

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

UNIVERSITE SAAD DAHLEB DE BLIDA

**FACULTE DES SCIENCES AGRONOMIQUES-VETERINAIRES ET
BIOLOGIQUES**

DEPARTEMENT DES SCIENCES BIOLOGIQUES

MEMOIRE DE MASTER

OPTION : REPRODUCTION ANIMALE

**ETUDE DE L'EFFET SAISON SUR LA QUALITE DE LA SEMENCE
DES TAUREAUX HOLSTEIN ET EVALUATION DE LEURS
FERTILITE PAR L'INSEMINATION ARTIFICIELLE**

Par :

LAGUEL Redha

BOUREGA EI Haddi

Devant le jury composé de:

| | | |
|-----------------------|----------------------------------|--------------|
| Mr. BERBER. A. | Professeur - Université de Blida | Président |
| Mr. KAIDI. R. | Professeur - Université de Blida | Promoteur |
| Mr. KALEM. A. | MAT Université de Blida | Co-promoteur |
| Mr. ADEL. D. | MAT Université de Blida | Examineur |
| Mr. YAHIMI. A. | MAT Université de Blida | Examineur |

Blida, juin 2012

REMERCIEMENTS

Au premier lieu, nous tenons à remercier dieu qui nous a donné le courage et la volonté pour terminer ce travail.

Nous tenons à remercier vivement tous qui nous ont aidés à élaborer cet ouvrage en particulier notre promoteur Mr. Kaidi R, professeur au département de vétérinaire de l'université Saad DAHLEB de Blida, pour sa disponibilité permanente, pour son aide et ses orientations précieuses, tout le long de ce projet sans oublier le Co-promoteur Mr Kalem A pour son aide et ses orientations.

Aux membres du jury :

Le président de jury Mr Berber A et les examinateurs Mr Yahimi A et Mr Adel D. Merci d'avoir accepté de lire et corriger cette thèse. Merci pour vos nombreuses remarques qui ont ouvert la réflexion sur de nombreuses parties de ce travail.

A l'inséminateur de la région de Constantine Mr Bachkheznadji pour son travail organisé qui nous a facilité le suivie des résultats de l'insémination.

A ma famille :

Mes parents surtout ma mère, toujours en soutien malgré mes choix de vie. Merci pour votre présence, votre respect, votre écoute et vos conseils. Merci de m'avoir toujours suivie, quelque soit la décision engagée, le choix posé et la difficulté à surmonter. Merci pour votre ouverture d'esprit et vos conseils si précieux.

Aux personnels du centre de testage des taureaux de BAB ALI.

Au directeur général du CNIAAG Mr Boudjakji A.

A tous ceux qui ont participé de près ou de loin à l'élaboration de ce travail en particulier :

- *L'ingénieur de la station expérimentale de la faculté des sciences agronomiques-vétérinaire et biologiques Mr Farouk F*
- *le directeur de la station expérimentale Mr Adel D*
- *le sous directeur de la station expérimentale Mr Abd Elkader*

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail :

A la personne qui sacrifié sa vie pour moi, et qui a pris le défit pour mes études, et ma éclairé le chemin de ma réussite.

A toi mon cher père

A la prunelle de mes yeux, celle qui ma soutenue et qui a pleurée jour et nuit pour qu'elle me voit toujours au sommet et comme une étoile filante.

A toi ma chère mère.

A tous mes frères et surtout ma sœur

A tous mes amis sans exception

Aux étudiants de master reproduction animale

A tous ceux que j'aime

LAGUEL ET BOUREGA

RESUME :

Le taureau d'insémination artificielle (IA) a une influence sur la réussite à l'IA et donc sur la fertilité, L'évaluation de la qualité du sperme est indispensable pour son utilisation en insémination artificielle.

La présente étude porte sur l'effet des variations saisonnières sur les caractéristiques spermatiques (volume, pourcentage de spermatozoïdes mobiles et la motilité massale) de 131 éjaculats de 3 taureaux Holstein âgés de 6 ans destinés à l'insémination artificielle.

Les taureaux ont été récoltés durant l'année 2010 pendant les saisons (automne, hiver, printemps), la saison de récolte et l'effet individuel (taureau) ont été les facteurs analysés. L'effet de l'interaction des deux facteurs (saison, taureau) a été très significatif sur la motilité massale ($P < 0.01$), et significatif sur le pourcentage de spermatozoïdes mobiles et le volume ($P < 0,05$), la meilleure qualité de semence a été observée en hiver, le volume variait entre $4,70 \pm 1,14$ à $5,27 \text{ ml} \pm 1,07$, le pourcentage de spermatozoïdes mobiles oscillait entre $63,95 \pm 17,37$ et $66,14\% \pm 8,44$ et la motilité massale était de $3,45 \pm 0,75$ à $3,61 \pm 0,79$. La corrélation la plus élevée a été observée entre le pourcentage de spermatozoïdes mobiles et la motilité massale chez les trois taureaux avec un coefficient de corrélation de 0,84.

L'analyse des paramètres de fertilité (taux de réussite en IA1, taux de réussite en IA2 et le % du Repeat Breeding) de 247 vaches laitières dans la région de Constantine inséminées par la semence des 3 taureaux étudiés (GOYA, ULYSSE et ORION) révèle des taux de réussite élevés de 78,49, 81,52 et 70,97% respectivement pour les 3 taureaux, les % du Repeat Breeding obtenus sont aux normes, ils varient de 2,17 à 4,84%.

MOTS CLES :

Taureau, caractéristiques spermatique, saison, insémination artificielle, fertilité.

ABSTRACT:

The bull intended to artificial insemination (AI) has an influence on the AI success and then on fertility; the assessment of the semen quality is indispensable before its use in artificial insemination.

The present study falls on the spermatic characteristics of the seasonal variations effect (volume, percentage of motile spermatozooids and the massal motility) of 131 ejaculates of 3 Holstein bulls 6 years olds designed to artificial Insemination.

The bulls have been harvested in the course of the year 2010 in autumn, winter and spring. The harvesting season and the individual effect (bull) have been the analyzed factors. The interaction effect of both factors (season, bull) has been very significant on the massal motility ($P < 0.01$), significant on the mobile spermatozooids and the volume ($P < 0.05$). The best semen quality was observed in winter. The volume varied between 4.70 ± 1.14 to $5.27 \text{ml} \pm 1.07$; the percentage of mobile spermatozooids swunged between 63.95 ± 17.37 and $66.14\% \pm 8.44$ and the massal motility was 3.45 ± 0.75 to 3.61 ± 0.79 .

The highest correlation was observed between the percentage of mobile spermatozooids and the massal motility in the three bulls' with correlation coefficients of 0.84.

The fertility parameters analysis (the percentage of success in IA1, the percentage of success in IA2 and the % of Repeat Breeders) of 247 dairy cows in the Constantine region inseminated par the three studied bulls semen (GOYA, ULYSSE and ORION) highlights high success rates of 78.49, 81.52 and 70.97% respectively for the three bulls, the % of the Repeat Breeders reached are according the standards, they vary from 2.17 to 4.84%.

KEY WORDS:

Bull, spermatic characteristics, season, artificial insemination, fertility.

المخلص:

الثور الموجه إلى التلقيح الاصطناعي له تأثير كبير على نسبة نجاح هذه العملية و بالتالي على الخصوبة، إن تقييم نوعية السائل المنوي أساسية لاستعماله في التلقيح. تتناول هذه الدراسة مدى تأثير التغيرات الموسمية على خصائص السائل المنوي (الحجم نسبة الحيوانات المنوية المتحركة والحركة الكتلية للمني) ل131 عينة لثلاث ثيران أعمارهم 6سنوات.

تم جمع السائل المنوي للثيران في سنة 2010 خلال ثلاث فصول و هي : الخريف ، الشتاء و الربيع ، أخذنا بعين الاعتبار موسم جمع السائل المنوي و التأثير الفردي (الثور) كعوامل مؤثرة ، كان تأثير التفاعل بين العاملين (الموسم والثور) كبيرا جدا على الحركة الكتلية للمني ($P < 0.01$) وتأثير كبير على كل من نسبة الحيوانات المنوية المتحركة و الحجم ($P < 0.05$) وقد لوحضت أفضل نوعية للسائل المنوي في فصل الشتاء حيث تراوح حجمه ما بين 1.14 ± 4.7 إلى 5.27 ± 1.07 مل أما نسبة الحيوانات المنوية المتحركة فقد تراوحت ما بين 63.95 ± 17.37 و 66.14 ± 8.44 % و الحركة الكتلية للمني كانت ما بين 3.45 ± 0.75 و 3.61 ± 0.79 وقد لوحظ أن أعلى ارتباط كان بين نسبة الحيوانات المنوية و الحركة الكتلية للمني بمعدل 0.84 بالنسبة للثلاثة ثيران المدروسة.

إن تحليل خصائص الخصوبة (نسبة التلقيح الأول ، نسبة التلقيح الثاني ، تكرار الشبق) ل247 بقرة حلوب في منطقة قسنطينة و الملقحة بالسائل المنوي للثلاث الثيران المدروسة :

(GOYA, ULYSSE ET ORION) يكشف عن نسبة نجاح مرتفعة تتراوح ما بين 78.49 ، 81.52 و 70.97 للثلاث ثيران على التوالي ، أما نسبة تكرار الشبق المحصل عليها كانت مطابقة للمعايير المتفق عليها ، حيث تراوحت بين 2.17 إلى 4.84 .

كلمات المفتاح:

الثور، الخصائص المنوية، الموسم، التلقيح الاصطناعي، الخصوبة.

Liste des tableaux

Page

| | |
|---|----|
| Tableau 1 : Valeurs minimales recommandées pour la circonférence scrotale du taureau en fonction de l'âge et de la race..... | 2 |
| Tableau 2 : Concentration des différents constituants du plasma séminal du taureau..... | 12 |
| Tableau 3 : Principales caractéristiques du sperme de quelques espèces animales..... | 18 |
| Tableau 4 : Critères de notation de la motilité massale de la semence dans l'espèce bovine..... | 21 |
| Tableau 5 : Utilisation de l'insémination artificielle dans le troupeau laitier et de boucherie..... | 32 |
| Tableau 6 : Variation du taux de réussite selon le moment de l'insémination..... | 36 |
| Tableau 7 : Facteurs susceptibles d'influencer la réussite de l'IA..... | 38 |
| Tableau 8 : Caractéristiques des taureaux étudiés : ULYSSE, GOYA, ORION..... | 40 |
| Tableau 9 : Effet de l'interaction des deux facteurs (taureau, saison) sur le volume récolté du sperme..... | 51 |
| Tableau 10 : Effet de l'interaction des deux facteurs (taureau, saison) sur le pourcentage de spermatozoïdes mobiles..... | 52 |
| Tableau 11 : Effet de l'interaction des deux facteurs (taureau, saison) sur la motilité massale du sperme..... | 53 |
| Tableau 12 : Effet de la saison sur les caractéristiques spermatiques de GOYA..... | 54 |
| Tableau 13 : Effet de la saison sur les caractéristiques spermatiques d'ULYSSE..... | 57 |
| Tableau 14 : Effet de la saison sur les caractéristiques spermatiques du taureau ORION..... | 59 |

| | |
|--|----|
| Tableau 15 : Corrélations entre certaines caractéristiques de la semence..... | 62 |
| Tableau 16 : Classement des taureaux selon le nombre de vaches inséminées..... | 63 |
| Tableau 17 : Taux de réussite de l'IA1 des trois taureaux..... | 64 |
| Tableau 18 : Taux de réussite de l'IA2 de GOYA, ULYSSE et ORION..... | 66 |
| Tableau 19 : Taux de vaches Repeat Breeders après l'insémination par la semence des trois taureaux..... | 67 |
| Tableau 20 : Effectif de vaches dans chaque élevage | 69 |
| Tableau 21 : Taux de réussite de l'IA1des trois taureaux dans chaque élevage..... | 70 |
| Tableau 22 : Taux de réussite en deuxième insémination dans chaque élevage..... | 73 |
| Tableau 23 : Taux de Repeat Breeding dans les trois élevages..... | 76 |

Liste des figures

| | Page |
|--|------|
| Figure 1 : Appareil génital du taureau..... | 1 |
| Figure 2 : Testicule et ses enveloppes..... | 4 |
| Figure 3 : Vessie et glandes annexes chez le taureau..... | 7 |
| Figure 4 : Représentation schématique du vagin artificiel..... | 14 |
| Figure 5 : Quand inséminer pour obtenir les meilleurs résultats | 34 |
| Figure 6 : Dépôt de la semence dans les voies génitales de la vache..... | 36 |
| Figure 7 : Endroit de l'insémination artificielle..... | 37 |
| Figure 8 : Evolution des caractéristiques spermatique de Goya en printemps..... | 56 |
| Figure 9 : Evolution des caractéristiques spermatique d'ORION en printemps..... | 60 |
| Figure 10 : Nombre de vaches inséminées par chaque taureau..... | 63 |
| Figure 11 : Taux de réussite de l'IA1 de GOYA, ULYSSE et ORION en %..... | 64 |
| Figure 12 : Taux de réussite de l'IA2 des trois taureaux..... | 66 |
| Figure 13 : Taux de vaches Repeat Breeders..... | 68 |
| Figure 14 : Taux de réussite de l'IA1 de GOYA, ULYSSE et ORION dans chaque élevage en %..... | 70 |
| Figure 15 : Taux de réussite en deuxième insémination par les trois taureaux chez les trois éleveurs..... | 74 |
| Figure 16 : Taux de Repeat Breeding dans chaque élevage..... | 76 |

Liste des photos

| | Page |
|---|-------------|
| Photo. 1 : Examen macroscopique du sperme : taureau..... | 17 |
| Photo. 2 : Equipement nécessaire à l'examen microscopique du sperme... | 20 |
| Photo 3 : Examen de la motilité massale..... | 21 |
| Photo 4 : Machine automatique à remplir et souder les paillettes..... | 26 |
| Photos 5 : Conditionnement en paillettes..... | 26 |
| Photo 6 : Vagin artificiel + tube gradué..... | 42 |
| Photo 7 : Tube gradué..... | 42 |
| Photo 8 : Récolte du sperme..... | 43 |
| Photo 9 : Spectrophotomètre | 44 |
| Photo 10 : Dilueur (AndroMed)..... | 45 |
| Photo 11 : Bain-marie..... | 45 |
| Photo 12 : Mise en paillette (Mrs3)..... | 46 |
| Photo 13 : Biostat d'azote pour le stockage du sperme..... | 47 |

Liste des abréviations

- **% de SPZ** : pourcentage de spermatozoïdes mobiles
- **°C/min** : degré Celsius par minute
- **ATB** : antibiotique
- **BCS**: body condition score
- **CNIAAG** : centre national d'insémination artificielle et d'amélioration génétique.
- **IA** : insémination artificielle
- **MM** : motilité massale
- **Mmol/ml** : Mili mole par millilitre
- **MRS 3** : machine à remplir et à souder 3
- **NaCl** : chlorure de sodium
- **Nb spz/mm³** : nombre de spermatozoïdes par millimètres cube
- **NS** : non significatif
- **p<0,05** : probabilité inférieure à 0,05
- **QTL** : Quantitative trait loci
- **S** : significatif
- **spz/mL** : spermatozoïdes par millilitre
- **TRIA1** : taux de réussite de la première insémination artificielle
- **TRAI2** : taux de réussite de la deuxième insémination artificielle
- **spz/mm³** : spermatozoïdes par millimètre au cube
- **TRB** : Taux de Repeat Breeding
- **Vol** : volume

TABLE DES MATIERS

INTRODUCTION

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : Rappelles anatomiques et physiologiques de l'appareil génital du taureau.....1

1. Anatomie de l'appareil génitale du taureau.....1

1.1. Testicules.....2

1.2. Voies spermatiques.....4

1.3. Voies uro-génitales.....5

2. Puberté et spermatogenèse.....7

2.1. Puberté.....7

2. 2. Production du sperme.....8

2.2.1. Contrôle neuroendocrinien de la spermatogenèse.....8

2.3. Spermatogenèse.....9

3. Production du plasma séminal.....10

CHAPITRE II : Récolte et examen du sperme de bovin.....13

1. Préparation des taureaux dans les centres de collecte.....13

2. Technique de collecte de sperme au vagin artificiel.....14

2.1. Qualité de la semence.....15

2.2. Observation de la capacité à saillir du taureau.....15

3. Evaluation du sperme.....17

3.1. Examen macroscopique.....17

3.1.1. Volume.....17

3.1.2. Aspect et consistance.....18

3.1.3. Couleur.....18

| | |
|--|----|
| 3.1.4. Viscosité..... | 19 |
| 3.1.5 PH, odeur et saveur..... | 19 |
| 3.2. Examen microscopique..... | 19 |
| 3.2.1. Mobilité..... | 20 |
| 3.2.2. Concentration du sperme spz/mm ³ | 22 |
| 3.2.3. Pourcentage de spermatozoïdes vivants..... | 22 |
| 3.2.4. Morphologie des spermatozoïdes..... | 22 |
| 3.3. Etude physico-chimique et biochimique du sperme..... | 22 |
| 3.4. Evaluation biologique de la qualité du sperme..... | 22 |
| 4. Congélation du sperme de bovin..... | 23 |
| a) Dilution de la semence..... | 23 |
| b) Réfrigération..... | 24 |
| c) Equilibration-conditionnement..... | 25 |
| d) Congélation et stockage à -196°C..... | 26 |
| 5. Facteurs de variation de la qualité et de la fertilité de la semence..... | 28 |
| 5.1. Effet âge..... | 28 |
| 5.2. Rythme de collecte..... | 28 |
| 5.3. Effet individuel..... | 28 |
| 5.4. Effet race..... | 29 |
| 5.5. Effet éjaculat..... | 29 |
| 5.6. Saisonnalité et effet de la température..... | 29 |
| 5.7. Effet de l'alimentation..... | 30 |
| 5.8. Influence des manipulateurs..... | 30 |

| | |
|--|----|
| CHAPITRE III : Insémination artificielle bovine..... | 31 |
| 1. Généralité..... | 31 |
| 2. Historique de l'insémination artificielle (IA)..... | 32 |
| 3. Insémination artificielle en Algérie..... | 32 |
| 4. Avantages de l'insémination artificielle..... | 33 |
| 4.1. Avantages d'ordres génétiques..... | 33 |
| 4.2. Avantages d'ordre sanitaire..... | 33 |
| 4.3. Avantages d'ordre économique..... | 33 |
| 5. moment idéal de l'insémination artificielle..... | 34 |
| 6. Technique de l'insémination artificielle..... | 35 |
| 6.1. Acte de l'insémination artificielle..... | 36 |
| 7. Lieu de dépôt de la semence..... | 37 |
| 8. Facteurs susceptibles d'influencer la réussite de l'IA..... | 38 |

PARTIE EXPERIMENTALE

| | |
|--|----|
| Objectif..... | 39 |
| CHAPITRE 1 : évaluation des caractéristiques spermatique | |
| Matériels et méthodes..... | 40 |
| 1. Matériels biologiques..... | 40 |
| 1.1. Animaux..... | 40 |
| 2. Matériels utilisés..... | 40 |
| 3. Méthodes..... | 41 |
| 3.1 Organisation des locaux et matériel nécessaire..... | 41 |
| 4. Évaluation du sperme au laboratoire..... | 43 |
| 4.1. Évaluation visuelle..... | 43 |

| | |
|--|-----------|
| 4.2. Premier contrôle : Evaluation microscopique..... | 43 |
| 4.2.1. Concentration..... | 44 |
| 4.2.2. Dilution et mise en conservation à +4°C de la semence..... | 44 |
| 4.2.2.1. Dilueur utilisé (AndroMed)..... | 44 |
| 4.2.2.2. Composition du dilueur:..... | 45 |
| 4.2.2.3. Méthode de dilution..... | 45 |
| 4.3. Deuxième contrôle: motilité individuelle..... | 46 |
| 4.4. Mise en conservation à +4°C..... | 46 |
| Diagramme de technique de production de semence congelée bovine Protocole du laboratoire CNIAAG 2011..... | 48 |
| 5. Analyses statistiques..... | 49 |
| CHAPITRE2 : insémination artificielle..... | 50 |
| 1. Matériel et méthode..... | 50 |
| 1.1. Fiches d'insémination artificielle..... | 50 |

PARTIE RESULTATS ET DISCUSSION

| | |
|--|----|
| CHAPITRE I : récolte et examen du sperme..... | 51 |
| Evaluation de la qualité de semence dans le centre de collecte..... | 51 |
| I. Comparaison inter taureaux : (effet des deux facteurs saison et taureau)..... | 51 |
| 1) Volume..... | 51 |
| 2) Pourcentage de spermatozoïdes mobiles (%SPZ mobiles)..... | 52 |
| 3) Motilité massale (MM)..... | 53 |
| II. Comparaison intra taureaux (Effet saison)..... | 54 |
| Taureau 1 : GOYA..... | 54 |
| 1) Volume..... | 54 |
| 2) Pourcentage de spermatozoïdes mobiles (%SPZ mobiles)..... | 55 |

| | |
|--|----|
| 3) Motilité massale (MM)..... | 56 |
| Taureau 2 : ULYSSE..... | 57 |
| 1) Volume..... | 57 |
| 2) Pourcentage de spermatozoïdes mobiles (%SPZ mobiles)..... | 58 |
| 3) Motilité massale (MM)..... | 58 |
| Taureau 3 : ORION..... | 59 |
| 1) Volume..... | 59 |
| 2) Pourcentage de spermatozoïdes mobiles (%SPZ mobiles)..... | 60 |
| 3) Motilité massale (MM)..... | 61 |
| Corrélations..... | 62 |
| CHAPITRE II : Insémination artificielle (essai de la semence in vivo)..... | 63 |
| A. Comparaison entre les trois taureaux (GOYA, ULYSSE et ORION) dans les élevages de la région de Constantine..... | 63 |
| Paramètres de reproduction..... | 64 |
| 1. Taux de réussite de l'insémination artificielle..... | 64 |
| 1.1. Taux de réussite en première insémination..... | 64 |
| 1.2. Taux de réussite en deuxième insémination..... | 65 |
| 1.3. Taux de Repeat Breeding..... | 66 |
| a) Taureau : GOYA..... | 68 |
| b) Taureau : ULYSSE..... | 68 |
| c) Taureau : ORION..... | 68 |
| B. Comparaison entre les trois taureaux (GOYA, ULYSSE et ORION) dans chaque élevage..... | 69 |
| Paramètres de reproduction..... | 69 |
| 1. Taux de réussite de l'insémination artificielle..... | 69 |

| | |
|---|----|
| 1.1. Taux de réussite en première insémination..... | 69 |
| 1.1.1. Comparaison intra élevage : (effet taureau)..... | 71 |
| a) Ferme Benelmadani elhocine..... | 71 |
| b) Ferme pilote Kadri..... | 71 |
| c) Ferme Achouri mohamed djallel..... | 72 |
| 1.1.2. Comparaison inter élevages : (Effet des conditions d'élevages) | |
| a) Taux de réussite en IA1 pour le taureau Goya..... | 73 |
| b) Taux de réussite en IA1 pour le taureau Ulysse..... | 73 |
| c) Taux de réussite en IA1 pour le taureau Orion..... | 73 |
| 1.2. Taux de réussite en deuxième insémination..... | 74 |
| a) Ferme pilote Kadri..... | 75 |
| 1.3. Taux de Repeat Breeding..... | 75 |
| Conclusion..... | 78 |

INTRODUCTION

INTRODUCTION

L'insémination artificielle est l'un des outils les plus importants dans les programmes de l'élevage bovin. Elle a été introduite en Algérie à l'époque coloniale. Bien que très ancienne, son utilisation dans nos élevages est très limitée malgré les efforts et la maîtrise de la technologie par le CNIAAG (Ghozlane et al, 2010). 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 relation entre les caractéristiques du sperme et la fertilité est d'une importance fondamentale pour la biologie de la reproduction animale (Courot et al, 1968). Les centres d'IA sont très intéressés à choisir les meilleurs taureaux reproducteurs dont leurs fertilité est élevée.

Trois facteurs conditionnent la fertilité d'un mâle : sa libido, son état de santé et son sperme. 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. (Hanzen, 2011).

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 (Carole, 2008). De plus, la plupart des caractères de reproduction, en particulier la fertilité mâle, sont des caractères difficiles à mesurer et/ou à sélectionner (faible héritabilité). (Basso et al, 2005).

Il est donc important d'identifier l'influence du mâle sur le niveau de fertilité du troupeau afin de développer des méthodes plus précises pour l'évaluation de la qualité de la semence sachant qu'il existe une relation entre la fertilité du mâle et les méthodes de manipulation de la semence (Linford et al, 1976).

La Connaissance approfondie des facteurs affectant la production de sperme et sa qualité est primordiale car la population bovine mondiale se trouve dans différentes zones climatiques.

L'effet de l'environnement est lié à des conditions climatiques particulières, il a été intensivement étudié dans différents races et dans différents pays. Plusieurs études ont montré que la saison a un effet significatif sur la

production de semence (Mathevon et al, 1998;Stalhåmmar et al, 1989), alors que d'autres chercheurs n'ont pas réussi à détecter l'effet de saison (Brito et al, 2002). Les effets saisonniers sont le résultat de divers facteurs telque la température, l'humidité et la longueur de journée. Stalhåmmar et al, (1989) ont observé la meilleure qualité de semence (concentration et pourcentage de spermatozoïdes mobiles) durant l'été, alors que Mathevon et al, (1998) ont trouvé des valeurs plus élevées en hiver et en printemps. La température optimal pour la production de sperme a été trouvé à environ 15 à 20 ° C (Taylor et al, 1985; Parkinson, 1987). Des différences notables entre les taureaux ont été signalées, notamment la tolérance à la chaleur, de même la mauvaise qualité de l'alimentation peut affecter la qualité du sperme à plusieurs semaines (Peter,1991).

