH	
			Moyenne	Ecart type
Happy isi	Normande	3ans	1,5	0,26
Humar	Normande	3ans	1,4	0,26
Morly	Fleckvieh	3ans	1,62	0,23
Waldy	Fleckvieh	3ans	1,47	0,2

Le tableau XIX exprime l'amplitude du déplacement latéral de la tête du spz. Les 04 taureaux ont une ALH un peu faible.

II.8- La fréquence de battement de la tête :

Tableau XX: variations des valeurs du BCF (moyenne et écart type)

Animal	Race	Age	BCF	
			Moyenne	Ecart type
Happy isi	Normande	3ans	4,01	0,83
Humar	Normande	3ans	3,18	0,73
Morly	Fleckvieh	3ans	3,75	0,58
Waldy	Fleckvieh	3ans	2,9	0,71

Le tableau XX représente les valeurs moyennes de la fréquence de croisement avec laquelle la trajectoire curviligne du spz croise la trajectoire moyenne. Les valeurs obtenues sont un peu faible.

III- La vitalité :

Tableau XXI: variations des valeurs moyenne de Vitalité (moyenne et écart type)

Animal	Race	Age	VITALITE (%)	
			Moyenne	Ecart type
Happy isi	Normande	3ans	31,79	10,13
Humar	Normande	3ans	32,7	8,11
Morly	Fleckvieh	3ans	27,39	3,9
Waldy	Fleckvieh	3ans	24,74	9,2

Le tableau XXI exprime le pourcentage de vitalité de spz. On remarque que les 04 taureaux présentent un taux de vitalité un peu faible <40%.

Tableau XXII: variations des valeurs moyennes de Vitalité (moyenne et écart type) selon la race.

RACE	Paramètres	Vitalité(%)
Fleckvieh	Moyenne	27,06
	Ecart type	6,61
Normande	Moyenne	33,23
	Ecart type	9,35

Le tableau XXII représente le pourcentage de vitalité de spz selon la race. On révèle que les deux races ont un pourcentage de vitalité un peu faible.

