



République Algérienne Démocratique & Populaire

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université de BLIDA1 « SAAD DAHLAB »



Faculté Des Sciences De La Nature Et De la Vie

Département De Biologie Des Populations Et Des Organismes

Mémoire de Projet De Fin d'Etudes

Pour l'Obtention du Diplôme

De Master en Biologie

Option: Reproduction Animale

Thème :

**Effet de la race sur la qualité spermatique
des taureaux reproducteurs après
décongélation en utilisant le système CASA**

Présenté par :

M^{lle} Khetou Sadia

M^{lle} Zeghab Meriem

Devant les membres du jury :

Amedjkouh H

MAA

Blida

Présidente

Zatra Y

MAA

Blida

Examinatrice

ABDELLI AmineMAAISV-Blida

Promoteur

Kabir Wafae MAB ISV-BlidaCo-Promotrice

Kaidi R

Prof

ISV-Blida

Invité d'honneur

***Promotion
2015/2016***

Résumé

La qualité du sperme est indispensable pour son utilisation en insémination artificielle (IA) et dans les techniques de procréation médicalement assistée. Le présent travail a pour objectif d'étudier un éventuel effet race sur la qualité spermatique des taureaux après décongélation. 42 paillettes, prises au hasard, issues de 13 taureaux de race Holstein et Montbéliarde, Normande et Fléckveih ont, en effet, analysées en utilisant un système de lecture automatisée (système CASA, Computer Aided Sperm Analysis). Il ressort de cette étude que les paramètres cinématiques et la viabilité du sperme décongelé ont été affectés par la race par conséquent les races Holstein et Montbéliarde ont enregistré des bonne performances cinématiques par rapport les races Normande et Fléckveih. Cependant, la race Normande a enregistré la meilleure vitalité (79 %, $P < 0.05$) par rapport les autres races.

Mots clés : qualité du sperme, race, CASA, taureaux.

Abstract

Sperm quality is essential for use in artificial insemination (AI) and assisted reproductive techniques. This work aims to study a possible effect of breed on sperm quality bulls after thawing. 42 straws, taken at random from 13 Holstein and Montbéliarde, Normande and Fléckveih bulls. Indeed, these straws were analyzed using an automated reading system (CASA system, Computer Aided Sperm Analysis). It appears from this study that the kinematic parameters and viability of thawed sperm were affected by breed. In effect, the Holstein and Montbéliarde recorded good kinematic performance over breeds Normande and Fléckveih. However, the Norman race recorded the best vitality (79%, $P < 0.05$) by contribution of other breeds.

Key words: semen quality, breed, CASA, bulls.

المخلص

تعتبر نوعية الحيوانات المنوية أمر ضروري لاستخدامها في التلقيح الاصطناعي وتقنيات المساعدة على الإنجاب. ويهدف هذا العمل إلى دراسة تأثير سلالة الثيران على نوعية الحيوانات المنوية بعد ذوبان الرقائق المجمدة. 42 رقائق، اتخذت عشوائيا من 13 ثور من سلالة هولشتاين, موبيليارد, فليغفي ونورموند, و تم تحليلها باستخدام نظام القراءة الآلي(نظام كازا, بمساعدة الحاسوب) تأثرت المعلمات الحركية والحيوية للحيوانات المنوية الذائبة حسب السلالة. ومن هذه الدراسة نجد ان المعلمات الحركية جيدة للسلالتين هولشتاين و موبيليارد بالمقارنة مع السلالتين نورماند وفليغفي. اما بالنسبة لنسبة عيش الحيوانات المنوية فقد سجلت السلالة نورماند افضل حيوية بالمقارنة بالسلالات الاخرى.

الكلمات المفتاحية: نوعية الحيوانات المنوية, كازا, سلالات, ثيران

Remerciements

Avant tout, nous tenons à remercier Dieu le tout puissant pour nous avoir donné la force et la patience pour terminer ce travail.

Nous remercions nos familles qui nous ont toujours encouragés et soutenus durant toutes nos études.

*Nous adressons notre reconnaissance et nos remerciements à notre promoteur M^R **Abdelli A** d'avoir accepté de nous guider dans ce travail. Ainsi, Mlle **Kabir W** d'avoir accepté d'être une co-promotrice.*

Nos remercions les membres de jury qui nous feront l'honneur de juger ce travail.