PARTIE
BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I

Anatomie et physiologie de l'appareil génital du taureau

1. Anatomie de l'appareil génital du taureau

L'appareil génital du taureau, représenté sur la figure 1, se décompose en trois grandes parties :

- les testicules
- les voies spermatiques, incluant l'épididyme et le canal déférent
- les voies uro-génitales, incluant l'urètre, les glandes annexes et le pénis

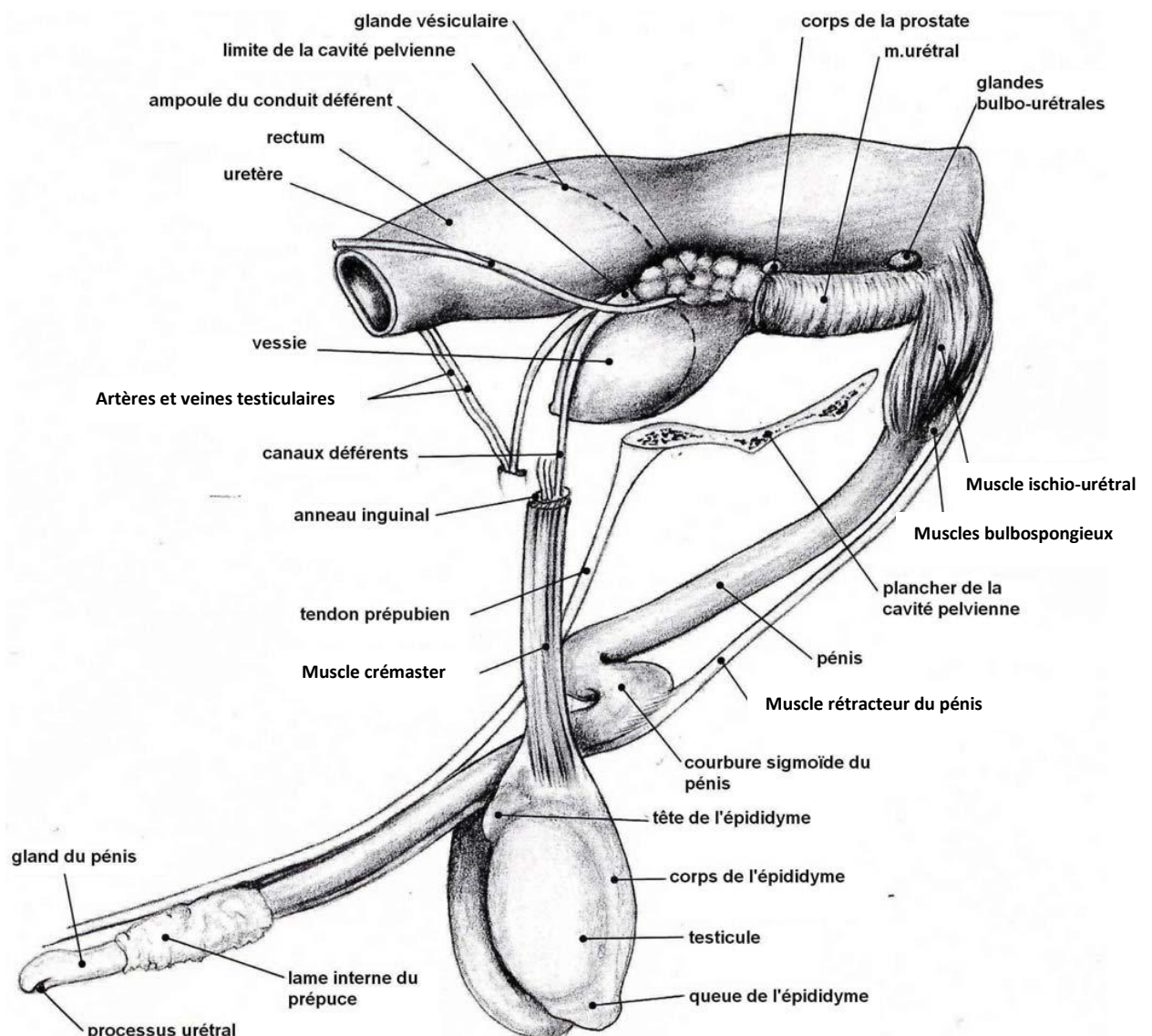


Figure 1 : Appareil génital du taureau (Constantinesca, 2004)

1.1. Testicules

Les testicules sont des organes pairs, ils assurent une double fonction : une fonction exocrine avec la production de spermatozoïdes ou spermatogenèse et une fonction endocrine avec la production des hormones mâles. Ils sont logés avec l'épididyme dans la tunique vaginale et le scrotum. Chez le taureau, la descente des testicules dans les enveloppes testiculaires s'effectue avant la naissance, vers 3 à 4 mois de gestation (Chenoweth, 2007). Le testicule est pendulaire, à axe vertical et pèse approximativement 500 grammes vers deux ans. Il mesure alors en moyenne 11 à 15 cm de haut sur 7 à 9 cm de large, et 7 à 9 cm d'épaisseur pour une circonférence scrotale de 35 cm (Setchell, 1991).

Des différences individuelles importantes de taille des testicules existent chez le taureau, elles sont corrélées à la production de spermatozoïdes. C'est pourquoi la mesure de la circonférence scrotale des taureaux est une partie importante de l'évaluation de leur fertilité ; des valeurs minimales existent en fonction de l'âge et de la race (Wenkoff, 1988) (Tableau 1).

Tableau 1 : Valeurs minimales recommandées pour la circonférence scrotale du taureau en fonction de l'âge et de la race.

| Age (mois) | Holstein Charolais, Angus, Maine Anjou, Red Poll, South Devon | Simmental, Gelbvieh, Pinzgauer, Brown Swiss | Hereford, Salers, Shorthorn, Tarentaise | Limousin, Blonde d'Aquitaine, Galloway |
|------------|--|--|--|---|
| 12 | 31 | 32 | 30 | 29 |
| 13 | 32 | 33 | 31 | 30 |
| 14 | 33 | 34 | 32 | 31 |
| 15-20 | 34 | 35 | 33 | 32 |
| 21-30 | 35 | 36 | 34 | 32 |

Source: Albert et al, 2004

Lorsque l'opérateur a pris les précautions de sécurité nécessaires, il peut manipuler le testicule à l'intérieur du scrotum. 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, hématocoeles, calcifications (Albert et al, 2007).

Chaque testicule est entouré d'une capsule fibreuse, l'albuginée, et est cloisonné par des septums en lobules (voir figure 2). Chaque lobule contient 1 à 4 tubes séminifères à l'intérieur desquels a lieu la spermatogenèse. La structure du tube séminifère comprend un épithélium séminal composé des cellules de Sertoli et des cellules germinales ainsi qu'un tissu de soutien, la lamina propria, formée de fibres de collagène et de couches de cellules myoïdes (Barone, 1990).

Au cours de la spermatogenèse, les cellules germinales migrent de manière centripète vers la lumière des tubules où ils sont relargués. Le liquide contenu dans la lumière assure le transport des spermatozoïdes. Les spermatozoïdes formés dans les tubes séminifères passent dans des structures tubulaires : les tubes droits puis le rete testis avant de rejoindre les canaux efférents et l'épididyme (Dadoune et al, 2001).

Les testicules sont irrigués par l'artère testiculaire, issue de l'aorte abdominale, qui se divise en branches terminales situées à l'intérieur de l'albuginée et des cloisons interlobulaires. Les veines testiculaires sont regroupées autour de l'artère testiculaire pour constituer le plexus pampiniforme qui permet le refroidissement du sang artériel.

Les testicules sont innervés par des rameaux sensitifs et moteurs qui accompagnent l'artère testiculaire (Dadoune et al, 2001).

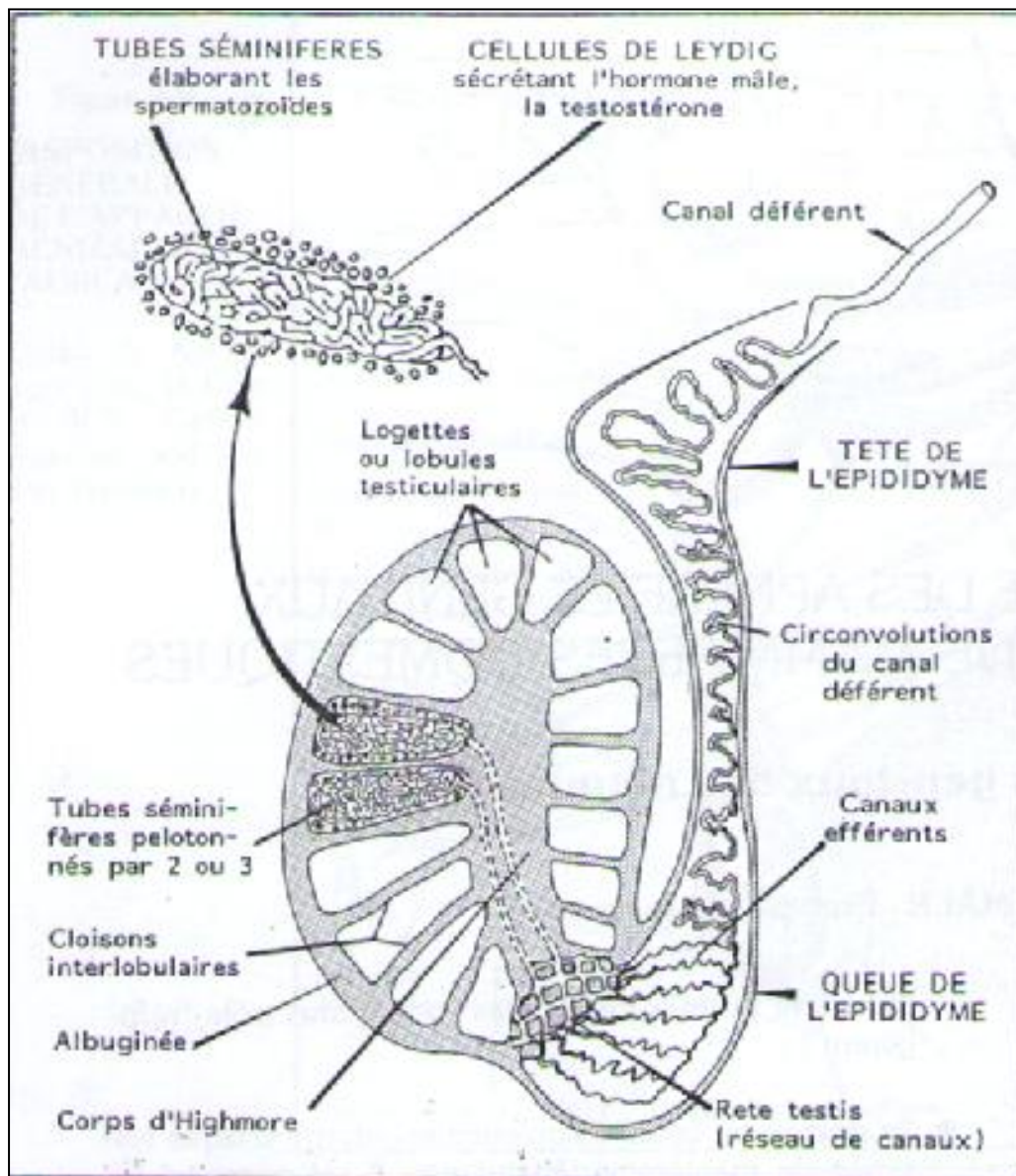


Figure 2 : le testicule et ses enveloppes (Soltner, 2001).

1.2. Voies spermatiques

A leur sortie du testicule, les spermatozoïdes ne sont pas matures : ils ne sont ni mobiles, ni féconds. La différenciation des spermatozoïdes appelée maturation s'effectue dans le conduit épидидymaire. L'épididyme phagocyte les spermatozoïdes dégénérés, réabsorbe le liquide testiculaire, sécrète des substances jouant un rôle dans la maturation des spermatozoïdes et permet leur évacuation dans le conduit déférent (Barone, 1990).

L'épididyme est constitué de trois parties : la tête, le corps et la queue. La tête couvre le testicule crânio-dorsalement. La continuité de la tête de l'épididyme avec le testicule est assurée par les conduits efférents. Le corps de l'épididyme longe le testicule médialement et la queue rejoint le conduit déférent. Les trois parties de l'épididyme sont palpables, plus ou moins saillantes en fonction des individus, et de consistance homogène (Dacheux, 2001).

La musculature de l'épididyme chasse les spermatozoïdes dans le conduit déférent pendant la phase préliminaire de l'éjaculation.

1.3. Voies uro-génitales

La partie uro-génitale inclut l'urètre, les glandes annexes et le pénis.

L'urètre constitue la partie terminale des voies conduisant le sperme lors de l'éjaculation. Long de 100 à 120 cm, il comprend une partie pelvienne et une partie pénienne.

Le pénis du taureau est de type fibro-élastique, les corps caverneux sont pauvres en tissus érectiles et pourvus d'une albuginée très épaisse. Il est long de 80 à 100 cm et son calibre moyen est de 3 à 4 cm. Il s'avance très loin, sous le ventre et le prépuce et atteint le voisinage immédiat de l'ombilic. Le pénis est constitué d'une partie moyenne ou corps et de deux extrémités, l'une fixe ou racine et l'autre libre constituée par le gland. Le corps est une longue tige cylindroïde plus ou moins aplatie chez le taureau. La racine est forte et épaisse. Elle se subdivise en deux branches latérales : les piliers du pénis entre lesquels est logé le bulbe du pénis. Le corps spongieux du gland est très peu développé. Ce dernier présente une forme très asymétrique ; il est incurvé en crochet vers la gauche et l'ostium externe de l'urètre est porté par un processus urétral (Barone, 1990).

Les nerfs moteurs du pénis proviennent essentiellement de ramifications du nerf honteux.

L'innervation autonome vient du plexus pelvien et suit le trajet des vaisseaux. Lors de l'érection, le pénis du taureau, de type fibro-élastique augmente peu de volume mais s'allonge par effacement d'une forte inflexion sigmoïde.

Les glandes annexes ou glandes sexuelles accessoires présentent chez les mammifères de grandes variations anatomiques et physiologiques.

Chez le taureau, les trois glandes sont : les glandes vésiculaires ou vésicules séminales, la prostate et les glandes bulbo-urétrales. La vessie et les glandes annexes sont représentées sur la (Figure 3).

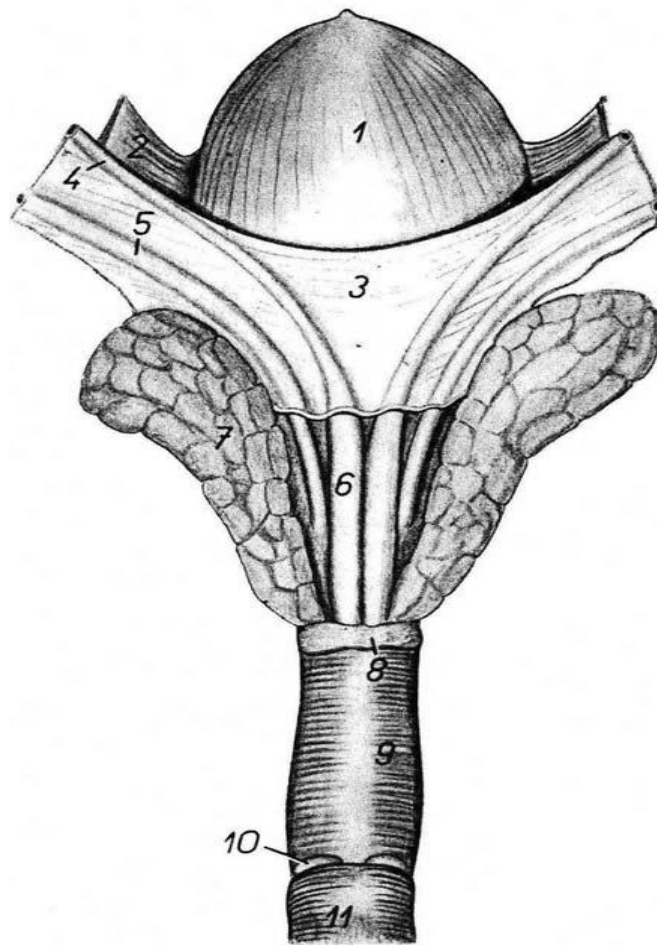
La palpation transrectale chez le taureau permet d'examiner ces glandes accessoires. Le muscle urétral est souvent la première structure palpée. Il présente une structure tubulaire ferme et se contracte sous la palpation. La partie conglomérée de la prostate est palpée transversalement, elle apparaît comme une bande lisse qui entoure l'extrémité crâniale de l'urètre.

Crânio-latéralement à la prostate, les glandes vésiculaires sont aisément palpables par voie transrectale. Elles présentent une structure lobulaire, de 8 à 15 centimètres de long, de 3 à 5 centimètres de large pour 1 à 2 centimètres d'épaisseur. Des vésicules séminales normales sont uniformes en taille, lobulées, mobiles et turgescents.

L'élargissement du conduit déférent à proximité de la jonction avec l'urètre constitue les ampoules du conduit déférent. Les ampoules du conduit déférent ne sont pas très distinctes à la palpation mais peuvent être repérées par un mouvement latéral des doigts. Elles mesurent 12 à 15 centimètres de long pour un diamètre d'une quinzaine de millimètres (Albert et al. 2007).

Les fibres nerveuses afférentes et sensibles des glandes annexes du mâle sont relativement mal connues. Des terminaisons libres nerveuses se situent dans le tissu sous-épithélial et donnent des informations sensibles de douleur, pression et température (Knobil et Neill, 1988).

Ces fibres sont stimulées lors du massage des glandes annexes chez le taureau.



Légende :

- 1 : vessie
- 2 : ligament latéral de la vessie
- 3 : méso interdéférentiel
- 4 : canal déférent
- 5 : uretère
- 6 : ampoule du canal déférent
- 7 : vésicule séminale
- 8 : prostate
- 9 : partie intra-pelvienne de l'urètre et sphincter urétral
- 10 : glande bulbo-urétrale
- 11 : muscle bulbo-caverneux

Figure 3 : Vessie et glandes annexes chez le taureau (D'après Popesko, 1972).

2. Puberté et spermatogénèse

2.1. Puberté

La puberté chez le mâle correspond au moment où des spermatozoïdes fertiles sont libérés dans l'éjaculat. Des changements morphologiques peuvent être notés chez le mâle quelques semaines avant l'apparition des spermatozoïdes fertiles dans l'éjaculat. On observe des changements de la conformation corporelle, une augmentation de l'agressivité envers les autres mâles, une augmentation de la libido ainsi qu'une croissance rapide du pénis et des testicules (Bearden et al., 2004).

Chez le taureau, la puberté est plus tardive pour les races allaitantes que pour les races laitières. En moyenne, la puberté apparaît entre 10 et

12 mois (Gordon, 1996). L'évaluation de la fonction sexuelle des futurs taureaux reproducteurs intervient à l'âge de 12 mois environ. Les taureaux sont évalués sur la qualité de l'éjaculat ainsi que sur la circonférence scrotale. La capacité reproductrice et la production de semence sont maximales aux alentours de 4 ans.

2. 2. Production du sperme

Le sperme est un produit de sécrétion élaboré au cours de la progression des spermatozoïdes dans les différentes parties du tractus génital. Il comprend les spermatozoïdes et le plasma séminal.

2.2.1. Contrôle neuroendocrinien de la spermatogenèse

Le déclenchement et le maintien de la spermatogenèse est sous la dépendance des hormones gonadotropes FSH, LH. Pour Soltner, (2001) ; dans le cas d'une hypophysectomie, l'administration de FSH/LH a pu rétablir la spermatogenèse.

Une régulation hormonale à 3 étages.

Trois organes "dialoguent" par l'intermédiaire d'hormones, et ce sont ces échanges qui régulent la vie sexuelle du mâle:

- **Hypothalamus**, base de l'encéphale, libère l'hormone GnRH qui stimule le lobe antérieur de l'hypophyse (antéhypophyse).
- **Antéhypophyse** libère alors deux hormones gonadotropes ou gonadotropines, les mêmes que chez la femelle.
 - **FSH** (follitropine) qui stimule la croissance des cellules' de Sertoli, ces cellules qui conduisent la spermatogénèse ;
 - **LH (lutropine)** qui stimule les cellules de Leydig, réparties entre les tubes séminifères. (Soltner, 2001).

Les testicules enfin, non seulement reçoivent les hormones FSH et LH, mais sécrètent les hormones mâles ou androgènes, dont la principale est la **testostérone**. Sécrétée par les cellules de Leydig, cellules de la glande endocrine qu'est partiellement le testicule. Les cellules de Sertoli quant à elles sécrètent aussi une hormone de réponse, **l'inhibine**, qui peut réguler la

sécrétion de FSH, comme la testostérone régule la sécrétion de LH. (Soltner, 2001).

2.3. Spermatogenèse

La spermatogenèse correspond à un processus de différenciation cellulaire qui aboutit à la production des spermatozoïdes à partir des spermatogonies souches. Elle commence à la puberté.

La production des spermatozoïdes est continue au cours de la vie de l'animal et nécessite la prolifération des spermatogonies souches par mitose. L'entrée des spermatogonies souches dans le processus de spermatogenèse ou cycle séminal se fait à intervalles réguliers de 13,5 jours chez le taureau. La méiose est l'étape de brassage génétique permettant la formation de cellules haploïdes : les spermatides, à partir des spermatogonies (diploïdes). (Dadoune et al, 2001).

La spermiogenèse est l'étape de différenciation cytoplasmique qui permet la formation de cellules mobiles : les spermatozoïdes à partir de cellules rondes et immobiles : les spermatides. Cette étape correspond à de nombreux remaniements cytoplasmiques et à la condensation de la chromatine.

La durée de la spermatogenèse est d'environ 54 jours chez le taureau. La durée moyenne de transit dans l'épididyme est de 8 jours (Hochereau et al, 1964). Cela signifie que les spermatozoïdes que l'on retrouve dans un éjaculat ont été fabriqués dans les testicules lors de la spermatogenèse deux mois plus tôt environ. C'est pourquoi ce délai doit être pris en compte pour mesurer l'effet de différents facteurs sur la spermatogenèse et la fonction testiculaire.

L'efficacité de la production journalière de spermatozoïdes est exprimée par le nombre des spermatozoïdes produits par jour et par gramme de testicule. Elle est en moyenne de 12millions/jour/gramme chez le taureau. Chez la plupart des mammifères, elle atteint 20 à 28 millions et elle est de 6 millions chez un homme de 20 ans (Dadoune et al, 2001).

3. Production du plasma séminal

Les principales fonctions du plasma séminal sont hydrodynamiques et énergétique. Celui-ci étant essentiellement constitué d'eau, il doit permettre le déplacement et la survie des spermatozoïdes dans le tractus génital de la femelle après l'éjaculation (Knobil et Neill, 1988).

Les sécrétions des glandes annexes constituent la majeure partie de la fraction liquide de l'éjaculat, de 50 à 95% du volume total du plasma séminal suivant les espèces. La contribution de chacune des glandes varie beaucoup en fonction des espèces et de nombreuses fonctions physiologiques des composants du plasma séminal des mammifères restent méconnues (Dacheux, 2001).

Les vésicules séminales sont les principales glandes annexes à l'origine de la sécrétion de fructose, principal substrat énergétique des spermatozoïdes. Les concentrations en fructose sont particulièrement élevées dans le plasma séminal du taureau et du bélier. La synthèse de fructose, comme beaucoup d'autres produits de sécrétion des glandes accessoires est étroitement régulée par les hormones androgènes.

Les glandes vésiculaires produisent également de l'inositol et de l'acide citrique en quantité importante. L'acide citrique comme d'autres acides organiques présents dans le plasma séminal est aussi un substrat énergétique des spermatozoïdes ; le rôle de l'inositol est méconnu. Chez le taureau, des concentrations élevées en sodium, potassium calcium et magnésium sont observées. Le pH alcalin des sécrétions des glandes vésiculaires est du à une concentration importante en bicarbonates (Knobil et Neill, 1988).

La prostate sécrète un liquide riche en élément minéraux, zinc principalement puis calcium, magnésium et potassium. Les sécrétions prostatiques contiennent de nombreuses protéines dont la plupart présentent une activité protéasique. Le pH du liquide prostatique est acide ; il contient de l'acide citrique et une protéine spécifique, la spermine, qui intervient dans les mécanismes de défense immunitaire. La prostate est également source de vésicules lipidiques qui peuvent transférer des lipides par fusion membranaire avec les spermatozoïdes (Dacheux, 2001).

Le principal composant de la sécrétion des glandes bulbo-urétrales est la sialomucine qui est responsable de la gélification de la semence après son émission. Les sécrétions des glandes bulbo-urétrales permettent de lubrifier le pénis et le vagin mais surtout de protéger l'urètre pénien des constituants délétères (ions, acides et bases) contenus dans les sécrétions prostatiques et les glandes vésiculaires. Elles contiendraient aussi des phéromones jouant un rôle dans l'attraction des femelles (Knobil et Neill, 1988).

Les spermatozoïdes présents dans le liquide séminal entraînent la formation de nouveaux métabolites, comme l'acide lactique produit par la glycolyse anaérobie du fructose.

Cependant, de nombreux composants présents dans le liquide séminal ne semblent pas jouer de rôle particulier, comme l'acide citrique, l'inositol, les ions zinc et de nombreuses protéinases et enzymes hydrolytiques. Ils contribuent cependant à rendre le liquide séminal iso-osmotique avec le plasma sanguin.

Les concentrations des différents constituants du plasma séminal du taureau sont présentées dans le (Tableau 2).

Tableau 2 : Concentration des différents constituants du plasma séminal du taureau.

| Plasma séminal | Composition chez le taureau |
|--|-----------------------------|
| Volume (ml) | 2-10 |
| Concentration en spermatozoïdes (10⁶/ml) | 200-300 |
| Sodium (mmol/ml) | 65-161 |
| Potassium (mmol/ml) | 13-97 |
| Calcium (mmol/ml) | 6-15 |
| Magnesium (mmol/ml) | 3.3 |
| Chlorures (mmol/ml) | 42-110 |
| Phosphates (mmol/ml) | 2.8 |
| Bicarbonates (mmol/ml) | 7 |
| Fructose (mmol/ml) | 17-56 |
| Sorbitol (mmol/ml) | 0.6-7.5 |
| Inositol (mmol/ml) 1 | 1.3-2.6 |
| Acide Lactique (mmol/ml) | 2.2-5.6 |
| Acide Pyruvique (mmol/ml) | 0.6 |
| Acide Citrique (mmol/ml) | 18-52 |
| Acide Glutamique (mmol/ml) | 1-8 |
| Glycerophosphocholine (mmol/ml) | 4-18 |
| Ascorbic acid (mmol/ml) | 0.3 |
| Glycerophosphoinositol (mmol/ml) | 1.4 |
| Spermine (mmol/ml) | 0.1 |
| Creatine (mmol/ml) | 0.9 |
| Arginine (mmol/ml) | 0.2 |
| Ergothionéine (mmol/ml) | Trace |
| Protéines (mg/ml) | 55 |

Source :(Setchell, 1991).

CHAPITRE II

Récolte et examen du sperme de bovin

Récolte du sperme au vagin artificiel

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.

1. Préparation des taureaux dans les centres de collecte (Gérard et Khirredine, 2002).

Avant chaque collecte, les taureaux sont amenés dans la salle de monte et attachés dans les stalles 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 entrain. 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 bouvier lui fait effectuer plusieurs fausses montes. Elles consistent à laisser le taureau monter sur le boute entrain 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.

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 matériel est constitué d'un cylindre de caoutchouc rigide (manchon extérieur), d'une trentaine de centimètres de long et d'un diamètre intérieur de 5 cm. Il est doublé à l'intérieur d'une capote amovible et gonflable (manchon intérieur), également en caoutchouc.

La paroi qui le constitue est donc double et peut être remplie d'eau et d'air à l'aide d'une valve extérieure. Lors du prélèvement, le vagin est prolongé d'un cône en silicone (25 cm de long) à l'extrémité duquel est fixé le tube de collecte. Ce dernier est protégé des chocs mécaniques, thermiques et de la lumière par un manchon opaque et isolant.

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 (Gérard et Khirredine, 2002).