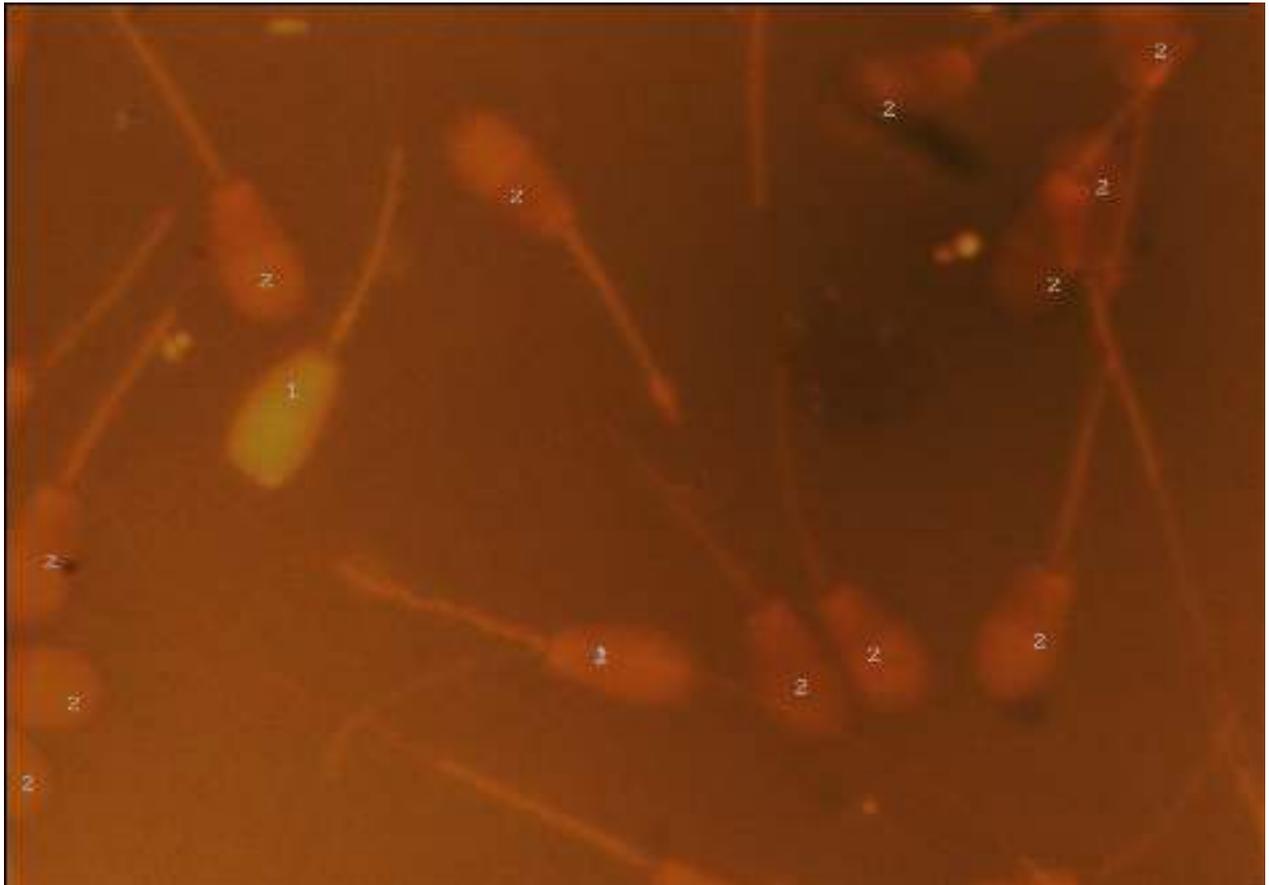


Figure 18 : test de vitalité (coloration à l'éosine-nigrosine) photo prise par la caméra du SCA
 1 :spz vivants non colorés, 2 : spz morts colorés en rose.

La figure 18 représente une photo prise par le CASA d'un frottis réalisé pour le test de vitalité. On peut distinguer sur le frottis les spermatozoïdes vivants (tête incolore 1) des spermatozoïdes morts (tête rose 2).

Notre travail portait sur le suivi de la fertilité de 04 taureaux reproducteurs à partir des analyses informatiques de leurs semences congelées (paillettes).

Les résultats obtenus à partir des analyses SCANous ont permis de conclure que:

- Les paramètres de qualité du sperme analysé sont inférieurs par rapport aux normes : motilité spermatique faible, taux de spermatozoïdes vivants diminué.
- La mesure de la mobilité est un paramètre important de sélection utilisée par les centres d'insémination mais elle reste insuffisante pour prédire la fertilité in vivo et in vitro des spermatozoïdes chez plusieurs espèces (ANDERSSON et al, 1992).
- Afin de déterminer la relation entre un paramètre séminologique mesuré in vitro et la fertilité in vivo, il faut disposer non seulement de tests de laboratoires spécifiques du paramètre à évaluer, précis et exacts mais également de données sur la fertilité (Amann, 1989).
- Les analyseurs automatiques apportent des précisions utiles concernant la motilité et la morphologie, avec une bonne répétabilité. Cependant, ils ne peuvent pas se substituer entièrement à l'examen séminologique classique et ne permettent pas de classer les taureaux comme « satisfaisant » ou « insatisfaisant » pour la production de sperme (Palmer, Barth, 2003).
- Aucun paramètre pris isolément n'est corrélé de façon satisfaisante à la fertilité. Il s'agit donc de développer un ensemble de tests qui pourrait compléter l'examen conventionnel du sperme et améliorer sa fiabilité.