*Nos remerciements le professeur **Kaidi** d'avoir nous donner l'accès au laboratoire.*

Nos vifs remerciements s'adressent aux enseignants du département de BPO qui nous ont suivie tous le long de notre cursus, et qui nous ont permis d'acquérir les connaissances théoriques nécessaires pour l'élaboration de ce modeste travail

En fin, nous adressons nos remerciements à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

À mes très chers parents qui m'ont guidé durant les moments les plus pénibles de ce long chemin, ma mère Zohra qui a été à mes côtés et ma soutenu durant toute ma vie, et mon père Mohammed qui a sacrifié toute sa vie afin de me voir devenir ce que je suis, merci mes parents.

À mon cher grand-père Slimane.

À mes chères sœurs.

À mes chers frères.

À mes nièces.

À mes tantes, mes oncles, mes cousins et cousines.

À ma chère amie Meriem et sa famille que je souhaite tous le bonheur et la belle vie.

À mes amies Zahra, F/Z, Amel, Halima, Sara, Fatima, Zahia...

À tous ceux qui me connaissent.

KHETTOU Sadia

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

*À mes très chers parents **Ahmed** et **Mamou Fatma** Pour tout l'amour qu'ils me portent et pour leurs encouragements et leurs grands sacrifices. Aucune dédicace ne pourrait exprimer mon respect, ma considération et mes profonds sentiments envers eux. Je leur dédie ce travail en témoignage d'un grand amour et reconnaissance infinie, Que Dieu vous protège.*

*À mes très chères sœurs **Nouera**, **Hamida**, **omelkhir** et **Yasmina**.*

*Que j'aime, à mon frère, **Aissa**, je veux souhaite beaucoup de bonheur et de réussite.*

*À mes nièces **Mohamed Nazim** et **Rassil** que j'adore.*

À toute ma famille, grande et petite.

*À toutes les personnes qui me sont chères surtout **Fatiha**, **Alia**, **Zahia** et **Fathia**, **Salma** et **Atika**.*

*Spécial dédicace à ma chère amie **sadia khetto**.*

À tous les membres de ma promotion.

ZEGHBAB Meriem

Liste des abréviations

ALH : Amplitude of Lateral Head displacement

BCF : beat cross frequency

°C : Degré Celsius

CASA : Computer Assisted Semen Analysis

CNIAAG : Centre National d'Insémination Artificielle de l'Amélioration Génétique

IA : Insémination Artificielle

LIN : l'index de linéarité

OMS : l'Organisation Mondiale de Santé

SCA® : Le Sperme Class Analyzer®

STR : Pourcentage de rectitude ou de linéarité de la trajectoire moyenne

V: volume

VAP: Average Path Velocity

VCL : Curvilinear Velocity

VSL : Straight-Line Velocity

Liste des figures

Figure 1 : les différents éléments impliqués dans la spermatogénèse.	4
Figure 2: Sperme réservoir. Compartiment fonctionnel correspondant à la fixation transitoire des spermatozoïdes au niveau des cellules ciliées de l'épithélium tubaire.	6
Figure 3: Cône de fusion d'un ovocyte humaine inséminé pendant 45 minutes puis fixé.	7
Figure 4 : les différents paramètres qui évaluent la mobilité spermatique.	11
Figure 5 : Micropipettes (eppendorf) plus des embouts.	14
Figure 6 : Agitateur Vortex.	15
Figure 7 : Décongélation des paillettes dans un bain marie avec une température de 37°C	16
Figure 8: Dépôt de la semence décongelée dans un éppendorf.	17
Figure 9: La répartition des paillettes par rapport les races .	19
Figure 10: Graphes en boîte de VCL, VSL et VAP des spermatozoïdes analysés.	20
Figure 11: Diagramme en bâton de VCL ($\mu\text{m/s}$), VSL ($\mu\text{m/s}$) et VAP ($\mu\text{m/s}$) des différentes races étudiées.	21
Figure12: Graphes en boîte pour ALH des spermatozoïdes analysés..	22
Figure 13: AHL (μm) des spermatozoïdes analysés par rapport les races.	22
Figure 14 : LIN et STR des spermatozoïdes analysés	23
Figure 15 : LIN et STR par rapport les races des spermatozoïdes analysés.	24
Figure 16 : La vitalité spermatozoïdes analysés par rapport les races.	26