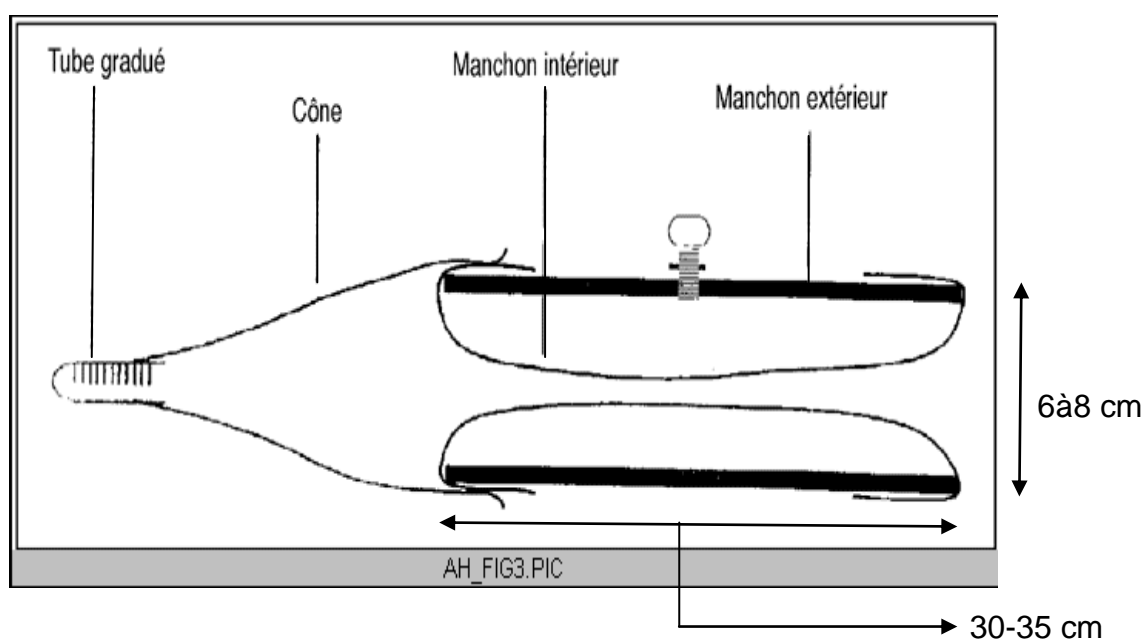


Figure 4 : Représentation schématique du vagin artificiel (D'après Hanzen, 2011)

2. 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. Le bouvier laisse alors le taureau monter sur le bœuf en train. Le préleveur s'accroche au taureau, il dévie son pénis en érection dans le vagin artificiel en le saisissant à travers le fourreau. Ce simple contact suffit en général à déclencher le saut et l'éjaculation qui ne durent que quelques secondes. L'opérateur retourne ensuite le vagin artificiel et le sperme s'écoule dans le tube collecteur (Dumont, 1997 et Gérard et Khirredine, 2002).

Les intérêts de la collecte au vagin artificiel sont les suivants :

2.1. Qualité de la semence :

La collecte au vagin artificiel donne un éjaculat naturel, induit par une libido nécessaire et suffisante, et produit par un comportement physiologiquement proche du coït. C'est pourquoi elle permet d'obtenir le meilleur sperme possible à un moment donné.

2.2. Observation de la capacité à saillir du taureau :

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

Les limites de la collecte au vagin artificiel sont les suivantes :

- La principale limite est l'incapacité à collecter les taureaux qui refusent de donner le coup de rein concomitant de l'éjaculation et nécessaire à la collecte au vagin artificiel : certains taureaux peuvent se montrer récalcitrants à la collecte au vagin artificiel pour des raisons variables : pathologies de l'appareil locomoteur, stress provoqué par la présence humaine, manque de docilité, faible libido.

Les taureaux des centres de production de semence sont entraînés et habitués à être collectés au vagin artificiel. Les taureaux en ferme ne sont pas habitués à la monte en main. C'est pourquoi la collecte au vagin artificiel en ferme ne peut se faire que sur des taureaux suffisamment dociles. Elle nécessite également la présence de vaches en chaleur au moment de la collecte, ce qui entraîne la contention et la manipulation d'animaux supplémentaires.

Une alternative à la méthode de collecte classique au vagin artificiel est l'utilisation d'un vagin artificiel interne. Le dispositif est constitué d'un cylindre de caoutchouc inséré et fixé dans le vagin d'une vache en chaleur le jour de la collecte. Après la saillie de la vache ainsi équipée, le vagin artificiel est retiré et la semence est récupérée pour être analysée. Les inconvénients principaux sont : le coût élevé lié à l'utilisation de femelles bœufs en train, la transmission possible de maladies vénériennes et surtout l'incapacité à collecter certains taureaux pourtant aptes à reproduire mais qui vont refuser le saut le jour de la collecte.

L'efficacité du vagin artificiel interne a été testée lors d'évaluations de la fonction reproductrice des taureaux et comparée à une récolte de semence par électro-éjaculateur (Barth et al. 2004). 50 à 70% des taureaux en production ont pu être récoltés au vagin artificiel interne, alors que la semence est obtenue systématiquement lors des collectes à l'électro-éjaculateur.

L'avantage principal est que le vagin artificiel interne permet d'observer la capacité à saillir des taureaux en même temps qu'il permet d'obtenir un échantillon de semence de l'animal.

Des études ont montré que lors d'évaluations classiques de l'aptitude à la reproduction des taureaux, c'est-à-dire basées sur l'utilisation d'un électro-éjaculateur ; un taureau sur 5 est déclaré satisfaisant alors qu'il est en réalité incapable de saillir (Blockey, 1980). L'autre avantage est la sécurité de l'opérateur lors de la collecte, par rapport à une collecte avec un vagin artificiel classique.

3. Evaluation du sperme:

3.1. Examen macroscopique: (photo. 1)

3.1.1. Volume

Le volume du sperme varie selon les espèces et pour une espèce donnée, selon l'état physiologique de l'individu, l'âge, la saison, les méthodes de récolte, la race ou encore les conditions sanitaires et alimentaires. (Hanzen, 2011)

Le volume varie entre les valeurs extrêmes de 0,5 à 14 ml avec une moyenne de 4 ml (Parez et Duplan, 1987). Le volume est mesuré le plus souvent par lecture directe du tube de collecte.



Photo. 1 : Examen macroscopique du sperme : taureau. (Hanzen, 2011).

Selon Gérard et Humblot (1992), le volume de l'éjaculat varie en fonction du rythme de collecte, de la température. L'effet de race est peu marqué.

Le volume de l'éjaculat n'est qu'un facteur secondaire d'appréciation de la qualité de la semence. Un éjaculat dont le volume correspond à la norme (3mL-8mL) est un indice favorable (Pietremont, 1995).

On distingue habituellement les espèces à insémination de type utérin (cheval, porc, chien) et les espèces de type vaginal (ruminants, lapin). Chez

les premières, le sperme est abondant et peu concentré tandis que l'inverse est vrai pour les espèces du second groupe. Le tableau 3 en présente les caractéristiques pour différentes espèces.

Tableau 3 : Principales caractéristiques du sperme de quelques espèces animales

| Espèce | Volume (ml) | Concentration (nb spz/mm ³ : x 1000) |
|---------|-----------------|--|
| Taureau | 5 (2 à 15) | 800 à 1000 |
| Bélier | 0.8 (0.5 à 2) | 2000 à 3000 |
| Étalon | 100 (40 à 320) | 50 à 150 |
| Verrat | 200 (100 à 500) | 50 à 150 |

Source : (Hanzen, 2011)

3.1.2. Aspect et consistance

Le sperme normal est un liquide crémeux, épais, légèrement jaunâtre ou grisâtre selon les espèces consistant en une suspension de spermatozoïdes dans le plasma séminal. Il devient plus clair au fur et à mesure que sa concentration en spermatozoïdes diminue.

Le sperme du taureau et du bélier est de consistance laiteuse et de coloration blanchâtre. Le sperme de bélier est blanc crémeux, plus dense et plus opaque que celui du taureau.

3.1.3. Couleur

Le plus souvent blanchâtre, la couleur des spermes peuvent être modifiées pour des raisons physiologiques (concentration) mais le plus souvent pathologiques. Certains taureaux ont un sperme de couleur jaunâtre imputable à la présence de pus ou d'urine ce qui compromet le pouvoir fécondant du sperme. La coloration rosée ou rougeâtre résulte de la présence de sang

Quelques gouttes ou ml de sang peuvent parfois apparaître à la fin de l'éjaculation. Elles disparaissent le plus souvent spontanément et n'interfère pas avec la fécondation. Leur présence résulte vraisemblablement de

ruptures de micro vaisseaux. La coloration brunâtre témoigne de la présence d'éléments sanguins dégénérés. La coloration bleuâtre résulte d'une faible concentration ou de l'administration de bleu de méthylène. (Hanzen, 2011)

3.1.4. Viscosité

Le sperme du taureau a une consistance laiteuse ou lactocrémeuse (Soule et Chachoua, 1996).

La **viscosité** dépend de la concentration en spermatozoïdes, la viscosité du sperme de taureau est de 3,7. Elle dépend également de sa conductibilité électrique c'est-à-dire de sa concentration en ions.

Le **poids spécifique** dépend du rapport entre la concentration en spermatozoïdes et le volume du plasma séminal. Il est de 1,035 chez le taureau. (Hanzen, 2011)

3.1.5 PH, odeur et saveur: Le PH normal du sperme du taureau est situé entre 6,2 et 6,8. Il est légèrement sucré et aromatique (Soule et Chachoua, 1996).

3.2. Examen microscopique: (photo. 2)

Comme son nom l'indique, cet examen fait principalement appel au microscope. L'examen microscopique sera réalisé autant que faire se peut dans les minutes suivant le prélèvement et selon la nature des examens microscopiques en respectant les conditions thermiques optimales.

L'examen microscopique permettra et notamment de poser le diagnostic de l'une ou l'autre anomalie dont il est important de rapporter les définitions. On parlera d'*asthénospermie* ou d'*asthénozoospermie* si la motilité individuelle est inférieure à 30 % ou si la note de motilité massale est inférieure à 2. On parlera d'*azoospermie* en cas d'absence de spermatozoïdes dans l'éjaculat. On parlera de *nécrospermie* si l'on observe une proportion élevée de spermatozoïdes morts. L'*oligospermie* traduit une concentration faible en spermatozoïdes (< 300.000 / mm³). La *teratospermie* ou *teratozoospermie* traduit la présence d'une proportion élevée en spermatozoïdes anormaux (> 30 %). (Hanzen, 2011).

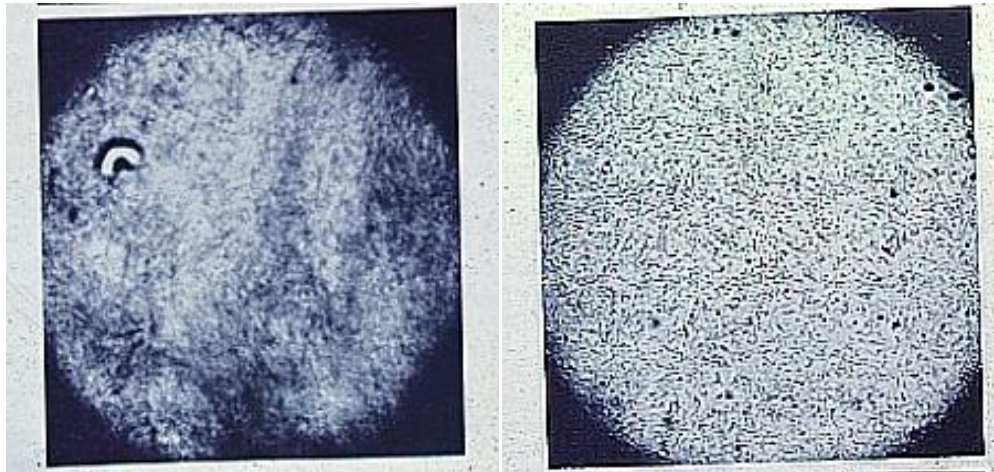


Photo. 2 : Equipement nécessaire à l'examen microscopique du sperme (Hanzen, 2011).

3.2.1. Mobilité:

Mobilité massale : c'est le critère le plus utilisé en centres d'insémination car il est le mieux corrélé à la viabilité des spermatozoïdes (Stéphane, 2007).

Chez le taureau, l'intensité et le nombre des mouvements se traduisent par de véritables vagues observables après dépôt d'une goutte de sperme sur une lame préchauffée et son examen au faible grossissement (40 à 125) si possible au moyen d'un microscope à contraste de phase. Sur une échelle d'évaluation de 1 à 4 (photo3) et (Tableau 4), un sperme de très bonne qualité (4) montre des tourbillons noirs et rapides. S'il est de bonne qualité (3), ces tourbillons seront moindres et plus clairs. S'il est de qualité correcte, les tourbillons ne sont plus visibles et on devine la présence d'une mobilité individuelle (2). S'il est enfin de mauvaise qualité, il n'y a plus voire presque plus de mobilité individuelle (1). Il n'est habituellement pas nécessaire de poursuivre les examens si le sperme a une mobilité massale de 1. L'examen de la motilité massale ne donne qu'une idée forte approximative du pourcentage de spermatozoïdes mobiles. Mieux vaut donc recourir à l'examen de la motilité individuelle. (Hanzen, 2011).



Degré 1

Degré 3

Photo 3 : Examen de la motilité massale. (Hanzen, 2011).

Tableau 4 : Critères de notation de la motilité massale de la semence dans l'espèce bovine.

| notation | Nature et intensité du mouvement |
|----------|--|
| 0 | Aucun mouvement à la surface de la goutte |
| 1 | Léger mouvement à la surface de la goutte |
| 2 | Mouvement net mais ne formant pas de vague |
| 3 | Début de vagues |
| 4 | Vagues très nettes |
| 5 | Tourbillons nettement visibles |

Source : (Carole, 2008).

Ce test est employé sur tous les éjaculats potentiellement congelables, car il s'agit d'un examen rapide, facile à mettre en oeuvre et peu coûteux, cependant il reste subjectif et dépend largement de l'expérience de l'opérateur. L'opérateur expérimenté attribue une note en observant la goutte de sperme durant dix à quinze secondes. Les éjaculats de qualité satisfaisante présentent une note supérieure ou égale à 3.

Mobilité individuelle: La motilité sera déterminée au moyen d'un microscope à contraste de phase en plaçant une goutte de sperme entre lame et lamelle. Trois à cinq champs proches du centre de la goutte, seront ainsi examinés au grossissement 200 à 500 et la moyenne calculée. La motilité d'un spermatozoïde peut être considérée comme bonne quand il traverse le champ du microscope relativement rapidement avec des mouvements de rotation de la tête (spermatozoïdes fléchants ou traceurs). Certains spermatozoïdes se déplacent de manière curviligne ou plus lentement.

Un sperme de très bonne qualité (4) doit posséder au moins 80 à 100 % de spermatozoïdes mobiles. Un sperme de bonne qualité (3) aura 60 à 79 % de spermatozoïdes mobiles. Un sperme de qualité correcte(2) aura 40 à 59 % de spermatozoïdes mobiles et enfin un sperme de faible qualité (1) aura moins de 40% de spermatozoïdes mobiles. (Hanzen, 2011).

3.2.2. Concentration du sperme spz/mm³: Elle est souvent déterminée par comptage direct des spermatozoïdes sous microscope ; l'utilisation de la densité optique : l'utilisation de compteur électronique ; détermination du volume cellulaire par centrifugation (Hicham Haskouri, 2001).

3.2.3. Pourcentage de spermatozoïdes vivants: Se fait à l'aide de colorants spéciaux qui peuvent traverser la membrane des spermatozoïdes morts et les différencient donc des vivants (Hicham Haskouri, 2001).

3.2.4. Morphologie des spermatozoïdes: Elle est appréciée sur des frottis de sperme colorés (Hicham Haskouri, 2001).

3.3. Etude physico-chimique et biochimique du sperme: L'évaluation peut se faire par : mesure du pH, indice de fructolyse, réduction du bleu de méthylène, test de résistance au Na Cl, oxydation du pyruvate (Hicham Haskouri, 2001).

3.4. Evaluation biologique de la qualité du sperme: consiste à évaluer la fécondité des taureaux par la détermination du taux de non retours des chaleurs à 0-90 jours post insémination (Hicham Haskouri, 2001).

Pour indication, les valeurs moyennes observées dans les centres d'insémination Français chez un taureau adulte Prim'Holstein prélevé deux fois par semaine sont : (Gérard et Khirredine, 2002)

- 1) Volume de l'éjaculat : 5 à 8 ml.
- 2) Concentration : 0,8 à 2 milliards de spermatozoïdes par ml.
- 3) Nombre de spermatozoïdes par éjaculat : 5 à 15 milliards.
- 4) Pourcentage de spermatozoïdes motiles : 40 à 80%.
- 5) Pourcentage de spermatozoïdes anormaux : 6.5 à 9.5%.

4- Congélation du sperme de bovin

a) Dilution de la semence

La première étape est celle de la dilution, qui a pour rôle de :

- fractionner l' éjaculat et d'apporter des substances cryoprotectrices et conservatrices.
- Accroître le volume de la semence.
- Protéger les spermatozoïdes pour qu'ils supportent la succession des opérations ultérieures.
- Emballer et identifier chaque portion pour assurer la sécurité pratique, zootechnique et sanitaire (Parez et Duplan, 1987).

Les milieux utilisés pour la dilution du sperme doit répondre aux exigences suivantes :

- Non toxicité pour les spermatozoïdes.
- Apport énergétique pour les spermatozoïdes.
- Pouvoir de protection à l'égard de variation de l'environnement.
- Facilité de préparation et faible prix de revient.
- Limitation du développement microbien (Parez et Duplan, 1987).

Les substances utilisées dans les dilueurs de congélations sont: le glycérol et le jaune d'œuf, le lait ou l'albumine bovine ou l'albumine humaine. Chez les bovins, les dilueurs contiennent généralement 20% de jaune d'œuf (Seidel et Schenk, 2002).

Le calcul du taux de dilution est fonction de la concentration initiale de la semence et de celle à obtenir. En effet, la concentration recherchée est celle

qui, après décongélation, sera zootechniquement acceptable concernant le nombre de spermatozoïdes vivants capables de féconder l'ovocyte. La norme minimale française est de $8 \cdot 10^6$ spermatozoïdes vivants par dose (alors que 2 à $5 \cdot 10^6$ suffisent en semence fraîche), Sachant que le processus de congélation est létal pour environ 50% des spermatozoïdes (Holt, 2000), la dilution classiquement faite pour avoir une certaine marge de sécurité est de 20 à $30 \cdot 10^6$ spermatozoïdes par paillette de 0,25 mL soit une concentration de 80 à $120 \cdot 10^6$ spz/mL. Un éjaculat permet donc en moyenne de réaliser 300 doses.

Si l'on diminue le nombre de spermatozoïdes totaux à $10 \cdot 10^6$ par dose, la fertilité sera moindre de 1 % comparé à une dose de $12 \cdot 10^6$ spermatozoïdes, mise en place par un inséminateur confirmé. (Foote et Kaproth, 1997). Cependant, si la dilution est encore supérieure, la fertilité en sera nettement diminuée.

La dilution peut s'effectuer en une ou plusieurs étapes selon le dilueur utilisé (Kommisrud et al. 1996). En pratique, l'éjaculat est immédiatement dilué dans un volume équivalent de dilueur après prélèvement. Puis, après détermination de la concentration initiale de la semence, le calcul du taux de dilution est réalisé et le volume de dilueur à incorporer est ajouté.

b) Réfrigération

Cette seconde étape consiste à amener progressivement les paillettes de 37°C à +4°C. Cela permet de ralentir les mécanismes enzymatiques et les échanges transmembranaires, et de réduire la fluidité membranaire. Le refroidissement doit se faire lentement pour ne pas engendrer trop de lésions cellulaires du fait de la sensibilité des spermatozoïdes au choc dû au froid ou « cold shock ». Ainsi, la courbe de réfrigération possède une pente de l'ordre de $-0,25^\circ\text{C}/\text{min}$ (Celeghini et al. 2007) à $-1^\circ\text{C}/\text{min}$ (Kommisrud et al. 1996).

La réfrigération dure de 25 minutes à 2 heures et peut se faire dans une vitrine réfrigérée ou dans une enceinte régulée.

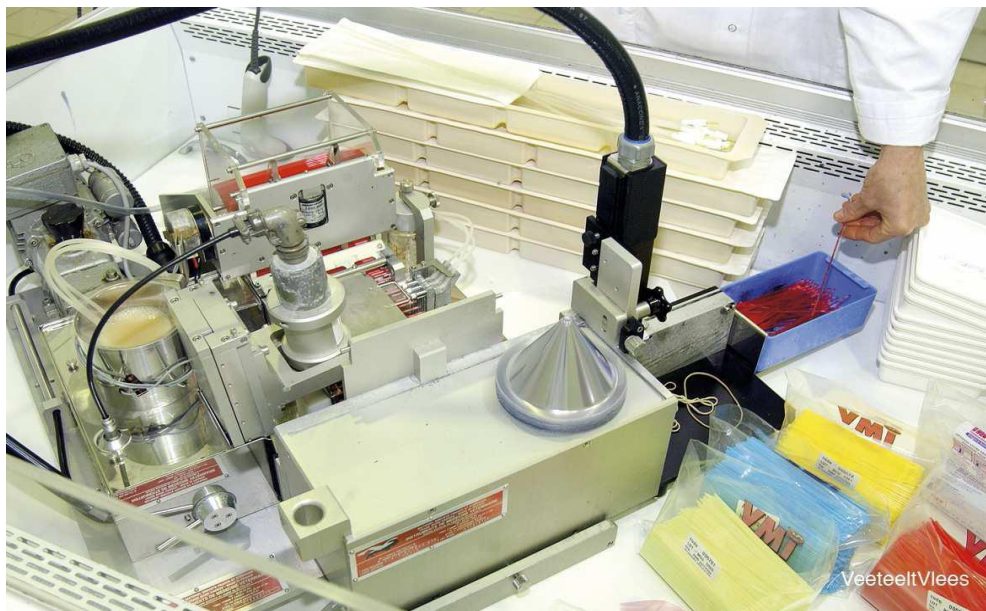
c) Equilibration-conditionnement

Une fois la semence amenée à la température de +4°C, elle peut être conditionnée. Plusieurs contenants à volumes variables sont disponibles: des mini-tubes, des ampoules (0,5 à 1,2 mL), des pellets (0,03 à 3 mL), ou des paillettes (0,25 ou 0,5 mL), ces dernières étant désormais largement majoritaires en raison des facilités d'identification et de sécurité sanitaire, Il existe un code couleur national de ces paillettes établi pour chaque race. Elles sont individuellement identifiées avec la référence du centre d'insémination, le nom ou numéro de code du taureau et les références de l'éjaculat (date de récolte et numéro d'ordre). Ces informations sont imprimées directement sur la paillette avant le conditionnement.

Ces paillettes ont l'une de leurs extrémités obstruée par un bouchon d'alcool polyvinylique maintenu en place par deux tampons de coton. Elles sont préalablement maintenues à une température de +4 °C pour éviter tout choc thermique. Le remplissage peut se faire par des remplisseuses automatiques, par aspiration au travers du bouchon, qui se polymérise dès contact avec le dilueur. En effet, l'alcool polyvinylique possède la capacité de se polymériser au contact de l'eau en formant un gel assurant une fermeture étanche. L'étanchéité de la paillette est ainsi assurée pour toute la durée de la conservation. Les paillettes sont ensuite placées sur un peigne favorisant la création d'une bulle d'air avant la fermeture de l'autre extrémité. Ceci permet d'éviter l'éclatement du bouchon lors de l'augmentation de volume de la semence due à la congélation. La fermeture définitive des paillettes peut s'effectuer par thermo-soudage (Parez et Duplan, 1987) ou "en trempant l'extrémité dans de la poudre d'alcool polyvinylique, qui se polymérise au contact du dilueur. Actuellement le conditionnement en paillette de 0,25ml s'effectue au moyen d'une machine entièrement automatique (Parez et Duplan, 1987) (Photo. 4 et 5).



Photo 4 : Machine automatique à remplir et souder les paillettes. (IMV technologies 2006-v.05)



Photos 5 : Conditionnement en paillettes (Hanzen, 2009).

Les paillettes ainsi étanches sont maintenues à l'horizontale à une température d'équilibration de $+4^{\circ}\text{C}$ pendant une durée variant de 2 heures (Dhami et Sahni, 1993) à 4 heures (Kommisrud et al, 1996). Il est aussi possible de plonger les paillettes dans de l'eau à 4°C pendant l'équilibration.

d) Congélation et stockage à -196°C

Enfin, la dernière étape est la congélation proprement dite pendant laquelle les paillettes vont passer d'une température de $+4^{\circ}\text{C}$ à celle de -196°C , température de l'azote liquide. De la même façon, ce refroidissement se fait selon une certaine courbe de température.

En effet, il est possible de suivre une courbe de température théorique en utilisant un congélateur programmable (Kommisrud et al. 1996 ; Celeghini et al. 2007) ou bien en plaçant les paillettes à l'horizontale sur un support métallique (« rampe ») dans les vapeurs d'azote liquide. Différentes hauteurs et durées d'exposition sont déterminées: soit 9 minutes à 6 cm au dessus de l'azote liquide (Parez et Duplan, 1987) soit 10 minutes à 4 cm au dessus de l'azote liquide (méthode utilisée au laboratoire de l'Unité de Biotechnologies et Pathologie de la Reproduction de Oniris), La courbe de refroidissement couramment utilisée pour la congélation de la semence de taureau possède deux pentes: une de $-4^{\circ}\text{C}/\text{min}$ lorsque la température passe de $+4^{\circ}\text{C}$ à -10°C et une autre de $-40^{\circ}\text{C}/\text{min}$ lorsque la température passe de -10°C à -150°C (Kommisrud et al. 1996; Van Wagtendonk-de Leeuw et al. 2000), mais il existe d'autres courbes de congélation décrites (Celeghini et al. 2008 ; Stradaioli et al. 2007).

Le passage dans l'échelle de températures comprises entre -10 et -150°C (soit la deuxième partie de la courbe de congélation) est la phase critique de la congélation. En effet, c'est lors de l'atteinte de ces températures qu'ont lieu les phénomènes de cristallisation de l'eau intra et extracellulaire ainsi que les mouvements d'ions qui y font suite (Parez et Duplan, 1987 ; Parks et Graham, 1992). Les paillettes sont ensuite plongées brusquement dans l'azote liquide.

Le stockage se fait ensuite verticalement dans des containers d'azote liquide, à -196°C . Il est alors nécessaire de vérifier le niveau d'azote liquide régulièrement, de 15 jours pour les cuves de transport à 6 mois pour les cuves de grande autonomie. En effet, un niveau d'azote insuffisant ou des changements brusques de températures peuvent avoir des effets néfastes sur l'intégrité des spermatozoïdes, pouvant se traduire par des altérations de la tête ou de l'acrosome. Néanmoins, le non-respect de conditions de stockage et de manipulation peut avoir de graves conséquences sur l'intégrité des spermatozoïdes. La durée de stockage ne semble cependant pas les affecter de manière significative.