1. **ADAMOU-N'DIAYE, M., GBANGBOCHE, A.B., ADJOVI, A. et JONDET, R., 2003.** Cryopréservation de la semence de taureau de race Borgou au Bénin. *Revue Méd. Vét.*
2. **AIRES V.A., HINSCH K.D., MUELLER-SCHLOESSER F.,BOGNER K., MUELLER-SCHLOESSER S., HINSH E, 2003.** In vitro and in vivo comparison of egg yolk-based and soybean lecithinbased extenders for cryopresrvation of bovine semen. *Theriogenology*,60, 269-279.
3. **ALBERT et al. 2007**– Evaluation of potential breeding soundness of the bull – In : ROBERT, S. YOUNGQUIST., WALTER, R. THREFFALL – *Curent Therapy in large animal theriogenology*, second edition – Saunders Elsevier.
4. **AMANN, RP, 1989.** Can the fertility of a seminal sample be predicted accurately? *Journal of Andrology*.
5. **AMIRAT L., TEINTURIER D., JEANNEAU L., THOTIN C., GERARD O., COURTENS JL, et al., 2004.**Bull semen in vitro fertility after cryopreservation using egg yolk LDL: a comparison with optidly, a commercial egg yolk extender. *Theriogenology* 2004: 61 495 – 907.
6. **AMMAR-KESKES Leila., 2013.** Biologie de la reproduction: Atlas de spermologie. Faculté de médecine de Sfax, Tunisie.
7. **ANDERSSON .M ; HELLMAN. T; HOLMSTROM.B.G; JOKINEN. L.1992.** Computerized and subjective assessments of post thaw motility of semen from Finnish Ayrshire AI bulls in relation to non return rates. *Acta Vet. Scand.*
8. **BAGSHAW P. A. et LADDS P. W,1974.** A study of the accessory sex glands of bulls in abattoirs in northern australia. *Aust. Vet. J.*
9. **BENLEKHEL.A, MANAR.S, EZZAHIRI.A. ET BOUHADDANE.A, 2000.** L'insémination artificielle des bovins : une biotechnologie au service des éleveurs. *Transfert de Technologie en Agriculture*, 65, p. 4.
10. **BIZIMUNGU J., 1991.** Insémination artificielle au Rwanda : Bilan etperspective.Thèse : Méd. Vét. : Dakar ; 15.
11. **BOGART R., MAYER D.T,1950.**The effects of egg yolk on the various physical and chemical factors detrimental to spermatozoa viability. *J.Anim. Sci.*, 9, 143.
12. **BOLY, H., 1986.** La récolte du sperme chez le babouin (*Papio papio*) par la technique del'électro-éjaculation. Thèse de Doctorat Vétérinaire. Université Cheick A. Diop de Dakar, EISMV.
13. **BOUAZIZOmar, 2013.** Examen de la fonction génitale du taureau. Cours de reproduction, université Constantine 1.
14. **BOYELDIEU.J, 1983.** L'élevage ovin : Nouvelle encyclopédie des connaissances agricoles. Editions de l'Institut National Agronomique, PARIS, 255 P.