Liste des tableaux

Tableau 1 : Notes attribuées aux éjaculats suivant leur motilité massale.	9
Tableau 2 : Notes attribuées aux éjaculats suivant leur motilité individuelle, dans une grille de notation de 0 à 5.	10
Tableau 3: classement de la mobilité (%) selon l’OMS des spermatozoïdes analysés.	25

Table des matières

Introduction.....	1
PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	
LA FERTILITE MASCULINE DU TAUREAU.....	3
I. BASES PHYSIOLOGIQUES	3
I.1.Spermatogénèse	3
I.2.La maturation spermatique.....	4
I.3. Le transport des spermatozoïdes dans le tractus génital femelle	5
I.4.La fécondation.....	6
II. Exploration de la qualité spermatique.....	8
II.1.EXAMENS MACROSCOPIQUES	8
II.1.1. Volume de l'éjaculat	8
II.1.2. Couleur du sperme	8
II.1.3. Viscosité du sperme	8
II.2. EXAMENS MICROSCOPIQUES.....	8
II.2.1. Motilité	9
II.2.1.1.Motilité massale	9
II.2.1.2. Motilité individuelle	9
II.2.2. Vitalité.....	10
II.2.3. Morphologie.....	10
II.3.ANALYSE PAR LE CASA.....	10
II. 4. LES FACTEURS AFFECTANT LA QUALITE SPERMATIQUE.....	12
DEUXIEME PARTIE : PARTIE EXPERIMENTALE	
I.MATERIEL ET METHODES	
CONTEXTE DE L'ETUDE	13
A-1-MATERIEL.....	13
A-1-1Animal.....	13
A-1-2-Matériel de laboratoire.....	13
B-METHODES.....	15
B.1. La mobilité	15
B.2. La vitalité	16
C-Analyses statistiques.....	17
II. RESULTATS ET DISCUSSION	
1. RESULTATS.....	19
1.1. Répartition des races.....	19
1.2. VCL, VSL et VAP.....	20

1.3. AHL.....	21
1.4. LIN et STR.....	23
1.5. La mobilité	24
1.6. La vitalité	25
2. DISCUSSION	27
CONCLUSION ET RECOMANDATION.....	29
Références Bibliographiques	

L'insémination artificielle chez les animaux domestiques et notamment les bovins a permis de préciser leur fertilité dans des conditions où les facteurs limitants physiologiques deviennent prépondérants puisque la semence est sélectionnée à partir d'éjaculats de mâles sains et sert à inséminer des femelles qui présentent un œstrus relativement court. Dans ces conditions, on s'aperçoit que ces facteurs jouent un rôle important, puisque le taux réel de fécondité ne dépasse pas le 60% chez la vache à l'échelle internationale et beaucoup moins à l'échelle nationale (Abdelli et al., 2015), ce qui revient à dire qu'il faut au minimum deux interventions pour que la totalité des femelles saines pour qu'elles soient fécondées. Des examens approfondis sont, en effet, indispensables pour situer ces faibles résultats. On mesure donc tous les progrès qui pourraient être réalisés par une meilleure connaissance des mécanismes mis en jeu depuis le dépôt de la semence jusqu'à la gestation. Pour qu'une femelle ait le maximum de chances d'être fécondée, il faut pratiquer l'insémination à un moment tel que les gamètes mâles puissent se trouver vivants au voisinage de l'œuf peu de temps après sa ponte. Or, l'ovocyte se déplaçant très lentement, les gamètes mâles doivent traverser presque tout le chemin pour arriver à l'ovocyte ; nous aurons donc à connaître deux variables :

- la durée de montée des spermatozoïdes, donc les mécanismes physiologiques de leur déplacement ;
- la durée de leur pouvoir fécondant dans les voies femelles.