5- Facteurs de variation de la qualité et de la fertilité de la semence

5.1. Effet âge : avec l'âge, une diminution de la concentration à partir de 22 mois a été constatée, ainsi qu'une augmentation du volume et du nombre total de spermatozoïdes. L'optimum serait alors pour des taureaux de plus de 7 ans. Cependant, les mâles les plus âgés produisant plus, ils constituent un intérêt supérieur et font l'objet d'une attention particulière, les données obtenues peuvent donc être biaisées (Fuerst- Walth et al. 2006). De plus, plus un taureau est âgé, plus il y aurait augmentation du pourcentage d'anomalies des spermatozoïdes, notamment têtes et acrosomes anormaux (Söderquist et al. 1996).

5.2. Rythme de collecte : Plus l'intervalle entre deux prélèvements augmente, plus le volume et le nombre total de spermatozoïdes augmentent. Fuerst-Walth et al. (2006) considèrent que entre 4 et 9 jours, la concentration est optimale et que entre 1 et 6 jours, le pourcentage de spermatozoïdes vivants est optimal. Gérard et Humblot (1992) ont établi un rythme de collecte optimal de deux prélèvements par semaine de deux éjaculats par taureau, rythme au-delà duquel la concentration en spermatozoïdes diminue. Selon leur étude, le volume est le paramètre le plus influencé par le rythme de collecte, un rythme élevé ayant tendance à faire ressortir les effets extérieurs, notamment ceux de la température.

5.3. Effet individuel : les variations individuelles sont les plus marquées (Gérard et Humblot, 1992). Des programmes ont été entrepris pour sélectionner les taureaux d'IA sur des critères de production de semence et de fertilité. Les caractères de production et de qualité de la semence ont une héritabilité faible : 0,13 à 0,31 (Basso et al., 2005). La composante mâle de la fertilité évaluée par les taux de non retour est connue après un grand nombre d'IA. De plus, elle est très peu héritable (Basso et al., 2005). Des travaux utilisant des techniques de biologie moléculaires sont actuellement en cours pour sélectionner les individus les plus fertiles (Basso, 2005). Ils reposent sur

l'identification de QTL (Quantitative trait loci) marqueurs de fertilité, de production et de qualité de la semence.

5.4. Effet race : comparativement à l'effet taureau, l'effet race est peu marqué. Il influe sur le volume et la concentration en spermatozoïdes : les taureaux Normands produisent un second éjaculat moins concentré que les taureaux Holstein et Charolais (Gérard et Humblot, 1992). De même, il y aurait une variation du nombre de spermatozoïdes anormaux selon les races (Söderquist et al. 1996).

5.5. Effet éjaculat : Pour un taureau, le premier éjaculat présente un volume, une concentration et nombre de spermatozoïdes total supérieurs, alors que les second et troisième éjaculats ont un pourcentage de spermatozoïdes vivants supérieur. Le second éjaculat est alors celui préférentiellement recherché (Fuerst- Walth et al. 2006). Pour autant, l'évaluation du sperme frais permet d'écarter les éjaculats de mauvaise qualité et ainsi de diminuer les variations entre éjaculats d'un même animal.

5.6. Saisonnalité et effet de la température :

La photopériode et la température influent sur la qualité de la semence. En effet, l'augmentation de la photopériode est favorable à la production de spermatozoïdes, alors que la température, comme lors de fortes chaleurs, nuisent à la production des gamètes. Ainsi, si la température augmente pendant la spermatogénèse et la maturation dans l'épididyme, le nombre total de spermatozoïdes et leur mobilité diminuent (Fuerst- Walth et al. 2006). Söderquist et al. (1996) évoquent une augmentation du nombre de spermatozoïdes anormaux avec une augmentation de têtes anormales majoritairement, ainsi qu'une variation de volume et de concentration lors des saisons chaudes. Ceci est appuyé par Argov et al. (2007) qui déclarent que la qualité de la semence en été est moindre qu'en hiver, du fait notamment de la diminution de la mobilité et d'une augmentation de la mortalité. Il existerait donc un optimum de saison avec une photopériode assez longue pour

favoriser la spermatogénèse mais avec des températures peu élevées, entre 5 et 15°C (Fuerst-Waltl et al. 2006).

Néanmoins, l'effet saison comprend différents facteurs en plus de la température et de la photopériode, comme l'humidité, la composition des aliments mais aussi la gestion des animaux variant selon la saison, De plus, pour la température, se rajoute un effet taureau correspondant à la tolérance à la chaleur (Fuerst - Waltl et al. 2006).

De plus, Haugan et al. (2005) précisent que la meilleure qualité de semence correspond à la période Décembre-Mars (hiver) lors de l'augmentation de la photopériode, mais il faut cependant prendre en compte le délai de stockage des spermatozoïdes dans le tractus mâle de 6 à 8 semaines, reflétant des conditions antérieures au prélèvement.

5.7. Effet de l'alimentation :

D'une manière générale, la qualité de l'alimentation est primordiale en production animale. Ainsi, Alm et al. (2002) ont mis en évidence que la présence de mycotoxines dans le foin entraînait une diminution importante de la mobilité et une augmentation notable du nombre de spermatozoïdes anormaux.

5.8. Influence des manipulateurs:

Comme tous les animaux, les taureaux sont sensibles à leur environnement. Ainsi, l'intervention de différentes personnes comme les animaliers peut entraîner des variations de volume de semence, de concentration et du nombre de spermatozoïdes total. De même, la personne qui prélève a une influence sur le volume, la concentration et la mobilité des spermatozoïdes. Il est donc important de former le personnel pour limiter les écarts dans la méthode de préparation des taureaux (Fuerst-Waltl et al, 2006).

Enfin, il existerait un effet néfaste dû aux situations de stress répétées dans une période limitée, ce qui entraînerait une augmentation du pourcentage de spermatozoïdes anormaux (Söderquist et al, 1996).

CHAPITRE III

Insémination artificielle bovin

1. Généralité :

L'insémination est le dépôt des spermatozoïdes dans les voies génitales femelle, elle est naturelle lorsqu'il y a accouplement, elle est artificielle lorsque des techniques appropriées permettent ce dépôt des spermatozoïdes dans les voies génitales femelles sans qu'il y ait accouplement (Lancelot, 1994 ; Parez et Duplan, 1987).

Selon Kaidi, (2002), l'insémination artificielle (IA) est la « Biotechnologie » de reproduction la plus largement utilisée dans le monde, elle consiste à déposer le sperme dans l'endroit le plus convenable des voies génitales femelles et au moment le plus opportun sans qu'il y ait un acte sexuel.

L'insémination artificielle consiste à déposer le sperme, par voie instrumentale et au moment le plus opportun, dans la partie la plus appropriée des voies génitales femelles. La liqueur fécondante, recueillie par artifice variable, subit au préalable une dilution appropriée et convenable de sorte que le produit d'une seule éjaculation peut servir à l'insémination d'un nombre plus élevé de femelles (Derivaux 1980), (Wattiaux 2006).

Les critères caractérisant l'infertilité dans un troupeau selon JONDET (1964):

- le pourcentage de réussite en 1re IA inférieur à 50 %.
- le pourcentage de vaches avec 3 IA supérieur à 20 %.
- le pourcentage de vaches avec un écart vêlage/ chaleur >60. Supérieur à 25 %.
- le pourcentage de vaches avec un écart vêlage/ IA1 >90j supérieur à 20 %.
- le pourcentage de vaches avec au moins un retour tardif supérieur à 15%.
- le pourcentage de vaches à métrite supérieure à 10 % ou 20 %.

L'IA est plus utilisée chez les troupeaux laitiers que les races à viande (Tableau 5).

Tableau 5: L'utilisation de l'insémination artificielle dans le troupeau laitier et de boucherie d'après DUPLAN et PAREZ (1987).

| Utilisation de l'insémination artificielle | POURCENTAGE (%) |
|--|-----------------|
| Troupeau laitier | 85 |
| Troupeau de boucherie | 30 |

2. Historique de l'insémination artificielle (IA)

Première biotechnologie de la reproduction, elle a été utilisée au 14^{ème} siècle chez la jument par les Arabes et ce grâce à ABOU BAKR ENNACIRI, mais c'est seulement à la fin du 18^{ème} que les premières inséminations des mammifères ont été rapportées. (Hicham Haskouri, 2001) par le physiologiste italien Lauro Spallanzani qui injecta du sperme dans le vagin d'une chienne en chaleur. L'animal accoucha 62 jours plus tard de 3 chiots. La méthode fut ensuite reproduite un siècle plus tard par Albrecht, Millais et en France par Repiquet. C'est cependant au début du 20^{ème} siècle qu'Ivanov et ses collaborateurs développent la méthode en mettant au point le vagin artificiel. Les USA lancèrent l'insémination artificielle en 1938 soit quelques années après les danois. L'avènement des techniques de congélation, d'abord en pellets (Nagase et Niwa, 1964) puis en paillettes (Cassou, 1968) a permis le développement des programmes de sélection et la constitution de stocks de semence importants. Adossée à un dispositif sanitaire rigoureux.

Elle s'est à l'heure actuelle généralisée et concerne non seulement l'espèce bovine mais les espèces équine, ovine, caprine, porcine, les volailles et les abeilles (Hanzen 2011).

3. Insémination artificielle en Algérie:

En Algérie l'insémination artificielle a été introduite à l'époque coloniale. Bien que très ancienne, son utilisation dans nos élevages est très limitée malgré les efforts et la maîtrise de la technologie par le CNIAAG. Son application très timide est souvent attribuée aux échecs répétés de la conception ; ainsi les taux de réussite rapportés en première insémination par divers auteurs restent encore très faibles (Ghozlane et al 2010).

4. Avantages de l'insémination artificielle :

L'insémination artificielle présente plusieurs avantages d'ordres sanitaires, génétiques, économiques et techniques.

4.1. Avantages d'ordres génétiques :

L'IA donne l'occasion de choisir des taureaux testés qui transmettent des traits désirables à leur descendance. Minimise le risque d'obtenir des génisses avec des défauts héréditaires et permet d'obtenir un gain génétique qui s'accumule au fil du temps (la valeur génétique des vaches augmente rapidement en réponse à la sélection d'une génération à l'autre), diffusion du progrès génétique : les meilleurs mâles peuvent procréer plusieurs dizaines de milliers de descendances alors qu'ils ne peuvent en procréer que quelques dizaines en monte naturelle (Inrap, 1981).

4.2. Avantages d'ordre sanitaire :

Contrôle et diagnostic précoce des problèmes d'infertilité grâce au système de suivi individuel et permanent des vaches inséminées (fiche d'insémination). L'IA évite la dissémination des maladies de l'appareil génital (brucellose, trichomonas, la vibriose), d'une part en supprimant l'accouplement, d'autre part en raison des contrôles sanitaires très sévères des mâles utilisés, en plus l'addition d'ATB ajoute un élément de garantie supplémentaire.

4.3. Avantages d'ordre économique :

-L'achat et l'entretien d'un taureau demandent la mobilisation d'un capital important et coûteux. A l'opposé, l'IA entraîne une augmentation de la productivité du taureau (centre d'insémination), en même temps le remplacement du taureau par des vaches permet à l'éleveur d'augmenter son troupeau de femelles (Grairia, 2003).

-Permet à l'éleveur, par l'entremise de la semence congelée, l'utilisation du taureau de son choix en tout temps et même longtemps après la mort de ce dernier (Deziel, 1996).

5. moment idéal de l'insémination artificielle :

Il est en fonction des paramètres suivants :

- Moment de l'ovulation de la femelle ;
- Durée de fécondabilité de l'ovule ;
- Temps de remonter des spermatozoïdes dans les voies génitales de la femelle ;
- Durée de fécondation des spermatozoïdes.

L'insémination ne peut produire une gestation que si un ovule et un spermatozoïde sont « au bon endroit et au bon moment ».

Le moment optimum d'insémination se situe dans la seconde moitié de l'œstrus et, mieux vers la fin des chaleurs.

Dans la pratique, les femelles reconnues en œstrus le matin seront inséminées dans l'après midi le même jour ; et celle dont les chaleurs débutent l'après midi ou le soir seront inséminées le lendemain matin (Derivaux et Ectors, 1986).

Le bon choix du moment d'insémination dépend donc d'une bonne détection des chaleurs.

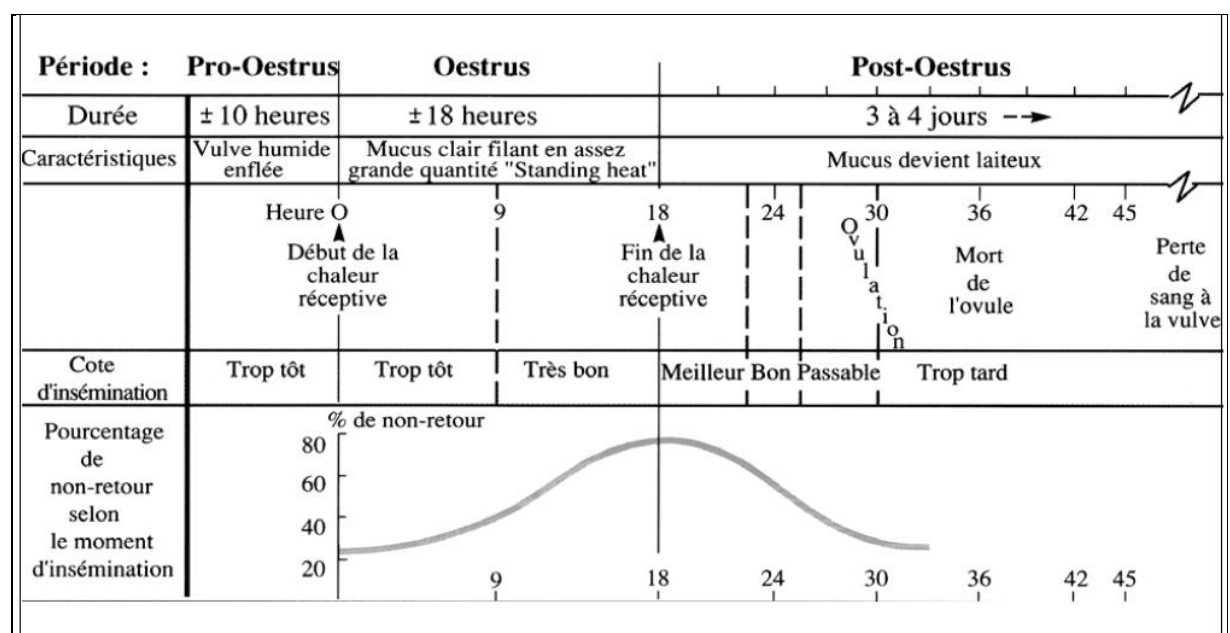


Figure 5: Quand inséminer pour obtenir les meilleurs résultats ? (Fournier, 1993)

Il peut avoir possibilité de fécondation avec une insémination réalisée entre 12 à 18 heures après le début de chaleurs, le bon moment de l'insémination est totalement tributaire de la détection des chaleurs et de l'enregistrement de l'observation. (Connaissance de la régularité, de la durée) (Tableau 6) (Parez et Duplan, 1987).

Tableau 6: Variation du taux de réussite selon le moment de l'insémination. (PACCARD et BROCHART, 1973) cité par BELKHIRI, (2001).

| Moment de l'insémination artificielle | Taux de réussite |
|---------------------------------------|------------------|
| début de chaleurs | 44% |
| milieu des chaleurs | 82,5% |
| fin des chaleurs | 75% |
| 6h après la fin | 62,5% |
| 12h après la fin | 32,5% |
| 18h après la fin | 28% |

6. Technique de l'insémination artificielle :

L'IA est pratiquée avec la méthode recto-vaginale, la plus rapide et plus hygiénique, elle offre la possibilité d'un examen préalable du tractus génital et l'appréciation de l'état œstrale du sujet (Hanzen, 2006). Elle consiste au cathétérisme du col de l'utérus avec immobilisation de ce col à travers la paroi rectale, l'opérateur introduit l'appareil d'insémination par la main droite dans la vulve (préalablement nettoyée) en le poussant vers l'avant et en suivant le plafond du vagin pour éviter le méat urinaire. Les replis vaginaux sont évités en poussant le col tenu de la main gauche vers l'avant. La localisation de l'orifice du col par lequel le cathéter doit pénétrer est le temps le plus délicat de l'intervention. Il a été rapporté que la stimulation du tractus génital par massage du clitoris après insémination, augmente le pourcentage de conception chez la vache (Hanzen, 2006).

6.1. Acte de l'insémination artificielle : (figure 6)

- a) La dose de semence congelée, choisie dans le récipient de transport à (-196°) est immédiatement immergée dans une bouteille thermos contenant de l'eau à la température de 34°C, la semence est ainsi décongelée en moins de 30 secondes (température de la semence après décongelations : 15 à 20°C) pour éviter le choc thermique ultérieur.
- b) La dose essuyée, elle est ensuite introduite dans le pistolet. Une gaine plastique (jetable) assure la protection sanitaire et l'étanchéité de l'appareil prêt à l'emploi (Parez et Duplan, 1987).
- c) L'inséminateur introduit le pistolet d'insémination dans la vulve et la fait pénétrer dans le vagin et le col de l'utérus pour entrer dans le corps utérin (juste à la sortie du col) le dépôt de la semence se fait dans le corps utérin. Pour s'aider, une main doit pénétrer au préalable dans le rectum et manipuler délicatement les structures internes pour permettre à l'autre main d'introduire le pistolet d'insémination doucement vers le lieu de dépôt. A cet endroit, l'inséminateur dépose la semence et après 3 à 5 secondes, il tire le pistolet d'insémination puis masse légèrement l'utérus. De là, les spermatozoïdes vont se déplacer jusqu'à l'oviducte où aura lieu la fécondation (Deziel, 1996).

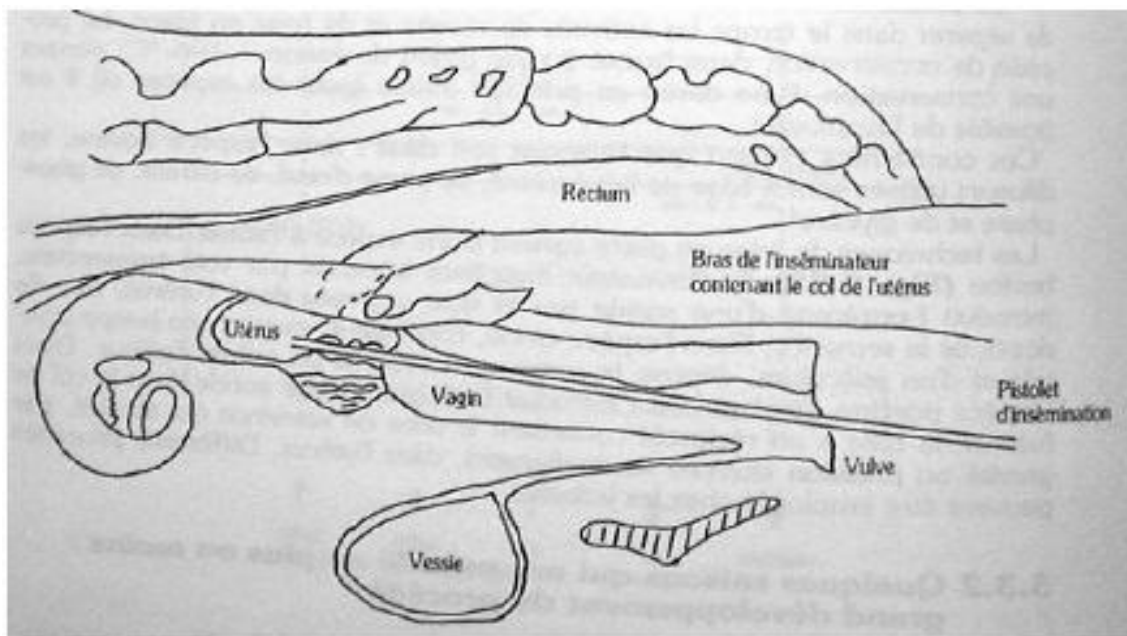


Figure 6 : Dépôt de la semence dans les voies génitales de la vache (Barret, 1992).

7. Le lieu de dépôt de la semence :(figure 7)

La méthode la plus utilisée est l'insemination intra-utérine :le sperme est déposé dans l'utérus ou au niveau de la jonction utéro-cervicale,(Bizimungu, 1991).Le pistolet est introduit dans le vagin jusqu'au col qu'il traverse. Alors le sperme est déposé dans le corps de l'utérus, plus précisément au niveau du bout antérieur du col (Hamani et al ,2004).

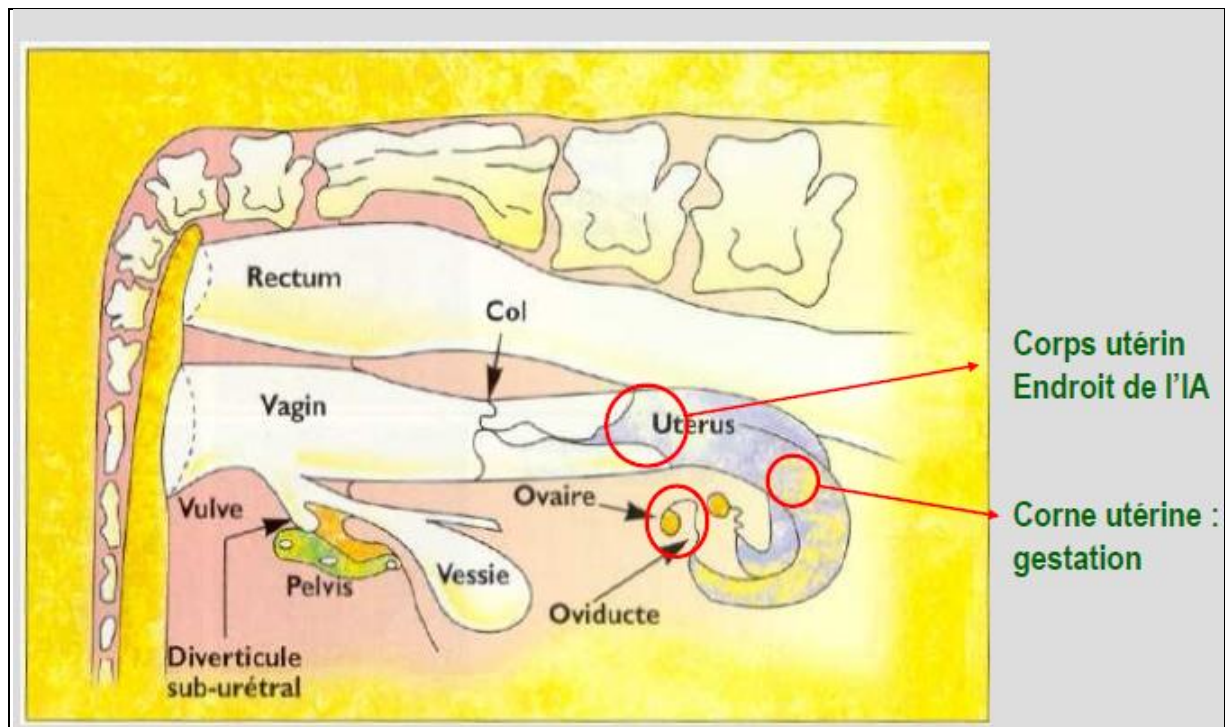


Figure 7 :L'endroit de l'insémination artificielle (Deletang et Hivorel, 2000)

8. Les facteurs susceptibles d'influencer la réussite de l'IA

Le tableau suivant résume les différents facteurs :

Tableau 7 : les facteurs susceptibles d'influencer la réussite de l'IA :

| | |
|---|---|
| Lies à l'animal. | Facteurs anatomiques : race et âge Facteurs endocriniens : insuffisance sécrétaire. Pathologie de l'appareil génital (métrite, brucellose). Stade physiologique : puberté, post-partum, cyclicité. |
| Lies à la semence. | Qualité. Conservation. Concentration. Mobilité. % des formes pathologiques. Doses d'insémination. |
| Lies à l'inséminateur | Technicité. Mauvaise décongélation. Manque de matériels. Moment et site d'insémination. |
| Lies à l'éleveur et aux conditions d'élevage. | Niveau d'instruction de l'éleveur. Nutrition du troupeau. Conduite du troupeau. Effet du milieu (climat, saison, lumière, Hygiène). Méthodes de détection des chaleurs. |

Source : (Hicham Haskouri, 2001).

PARTIE EXPERIMENTALE

MATERIEL ET METHODES

Objectif :

Les éjaculats utilisés lors de cette étude provenaient de 3 taureaux (GOYA, ULYSSE et ORION), de race Holstein pie noir âgés de 6 ans au centre de testage de BABA ALI. Ces derniers sont les plus utilisés par l'inséminateur de la région de CONSTANTINE.

L'objectif de ce travail est d'estimer la fertilité de semences de ces taureaux à travers l'analyse des résultats de l'insémination artificielle dans la région de CONSTANTINE et les spermogrammes obtenus durant l'année 2010 en étudiant :

- l'effet de saison sur les caractéristiques spermatiques (volume récolté, % SPZ mobiles et motilité massale).
- les résultats de l'IA au niveau de la wilaya de : CONSTANTINE.

Mais ces objectifs dépendent du type d'élevage et de la technicité de l'inséminateur, ainsi de l'état du bâtiment d'élevage sans oublier le rôle majeur de l'éleveur concernant la détection des chaleurs.

C'est pour cela qu'on a choisis de travailler avec un seul inséminateur et des élevages plus ou moins simulés.

Lieu de l'expérimentation :

Notre partie expérimentale s'est déroulée au sein du centre de testage des taureaux d'insémination artificielle dans la région de baba Ali.

CHAPITRE 1 : évaluation des caractéristiques spermatique.

Matériels et méthodes

2. Matériels biologiques :

2.1. Les animaux:

Trois taureaux d'insémination artificielle de race Holstein âgés de 6 ans ont été inclus dans l'essai ayant déjà été collectés au vagin artificiel pendant trois saisons (Automne, Hiver et Printemps), la collecte pendant la saison d'été ne se fait pas au sein du CNIAAG. La raison invoquée par ce centre est l'influence négative des fortes chaleurs sur la qualité de la semence des taureaux. Le tableau 8 présente les caractéristiques des taureaux inclus dans l'étude.

Tableau 8 : Caractéristiques des taureaux étudiés : ULYSSE, GOYA, ORION

| Nom du taureau | Numéro d'identification | Date de naissance | Nom du père | Nom de la mère | La race |
|----------------|-------------------------|-------------------|-------------|----------------|--------------------|
| ULYSSE | 016 | 19/10/2004 | GASKA | CANADIENNE | Pie noire Holstein |
| GOYA | 014 | 17/10/2004 | GASKA | DINA2 | Pie noire Holstein |
| ORION | 017 | 22/10/2004 | GASKA | VERA5 | Pie noire Holstein |

Source: (CNIAAG,

2011)

Les taureaux de l'expérimentation, étaient logés dans des boxes individuels et paillés tous les jours. Ils ont été nourris avec une ration à base de fourrages (foin de vesce avoine), distribué matin et soir, et de concentrés (7 à 8 kg en moyenne) à base de tourteaux de soja, Maïs, son de blé.