15. **CHAVATTE.P, 1992.** Examen de la fonction génital de l'étalon. Rec.Med.Vét.
16. **COURSIN STEPHANE, 2012.** Prédiction du potentiel reproducteur de jeunes taureaux par échographie testiculaire et mesure de la circonférence scrotale. Thèse d'exercice, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse – ENVT.
17. **David I, 2008.** Analyse génétique et modélisation de la production de semence et de la réussite de l'insémination artificielle en ovine. Génétique animale Pour l'obtenir le grade de Doctorat d'Agro Paris Tech. Institut des sciences et industries du vivant et de l'environnement UFR Génétique, Elevage et Reproduction, France (Paris), p. 199.
18. **DERIVAUX.J, 1971.** Reproduction chez les animaux domestiques tome II, le mâle : insémination artificielle. Liège. Edition Derouaux.
19. **DIOP P.E.H., 1993.** Biotechnologie et élevage africain (147-162) In « Maîtrise de la reproduction et amélioration génétique des ruminants » Apport des biotechnologies nouvelles. Dakar : NEAS.-290p.
20. **DJABAKOU K., FIMMEN H.O. et BOTTGER M., 1984.** Examination of bull semen at CREAT.Trypanotolérance and animal production. Avetonou, Togo.
21. **DUMONT .P, PONSART.C, HUMBLLOT. P et GUERIN .B, 1999.** Etude de la réaction au test de Schalm au cours du contrôle de la fonction sexuelle chez le jeune taureau Normand. Elev. et Insem.
22. **DUMONT. P, 1997.**Appréciation de la fonction sexuelle du taureau reproducteur. Le Point Vétérinaire.
23. **EDUARDO VILLENA. F, JOSE JIMENEZ. R.M, MENDOZA.E, LOPEZ. J.C, 2003.** Technicien en élevage. Editions Cultural, S.A Tome2, MADRID – Espagne, 226 p.
24. **EDUCAGRI, 2013.** Reproduction des animaux d'élevage. Educagri Edition, Dijon, France.
25. **EZEKWE A.G., 1988.** Ejaculate characteristics of two breeds of tropical bulls - N'dama and Muturu.- Joint seminar on animal reproduction for african countries.-Addis-Abeba:CIPEA.
26. **FABRICE ABONOU, 2007.** Réalisation d'un programme d'insémination artificielle bovine dans la région de Dakar. Ecole inter - états des sciences et médecine vétérinaires (E.I.S.M.V.)
27. **FIDELE KABERA, 2008.** Appréciation de la qualité de la semence bovine produite au centre national d'amélioration génétique (cnag) de Dahra au Sénégal. Ecole inter-états des sciences et médecine vétérinaire de Dakar.
28. **FOOTE, RH, 2002.**The history of artificial insemination: selected notes and notables.Journal of Animal Science. 80, 1-10.
29. **GERARD.O, DRUARD. X., SELLEM.E, HUMBLLOT.P, 2006.** 18th European AI Vets Meeting. Boras, 12-14 october, 2006.

30. **GERARD, O., HUMBLLOT, P, 1992.** Influence du rythme de collecte, de la race et de la saison sur la production de semence de taureaux Prim'Holstein, Normands et Charolais. I-Effets sur les paramètres du sperme frais. El. Insem.
31. **GERARD, O., KHIRREDINE.B, 2002.** Production de semence bovine - Didacticiel de Maîtrise de la reproduction des bovins.
32. **GERARD.O, PONSART. C, PETIT .M, HUMBLLOT. P, 2008.** Evolution des techniques de préparation de la semence et d'insémination artificielle chez les bovins. Union nationale des coopératives d'insémination animale (UNCEIA), France.
33. **GOFFAUX. M., 1986.** Quelques aspects relatifs à la technologie de l'insémination artificielle des bovins. Banques de gènes et technologie de la reproduction bovine. Analyse et perspectives. Coopérative d'amélioration de l'élevage et d'insémination artificielle du Bearn Symposium de PAU 20 juin 1986.
34. **GOFFAUX M., 1991.** Technique de congélation de la semence de taureau : congélation proprement dite, décongélation et conservation. Elev. et Insém., (241) : 3-18
35. **GRIGA1 M., NEHRING H., LEIDING C., 2008.** XXV WoldBuiatric Congress 6-11 July 2008 Budapest, Hungary. p 297
36. **GUERIN B. et THIBIER M,1984.** Approche diagnostique et thérapeutique des inflammations de l'appareil génital du taureau d'insémination artificielle. Elev. Insem.
37. **HANZEN.Ch, 2007-2008.**Anatomo-physio-histologie du tractus génital du taureau : Rappels anatomophysiologiques relatifs à la reproduction du taureau.
38. **HANZEN.Ch, 2009-2010.** Rappels anatomophysiologiques relatifs à la reproduction.
39. **HANZEN.Ch, 2014-2015.** La propédeutique de l'appareil reproducteur et l'examen du sperme des ruminants. Université de Liège Faculté de Médecine Vétérinaire. Service de Thériogenologie des animaux de production.
40. **HUMBLLOT.P, 1999.** Utilisation de l'insémination artificielle et du transfert embryonnaire en France, leur impact sur la limitation des problèmes sanitaires. Agence Française de sécurité sanitaire des aliments : Colloque Scientifique ; Biotechnologies de la reproduction animale et sécurité sanitaire des aliments.
41. **HOPKINS, F.M. & SPITZER, J.C, 1997.** The new Society for Theriogenology breeding soundness evaluation system. The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice.
42. **IBRAHIM MAMAN LAMINO, 1999.** L'amélioration génétique par la biotechnologie de l'insémination artificielle bovine : cas du PAPEL au Sénégal., bilan et perspectives. Université cheikh ANTA Diop de Dakar. Ecole inter-états des sciences et médecine vétérinaires.
43. **EAN CLAUDE RUKUNDO, 2009.** Evaluation des résultats de l'insémination artificielle bovine dans le département de Mbour au Sénégal: cas du projet Goana. Université cheikh ANTA DIOP de Dakar. Ecole inter-états des sciences et médecine vétérinaire (E.I.S.M.V).