Ces deux variables sont liées directement ou indirectement à la mobilité et à la viabilité des spermatozoïdes après décongélation. Diverses méthodes objectives, en effet, ont été proposées pour tenter de pallier le caractère imprécis et/ou subjectif de l'analyse classique du sperme et notamment pour améliorer l'évaluation de la mobilité des spermatozoïdes (Gerard et al., 2008). Parmi les premières, la micro-vidéographie assistée par ordinateur (le terme "CASA" signifie Computer Aided Sperm Analysis) qui permet, outre l'évaluation de la concentration et de sa mobilité, la mesure d'un certain nombre de caractéristiques du mouvement, a fait l'objet du développement de systèmes intégrés très utilisés actuellement dans les laboratoires de biologie de la reproduction animale (Auger., 1997). En outre, avec une variation très nette des performances de reproduction observée entre les races et notamment les races laitières (Abdelli et al., 2015), la question d'un éventuel effet race doit être posée. Dans ce contexte, cette étude a été entreprise avec un objectif d'évaluer l'effet de race sur la qualité spermatique (mobilité et viabilité) après

décongélation des taureaux reproducteurs du Centre Nationale d'Insémination Artificielle et de l'Amélioration Génétique, Alger (CNIAAG).

LA FERTILITE MASCULINE

L'exploration biologique de la fertilité masculine est basée sur l'étude du sperme; elle permet d'apprécier l'ensemble des événements qui se produisent depuis le démarrage de la spermatogénèse jusqu'à l'éjaculation. Le spermogramme et le spermocytogramme restent les examens de première intention. Ils peuvent être complétés par des examens plus spécifiques permettant l'appréciation des fonctions du spermatozoïde impliquées dans la traversée des voies génitales féminines et dans la pénétration de l'ovocyte. Dans cette revue bibliographique, nous avons fait le point sur les bases physiologiques de l'appareil reproducteur du taureau de spermatogénèse jusqu'à la fécondation. Ainsi, les différentes techniques utilisées dans la mise en évaluation de la qualité spermatique d'un taureau, notamment, les techniques classiques (examen macroscopique et microscopique) et moderne (examen informatisé, le CASA).

I. Bases physiologiques

I.1. Spermatogénèse

La spermatogénèse est le processus de différenciation cellulaire, qui à partir de cellules germinales souches donne naissance aux spermatozoïdes (Poncelet et Sifer., 2011). Elle peut être divisée en trois phases distinctes. Au cours de la première phase, les spermatogonies se multiplient par des mitoses somatiques normales. Ces divisions permettent le renouvellement des spermatogonies mais aussi la différenciation de ces cellules en spermatocytes I (Hyttel et al., 2010). La deuxième phase, qui correspond à la méiose, va permettre la transformation des spermatocytes I (cellules diploïdes) en spermatides (cellules haploïdes). Elle se divise en deux étapes : une mitose réductionnelle qui correspond à une réduction du matériel génétique de moitié et donnant les spermatocytes II suivie d'une mitose équationnelle. La méiose présente de nombreuses anomalies. C'est ainsi que 25% des cellules germinales dégénèrent entre le stade spermatocyte I et le stade spermatide. Cette dégénérescence augmenterait avec l'âge (De Kretser et Kerr., 1988). Dans la dernière phase qui constitue la spermiogénèse, la spermatide subit une

série de transformations morphologiques profondes pour finalement donner naissance au spermatozoïde (Figure 1).

La durée complète de la spermatogénèse est de 74 jours. Au terme de la spermatogénèse, le gamète possède toutes ses structures morphologiques indispensables à la fécondation (Hyttel et al., 2010).