Les taureaux ont été soumis à une phase d'exercice et d'entraînement. Cette étape est considérée comme une phase essentielle dans la vie reproductive des taureaux destinés à la récolte et la production de semence dans les centres d'insémination artificielle.

3. Matériels utilisés:

Pour la réalisation de ce travail, nous avons disposé du matériel suivant:

- Vagin artificiel.
- Tubes à essai.
- Microscope optique à platine chauffante.
- Lames et lamelles.
- Spectrophotomètre.
- Pipettes graduées
- Etuve
- Dilueur
- Bain-marie
- Vitrine réfrigérative
- Paillette
- Biostat d'azote liquide.
- Minidigitcool.
- Tank de vapeur d'azote.

3. Méthodes

3.1 Organisation des locaux et matériel nécessaire

Dans le cadre d'une démarche qualité et pour garantir la qualité bactériologique de la semence, le laboratoire est organisé selon le principe de la marche en avant pour éviter tout croisement entre le matériel stérile et le matériel souillé.

Les postes de travail sont organisés ainsi :

- Sas de réception de la semence communiquant avec la salle de collecte
- Poste d'évaluation de la semence comprenant un microscope, un dilueur et un spectrophotomètre.
- Poste de dilution comprenant un bain-marie, de la verrerie stérile.
- Poste d'impression des paillettes. Conditionnement en paillettes.
- Poste de congélation.
- Salle de pré-stockage.
- Salle de stockage.
- Salle de distribution et quai d'embarquement des cuves de semence.

Pour la récolte du sperme, on a utilisé un vagin artificiel avec un tube en verre gradué où est recueilli le sperme. (Photo 6 et 7)



Photo 6 : Vagin artificiel + tube gradué **Photo 7 :** Tube gradué

Sur la partie rigide du vagin on trouve une soupape qui à deux orifices servant à l'introduction de l'eau chaude à +40°C et de l'aire pour créer une pression similaire à un vagin naturel.

Tous les vagins préparés sont mis dans une étuve la veille à + 40°C pour être utilisé le lendemain, ils sont méticuleusement lavés, désinfectés, brossés et séchés tous les jours à la suite d'une utilisation. Lors de la monte du taureau, l'agent collecteur dévie le pénis de l'animal pour l'introduire dans le vagin artificielle, l'agent doit être souple dans ses mouvements afin d'éviter toute irritation du pénis. (Photo 8)

Chaque taureau collecté au vagin artificiel a été préparé en réalisant deux fausses montes.



Photo 8 : Récolte du sperme.

4. Évaluation du sperme au laboratoire :

4.1.Évaluation visuelle

Volume, couleur, et consistance du sperme :

- Volume: 4 ml en moyenne et varie entre : de 0,5 à 14ml.
- Couleur: habituellement blanchâtre.
- Consistance: ou viscosité reliée a la concentration des spermatozoïdes.

La semence qui ne répond pas aux critères d'évaluation de fertilité est rejetée.

4.2. Premier contrôle : Evaluation microscopique:

Examen pratique : on utilise un microscope à platine chauffante +37°C, on dépose une goutte de sperme pur sur une lame, Ce contrôle permet d'évaluer le mouvement de masse des spermatozoïdes (motilité massale et le pourcentage de spermatozoïdes mobiles), la formation de vagues et leurs

vitesse de tourbillonnement qui peuvent être rapides ou lentes, cette évaluation est subjective et dépend de l'habitude acquise par le manipulateur.

4.2.1. La concentration (en milliards de spermatozoïdes / ml) a été mesurée à l'aide d'un spectrophotomètre (Photo 9). Cet appareil mesure la densité optique du sperme dilué et indique la concentration, le nombre de spermatozoïde par ml et le nombre de paillette à préparer.



Photo 9 : Spectrophotomètre (CNIAAG, 2011).

4.2.2. Dilution et mise en conservation à +4°C de la semence

La dilution du sperme a pour but d'accroître le volume total de la masse spermatique, d'assurer un milieu favorable à la survie des spermatozoïdes in vitro et de réaliser à partir d'un seul éjaculat l'insémination d'un grand nombre de femelles. (Hanzen 2011).

4.2.2.1. Dilueur utilisé (AndroMed). (Photo 10).

Le dilueur utilisé dans notre étude est l'AndroMed (Allemagne). C'est un dilueur qui est composé des extraits végétaux et qui ne contient aucune protéine animale (peut être utilisé à température ambiante)

4.2.2.2. Composition du dilueur:



- ✓ Eau distillée
- ✓ Fructose
- ✓ Glycerol
- ✓ Acidumcltricum
- ✓ Buffers
- ✓ Phospholipides
- ✓ Concentration d'antibiotique :
Spectinomycin 30 mg, Lincomycin 15 mg,
Tylosin 5 mg, gentamycin 25 mg (pour
100 ml).

Photo 10: Dilueur (AndroMed) (CNIAAG, 2011).

4.2.2.3. Méthode de dilution.

Le dilueur est mélangé avec précaution à la semence dans un bain-marie (photo 11).



Photo 11 :Bain-marie (CNIAAG, 2011).

On détermine rapidement les paramètres étudiés et on procède immédiatement à la conservation à +4° C

4.3. Deuxième contrôle: motilité individuelle

Avant d'entamer la congélation un deuxième contrôle s'effectue sur la semence réfrigérée et équilibrée ; il confirme la qualité de la semence réanimée sur lame lamelle.

4.4. Mise en conservation à +4°C

La mise en conservation du sperme dilué nécessite des précautions spéciales pour éviter le choc thermique. La descente de température de la semence diluée jusqu'à + 4°C est une étape primordiale pour la réussite de la conservation. Le conditionnement en paillette de 0,25ml s'effectue au moyen d'une machine entièrement automatique (photo 12).

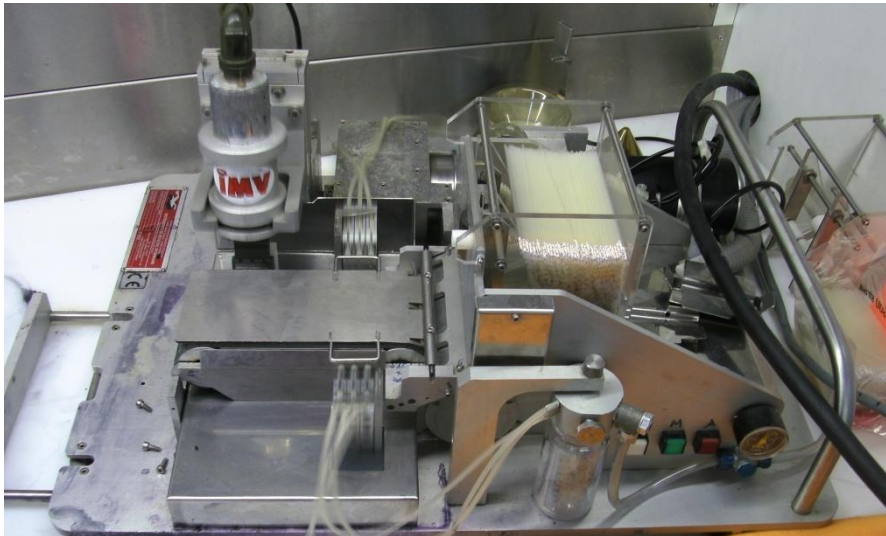


Photo 12 : Mise en paillette (Mrs3) (CNIAAG, 2011).

On utilise une minidigicool relié à un tank d'azote liquide pour effectuer la congélation; la température est de +4°C lors de la mise des paillettes à l'intérieur de la cuve ; elle descend jusqu'à -140°C par la vapeur d'azote. A la fin de la congélation on retire les paillettes de la cuve et on les plonge dans de l'azote liquide à -196°C.

Après cela : les paillettes sont stockées dans des biostat d'azote provisoirement (Photo 13).

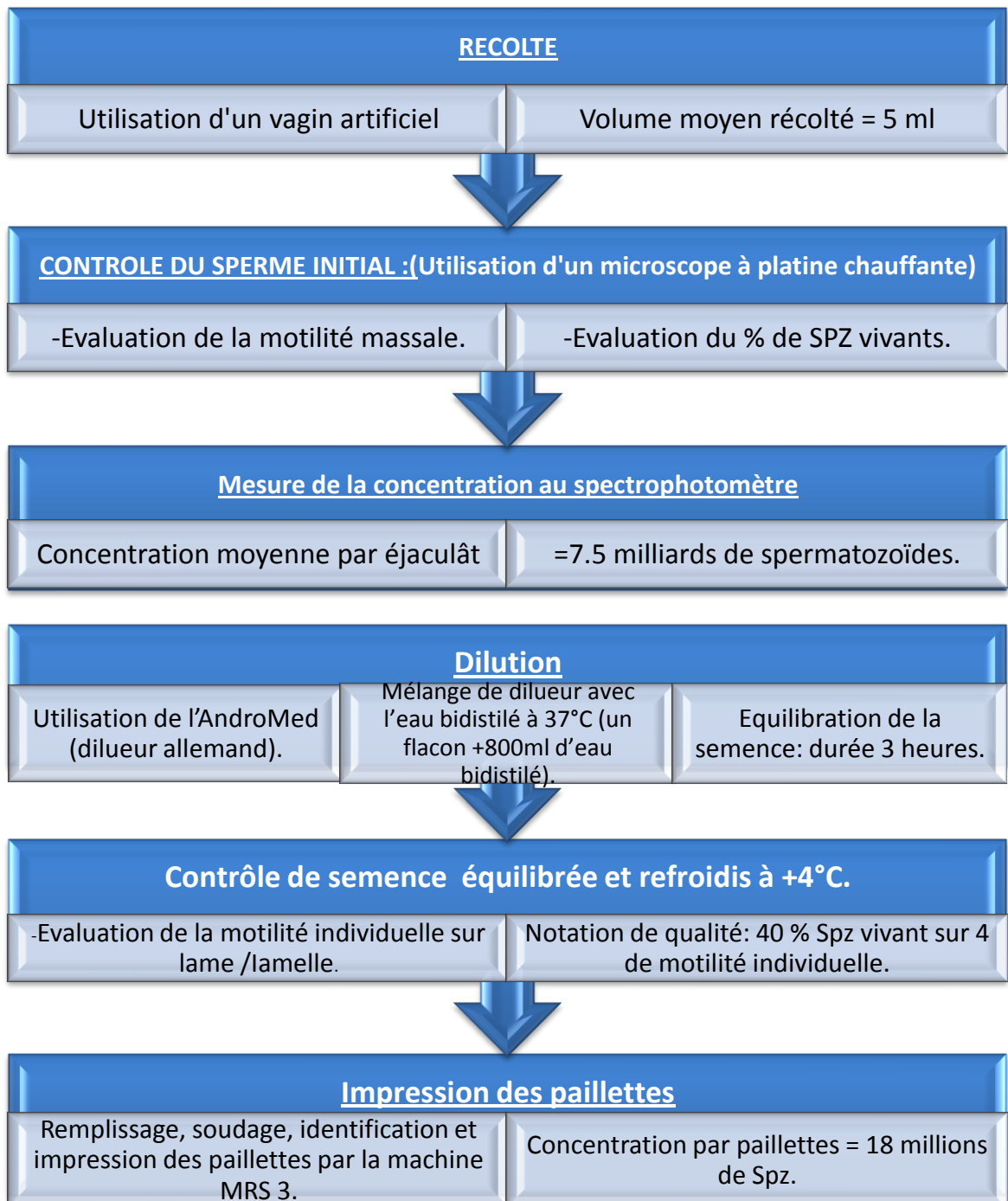
Après la congélation; on effectue un **3^{ème} contrôle**; on décongèle une paillette dans de l'eau à +37°C et sur lame lamelle ; on fait le contrôle. Si la

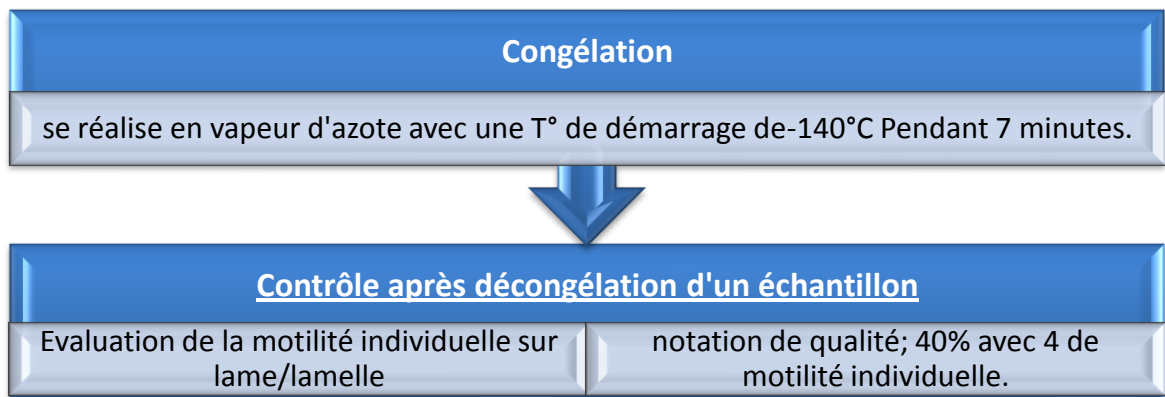
semence est bonne ; elle est stockée définitivement dans la banque de semences pour plusieurs années.



Photo 13 : Biostat d'azote pour le stockage du sperme (CNIAAG, 2011).

Diagramme de technique de production de semence congelée bovine.
Protocole du laboratoire CNIAAG 2011





5. Analyses statistiques :

Les résultats sont exprimés par les moyennes +/- écart type saisis au moyen du logiciel Excel.

L'interprétation des résultats des caractéristiques spermatisques étudiés (volume, pourcentage des spermatozoïdes mobiles et la motilité massale) des trois taureaux a été réalisée grâce à une analyse de la variance à deux facteurs (taureau, saison) par le logiciel SYSTAT version 7.

Pour bien montrer l'effet de saison sur les caractéristiques spermatisques de chaque taureau on a utilisé deux tests (WILCOXON, Monte Carlo) par un logiciel statistique (PAST), ce dernier fait la comparaison qu'entre deux saisons.

Une différence entre résultats est considérés comme statistiquement significative pour une valeur de probabilité $p < 0,05$.

Les corrélations ont été obtenues grâce à logiciel (PAST).

CHAPITRE2 : insémination artificielle

1. Matériel et méthode :

1.1. Fiches d'insémination artificielle:

Comme il a été signalé auparavant, on a utilisé des fiches d'insémination d'un seul inséminateur (dans la région de Constantine). Les informations recueillies à partir de ces fiches sont :

1. taille du troupeau inséminé.
2. Nombre de vaches inséminées par chaque taureau
3. Date de la première IA après chaleur naturelle ou après schéma zootechnique, et date des autres IA.
4. dates des différentes retours (retour 1, retour 2, retour 3).
5. Calcul des paramètres de fertilité :
 - Taux de réussite en IA1
 - Taux de réussite en IA2
 - % du Repeat Breeders

RESULTATS ET DISCUSSION

CHAPITRE I : Récolte et examen du sperme

Evaluation de la qualité de semence dans le centre de collecte

Les informations des caractéristiques spermatiques (le volume, le pourcentage des spermatozoïdes mobiles et la motilité massale) des trois taureaux étudiés (GOYA, ULYSSE et ORION) obtenues du centre de testage durant l'année 2010 sont représentées sous forme de spermogrammes (Annexes 1, 2,3).

Le volume d'éjaculat est exprimé en ml.

Le pourcentage des spermatozoïdes mobiles est exprimé en %.

La motilité massale est notée de 1 à 5.

I. Comparaison inter taureaux : (Effet des deux facteurs saison et taureau)

En général, l'interaction des deux facteurs (saison, taureau) ont un effet significatif sur le volume, le pourcentage de spermatozoïdes mobiles et la motilité massale, ($p < 0,05$) (Tableau 9, 10 et 11).

La comparaison entre les caractéristiques spermatiques des trois taureaux étudiés (GOYA, ULYSSE et ORION) durant les trois saisons (automne, hiver et printemps) révèle :

1) Le volume

Tableau 9 : Effet de l'interaction des deux facteurs (taureau, saison) sur le volume récolté du sperme.

| Taureaux | Volume récolté en (ml) | Saison | | | Signification | Niveau de signification |
|----------|------------------------|-----------|-----------|-----------|---------------|-------------------------|
| | | Automne | Hiver | Printemps | | |
| GOYA | VOL | 4,21±0,89 | 5,00±0,99 | 4,15±1,21 | 0,04 | * |
| ULYSSE | VOL | 4,35±1,28 | 4,70±1,14 | 4,67±1,05 | | |
| ORION | VOL | 6,5±1,29 | 5,27±1,07 | 5,58±1,11 | | |

* $P < 0,05$.

Concernant le volume d'automne, des valeurs proches ont été enregistrées entre le taureau GOYA et ULYSSE respectivement 4,21 et 4,35 ml, alors que la valeur la plus élevée est celle du taureau ORION (6,5 ml).

Le volume des autres a augmenté en hiver sauf pour ORION où on a assisté à une diminution de 19% dans cette saison. Pour la saison printanière on a remarqué une stabilisation du volume à l'exception de GOYA qui a montré une diminution de 0,85 ml (Annexe 4).

Nos valeurs sont aux normes. Selon Pietremont, (1995), un éjaculat dont le volume correspond à la norme (3mL-8mL) est un indice favorable.

2) Pourcentage de spermatozoïdes mobiles (%SPZ mobiles)

Tableau 10 : Effet de l'interaction des deux facteurs (taureau, saison) sur le pourcentage de spermatozoïdes mobiles.

| Taureaux | % SPZ mobiles | Saison | | | Signification | Niveau de signification |
|----------|---------------|-------------|-------------|-------------|---------------|-------------------------|
| | | Automne | Hiver | Printemps | | |
| GOYA | % SPZ | 66,67±7,78 | 63,95±17,37 | 52,94±23,52 | 0,03 | * |
| ULYSSE | % SPZ | 61,54±16,63 | 65,65±13,08 | 68,00±3,16 | | |
| ORION | % SPZ | 67,50±5,00 | 66,14±8,44 | 46,67±29,44 | | |

* P < 0,05.

Le % SPZ mobiles des deux taureaux GOYA et ORION suit la même évolution pendant les trois saisons avec une remarquable diminution au printemps du taureau ORION (de 66,14 à 46,67%) soit une diminution de 19,47 points, par contre le taureau ULYSSE a présenté une légère augmentation du %SPZ mobiles pendant les trois saisons, il passe de 61,54% en automne à 68% au printemps (Annexe 5).

3) La motilité massale (MM)

Tableau 11 : Effet de l'interaction des deux facteurs (taureau, saison) sur la motilité massale du sperme.

| Taureaux | Motilité massale | Saison | | | Signification | Niveau de signification |
|----------|------------------|-----------|-----------|-----------|---------------|-------------------------|
| | | Automne | Hiver | Printemps | | |
| GOYA | MM | 3,63±0,88 | 3,61±0,79 | 2,50±1,15 | 0,005 | ** |
| ULYSSE | MM | 2,64±1,36 | 3,57±0,93 | 3,58±0,79 | | |
| ORION | MM | 3,38±0,95 | 3,45±0,75 | 2,67±1,21 | | |

** P < 0,01.

La MM présente la même évolution que celle du % SPZ mobiles pour les trois taureaux durant les trois saisons car elle a une forte corrélation avec ce dernier paramètre (% SPZ mobiles) (Annexe 6).

Selon Stéphane, (2007). La motilité massale est le critère le plus utilisé en centres d'insémination car il est le mieux corrélé à la viabilité des spermatozoïdes.

Les différences observées entre les trois taureaux dans la même saison concernant les paramètres étudiés (volume, % SPZ mobiles et la motilité massale) peuvent être due aux facteurs génétiques (effet de la mère) car les taureaux étudiés sont issus d'un même père (GASKA) et de différentes mères (voire tableau 8). Moussa et al, (1996) ont montré que les facteurs génétiques ont une influence importante sur la qualité de semence des jeunes taureaux Holstein.

Pour bien préciser l'effet de saison sur les caractéristiques spermatiques de chaque taureau on a utilisé deux tests (WILCOXON, Monte Carlo) grâce à un logiciel statistique (PAST) ce dernier a montré l'existence d'une signification de l'effet de saison.

II. Comparaison intra taureaux : (Effet saison)

Taureau 1 : GOYA

Les moyennes des différents variables sont présentées dans le (Tableau 12).

Tableau 12 : Effet de la saison sur les caractéristiques spermatisques du taureau GOYA.

| Saison | Moyenne des caractères spermatisques | Moyenne | | Signification WILCOXON TEST | Monte Carlo signification | Niveau de signification |
|---------------------|--------------------------------------|---------|-------|-----------------------------|---------------------------|-------------------------|
| | | AU | HI | | | |
| Automne - Hiver | volume | 4,21 | 4,83 | 0,03 | 0,04 | * |
| | % SPZ | 66,67 | 63,91 | 0,46 | 0,50 | NS |
| | motilité massale | 3,63 | 3,59 | 0,92 | 0,94 | NS |
| | | AU | PR | | | |
| Automne - Printemps | volume | 4,21 | 4,31 | 0,56 | 0,58 | NS |
| | % SPZ | 66,67 | 52,31 | 0,01 | 0,02 | * |
| | motilité massale | 3,63 | 2,46 | 0,03 | 0,04 | * |
| | | HI | PR | | | |
| hiver - Printemps | volume | 4,83 | 4,31 | 0,02 | 0,03 | * |
| | % SPZ | 63,91 | 52,31 | 0,04 | 0,04 | * |
| | motilité massale | 3,59 | 2,46 | 0,04 | 0,04 | * |

NS = non significatif; * P < 0,05; AU= automne ; HI= hiver ; PR= printemps.

1) le volume

Le volume de l'éjaculat n'est qu'un facteur secondaire d'appréciation de la qualité de la semence ; en effet un éjaculat dont le volume correspond à la norme (3mL-8mL) est un indice favorable (Pietremont, 1995).

Nous notons que le volume de l'éjaculat varie entre 4,21 et 4,83 ml.

Une différence significative a été enregistrée ($p < 0,05$) entre le volume moyen des saisons (automne –hiver) et (hiver-printemps) avec respectivement (4,21 - 4,83 ml) et (4,83 - 4,31), la valeur la plus élevée du volume a été obtenue en hiver (4,83 ml).

Haugan et al. (2005) précisent que la meilleure qualité de semence correspond à la période Décembre-Mars (hiver) lors de l'augmentation de la photopériode.

Les analyses statistiques révèlent des différences non significatives ($p > 0,05$) du volume lors des saisons (automne-printemps) respectivement 4,21 à 4,31ml.

Nos valeurs (4,83 ml) sont inférieures à celles obtenues par Fabrice, (2008) et qui sont de $6,3 \pm 2,2$ dans l'université de Toulouse.

Cette différence peut être expliquée par :

- Notre climat qui est différent de celui de l'Europe ; les taureaux examinés sont des races améliorés qui supportent mieux le froid que la chaleur. Fuerst - Walzl et al (2006), ont montrés l'effet taureau correspondant à la tolérance à la chaleur
- La mauvaise préparation des taureaux à la collecte, Almquist (1982) a trouvé que chez les Holstein le nombre total de spermatozoïdes et le volume de la semence par éjaculation sont fonction en grande partie de la préparation et du stimulus sexuel avant la récolte.

2) Pourcentage de spermatozoïdes mobiles (%SPZ mobiles)

Le % SPZ mobiles varie entre 52,31% et 66,67% pendant les trois saisons étudiées.

Nos résultats sont proches de ceux trouvés par Gérard et Khirredine, (2002) (40 à 80%) dans les centres d'insémination français chez un taureau adulte prim Holstein prélevé deux fois par semaine.

Mis à part les saisons automne-hiver où on a trouvé des valeurs comparables 66,67% et 63,91%, les saisons automne-printemps et hiver-printemps présentent des différences significatives ($p < 0,05$), avec respectivement 66,67-52,31% et 63,91- 52,31%.

La moyenne (relativement faible) du pourcentage de spermatozoïdes mobiles durant la saison printanière (52,31%) est due aux fluctuations très importantes (figure8).

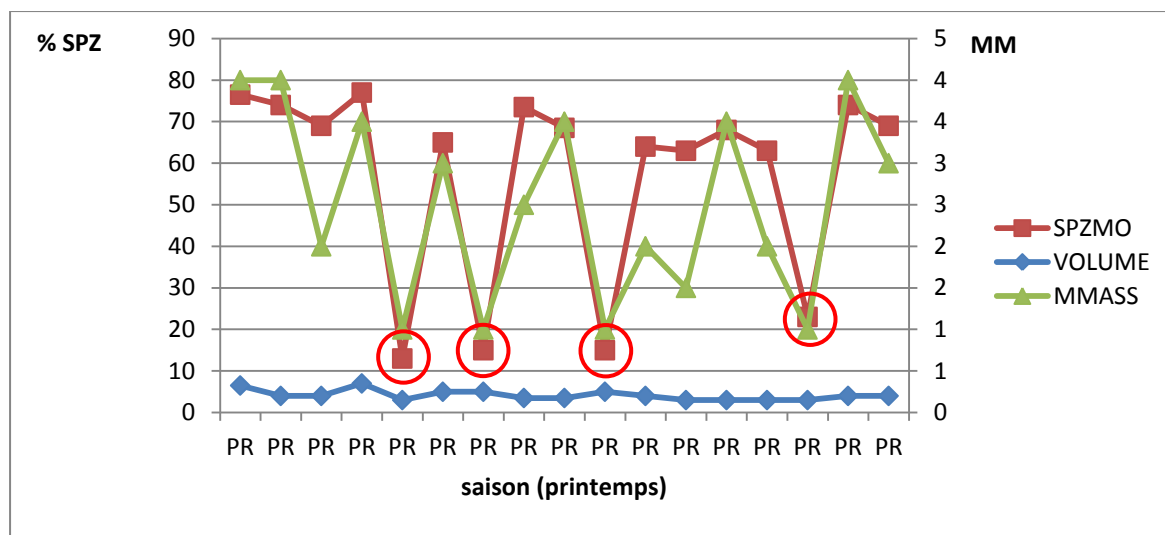


Figure 8: Evolution des caractéristiques spermatique de GOYA au printemps.

Ces fluctuations peuvent être dues aux :

- Fortes chaleurs (l'Algérie est caractérisée par un printemps assez chaud, Fuerst- Walth et al, (2006) ont prouvés que les fortes chaleurs nuisent à la production des gamètes. Ainsi, si la température augmente pendant la spermatogénèse et la maturation dans l'épididyme, le nombre total de spermatozoïdes et leur mobilité diminuent.
- Etat sanitaire du taureau et l'alimentation. En effet selon Hanzen, (2011) la quantité de sperme varie selon les conditions sanitaires et alimentaires.