44. **KONFE Harouna, 2014.** Etude spermiologique des bovins de races locales de l'Afrique de l'Ouest: cas du Borgou, du taurin Lagunaire, du taurin N'Dama et du Zébu Peulh. Université Polytechnique De BOBO-DIOULASSO, Burkina Faso.
45. **LINHART RD. et PARKER WG.(1988)** Seminal Vesiculitis in Bulls. Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian, **10**, 12, 1428-1432.
46. **MARTINE CROISIER, YANNICK CROISIER, 2011.** Hygiène et santé en élevage: L'animal, Volume 1. Educagri Editions.
47. **MBAINDINGATOLOUM, FM, 1982.** L'insémination artificielle bovine au sinégal. Th.Med. Vét. DAKAR.
48. **MELROSE DR et TERNER C, 1952.** The Metabolism of Pyruvate in Bull Spermatozoa. Biochem. J. 1953;53:296.
49. **NICOLAS GUN, 2009.** PROPEDEUTIQUE ET SEMIOLOGIE DE L'APPAREIL GENITAL MALEovins et les caprins. FAO, Rome, Italie, 231 p.
50. **PALMER.C.W; BARTH. A.D, 2003.** Comparison of the BullMate™ Sperm Quality Analyser with conventional means of assessing the semen quality and breeding soundness of beef bulls. Animal Reproduction Science.
51. **PAREZ, M. et DUPLAN, J.M., 1987.** L'insémination artificielle bovine, ROGER MARIONEdition. reproduction et amélioration génétique, Paris, France.
52. **PETITJEAN M., 1965.** Recherches sur l'estimation du pouvoir fécondant des coqs. Mémoire Ingénieur DPE, CNAM, Paris
53. **PITREMONT J.L, 1992.** Maitrise de la reproduction en élevage allaitant: examen et contrôle du mâle. G.T.V.
54. **RADHWANE SAIDI, DJAMEL KHELEF, RAHID KAIDI, 2012.** Analyse descriptive des résultats d'insémination artificielle bovine en Algérie: cas de la région centre. Université de Blida.
55. **RIGAL Fabrice Benoît Guillaume, 2008** Comparaison de la qualité de la Semence de taureaux collectes a L'électro-éjaculateur ou au vagin Artificiel. Ecole vétérinaire Toulouse
56. **ROSENBERGER, 1979.** Appareil génital mâle. Examen clinique des bovins. P324-370
57. **SAACKE, J.M WHITE, 1972.** Semen quality tests and their relationship to fertility.conf.AN Insem.Artif. and Report., NNAB. Chicago, Illinois.
58. **SALISBURY G.W. et VANDEMARK N.L., 1961.** Physiology of reproduction and artificial insemination of cattle- San Francisco: Freeman & co.-639p.