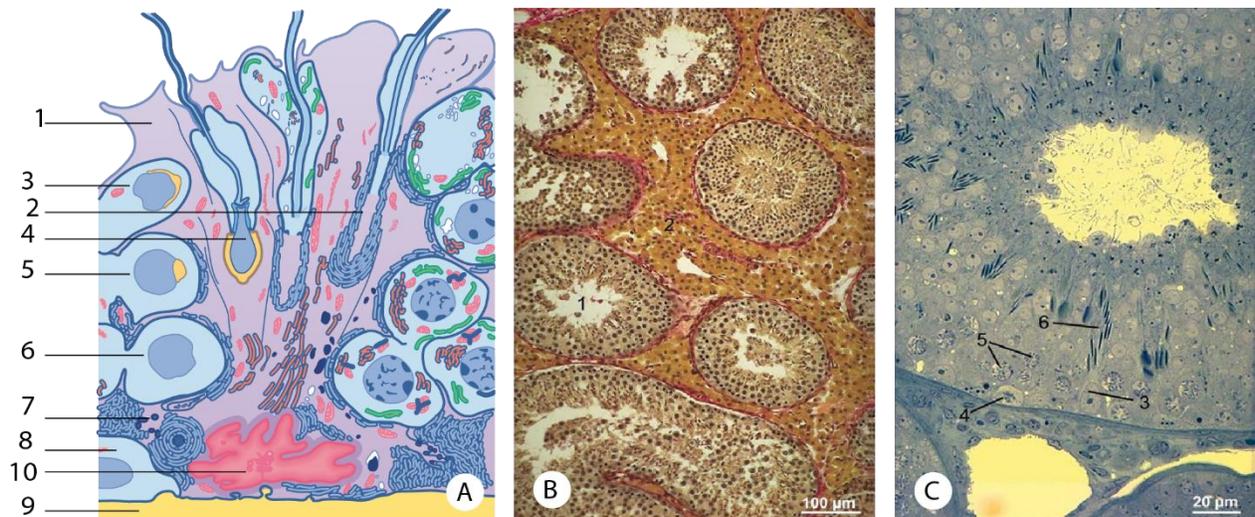


Figure 1. Les différents éléments impliqués dans la spermatogénèse. **A.** Cellule de Sertoli et cellules spermatogéniques dans les tubes séminifères. **B.** tubes séminifères de bélier et **C.** de taureau (Adopté par Hyttel et al., 2010).

- | | |
|---------------------------------------|----------------------------------|
| 1. Cellule de Sertoli. | 6. Spermatoocyte. |
| 2. Spermatoïde (phase de maturation). | 7. Barrière sang- testicule. |
| 3. Spermatoïde (phase d'élongation). | 8. Spermatoogonie. |
| 4. Spermatoïde (phase acrosomiale). | 9. Lamelle basale. |
| 5. Spermatoïde (phase de Golgi). | 10. Noyau de cellule de Sertoli. |

II.2. La maturation spermatique

Toutefois, le spermatozoïde testiculaire subit, aussi bien dans les voies génitales masculines que dans les voies génitales féminines, de nombreuses modifications physiologiques et biochimiques. Elles sont nécessaires au gamète masculin pour l'accomplissement des étapes précoces de la fécondation: reconnaissance et pénétration de la zone pellucide, fusion ovocytaire (Poncelet et Sifer., 2011, Figure 3).

Au cours du transit épидидymaire, les spermatozoïdes subissent une maturation progressive se traduisant par une acquisition de la mobilité fléchante, une condensation de la chromatine et des remaniements membranaires permettant la reconnaissance et les interactions avec l'ovocyte. Au moment de l'éjaculation, les spermatozoïdes sont mélangés avec les sécrétions des glandes génitales annexes notamment celles de la prostate et des vésicules séminales. Ces fluides contiennent de nombreuses substances responsables, en particulier phénomène de coagulation-liquéfaction du sperme (Hyttel et al., 2010). Toutefois, compte tenu du temps de contact relativement court, le rôle des sécrétions prostatiques et séminales sur l'activité fonctionnelle du gamète reste encore assez mal défini. Dans l'éjaculat, le spermatozoïde bien que possédant les potentialités nécessaires, ne peut pas exprimer sa fécondance. Il l'acquiert dans les voies génitales féminines. Il subit une série de modifications, notamment au niveau membranaire, qualifiée de capacitation (Suarez et Pacey., 2006). Cette dernière est un préalable nécessaire à la réaction acrosomique et ne peut s'effectuer qu'après élimination du liquide séminal qui normalement se comporte comme un milieu décapacitant. Cette élimination se fait en partie au moment de la traversée de la glaire cervicale. In vitro, la capacitation se fait après séparation des spermatozoïdes du liquide séminal et traitement par un milieu approprié (Poncelet et Sifer., 2011).

I.3. Le transport des spermatozoïdes dans le tractus génital femelle

Au moment de l'insémination artificielle la semence bovine est déposée dans le corps utérin, les spermatozoïdes sont fait épreuve leur propre mobilité (Suarez et Pacey., 2006). Donc, et à cette étape, la mobilité individuelle de chaque spermatozoïde est importante vue la durée de vie et le réserve énergétique de ces derniers. Les contractions musculaires peuvent également augmenter le passage de ces derniers. Quelque mille des spermatozoïdes, en effet, franchissent la jonction utero-tubaire pour atteindre la trompe utérine où sont stockés le réservoir (figure 2), ou au moins maintenu dans un état fertile, en agissant l'un sur l'autre avec l'épithélium oviductal. Pendant que la période de l'ovulation s'approche, le sperme deviennent qualifié et hyperactive, qui leur permet de procéder vers l'ampoule 'site de fécondation' (Poncelet et Sifer., 2011).