3) La motilité massale (MM)

Des valeurs similaires ont été obtenues pour la MM du sperme lors des saisons automne - hiver 3,63 - 3,59, les autres saisons automne-printemps et hiver-printemps ont présenté des différences significatives ($p < 0,05$) avec respectivement 3,63-2,46 et 3,59-2,46, la MM passe de 3,59 en hiver à 2,46 au printemps soit une diminution de 1,13 point.

Cette diminution est expliquée par la diminution du % SPZ mobiles dans cette saison (printemps), sachant que la motilité massale est corrélée positivement avec le % SPZ mobiles.

Selon Stéphane, (2007), la mobilité massale est le critère le plus utilisé dans centres d'insémination car il est le mieux corrélé à la viabilité des spermatozoïdes.

La comparaison de nos résultats (3,63) avec ceux de Delphine (2011), $4,42 \pm 1,30$ dans les centres d'insémination français, fait apparaitre une différence de 0,79 point.

Taureau 2 : ULYSSE

Les moyennes des différents variables sont présentées dans le (tableau 13).

Tableau 13 : Effet de la saison sur les caractéristiques spermatiques du taureau ULYSSE.

| Saison | Moyenne des caractères spermatiques | | | Signification WILCOXON TEST | Monte Carlo signification | Niveau de signification |
|---------------------|-------------------------------------|-----------|-----------|-----------------------------|---------------------------|-------------------------|
| | AU | HI | | | | |
| Automne - Hiver | Volume | 4,35 | 4,62 | 0,86 | 0,89 | NS |
| | % SPZ | 61,54 | 64,26 | 0,61 | 0,67 | NS |
| | motilité massale | 2,77 | 3,57 | 0,02 | 0,03 | * |
| | | AU | PR | | | |
| Automne - Printemps | Volume | 4,35 | 4,62 | 0,75 | 0,77 | NS |
| | % SPZ | 61,54 | 68,23 | 0,03 | 0,03 | * |
| | motilité massale | 2,77 | 3,61 | 0,02 | 0,03 | * |
| | | HI | PR | | | |
| Hiver - Printemps | Volume | 4,62 | 4,62 | 0,05 | 0,06 | NS |
| | % SPZ | 64,26 | 68,23 | 0,48 | 0,75 | NS |
| | motilité massale | 3,57 | 3,61 | 0,35 | 0,47 | NS |

NS = non significatif; * $P < 0,05$; AU= automne ; HI= hiver ; PR= printemps.

1) Le volume

Les analyses statistiques révèlent des différences non significatives durant les trois saisons (automne, hiver et printemps).

Nos résultats sont conformes aux résultats de Hulnäs (1959) qui a montré que la saison n'avait aucun effet significatif sur les caractéristiques de la semence.

2) Pourcentage de spermatozoïdes mobiles (%SPZ mobiles)

Pour le % SPZ mobiles, des différences non significatives ont été obtenues ($p > 0,05$) pendant les trois saisons (automne-hiver-printemps) sauf entre les deux saisons automne et printemps respectivement 61,54 et 68,23% où l'effet de saison est marqué ($p < 0,05$), cela est due au photopériodisme dans la saison du printemps, qui est un facteur favorable à la spermatogénèse.

Fuerst-Waltl et al. (2006) ont déclarés qu'il existe un optimum de saison avec une photopériode assez longue pour favoriser la spermatogénèse mais avec des températures peu élevées, entre 5 et 15°C.

3) La motilité massale (MM)

L'examen de la motilité massale ne donne qu'une idée forte approximative du pourcentage de spermatozoïdes mobiles. (Hanzen, 2011).

Dans notre cas, l'effet de la saison est observé entre automne-hiver et automne-printemps ($p < 0,05$) respectivement 2,77 - 3,57 et 2,77-3,61.

Nos résultats (3,61) sont supérieurs à ceux trouvés par Jalal Uddin (2007), ($2.89 \pm 0,69$) dans la même saison en Bangladesh.

Taureau 3 : ORION

Les moyennes des différents variables sont présentées dans le tableau 14.

Tableau 14 : Effet de la saison sur les caractéristiques spermatiques du taureau ORION.

| Saison | Moyenne des caractères spermatiques | | Signification WILCOXON TEST | Monte Carlo signification | Niveau de signification | |
|---------------------|-------------------------------------|-----------|-----------------------------|---------------------------|-------------------------|----|
| | AU | HI | | | | |
| Automne - Hiver | Volume | 6,50 | 4,76 | 0,04 | 0,03 | * |
| | % SPZ | 67,50 | 60,21 | 0,29 | 0,50 | NS |
| | motilité massale | 3,38 | 2,57 | 0,11 | 0,25 | NS |
| | | AU | PR | | | |
| Automne - Printemps | Volume | 6,50 | 5,48 | 0,04 | 0,03 | * |
| | % SPZ | 67,50 | 43,34 | 0,009 | 0,008 | ** |
| | motilité massale | 3,38 | 2,59 | 0,04 | 0,04 | * |
| | | HI | PR | | | |
| Hiver - Printemps | Volume | 4,76 | 5,48 | 0,20 | 0,38 | NS |
| | % SPZ | 60,21 | 43,34 | 0,03 | 0,04 | * |
| | motilité massale | 2,57 | 2,59 | 0,05 | 0,05 | * |

NS = non significatif; * P < 0,05; ** P < 0,01; AU= automne ; HI= hiver ; PR= printemps.

1) Le volume

La valeur la plus élevée a été observée durant l'automne (6,5 ml), elle diminue jusqu'à 4,76 ml en saison hivernale soit une diminution de 26 %. Cette diminution est liée au fait que les répétitions ne sont pas les mêmes (4 récoltes en automne contre 22 récoltes en hiver) (Annexe 3), ceci est expliqué par la forte fréquence de récolte en hiver, selon Gérard et Humblot (1992), le volume de l'éjaculat varie en fonction du rythme de collecte.

Des différences significatives ($p < 0,05$) ont été révélés entre le volume d'automne et celui du printemps (6,5 ml pour l'automne contre 5,48 ml au printemps).

2) Pourcentage de spermatozoïdes mobiles (%SPZ mobiles)

A l'exception des deux saisons automne-hiver respectivement 67,5 et 60,21% qui ne présentent pas une différence significative ($p>0,05$), l'effet de saison est significativement remarqué sur le % SPZ mobiles entre automne-printemps et hiver-printemps, ($p<0,05$) respectivement 67,5 et 43,34% et 60,21 et 43,34%.

Le taux faible du % SPZ mobiles observé au printemps est expliqué par les trois diminutions brutales de ce paramètre (Figure 9).

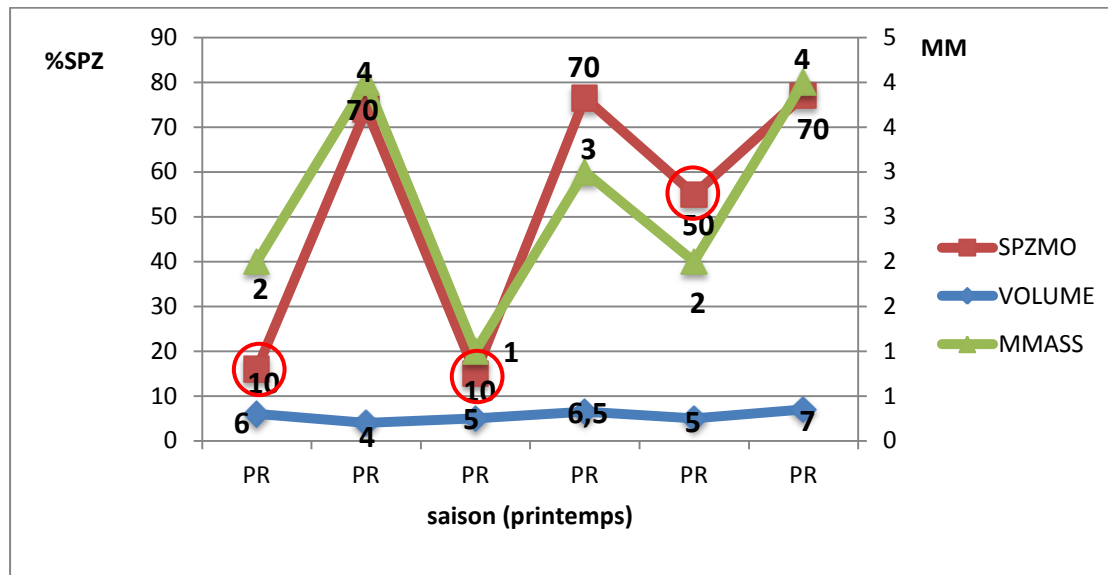


Figure 9 : Evolution des caractéristiques spermatique du taureau ORION en printemps.

- Le %SPZ mobiles était de 10% le 22/03/2010
- de 10% le 05/04/2010
- de 50% le 29/04/2010 voir (annexe 3)

Ces chutes peuvent être dues aux :

- l'état sanitaire du taureau (maladies, vaccinations, boiteries)
- le régime alimentaire qui a un grand effet sur la spermatogénèse, d'une manière générale, la qualité de l'alimentation est primordial en production animale. Ainsi, Alm et al. (2002) ont mis en évidence que la

présence de mycotoxines dans le foin entraînait une diminution importante de la mobilité et une augmentation notable du nombre de spermatozoïdes anormaux.

Néanmoins ces trois facteurs ne semble affecter ces taureaux vu la bonne préparation et alimentation au sein de ce centre.

Fort probablement cela peut être due aux :

- Les fortes chaleurs observées durant cette saison
- La mauvaise isolation du bâtiment d'élevage
- La mauvaise préparation des taureaux avant la collecte, d'après Almquist (1982) qui a montré que chez les Holstein le nombre total de spermatozoïdes et le volume de la semence par éjaculation sont fonction en grande partie de la préparation et du stimulus sexuel avant la récolte.

3) La motilité massale (MM)

La motilité massale présente la même évolution que le % SPZ mobiles, la valeur la plus élevée a été obtenue durant la saison d'automne (3,38) puis elle diminue jusqu'à (2,59) au printemps soit une baisse de 0,80 point ce qui équivaut à 23%, cette diminution est due au fait que le pourcentage de SPZ mobiles a baissé dans cette saison (printemps), sachant que la MM est toujours corrélée positivement avec le % SPZ mobiles. Selon (Hanzen, 2011) : L'examen de la motilité massale ne donne qu'une idée approximative du pourcentage de spermatozoïdes mobiles.

Nos valeurs sont inférieurs à ceux trouvées par Yahimi, (2003) pour des taureaux de race locale respectivement 3.38 ml contre 5 ml.

Les corrélations :

Tableau 15 : Corrélations entre certaines caractéristiques de la semence.

| taureaux | variables | Coefficient de corrélation | Degré de signification |
|----------|--------------|----------------------------|------------------------|
| GOYA | %SPZ et MM | 0,84 | *** |
| | VOL et MM | 0,29 | * |
| | VOL et % SPZ | | NS |
| ULYSSE | %SPZ et MM | 0,73 | *** |
| | Vol et MM | 0,28 | * |
| | VOL et % SPZ | | NS |
| ORION | %SPZ et MM | 0,76 | *** |
| | Vol et MM | | NS |
| | VOL et % SPZ | | NS |

NS = non significatif; * P < 0,05; *** P < 0,001.

La corrélation la plus élevée a été observée entre le % SPZ mobiles et la motilité massale chez les trois taureaux. Plus le %SPZ mobiles est important, meilleur est la motilité.

A l'exception du taureau ORION qui n'a pas présenté une corrélation entre la motilité et le volume, les deux autres (GOYA et ULYSSE) ont un faible coefficient de corrélation respectivement 0,29 et 0,28.

CHAPITRE II : Insémination artificielle (essai de la semence in vivo) :

A. Comparaison entre les trois taureaux (GOYA, ULYSSE et ORION) dans les élevages de la région de Constantine.

Notre étude a porté sur l'analyse des fiches d'insémination artificielle délivrée par l'inséminateur de la région de Constantine dans 33 élevages, afin d'analyser la fertilité des semences des taureaux (GOYA, ULYSSE, ORION).

Au total 247 vaches ont été inséminées repartis comme l'indiquent le Tableau 16 et la Figure 10.

Tableau 16 : Classement des taureaux selon le nombre de vaches inséminées.

| Nom du taureau | Nombre de vaches inséminées |
|----------------|-----------------------------|
| GOYA | 93 |
| ULYSSE | 92 |
| ORION | 62 |
| Totale | 247 |

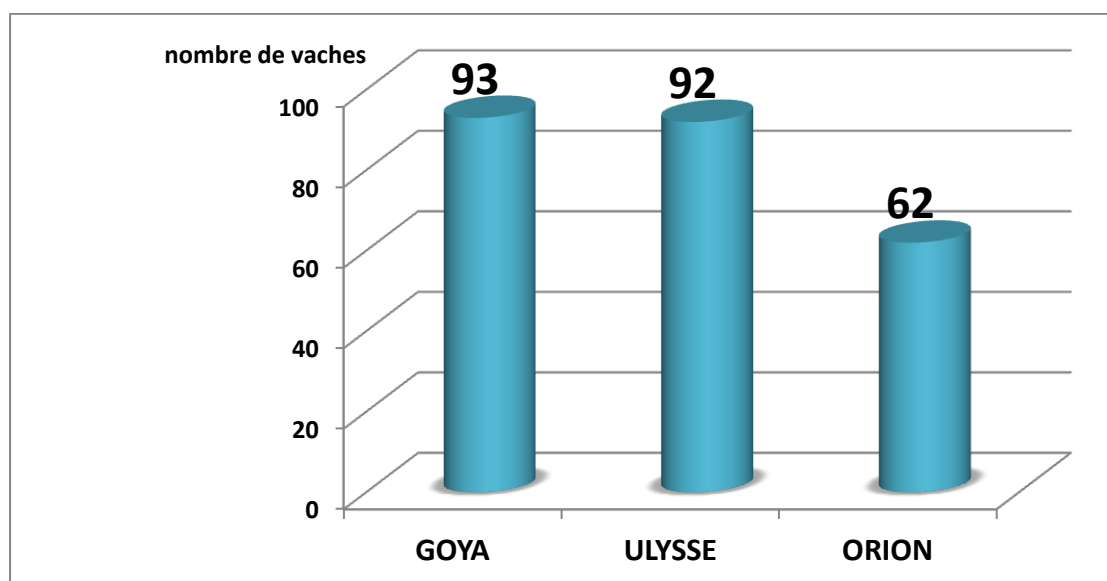


Figure 10 : nombre de vaches inséminées par chaque taureau.

Après avoir analysé les fiches de l'insémination artificielle, nous avons obtenue les paramètres de reproduction suivants :

Paramètres de reproduction

Parmi les paramètres de reproduction seul le TRIA1, TRIA2 et le TRB ont été étudiés.

1. Taux de réussite de l'insémination artificielle

1.1. Taux de réussite en première insémination

Le taux de réussite de l'IA1 des trois taureaux est représenté dans le Tableau 17 et la Figure 11.

Tableau 17 : Taux de réussite de l'IA1 des trois taureaux.

| Taureau | Nombre de vaches inséminées | Nombre de réussites en IA1 | Taux de réussite de l'IA1 en% |
|---------|-----------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| GOYA | 93 | 73 | 78,49 |
| ULYSSE | 92 | 75 | 81,52 |
| ORION | 62 | 44 | 70,97 |

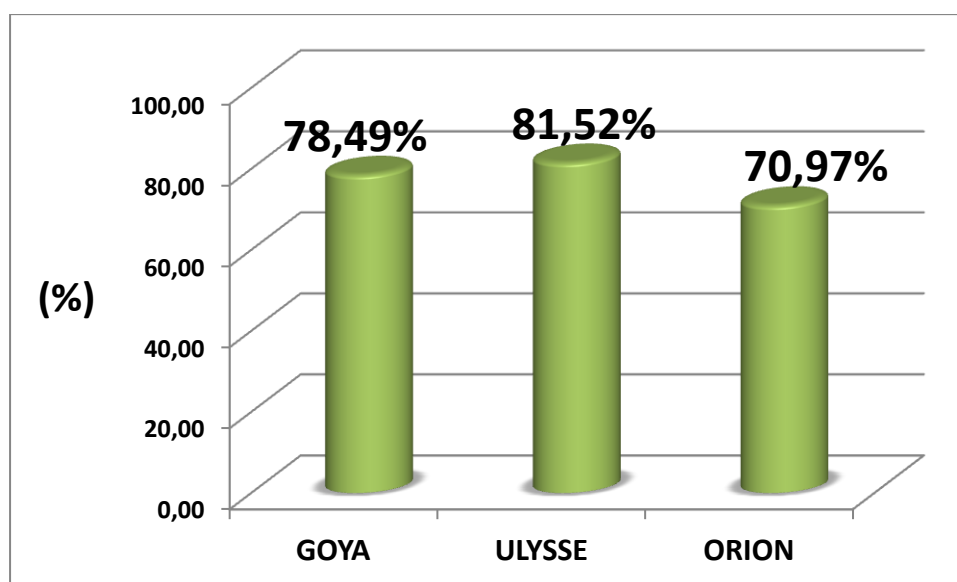


Figure 11 : Taux de réussite de l'IA1 de GOYA, ULYSSE et ORION en %.

C'est un critère fort intéressant pour mesurer la fertilité d'un cheptel, il est couramment admis que ce critère avoisine 60%, toutefois l'objectif reste un taux de réussite égal ou supérieur à 70%.

Selon Seegers et Malher, (1996), la réussite en première insémination est de 60% pour les vaches.

Pour le taux de réussite de l'IA1, la valeur la plus faible a été obtenue par le taureau ORION (70.97%), les autres taureaux ont des valeurs proches avec un taux de 78.49% pour le taureau GOYA et 81.52% pour le taureau ULYSSE (figure 11), les valeurs obtenues sont satisfaisantes et dépassent l'objectif qui est de 60%.

Ce taux de réussite supérieur à 60% peut indiquer :

1. La compétence et la bonne technicité de l'inséminateur à savoir :
 - décider du moment de l'insémination
 - manipuler correctement la semence
 - déposer la semence au bon endroit (entrée du corps utérin)
2. la compétence du producteur (l'éleveur)
3. La bonne détection des chaleurs
4. La bonne conduite des élevages (alimentation, gestion, hygiène)
5. Le choix de l'inséminateur des vaches à inséminer (avec un bon BCS).
6. La bonne qualité de semence du taureau.

1.2. Taux de réussite en deuxième insémination

Le taux de réussite de l'IA2 des trois taureaux (GOYA, ULYSSE et ORION) est représenté dans le Tableau 18 et la Figure 12.

Tableau 18 : Taux de réussite de l'IA2 de GOYA, ULYSSE et ORION.

| Taureau | Nombre de vaches réinséminées | Nombre de réussites en IA2 | Taux de réussite de l'IA2 en % |
|---------|-------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| GOYA | 20 | 16 | 80 |
| ULYSSE | 17 | 12 | 70,59 |
| ORION | 18 | 12 | 66,67 |

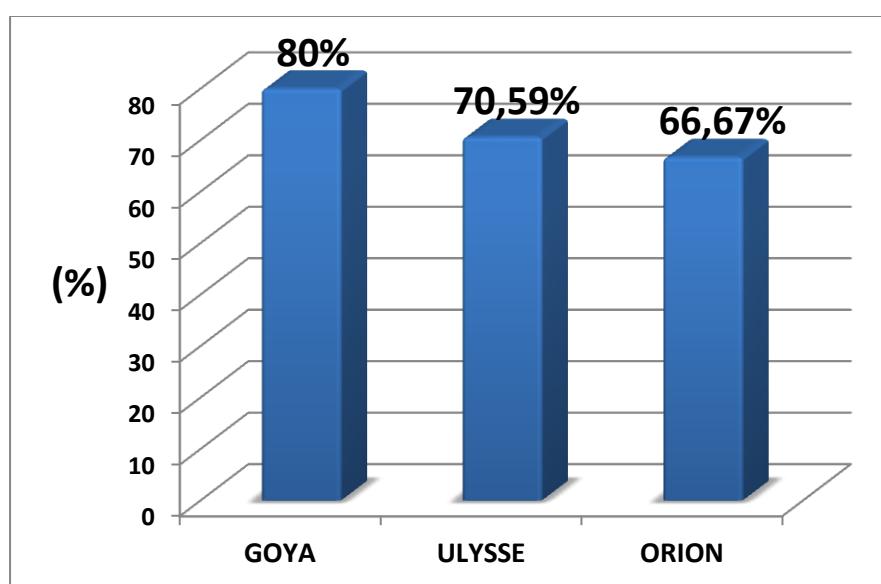


Figure 12 : Taux de réussite de l'IA2 des trois taureaux.

Parmi les trois taureaux étudiés, la valeur la plus faible du TRIA2 a été obtenue par le taureau ORION (66,67%), les deux autres taureaux (GOYA et ULYSSE) ont des TRIA2 élevés, avec respectivement 80%, 70,59%.

1.3. Taux de Repeat Breeding:

Le syndrome REPEAT BREEDING désigne à l'origine les femelles non fécondées après trois (03) inséminations faites sur des cycles de durée normale (Vallet et Paccard, 1991) et (Soltner, 1993).

Le syndrome des vaches infécondes ou Repeat Breeding est une difficulté économique au sein des élevages ; mais également un problème économique pour toute la filière bovine (Bruyas et al, 1996).

Selon Vallet et Paccard, 1991, le taux des vaches nécessitant trois inséminations ou saillies et qui ont des cycles réguliers de 18 à 23 jours est de 20%.

D'autres auteurs (Belkhiri, 2001) et (Yongquist, 1987).définissent la vache repeat breeder en 6 points distincts :

- Retour en chaleurs après 3 inséminations (ou accouplement infertiles).
- Ne présente pas d'anomalies congénitales.
- A moins de 10 ans d'âge.
- Ne possède aucune anomalie des organes reproducteurs décelables à l'examen clinique.
- Ne présente pas de décharges utérines anormales.
- A des intervalles d'inter-œstrus normaux

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau 19 et la figure 13.

Tableau 19 : Taux de vaches Repeat Breeders pour les trois taureaux.

| Taureau | Nombre de vaches | Nombre de vaches retournées en chaleur après IA3 | Taux de Repeat Breeding en % |
|---------|------------------|--|------------------------------|
| GOYA | 93 | 0 | 0 |
| ULYSSE | 92 | 2 | 2,17 |
| ORION | 62 | 3 | 4,84 |

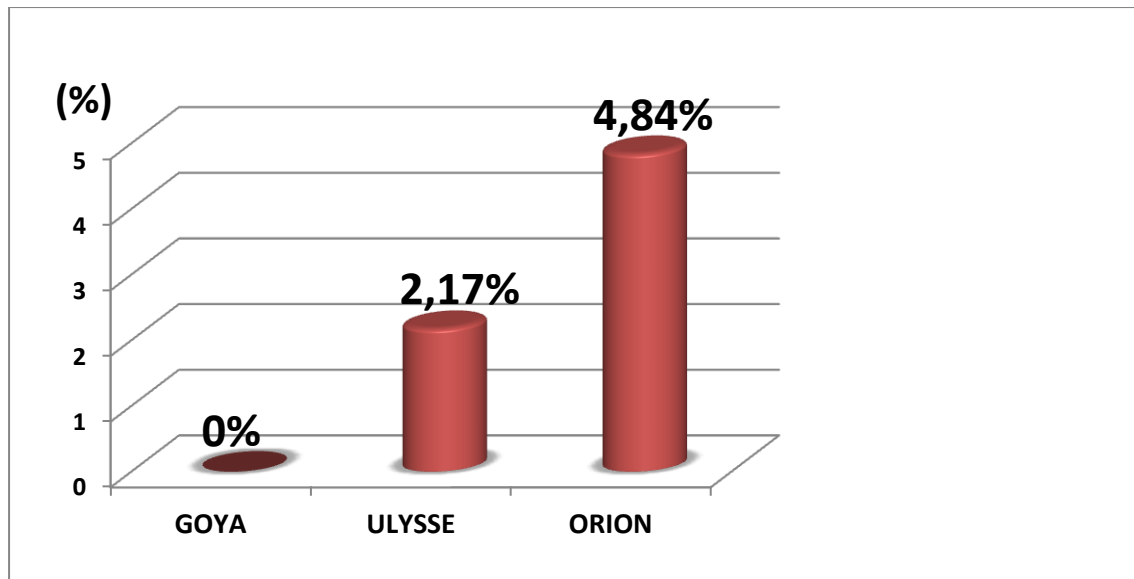


Figure 13 : Taux de vaches Repeat Breeders.

Dans les 33 élevages que nous avons étudiés, le taux de Repeat Breeding obtenu se trouve dans l'intervalle (9à12%) admis par Brunner, (2004). Toutes les vaches inséminées par la semence du taureau GOYA ont conçu dès la 3^{ème} IA.

a) Taureau : GOYA

Sur un nombre de 93 vaches inséminées par GOYA, aucune vache n'est retournée en chaleur après la troisième IA.

b) Taureau : ULYSSE

Un nombre de 2 vaches sur 92 vaches inséminées, sont revenus en chaleur après la troisième IA, soit un taux de Repeat Breeding de 2,17%.

c) Taureau : ORION

Le taux de RB obtenue par la semence du taureau ORION, est de 4,84%, c'est le taux le plus élevé par rapport aux autres taureaux (GOYA, ULYSSE).

B. Comparaison entre les trois taureaux (GOYA, ULYSSE et ORION) dans chaque élevage :

Pour comparer les résultats des taureaux par élevage, le critère de choix était la taille de troupeau.

Le Tableau 20 présente l'effectif de vaches dans les différents élevages.

Tableau 20 : Effectif de vaches dans chaque élevage.

| Eleveur | Nombre de vaches |
|-------------------------------|------------------|
| Ferme Benelmadani elhocine | 66 |
| Ferme Achouri mohamed djallel | 12 |
| Ferme pilote Kadri | 59 |
| Totale | 137 |

Après avoir analysé les résultats de l'insémination artificielle de chaque éleveur, nous avons obtenu les paramètres de reproduction suivants :

Paramètres de reproduction

Parmi les paramètres de reproduction seul le TRIA1, TRIA2 et le TRB ont été étudiés

1. Taux de réussite de l'insémination artificielle

1.1. Taux de réussite en première insémination

Le taux de réussite de l'IA1 des trois taureaux est représenté dans le Tableau 21 et la Figure 14, pour chaque élevage.