59. **SCHALM O. W. et NOORLANDER B. S,**1957. Experiments and observations leading to development of the California Mastitis Test. J. Am. Vet. Med. Assoc., **130**, 199-210.
60. **SEEGERS. H, 1997.** Insémination artificielle : Des résultats pour une utilisation à bon escient. Le point vétérinaire, Volume 28 n°185, 1599-1600.
61. **SEEGERS. H et MALHER. X, 1996.** Analyse des résultats de reproduction d'un troupeau laitier. Le Point Vétérinaire, 28(Numéro spécial), 971-679.
62. **SOLTNER.D, 1993.** La reproduction des animaux domestiques. Zootechnie générale, tome I 2eme édition : Loire :collection science techniques agricoles.
63. **SPIESER FLORIAN, 2012.**Les examens complémentaires réalisables à la ferme et au cabinet en médecine des populations. Université Claude Bernard - LYON I.
64. **STIEVENART.M, 1997.** L'électro-éjaculation chez les mammifères. Revue bibliographique - Th. : Med.vet. : Lyon : n°6609.
65. **TAINTURIER. D, BENCHARIF.D, BRIAND.L, TOPIE. E et KAMGA-WALADJO.A.R, 2013.** Production et conservation de la semence animale. Revue Africaine de Santé et de Productions Animales. E.I.S.M.V. de Dakar
66. **THIBAULT, C et LEVASSEUR, M-C, 2001.**La Reproduction chez les mammifères et l'homme – nouvelle édition. Paris : INRA Editions ellipses, 256-289.
67. **THIBIER. M; WAGNER. HG, 2002.** World statistics for artificial insemination in cattle. Livestock Production Science, 74, 203-212
68. **TOM HAMILTON, 1990-** La fertilité du taureau de boucherie, Fiche technique originale
69. **TRIMECHE A. ; RENARD P. ; LE LANNOU D. ; BARRIERE P. et TAINURIER D, 1996.** Nouvelles molécules pour la congélation du sperme. Modèle d'étude : le baudet du Poitou. In : Reproduction et production laitière. Tunis : SERVICED.-316p.- (actualité scientifique AUPELF- UREF).
70. **UNCEIA, 2006.** Union nationale des coopératives d'insémination animale. France.
71. **VIDAMENT. M ; VINCENT. P ; YVON .J.M ; BRUNEAU .B ; MARTIN .F.X, 2005.**Glycerol in semen extender is a limiting factor in the fertility in asine and equine species. Anim. Reprod. Sci.
72. **VISHWANATH, R., 2003.**Artificial insemination: the state of the art.Theriogenology .Volume 59, Issue 2, 571-584.
73. **WALL RJ, FOOTE R.H, 1999.** Fertility of bull semen frozen and store in clarified egg yolk-tris-glycerol extender. J. Dairy Sci., 82, 817-821.

74. **WATSON P.F., MARTIN C.A, 1975.** The influence of some fractions of egg yolk on the survival of ram spermatozoa at 5 °C. *Aust. J. Biol. Sci.*, **28**, 145-152.
75. **YAHIMIA, 2003.** Evaluation de la fonction sexuelle de taureau reproducteur « race locale » et essai sur la cryoconservation du sperme.