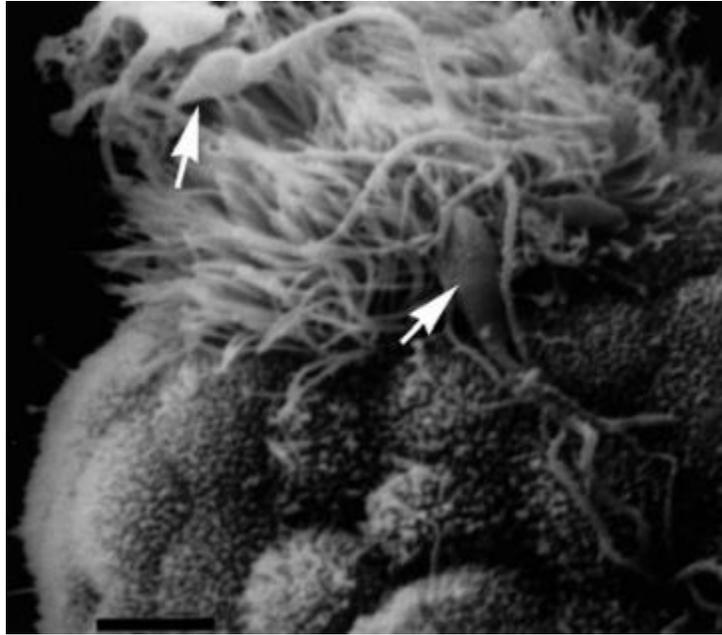


Figure 2. Sperm reservoir. Compartiment fonctionnel correspondant à la fixation transitoire des spermatozoïdes au niveau des cellules ciliées de l'épithélium tubaire (adopté par Poncelet et Sifer., 2011).

Il semble que la fonction de ce « spermreservoir » est de retarder la capacitation des spermatozoïdes qui y sont fixés de manière à allonger le délai au cours duquel des spermatozoïdes sont présents dans les voies génitales féminines. Lorsque le spermatozoïde se détache, il reprend son chemin vers l'ovocyte et réalise sa capacitation.

I.4. La fécondation

L'interaction (reconnaissance et adhésion) entre le spermatozoïde et la zone pellucide qui entoure l'ovocyte se fait par l'intermédiaire de protéines spécifiques. Après la fixation à la zone pellucide, le spermatozoïde effectue la réaction acrosomique (Crozet., 1991). Cette réaction est caractérisée par la fusion ponctuelle des membranes plasmique et acrosomique externe conduisant à la formation de vésicules constituées de ces deux membranes. Ces vésicules se dispersent progressivement et le contenu de l'acrosome est libéré, laissant exposée la membrane acrosomique interne impliquée dans la reconnaissance de la membrane ovocytaire. Après la traversée de la zone pellucide facilitée par les enzymes hydrolytiques acrosomiaux et une force propulsive importante induite par les battements flagellaires, le spermatozoïde pénètre dans l'espace périvitellin puis entre en contact avec la membrane ovocytaire. La fusion entre les 2 gamètes se produit au niveau du segment équatorial et de la cape post-acrosomique (figure 3). Le noyau du spermatozoïde subit ensuite des modifications (dissolution de l'enveloppe nucléaire, décondensation de la chromatine), le transformant en pro-noyau mâle.