Tableau 21 : Taux de réussite de l'IA1 des trois taureaux dans chaque élevage.

| TAUREAU | Ferme | Nombre de vaches inséminées | Nombre de réussites | Taux de réussite de l'IA1 en % |
|---------|-------------------------------|-----------------------------|---------------------|--------------------------------|
| GOYA | Ferme Benelmadani elhocine | 10 | 9 | 90,00 |
| | Ferme Achouri mohamed djallel | 4 | 2 | 50,00 |
| | Ferme pilote kadri | 29 | 23 | 79,31 |
| ULYSSE | Ferme Benelmadani elhocine | 35 | 32 | 91,43 |
| | Ferme Achouri mohamed djallel | 6 | 4 | 66,67 |
| | Ferme pilote kadri | 6 | 5 | 83,33 |
| ORION | Ferme Benelmadani elhocine | 21 | 18 | 85,71 |
| | Ferme Achouri mohamed djallel | 2 | 2 | 100,00 |
| | Ferme pilote kadri | 24 | 10 | 41,67 |

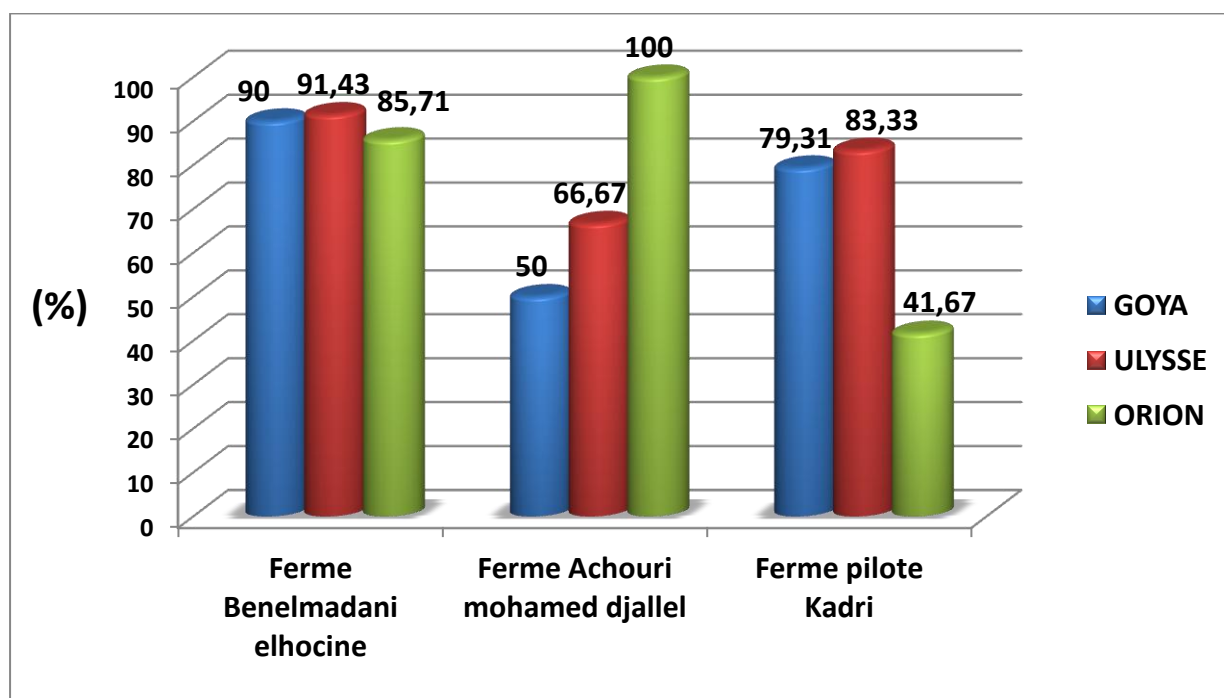


Figure 14 : Taux de réussite de l'IA1 de GOYA, ULYSSE et ORION dans chaque élevage en %.

1.1.1. Comparaison intra élevage : (Effet taureau)

a) Ferme Benelmadani elhocine :

Généralement les trois taureaux ont donné des meilleurs taux de réussite en première insémination, avec quelques petites différences entre eux.

Des valeurs comparables ont été enregistrées entre le taureau GOYA et ULYSSE, respectivement 90 et 91,43%, la valeur minimale est celle du taureau ORION (85,71%). (figure14).

Nos valeurs sont supérieures à l'objectif qui est de 60% (KALTENBACH et DUNN, 1979 ; WEAVER, 1987 ; Etherington et al, 1991 ; SEEGERS et MALHER, 1996).

Ce qui explique :

- Les bonnes conditions d'élevage surtout pour la Ferme Benelmadani elhocine, concernant (l'alimentation, hygiène, bonne gestion, absence de pathologies (annexe 7).
- La technicité de l'inséminateur (lieu de dépôt de semences, décongélation de la paillette).

b) Ferme pilote Kadri :

À partir de ces lectures, on remarque que le TRIA1 le plus bas est enregistré avec le taureau ORION, Parmi les 24 vaches inséminées, seulement 10 ont réussi à la première insémination (Tableau 21), soit un TRIA1 de 41,67%.

Par contre la valeur la plus élevée a été obtenue par la semence du taureau ULYSSE (83,33 %), soit une différence de presque 42% entre ULYSSE et ORION, cette dernière (TRIA1 d'ULYSSE) est proche de celle de GOYA, avec un taux de réussite de 79,31%.

Le faible TRIA1 obtenu par ORION (41,67%) peut être expliqué par :

- La moindre Qualité de la semence du taureau ORION par rapport aux autres taureaux.
- L'inséminateur à inséminer avec la semence du taureau ORION au mois de juillet pendant les fortes chaleurs, saison défavorable pour la conception.

c) Ferme Achouri mohamed djallel :

Vu le nombre insuffisant de vaches de la ferme Achouri (4 vaches inséminées par le taureau GOYA, 6 vaches par ULYSSE et 2 par le taureau ORION) soit un total de 12 vaches, nous n'avons pas pu faire une comparaison entre les TRIA1 de ces taureaux.

1.1.2. Comparaison inter élevages : (Effet des conditions d'élevages)

a) Taux de réussite en IA1 pour le taureau GOYA :

Le taux de réussite en IA1 passe d'une valeur minimale de 50% pour la ferme Achouri à 79.30% pour la ferme pilote Kadri à une valeur maximale de 90% pour la ferme Benelmadani. Cette variation des résultats pourrait être reliée aux nombre faible de vaches inséminées pour la ferme Achouri (2 vaches conçus sur 4 inséminées soit un taux de 50%).

b) Taux de réussite en IA1 pour le taureau ULYSSE :

La moyenne calculée sur l'ensemble des élevages donne un score de 80,47%, représentant la moyenne la plus élevée par rapport aux autres taureaux ; elle varie entre 66.67% (Ferme Achouri) et 91.43% (Ferme Benelmadani) ; la comparaison de nos résultats (81,5%) avec ceux de Ghoribi et al (2005) (51,99%) fait observer une différence de 30%.

c) Taux de réussite en IA1 pour le taureau ORION :

Les résultats observés pour la ferme pilote Kadri donnent un taux de réussite très bas à la première insémination (41.67%) par contre des résultats meilleurs ont été enregistrés au niveau de la ferme Benelmadani (85.71%). Les taux obtenus sont élevés que ceux rapportés par Kalem (2003) (55.7%).

1.2. Taux de réussite en deuxième insémination

Le taux de réussite de l'IA2 des trois taureaux (GOYA, ULYSSE et ORION) dans chaque élevage est représenté dans le Tableau 22 et la Figure 15.

Tableau 22 : Taux de réussite en deuxième insémination dans chaque élevage.

| TAUREAU | Eleveur | Nombre de vaches réinséminées | Nombre de réussites en IA2 | Taux de réussite de l'IA2 en % |
|---------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| GOYA | Ferme Benelmadani elhocine | 1 | 1 | 100 |
| | Ferme Achouri mohamed djallel | 2 | 2 | 100 |
| | Ferme pilote Kadri | 6 | 5 | 83,33 |
| ULYSSE | Ferme Benelmadani elhocine | 3 | 3 | 100 |
| | Ferme Achouri mohamed djallel | 2 | 2 | 100 |
| | Ferme pilote Kadri | 1 | 1 | 100 |
| ORION | Ferme Benelmadani elhocine | 3 | 3 | 100 |
| | Ferme Achouri mohamed djallel | / | / | / |
| | Ferme pilote Kadri | 14 | 8 | 57,14 |

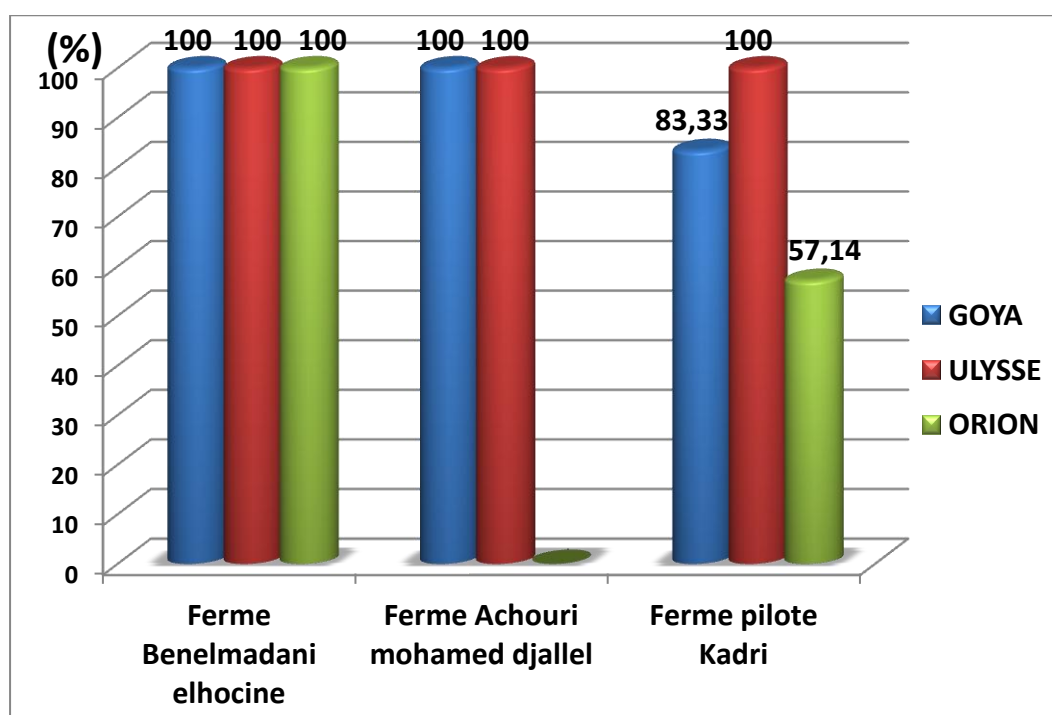


Figure 15 : Taux de réussite en deuxième insémination par les trois taureaux chez les trois éleveurs.

La lecture des résultats relatifs aux différents TRIA2 des trois taureaux enregistrés dans les trois fermes, montre des niveaux homogènes, mis à part le taureau ORION qui a donné un TRIA2 le plus faible (57,14%) au niveau de la Ferme pilote Kadri. (Figure 15). Cela peut être dû aux conditions d'élevage (alimentation, pathologies, hygiène, mauvaise détection de chaleur) (voir Annexe 7).

a) Ferme pilote Kadri.

Le TRIA2 le plus bas est celui du taureau ORION (57,14%), les deux autres taureaux (GOYA et ULYSSE), ont donné des meilleurs résultats respectivement : 100% et 83,33%.

Le taux faible obtenu par ORION peut être expliqué par :

- La qualité de semence de ce dernier qui est inférieure à celle des deux autres taureaux. Bien que les conditions d'élevage sont les mêmes.

Autres facteurs peuvent influencer ce taux comme par exemple la mauvaise détection des chaleurs

1.3. Taux de Repeat Breeding

Seule la Ferme pilote Kadri a présentée des vaches infertiles à chaleurs normales (RB) avec la semence du taureau ORION. (Tableau 23, Figure 16).

Tableau 23 : Taux de Repeat Breeding dans les trois élevages.

| Taureau | Eleveur | Nombre de vaches inséminées | Nombre de vaches retournées en chaleur après IA3 | Taux de Repeat Breeding en % |
|---------|-------------------------------|-----------------------------|--|------------------------------|
| GOYA | Ferme Benelmadani elhocine | 10 | 0 | 0 |
| | Ferme Achouri mohamed djallel | 4 | 0 | 0 |
| | Ferme pilote Kadri | 29 | 0 | 0 |
| | | | | |
| ULYSSE | Ferme Benelmadani elhocine | 35 | 0 | 0 |
| | Ferme Achouri mohamed djallel | 6 | 0 | 0 |
| | Ferme pilote Kadri | 6 | 0 | 0 |
| | | | | |
| ORION | Ferme Benelmadani elhocine | 21 | 0 | 0 |
| | Ferme Achouri mohamed djallel | 2 | 0 | 0 |
| | Ferme pilote Kadri | 24 | 3 | 12,5 |

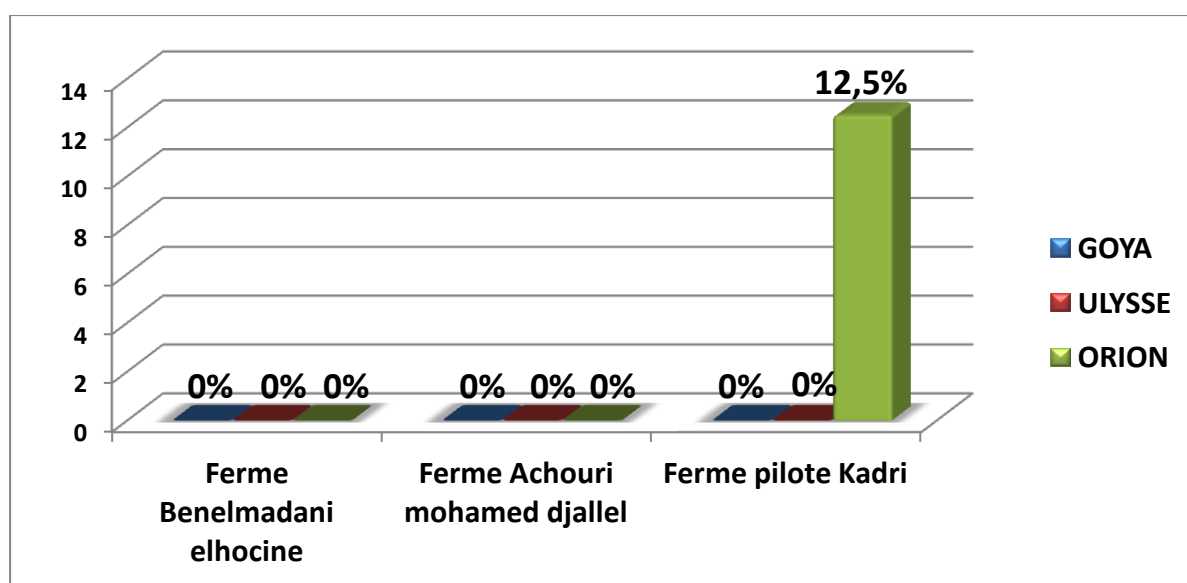


Figure 16 : Taux de Repeat Breeding dans chaque élevage.

Le taux de Repeat Breeding admis dans un élevage est de 9 à 12%, avec une moyenne de 15%.

Selon Vallet et Paccard, (1991), le taux des vaches nécessitant trois inséminations ou saillies et qui ont des cycles régulières de 18 à 23 jours est de 20%.

Selon Soltner.D (2001), le pourcentage des vaches nécessitant trois inséminations et plus doit être inférieur à 15% de l'ensemble du cheptel.

Pour les trois fermes, on a remarqué qu'il n'y a pas des vaches RB, avec la semence des trois taureaux, à l'exception de la ferme pilote Kadri qui présente un pourcentage de RB de 12,5 avec seulement la semence du taureau ORION. (Tableau 23, Figure 16).

Ce taux de Repeat Breeding peut être dû à :

1. La saison de l'insémination (toutes les vaches Repeat Breeders sont inséminées au mois de juillet dont la chaleur est très élevée)
2. Vu que le pourcentage de RB (12,5%) n'a concerné qu'un seul taureau (ORION) dans un seul élevage pour un certain nombre de vaches (Ferme pilote Kadri), nous pouvons supposer que la cause est probablement due à une incompatibilité entre sexe (anticorps anti-spermatiques ou anti-trophoblastique) (Kaidi, 2011).
3. Problème de gestion d'élevage y compris problème sanitaire des vaches dans la Ferme pilote Kadri.
4. Mauvaise état corporel (BCS) de certaines vaches inséminées par ORION.
5. Mauvaise détection des chaleurs dans cette ferme (Annexe 7).

CONCLUSION

CONCLUSION

Dans l'évaluation des taureaux pour la qualité de la semence, la saison de récolte demeure importante dans la variabilité de la qualité de cette dernière. L'ensemble de nos résultats montre que l'effet de variations saisonnières est significatif sur la quantité et la qualité des spermatozoïdes pour les trois taureaux étudiés. Toutefois pour ces derniers, les récoltes pendant la saison hivernale étaient meilleures alors que des résultats médiocres ont été obtenus durant les périodes de fortes chaleurs, il est donc recommandé d'éviter les récoltes pendant la saison chaude et installer un système de refroidissement adéquat.

Des facteurs environnementaux comme le stress, la maladie ou autres, peuvent être à l'origine de certaines variabilités de la qualité de la semence. Les techniques de récolte, de manipulation au laboratoire et d'évaluations de la semence au CNIAAG peuvent être différentes de celles utilisées dans d'autres centres d'insémination étrangers.

Pour accroître les résultats, des formations à intervalle régulier pour certains employés pourraient être utiles.

Bien qu'étant difficile, une méthode de sélection de la semence devrait faire l'objet d'étude afin d'augmenter la fertilité des troupeaux. Des études plus approfondies devraient être menées pour la mise au point des techniques d'évaluation de la semence pour pouvoir prédire non seulement la production spermatique des taureaux, mais aussi pour prédire la fertilité de leurs filles. Les résultats de l'insémination artificielle par la semence des trois taureaux étaient meilleurs pour l'ensemble, avec des taux de réussite qui dépassent la norme, la majorité des échecs de l'IA ont été observés en été (juillet) pour cela il est recommandé de ne pas inséminer pendant cette saison.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

1. **ALBERT D., BARTH, DMV ET LEONARDO P.C. BRITO, DMV. 2004.** Le développement pubertaire des taureaux de type *Bos taurus*, Département des sciences cliniques des grands animaux Western College of Veterinary Medicine.
2. **ALBERT. ROBERT, S.YOUNG QUIST., WALTER, R. THREFALL. 2007.** Evaluation of potential breeding soundness of the bull – In:– Current Therapy in large animal theriogenology, second edition – Saunders Elsevier, , 230-233.
3. **ALM K., DAHLBOM M., SÄYNÄJÄRVI M., ANDERSSON M.A., SALKINOJA-SALONEN, ANDERSSON M.C. 2002.** Impaired semen quality of AI bulls fed with moldy hay: a case report. Theriogenology ;, 58 : 1497-1502.
4. **ALMQUIST, J. O, 1982.** Effect of long term ejaculation at high frequency on output, sexual behavior, and fertility of Holstein bulls; relation of reproductive capacity to high nutrient allowance. J. Dairy Sci. **65**: 814–823.
5. **ARGOV N., SKLAN D., ZERON Y., ROTH Z. 2007.** Association between seasonal changes in fatty-acid composition, expression of VLDL receptor and bovine sperm quality. Theriogenology ;, 67 : 878-885.
6. **BARONE, R, 1990.** Anatomie comparée des mammifères domestiques – Tome 4 : Splanchnologie _ . Paris : Vigot,. 501p.
7. **BARRET J. P., 1992.** Zootechnie générale.- paris : agriculture d'aujourd'hui, science, technique, application.- 180 p.
8. **BARTH, A.D., ARTEAGA, A.A., BRITO, L.F.C., 2004.** Use of internal artificial vaginas for breeding soundness evaluation in range bulls: an alternative for electro ejaculation allowing observation of sex drive and mating ability – Animal Reproduction Science, , 84, 315-325.

9. **BASSO, B., FRITZ, S., DRUET, T., GUILLAUME, F., ROSSIGNOL, M.N., AMIGUES, Y., GABRIEL, R., SELLEM, E., SALAS-CORTES, L., HUMBLLOT, P., DRUART, X. 2005.** Estimation de paramètres génétiques et détection des QTL liés à des caractères de fertilité mâle, de production de semence chez le taureau laitier. Renc. Rech. Rum., 155-148.
10. **BEARDEN, HJ; FUQUAY, J; WILLARD, S. 2004.** Applied animal reproduction. VI ème édition. New Jersey : Pearson Education. 427p.
11. **BELKHIRI A., 2001.** Mémoire de magistère option: science animale Contribution à l'étude physiopathologique du post-partum chez la vache laitière. INA Alger
12. **BLOCKEY, M.B., 1980.** Using the serving capacity test to get the most out of beef bulls – Perth. Proc. Aust. Soc. Anim. Prod, , 13, 50-53.
13. **BRITO, L.F.C., SILVA, A.E.D.F., RODRIGUES, L.H., VIEIRA, F.V., DERAGON, L.A.G., KASTELIC, J.P., 2002.** Effects of environmental factors, age and genotype on sperm production and semen quality in Bos indicus and Bos taurus AI bulls in Brazil. Animal Reproduction Science, 70(3-4), 181-190.
14. **BRUNNER. 2004.** Targeted generation of 16 sequence-tagged sites for bovine chromosome region 5q21-q25 by micro dissection. Chromosome Res. 12(4):309-15.
15. **BRUYAS JF ; BATITUT I ; TAINTURIER D. 1996.** « Repeat breeding » un signal d'alerte pour l'éleveur, un casse-tête pour le clinicien. Le point vét, vol 28, numéro spécial «reproduction des ruminants», 137-144.
16. **C.N.I.A.A.G, 2011.** centre national d'insémination artificielle et d'amélioration génétique.
17. **CAROLE, R. C., 2008.** comparaison des méthodes d'évaluation de la qualité de la semence dans les espèces bovine, canine et humaine. thèse de docteur vétérinaire. l'Université Paul-Sabatier de Toulouse.
18. **CASSOU R., 1968.** 6th Inter.Congr. Animal Reprod and Artif. Insem. Paris. II: 1009-1012.

- 19. CELEGHINI E.C.C., ARRUDA R.P., ANDRADE A.F.C.; NASCIMENTO J., RAPHAEL, C.F., RODRIGUES P.H.M. 2008.** Effects that bovine sperm cryopreservation using two different extenders has on sperm membranes and chromatin. *Anim. Reprod. Sci.* ;, 104 : 119-131.
- 20. CELEGHINI, E. C. C., DE ARRUDA, R. P., DE ANDRADE, A. F. C., NASCIMENTO, J., RAPHAEL, C. F., RODRIGUES, P. H. M. 2007.** Effects that bovine sperm cryopreservation using two different extenders has on sperm membranes and chromatin. *Animal Reproduction Science*. In Press, Corrected Proof.
- 21. CHENOWETH, P.J. ROBERT, S. YOUNGQUIST., WALTER, R. THREFFALL. 2007.** Clinical Reproductive Anatomy and Physiology of the bull – In : – Current Therapy in large animal theriogenology, second edition – Saunders Elsevier, , p 217.
- 22. CONTANTINESCA, G, 2004.** Clinical dissection guide for large animals. Horse and Large Ruminants – 2ème édition. Iowa: Iowa State Press,. p 321.
- 23. COUROT M. GOFFAUX M., ORTAVANT R. 1968.** analyse des variations saisonnières de la fertilité des bovins dans le jura français. *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.*, , 8(2), 209-216.
- 24. DACHEUX, F, 2001.** La Reproduction chez les mammifères et l'homme – INRA Editions Ellipses, Paris.
- 25. DADOUNE, J-P. et DEMOULIN., A. THIBAUT., C et LEVASSEUR, M-C. 2001.** Structure et fonctions du testicule. – La Reproduction chez les mammifères et l'homme – nouvelle édition. Paris : INRA Editions ellipses, , 256-289.
- 26. DELETANG F., HIVOREL Ph. 2000.** PRID "Maitriser la reproduction c'est maitriser l'avenir" MANUEL MAME mprimeur à Tours SANOFI CEVA Santé Animale.
- 27. DELPHINE S. 2011.** Effet de la variation de concentration en lipoprotéines à faible densité (LDL) sur la mobilité des spermatozoïdes bovins conservés dans des paillettes faiblement dosées. Thèse de docteur vétérinaire. Faculté de Médecine de Nantes.

- 28. DERIVAUX J ., ECTORS F. 1986.** Reproduction des animaux domestiques .Insémination artificielle 3 emes éd .Louvain. La neuve : éd .jezierski ; 1986,1141p.
- 29. DERIVAUX J. ; ECTORS F. 1980.** Physiologie de la gestation et obstétrique vétérinaire. Faculté de médecine vétérinaire. Université de Liège. les éditions du point vétérinaire. 12 rue Marseille 94708. Maison ALFORT.
- 30. DEZIEL C, 1996.** Détection des chaleurs in guide bovins laitiers COMITE BOVINS LAITIERS Feuille AQ 074.
- 31. DHAMI A.J., SAHNI K.L. 1993.** Evaluation of different cooling rates, equilibration periods and diluents for effects on deep-freezing, enzyme leakage and fertility of taurine bull spermatozoa. Theriogenology ;, 40(6) : 1269-1280.
- 32. DUMONT, P. 1997.** Appréciation de la fonction sexuelle du taureau reproducteur – Le Point Vétérinaire., 28(185). 1617-1628.
- 33. ETHERINGTON W.C, FETROW J., SEGUIN B.E., MARSH W.E., WEAVER L.D., RAWSON C.L., 1991.** Dairy herd reproductive health management, evaluation dairy herd reproductive performance, part 1. Comprend. Contin. Educ. PRACT.Vet,13,1353-1360.
- 34. FABRICE B.G. R, 2008.** Comparaison de la qualité de la semence de taureaux collectés à l'électro-éjaculateur ou au vagin artificiel. Thèse de docteur vétérinaire. Université Paul-Sabatier de Toulouse.
- 35. FOOTE R.H., KAPROTH M.T. 1997.** Sperm numbers inseminated in dairy cattle and nonreturn rates revisited. J. Dairy Sci.; 3072-3076.
- 36. FOURNIER. A, 1993.** Bulletin des agriculteurs Février.
- 37. FUERST-WALTL B., SCHWARZENBACHER H., PERNER C., SÖLKNER J. 2006.** Effects of age and environmental factor on semen production and semen quality of Austrian Simmental bulls. Anim.reprod.Sci., ; 95:27-37.
- 38. 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 Effet sur les paramètres de sperme frais. Elev. Et Ins., 249, 9-19.