Webographie

76. **Louisiana State University Department of Veterinary Clinical Sciences, 2005.** Semen. Evaluation. *Comparative Theriogenology*. Available at:http://www.vetmed.lsu.edu/eiltslotus/theriogenology-5361/semen%20anal._2.htm (consulté 19/05/2015)
77. **Hélène HUET, Victoire DE MOUSTIER, 2009.** Site internet pour la thèse de doctorat vétérinaire « élaboration d'un site web à visée pédagogique sur la propédeutique médicale des bovins » école nationale vétérinaire d'Alforthttp://theses.vet-alfort.fr/Th_multimedia/prope-bovine/index.php?rub=7&page=5 (consultée le 11/01/2015)
78. **R.G.Elmore,1996.** Bovine theriogenologyimages
<http://www.vet.k-state.edu/images/therio/>(Page consultée le 03/03/2015).
79. **HASKOURI H., 2001.** Insémination artificielle et détection des chaleurs.-*In*: Gestion de la reproduction chez la vache.
<http://fr.calameo.com/read/00039690400accdae9238> (consulté le 19/04/2015)
80. **Swissgenitics, toro magazine, 2009.** Maniement de la dose de semence.
<http://www.die-fruchtbare-kuh.ch/Maniement-de-la-semence.151.0.html?&L=3>
consulté le 12/08/2015