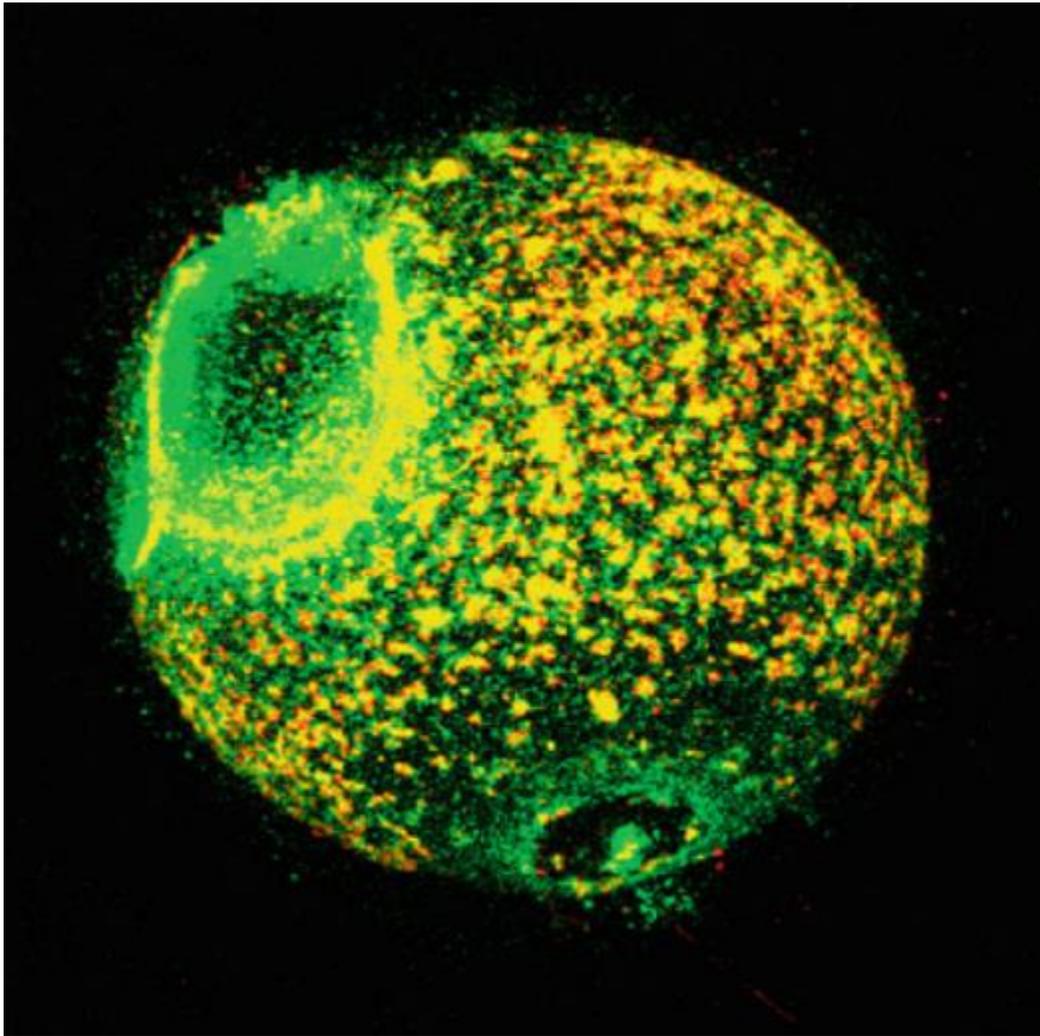


Figure 3. Cône de fusion d'un ovocyte humaine inséminé pendant 45 minutes puis fixé (adopté par Poncelet et Sifer., 2011).

Un marquage de la sous-unité intégrine $\alpha 6$ (vert) et de la tétraspanine CD9 (rouge) a été effectué. La zone pellucide a été retirée lors de l'analyse informatique pour mieux visualiser l'ovocyte. Un spermatozoïde est en train de pénétrer l'ooplasm. Le point de fusion est marqué par un point vert intense. Il est entouré d'une zone circulaire complètement dépourvue de protéines. En dehors, une zone plus large également circulaire est en voie de déplétion des protéines d'intérêt. En dehors de cette zone, il y a présence de patches regroupant les deux protéines détectées.

II.Exploration delaqualitéspermatique

Pour un centre d'IA, il est impératif de connaître la fertilité de la semence des taureaux lors de sa congélation ou de sa décongélation afin de garantir un produit de qualité aux producteurs(Auger., 1997).Elle comporte des examens macroscopiques,microscopiques,physico-chimiqueset biochimiques.La motilité (l'intensité des mouvements des spermatozoïdes), la morphologie (l'incidence des spermatozoïdes anormaux ou avec des défauts morphologiques) et la viabilité (taux de spermatozoïdes vivants/morts) de la semence sont les trois paramètres principaux microscopiques utilisés couramment afin d'évaluer la qualité de la semence en laboratoire avant son utilisation dans le champ (OMS., 2010).