- 39. GERARD, O., KHIRREDINE., B. 2002.** Production de semence bovine - Didacticiel de Maîtrise de la reproduction des bovins. 73 p.
- 40. GHORIBI L. BOUAZIZ O., TAHAR A. 2005.** Etude de la fertilité et de la fécondité dans deux élevages bovins laitiers. Sciences & Technologie C – N°23, juin, pp. 46-50.
- 41. GHOZLANE M K., ATIA A., MILES D., KHELLEF D. 2010.** Insémination artificielle en Algérie: Etude de quelques facteurs d'influence chez la vache laitière. Livestock Research for Rural Development 22 (2).
- 42. GORDON, I. 1996.** Controlled Reproduction in Cattle and Buffaloes. Wallingford: CAB international, , Volume 1, 500 p.
- 43. GRAIRIA F. 2003.** insémination artificielle et détection des chaleurs. Infertilité chez la vache, collection EL-AHMADIETTE.
- 44. HAMANI M., HAMIDOU T., AMADOU T. 2004.** Synchronisation des chaleurs et insémination artificielle bovine. Production animale en Afrique de l'ouest.
- 45. HANZEN C., 2006.** l'IA chez les petits ruminants et les équidés et les porcins, chapitre 2,2^{eme} doctorat.
- 46. HANZEN., 2011.** 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
- 47. HANZEN., 2011.** Propédeutique de l'appareil génital mâle des ruminants, Université de Liège, Faculté de Médecine Vétérinaire, Service de Thériogenologie des animaux de production
- 48. HAUGAN T., REKSEN O., GRÖHN Y.T., KOMMISRUDE E., SEHESTED E. 2005.** Seasonal effects of semen collection and artificial insemination on dairy cow conception. Anim. Reprod. Sci. ;, 90 : 57-71.
- 49. HICHAM HASKOURI., 2001.** Gestion de la reproduction chez la vache : insémination artificielle et détection des chaleurs. Royaume du Maroc institut agronomique et vétérinaire Hassan 11 département de la reproduction animale et de l'insémination artificielle. 10 pages.
- 50. HOCHEREAU, M. T. et al. 1964.** Durée de la spermatogénèse chez le taureau : étude par autoradiographie testiculaire. 5th. Int. Congr. Anim. Reprod. Artif. Insem.. 3 :541.

- 51. HOLT W.V. 2000.** Fundamental aspects of sperm cryobiology: the importance of species and individual differences. *Theriogenology* ;, 53: 47-58.
- 52. HULTNÄS C. A. 1959.** Studies on variation on mating behaviour and semen picture in young bulls of the Swedish Red-and-White breed and on causes of this variation. *Acta Agric. Scand.* **6** (Suppl.): 82.
- 53. INRAP., 1981.** La reproduction des animaux domestiques: le cycle sexuel, la maîtrise de la reproduction.
- 54. JALAL UDDIN, 2007.** Environment related variations in the semen characteristics of bulls used for Artificial Insemination (AI) programme in Bangladesh. Rajshahi University Zoological Society. ISSN 1023-6104.
- 55. JONDET R., 1964.** congélation rapide de sperme de taureau conditionné en paillette. 5th int. Cong. Anim. Reprod. And Art. insém. Italy. In *medicine et chirurgie des bovins*. W.J Gibbons et J.F. Smithcors. Vigot et frères.
- 56. KAIDI R., 2002.** Cours de pathologies de reproduction 4 eme et 5 eme Année vétérinaire.
- 57. KAIDI. R., 2011.** Maîtrise de la reproduction chez la vache laitière. 6eme journées de recherche sur les productions animales (JRPA), Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou.
- 58. KALEM., 2003.** Contribution à l'étude des vaches infertiles à chaleurs régulières« REPEAT BREEDERS ». mémoire de magister. Faculté des sciences Agro- Vétérinaire et Biologie
- 59. KALTENBACH C.C, DUNN T.G., 1979.** Effect of 24-vs 48 hr calf removal in progestagen synchronized beef cows. *J.Anim.Sci.*, 49, 307.
- 60. KNOBIL, E., NEILL, J. 1988.** *The Physiology of Reproduction* – : Raven Press,. 793-814.
- 61. KOMMISRUDE., GRAFFER T., STEIN T. 1996.** Comparison of two processing systems for bull semen with regard to post-thaw motility and nonreturn rates. *Theriogenology* ;, 45, 1515-1521.
- 62. LANCELOT R. 1994.** *Echopathologie animale . Ethodologie et application en milieu tropical*. INRA. 119p.

- 63. LEVASSEUR, M-C. 2001.** La Reproduction chez les mammifères et l'homme – nouvelle édition. Paris : INRA Editions ellipses, , 290-315.
- 64. LINFORD, E., GLOVER, F. A., BISHOP, C. ET STEWART, D. L. 1976.** The relation between semen evaluation methods and fertility in the bull. *J. Reprod. Fertil.* 47: 283–291.
- 65. MATHEVON, M., BUHR, M.M., DEKKERS, J.C.M., 1998.** Environmental, management, and genetic factors affecting semen production in Holstein bulls. *J. Dairy Sci.* 81(12), 3321–3330.
- 66. MOUSSA S. DIARRA., J. P. PARE., G. ROY.1996.** Facteurs génétiques et environnementaux affectant la qualité de la semence de jeunes taureaux Holstein.an. *J. Anim. Sci.* Downloaded from pubs.aic.ca by 41.103.70.82.
- 67. NAGASE H., NIWA T., 1964.** 5th Inter.Congr.Animal Reprod and Artif.Insem. Trento. IV:410-415
- 68. PACCARD P., BROCHARD M., 1973.** Détection des chaleurs et fertilité des vaches ,17-21
- 69. PAREZ 1987 cités par BIZIMUN G. 1981.** L'insémination artificielle bovine au Rwanda. Bilan et perspectives.Th.Med.Vét, Dakar, 1991,15.
- 70. PAREZ, M ; DUPLAN, J.M. 1987.** L'insémination artificielle bovine : Reproduction, Amélioration génétique. Paris :ITEB-UNCEIA, , 256.
- 71. PARKINSON, T.J. 1987.** Seasonal variations in semen quality of bulls: Correlation's with environmental temperature. *The Vet. Record* 120(20), 479-482.
- 72. PARKS J.E., GRAHAM J.K., 1992.** Effects of cryopreservation procedures on sperm membranes. *Theriogenology* ;, 38 : 209-222.
- 73. PETER, W. 1991.** Künstliche Besamung beim Rind. In: Busch, W., Löhle, K., Peter, W. (Ed.), Künstliche Besamung bei Nutztieren. Gustav Fischer Jena, Stuttgart, pp. 311-316.
- 74. PIETREMONT, J.L. 1995.** Testage du taureau : Appréciation de son aptitude aux fonctions de reproduction, appréciation de la qualité de son éjaculat. *Bull. GTV.*, 2, 33-37.
- 75. POPESKO, P. 1972.** Atlas d'anatomie topographique des animaux domestiques – Volume 3. Louvain : Vander, p 56.

- 76. ROBERT, S. YOUNGQUIST., WALTER, R. THREFALL., 2007.** Current Therapy in large animal theriogenology, second edition – Saunders Elsevier, p 217.
- 77. SOULE ABDOU-HAMIDOU, CHACHOUA HINDA., 1996.** contribution à l'étude de la maîtrise des cycles par la technique de synchronisation des chaleurs à l'aide d'implant sous cutané de norgeston et suivi d'insémination artificielle chez les bovins laitiers de la wilaya de Blida. Inst Agro.
- 78. SEEGERS H. MALHER X ., 1996.** Les actions de maîtrise des performances de reproduction et leur efficacité économique en élevage bovin laitier .Le point vétérinaire ., Vol ; numéro spécial « Reproduction des ruminants : 117-125
- 79. SEIDEL G, SCHENK.J.L. 2002.** Field trials with sexed frozen bovin semen.
- 80. SETCHELL, B.P., 1991.** Male reproductive organs and semen. In: PERRY, T. – Reproduction in domestic animals – 4^e édition. San Diego : Academic Press, INC, 251-278.
- 81. SETCHELL, BP. 1991.** Male Reproductive Organs and semen. In : CUPPS, PT. - Reproduction in Domestic Animals - 4^eme édition. San Diego: Academic Press, , 221-249.
- 82. SÖDERQUIST L., HÅÅRD M., EINARSSON S. 1996.** Influence of season, age, breed and some other factor on the variation in sperm morphological abnormalities in Swedish dairy A.I. bulls. Anim. Reprod. Sci.; 44: 91-98.
- 83. SOLTNER.D, 1993.** « Zootechnie générale. Tome 1, la reproduction des animaux d'élevage» Edition, INRA. Science et technique agricole.
- 84. SOLTNER.D, 2001.** La reproduction des animaux d'élevage. 3^eme édition, collection sciences et techniques .p201-202,447. Lavoisier. Paris.
- 85. STALHÅMMAR, E.M., JANSON, L., PHILIPSSON, J., 1989.** Genetic studies on fertility in A.I. bulls. I. Age, season and genetic effects on semen characteristics in young bulls. Animal Reproduction Science 19(1-2), 1-17.

- 86. STEPHANE p, 2007.** Evaluation de la fertilité in vivo de la semence de taureau après congélation- décongélation dans le dilueur LDL (Low density lipoproteins) : comparaison avec le TRILADYL, dilueur commerciale à base de jaune d'œuf. Thèse de docteur vétérinaire. Faculté de médecine de Nantes.
- 87. STRADAIOLI G., NORO T., SYLLA L., MONACI, M. 2007.** Decrease in glutathione (GSH) content in bovine sperm after cryopreservation: Comparison between two extenders. *Theriogenology* ;, 67 : 1249-1255.
- 88. TAYLOR, J. F. BEAN, B., MARSHALL, C. E., SULLIVAN, J. J. 1985.** Genetic and environmental components of production traits of artificial insemination Holstein bulls. *J. Dairy Sci.* 68: 2703–2722.
- 89. VALLET A., PACCARD P. 1991.** L'infertilité associée à des retours décalés BTIA n° 61sept. 14-19
- 90. VAN WAGTENDONK-DE-LEEUWW A.M., HARING R.M. 2000.** Fertility results using bovine semen cryopreserved with extenders based on egg yolk and soy bean extract. *Theriogenology* ; 54 : 57-67.
- 91. WATTIAUX M. 2006.** Chapitre I, système de reproduction du bétail laitier, guide technique laitier, reproduction et sélection génétique, université de Wisconsin à madison, institue de Babcock pour la recherche et le développement international de secteur laitier.
- 92. WEAVER L. D. 1987.** Effects of nutrition on reproduction in dairy cows .*Veterinary clinics of North AnimPract*; 3: 513-532.
- 93. WENKOFF, MS. 1988.** Evaluation of Bulls for Breeding Soundness – 2ème édition. Ottawa: Canadian Veterinary Medical Association, 6-9.
- 94. YAHIMI A., 2003.** Evaluation de la fonction sexuelle de taureau reproducteur (race locale) et essai sur la cryoconservation du sperme. Mémoire de Magister en sciences vétérinaires. Université Saad Dahleb Blida.
- 95. YONGQUIST R.S. 1987.** Management of fertility in the cow *J. A. M. A.* 189 (4): 411- 414.

ANNEXES

Annexe 1: spermogramme durant l'année 2010 du taureau GOYA.

| Mois de récolte | Date de récolte | Volume récolté (ml) | % SPZ mobiles | Motilité massale |
|-----------------|-----------------|---------------------|---------------|------------------|
| janvier | 03/01/2010 | 5 | 70 | 4 |
| | 06/01/2010 | 4 | 65 | 3,5 |
| | 10/01/2010 | 6 | 70 | 4 |
| | 13/01/2010 | 5 | 70 | 4 |
| | 17/01/2010 | 4 | 10 | 1 |
| | 20/01/2010 | 3 | 70 | 3,5 |
| | 20/01/2010 | 5 | 70 | 3,5 |
| | 24/01/2010 | 4 | 70 | 4 |
| | 24/01/2010 | 5 | 70 | 4 |
| | 30/01/2010 | 6 | 70 | 4 |
| février | 07/02/2010 | 5 | 70 | 4 |
| | 10/02/2010 | 4 | 70 | 4 |
| | 17/02/2010 | 6 | 70 | 3,5 |
| | 24/02/2010 | 5 | 70 | 4 |
| mars | 03/03/2010 | 6,5 | 70 | 3 |
| | 03/03/2010 | 5 | 20 | 2 |
| | 10/03/2010 | 4,5 | 70 | 4 |
| | 17/03/2010 | 7 | 70 | 4 |
| | 21/03/2010 | 6,5 | 70 | 4 |
| | 28/03/2010 | 4 | 70 | 4 |
| | 28/03/2010 | 4 | 65 | 2 |
| avril | 07/04/2010 | 7 | 70 | 3,5 |
| | 07/04/2010 | 3 | 10 | 1 |
| | 14/04/2010 | 5 | 60 | 3 |
| | 14/04/2010 | 5 | 10 | 1 |
| | 18/04/2010 | 3,5 | 70 | 2,5 |
| | 18/04/2010 | 3,5 | 65 | 3,5 |
| | 21/04/2010 | 5 | 10 | 1 |
| | 28/04/2010 | 4 | 60 | 2 |
| | 28/04/2010 | 3 | 60 | 1,5 |
| mai | 05/05/2010 | 3 | 65 | 3,5 |
| | 05/05/2010 | 3 | 60 | 2 |
| | 12/05/2010 | 3 | 20 | 1 |
| | 19/05/2010 | 4 | 70 | 4 |
| | 19/05/2010 | 4 | 65 | 3 |
| Septembre | 26/09/2010 | 3 | 50 | 3 |
| Octobre | 03/10/2010 | 5 | 50 | 1 |
| | 07/10/2010 | 5 | 70 | 4 |

Annexe 1: spermogramme durant l'année 2010 du taureau GOYA (suite).

| Mois de récolte | Date de récolte | Volume récolté (ml) | % SPZ mobiles | Motilité massale |
|-----------------|-----------------|---------------------|---------------|------------------|
| Novembre | 04/11/2010 | 5 | 70 | 4 |
| | 10/11/2010 | 4 | 70 | 4 |
| | 10/11/2010 | 3 | 70 | 3,5 |
| | 14/11/2010 | 5 | 70 | 4 |
| | 21/11/2010 | 5 | 70 | 4 |
| | 29/11/2010 | 3 | 70 | 4 |
| | | | | |
| Décembre | 02/12/2010 | 3,5 | 70 | 4 |
| | 08/12/2010 | 5 | 70 | 4 |
| | 14/12/2010 | 4 | 70 | 4 |
| | 28/12/2010 | 5 | 70 | 4 |

Annexe 2 : spermogramme durant l'année 2010 du taureau ULYSSE.

| Mois de récolte | Date de récolte | Volume récolté (ml) | % SPZ mobiles | Motilité massale |
|-----------------|-----------------|---------------------|---------------|------------------|
| janvier | 03/01/2010 | 5 | 70 | 4 |
| | 05/01/2010 | 3 | 50 | 2 |
| | 06/01/2010 | 5,5 | 70 | 4 |
| | 10/01/2010 | 6 | 70 | 4 |
| | 13/01/2010 | 3 | 70 | 3,5 |
| | 13/01/2010 | 5 | 70 | 3,5 |
| | 17/01/2010 | 5 | 70 | 4 |
| | 20/01/2010 | 5,5 | 70 | 4 |
| | 20/01/2010 | 3 | 70 | 4 |
| | 24/01/2010 | 6 | 70 | 4 |
| Février | 03/02/2010 | 5 | 70 | 4 |
| | 03/02/2010 | 3 | 10 | 1 |
| | 07/02/2010 | 7 | 70 | 4 |
| | 10/02/2010 | 5 | 70 | 4 |
| | 10/02/2010 | 4 | 60 | 2 |
| | 17/02/2010 | 4 | 70 | 4 |
| | 24/02/2010 | 6 | 70 | 4 |
| | 28/02/2010 | 4 | 70 | 4 |
| | 28/02/2010 | 4 | 60 | 2 |
| mars | 03/03/2010 | 4 | 70 | 4 |
| | 03/03/2010 | 6 | 70 | 4 |
| | 10/03/2010 | 4 | 70 | 4 |
| | 21/03/2010 | 3 | 70 | 3,5 |
| | 28/03/2010 | 5 | 70 | 4 |
| | 28/03/2010 | 4 | 65 | 2 |

Annexe 2: spermogramme durant l'année 2010 du taureau ULYSSE (suite).

| Mois de récolte | Date de récolte | Volume récolté (ml) | % SPZ mobiles | Motilité massale |
|-----------------|-----------------|---------------------|---------------|------------------|
| avril | 07/04/2010 | 4 | 70 | 4 |
| | 07/04/2010 | 5 | 70 | 3,5 |
| | 14/04/2010 | 5 | 65 | 4 |
| | 14/04/2010 | 4 | 65 | 4 |
| | 18/04/2010 | 3 | 70 | 4 |
| | 18/04/2010 | 5 | 70 | 4 |
| | 21/04/2010 | 5 | 70 | 3,5 |
| | 28/04/2010 | 6 | 70 | 4 |
| | 28/04/2010 | 4 | 70 | 3 |
| mai | 05/05/2010 | 7 | 65 | 4 |
| | 12/05/2010 | 5 | 60 | 2 |
| | 19/05/2010 | 5 | 70 | 4 |
| Septembre | 26/09/2010 | 4 | 65 | 2 |
| | 26/09/2010 | 6 | 65 | 2 |
| Octobre | 03/10/2010 | 5 | 60 | 1 |
| | 03/10/2010 | 4 | 50 | 1 |
| | 07/10/2010 | 4 | 70 | 4 |
| | 17/10/2010 | 3 | 70 | 3,5 |
| | 24/10/2010 | 2 | 60 | 2 |
| Novembre | 04/11/2010 | 7 | 70 | 4 |
| | 10/11/2010 | 5 | 10 | 1 |
| | 21/11/2010 | 3,5 | 70 | 4 |
| Décembre | 02/12/2010 | 4 | 70 | 4 |
| | 08/12/2010 | 5 | 70 | 3,5 |
| | 14/12/2010 | 4 | 70 | 4 |
| | 28/12/2010 | 5 | 70 | 4 |

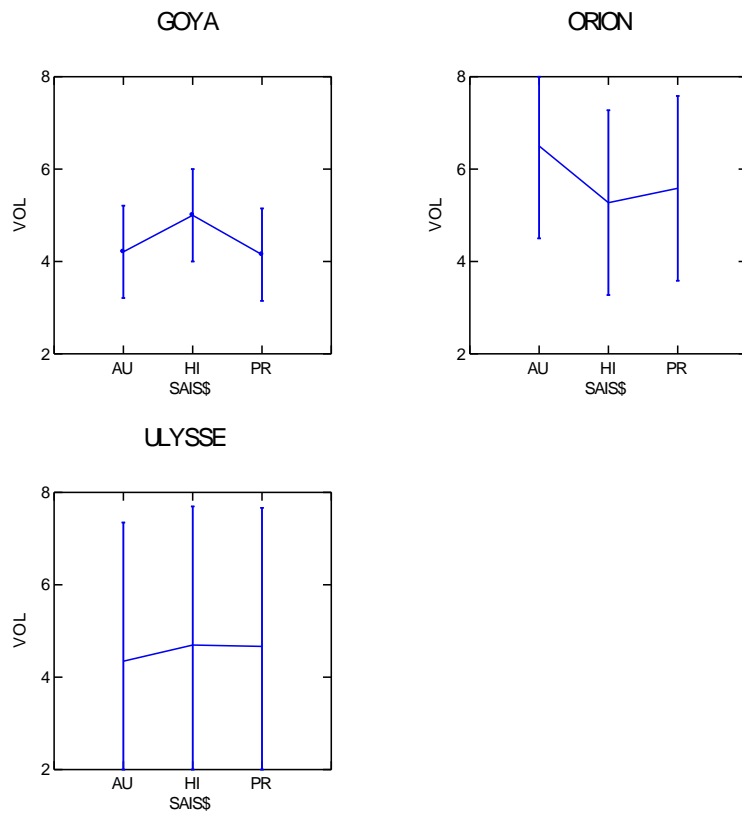
Annexe 3 : spermogramme durant l'année 2010 du taureau ORION.

| Mois de récolte | Date de récolte | Volume récolté (ml) | % SPZ mobiles | Motilité massale |
|-----------------|-----------------|---------------------|---------------|------------------|
| janvier | 04/01/2010 | 5 | 65 | 3,5 |
| | 06/01/2010 | 5 | 70 | 3,5 |
| | 11/01/2010 | 3,5 | 70 | 1,5 |
| | 14/01/2010 | 4,5 | 70 | 3,5 |
| | 18/01/2010 | 4 | 65 | 3,5 |
| | 25/01/2010 | 5 | 70 | 4 |
| | 28/01/2010 | 6,5 | 70 | 4 |
| | | | | |
| février | 01/02/2010 | 4 | 70 | 4 |
| | 04/02/2010 | 4,5 | 65 | 3,5 |
| | 06/02/2010 | 5 | 70 | 4 |
| | 11/02/2010 | 6 | 70 | 4 |
| | 18/02/2010 | 5 | 70 | 3,5 |
| | 18/02/2010 | 6,5 | 65 | 3,5 |
| | 22/02/2010 | 7 | 65 | 4 |
| | 25/02/2010 | 4,5 | 65 | 3,5 |
| | | | | |
| mars | 01/03/2010 | 5 | 65 | 3,5 |
| | 04/03/2010 | 7 | 65 | 3,5 |
| | 08/03/2010 | 6 | 65 | 3,5 |
| | 11/03/2010 | 5 | 70 | 3,5 |
| | 11/03/2010 | 4 | 70 | 3,5 |
| | 18/03/2010 | 7 | 70 | 4 |
| | 22/03/2010 | 6 | 10 | 2 |
| | | | | |
| avril | 01/04/2010 | 4 | 70 | 4 |
| | 05/04/2010 | 5 | 10 | 1 |
| | 19/04/2010 | 6,5 | 70 | 3 |
| | 29/04/2010 | 5 | 50 | 2 |
| | | | | |
| Mai | 27/05/2010 | 7 | 70 | 4 |
| | | | | |
| novembre | 21/11/2010 | 8 | 70 | 4 |
| | 24/11/2010 | 5 | 70 | 3,5 |
| | 28/11/2010 | 6 | 70 | 4 |
| | | | | |
| Décembre | 20/12/2010 | 7 | 60 | 2 |
| | 23/12/2010 | 6 | 30 | 1 |

Annexe 4 : Effet des deux facteurs (taureau, saison) sur le volume récolté des 3 taureaux.

| Analyse de la variance | | | | | |
|------------------------|------------------|----|-------------|---------|-------------------|
| source | Somme des carrés | df | Mean-square | f-ratio | Signification (P) |
| Sais\$*taur\$ | 12.544 | 4 | 3.136 | 2.584 | 0.040 |

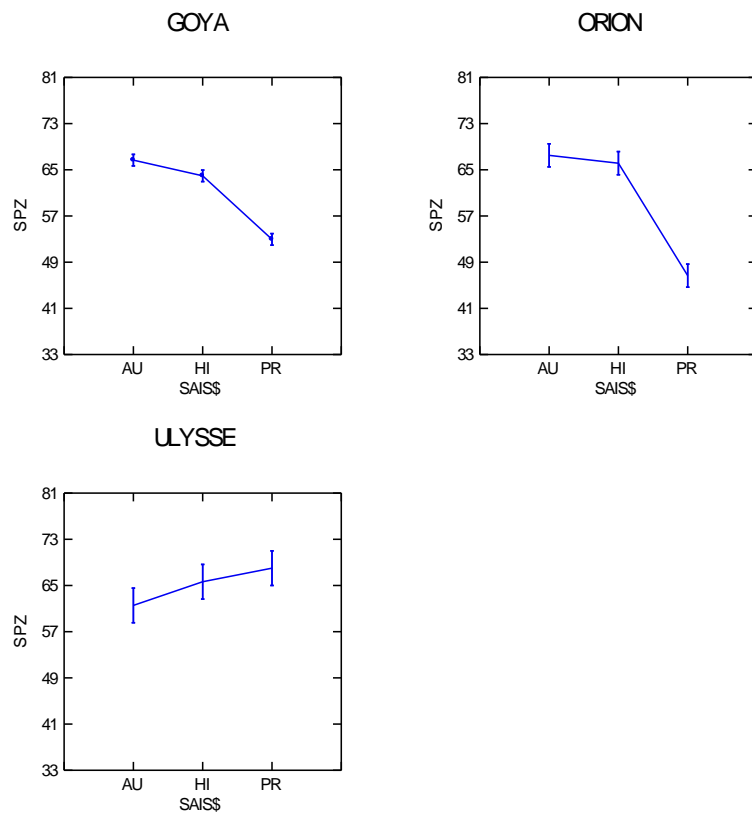
Least Squares Means



Annexe 5 : Effet des deux facteurs (taureau, saison) sur le % SPZ mobiles des 3 taureaux.

| Analyse de la variance | | | | | |
|------------------------|------------------|----|-------------|---------|-------------------|
| source | Somme des carrés | df | Mean-square | f-ratio | Signification (P) |
| SAIS\$*TAUR\$ | 2485.754 | 4 | 62.1438 | 2.700 | 0.034 |

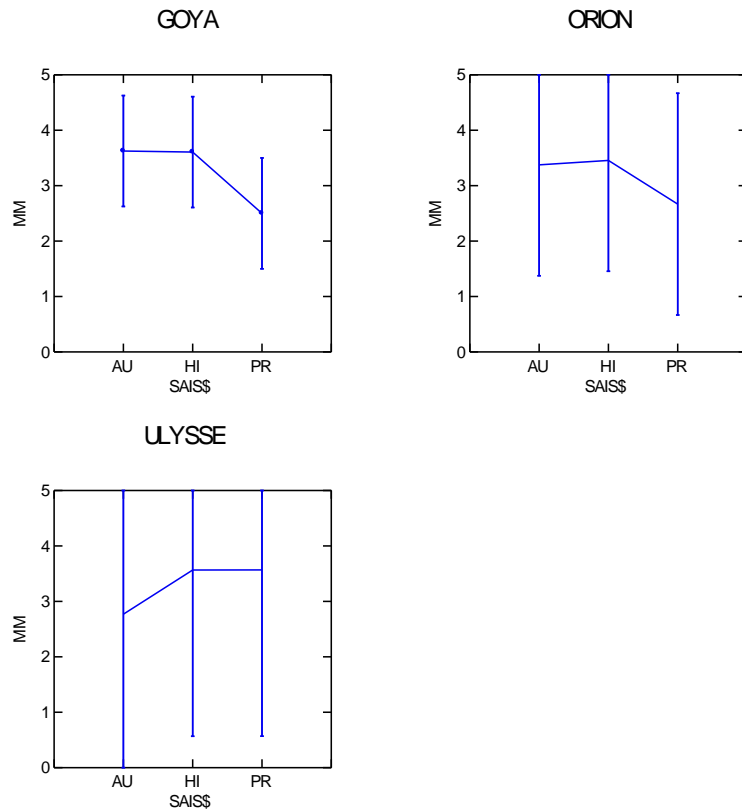
Least Squares Means



Annexe 6 : Effet des deux facteurs (taureau, saison) sur la MM du sperme des 3 taureaux.

| Analyse de la variance | | | | | |
|------------------------|------------------|----|-------------|---------|-------------------|
| Source | Somme des carrés | df | Mean-square | f-ratio | Signification (P) |
| SAIS\$*TAUR\$ | 13.932 | 4 | 3.483 | 3.982 | 0.005 |

Least Squares Means



Annexe 7 : conditions d'élevage dans chaque ferme.

| Nom de l'éleveur | Alimentation | Hygiène | Gestion | Pathologies |
|-------------------------------|---|----------------|-----------------------|--------------------|
| Ferme Achouri Mohamed djallel | concentré + foin + ensilage + luzerne | bonne | bonne détection | rares |
| Ferme Benelmadani elhocine | concentré + foin + ensilage + luzerne | bonne | bonne détection | rares |
| Ferme pilote Kadri | concentré + foin + ensilage + luzerne | bonne | mauvaise détection | fréquente |