Date de collecte	Age	Bovin	Race	Code	VCL	VAP	VSL	STR	LIN	WOB	ALH	BCF	Vit
18/06/2015	3ans	Happy isi	N	Aa1	31,06	17,17	10,75	29	49	53,4	1,76	3,5	38,5
25/06/2015	3ans	Happy isi	N	Aa10	30,29	18,18	12,39	33,8	55,7	56,4	1,58	4,11	20,5
25/06/2015	3ans	Happy isi	N	Aa11	33,73	21,31	15,11	45,6	65	64,4	1,73	4,21	23
20/10/2014	3ans	Happy isi	N	Aa12	34,67	21,01	13,66	34,3	54,8	58,1	1,82	4,33	27,5
20/10/2014	3ans	Happy isi	N	Aa13	31,32	19,68	13,35	41,4	62,4	63,1	1,58	4,95	51,5
18/06/2015	3ans	happy isi	N	Aa2	37,01	24,08	17,69	51,6	70,9	68,8	1,72	6	35,5
18/06/2015	3ans	Happy isi	N	Aa3	25,84	16,09	11,59	43,8	64,3	63	1,39	3,67	29,5
18/06/2015	3ans	Happy isi	N	Aa4	44,32	26,65	18,42	37,1	59	58,7	2,05	5,82	45
18/06/2015	3ans	Happy isi	N	Aa5	20,78	14,97	11,63	66,2	78,1	80,9	1,07	3,46	35,5
18/06/2015	3ans	Happy isi	N	Aa6	22,81	15,59	11,78	57,1	71,8	73,9	1,19	3,85	40,5
18/06/2015	3ans	Happy isi	N	Aa7	28,73	15,92	10,89	33,2	58	53,4	1,51	3,55	37,5
18/06/2015	3ans	Happy isi	N	Aa8	34,12	18,67	12,07	30	50,5	51,7	1,77	3,91	35,5
18/06/2015	3ans	Happy isi	N	Aa9	32,33	18,47	12,27	29,7	50,6	52,6	1,69	4,04	15
18/06/2015	3ans	Humar	N	Ab1	37,72	21,45	13,89	31,9	54,4	54,2	1,93	4,71	43,5
18/06/2015	3ans	Humar	N	Ab2	32,75	19,73	12,79	33,1	53,3	56,7	1,65	4,41	39,5
18/06/2015	3ans	Humar	N	Ab3	26,07	15,21	9,56	42	61,3	64,5	1,53	3,51	22
18/06/2015	3ans	Humar	N	Ab4	18,21	12,23	8,87	61,8	74,7	76,6	1,06	3	41
18/06/2015	3ans	Humar	N	Ab5	28,89	16,18	10,11	33,6	54,4	55,7	1,64	3,05	39
07/10/2014	3ans	Humar	N	Ab6	28,55	14,63	9,42	28,6	51,5	49,5	1,5	2,84	27,5
20/10/2014	3ans	Humar	N	Ab7	29,55	16,32	10,42	30,8	53	52,6	1,66	3,24	41
18/06/2015	3ans	Morly	Fv	Ba1	34,83	20,49	13,41	36,5	57,3	59	1,74	4,44	30
25/06/2015	3ans	Morly	Fv	Ba10	34,05	19,43	13,71	31,3	53	53,2	1,7	4,36	36
25/06/2015	3ans	Morly	Fv	Ba11	41,63	23,77	15,48	30,1	50,6	54,1	2,03	4,16	23,5
25/06/2015	3ans	Morly	Fv	Ba12	32,52	18,5	11,32	30,1	50,5	53,9	1,71	3,66	21
25/06/2015	3ans	Morly	Fv	Ba13	37,76	22,11	14,85	32,1	53	55,7	1,85	4,31	30,5
18/06/2014	3ans	Morly	Fv	Ba14	33,4	19,23	11,54	29,6	51	53,1	1,63	4,6	32,5
18/06/2015	3ans	Morly	Fv	Ba2	30,37	19,69	14,93	50,3	68,76	68,4	1,42	4,72	30,5
18/06/2015	3ans	Morly	Fv	Ba3	27,39	15,74	10,18	35,5	57,7	56,6	1,54	3,31	29,5
18/06/2015	3ans	Morly	Fv	Ba4	30,65	18,82	12,87	40	61,6	60,3	1,59	4,04	26,5
18/06/2015	3ans	Morly	Fv	Ba5	29,44	16,78	10,84	31	52,9	53,6	1,61	3,89	30,5
18/06/2015	3ans	Morly	Fv	Ba6	29,43	15,98	10,32	30,5	52,9	52,1	1,66	2,81	33,5
18/06/2015	3ans	Morly	Fv	Ba7	35,39	20,58	14,43	37,9	60,8	57,9	1,76	4,52	29
18/06/2015	3ans	Morly	Fv	Ba8	27,37	15,18	9,51	29,7	49,2	52,8	1,52	3,1	27,5
18/06/2015	3ans	Morly	Fv	Ba9	45,36	24,06	14,17	27,6	48,9	49,9	2,35	3,88	26,5
18/06/2015	3ans	Waldy	Fv	Bb1	24,94	13,99	9,25	35,4	57	56,7	1,47	2,93	31,5
17/03/2014	3ans	Waldy	Fv	Bb10	38,06	22,99	15,53	35,1	55,4	59	1,89	4,06	22
18/06/2015	3ans	Waldy	Fv	Bb2	21,85	13,64	7,7	34,4	53,2	59,4	1,44	1,9	43,5
18/06/2015	3ans	Waldy	Fv	Bb3	19,95	11,19	7,31	37,6	58,5	58,3	1,23	3,21	25
18/06/2015	3ans	Waldy	Fv	Bb4	28,42	15,5	9,38	37,7	58,9	57,7	1,65	3,27	32,5
25/06/2015	3ans	Waldy	Fv	Bb5	34,67	19,26	11,52	29,7	51,2	54,5	1,82	4,05	8
25/06/2015	3ans	Waldy	Fv	Bb6	25,47	14,43	8,16	30,3	48,3	55,7	1,47	2,03	25,5
25/06/2015	3ans	Waldy	Fv	Bb7	28,89	14,97	8,56	32	53,3	54,3	1,58	3,27	20,5
25/06/2015	3ans	Waldy	Fv	Bb8	32,68	17,23	9,69	29,6	51,9	52,8	1,8	3,33	25
17/03/2014	3ans	Waldy	Fv	Bb9	31,33	18,16	11,02	30,7	50,7	55,2	1,7	3,17	29,5

Tableau: Paramètres informatiques du sperme obtenus des 44 paillettes analysées par SCA.

N : Normande ; **Fv :** Fleckvieh.

Le tableau VIII représente l'ensemble des valeurs, de motilité spermatique et de vitalité, obtenues pour les 44 paillettes analysées.