II.1. Examensmacroscopiques

Ilsontpour butd'apprécierle volumedel'éjaculat, sacouleuret saviscosité :

II.1.1. Volume del'éjaculat

Levolume del'éjaculatestlusurletube decollectegradué. Cevolumevariede 0,5à14ml,enfonctiondel'âge, larace,l'alimentation, l'étatdesanté,les conditionsderécolteainsiquedelafréquencederécolte (Gauthier et Varo., 1985).

II.1.2. Couleurdusperme

Chezletaureau, lacouleur normaleduspermeestdanslaplupart descasivoire-crème ou blanc laiteux, blanc-jaunâtre (en fonctiondelaconcentrationde spermatozoïdes).Lacouleurdel'éjaculatpeutvarierdu blancclairaujaune brillant.L'aspectest généralementhomogèneet crémeux. Lespermeopathologiquepeutavoir,selonlescas,unecouleurbrunâtre, rosée, bleuâtre, jaunâtre, rougeâtreou grisâtre (Bonnes et al., 2005).

II.1.3. Viscositédusperme

Elletraduitlaconsistanceduspermeetennemêmetempssaconcentrationen spermatozoïdes.Unebonneviscositéestprobablementsynonymed'unebonneconcentration enspermatozoïdes(OMS., 2010).

II.2. Examens microscopiques

Ils comportent l'évaluation de la motilité, de la concentration en spermatozoïdes du pourcentage en spermatozoïdes vivants et de morphologie des spermatozoïdes (OMS., 2010).

II.2.1. Motilité

C'est un élément d'appréciation de la vie ou de la mort des spermatozoïdes et de leur niveau de vivacité. Elle peut porter sur la semence globale après récolte (motilité massale et motilité individuelle) ou sur la semence diluée en s'intéressant aux spermatozoïdes individualisés (motilité individuelle) (OMS., 2010).

II.2.1.1. Motilité massale

Elles s'apprécient au microscope au grossissement x10. À l'examen microscopique d'une goutte de sperme non diluée, l'observateur s'intéresse aux mouvements et à l'effet de déplacement des spermatozoïdes dans le liquide séminal. À l'issue de l'observation, en fonction du mouvement de masse des spermatozoïdes, une note de 0 à 5 est attribuée à chaque éjaculat. Certains auteurs convertissent cette note en pourcentage fictif de spermatozoïdes mobiles. L'exigence minimale pour un éjaculat correspond à un bon mouvement de masse qui doit être tourbillonnant [une note supérieure à 3 (environ 60% de spermatozoïdes mobiles)] (tableau 1, OMS., 2010).

Tableau 1. Notes attribuées aux éjaculats suivant leur motilité massale (OMS., 2010).

Note	0	1	2	3	4	5
% des spermatozoïdes Mobiles	0	Environ 20	Environ 40	Environ 60	Environ 80	Près de 100%

Source: Présentation de la coopérative de l'AIGLE.

II.2.1.2. Motilité individuelle

Elles s'apprécient au microscope au grossissement x40. C'est l'appréciation du mouvement des spermatozoïdes par leur déplacement à travers le champ microscopique. Les mouvements normaux des spermatozoïdes sont oscillatoires et progressifs. Ce test se réalise sur du sperme dilué à 1/10 de sérum physiologique. Il permet de déterminer approximativement le taux de spermatozoïdes vivants et d'affecter au sperme une note allant de 0 à 5 (Tableau 2). Un bon sperme doit avoir au moins 60 à 70% de spermatozoïdes vivants (OMS., 2010).

Tableau 2. Notes attribuées aux éjaculats suivant leur motilité individuelle, dans une grille de notation de 0 à 5 (OMS., 2010).

Critères	Notes
Absence des spermatozoïdes:	0
Absence des spermatozoïdes vivants: spermatozoïdes morts	1
25% des spermatozoïdes vivants	2
60% des spermatozoïdes vivants	3
80% des spermatozoïdes vivants	4
100% des spermatozoïdes vivants	5

II.2.2. Vitalité

Ladéterminationse faità l'aide de colorants spéciaux (Eosine négrosine, bleu de méthylène ou bleu de bromophénol) qui peuvent traverser la membrane des spermatozoïdes morts et les différencier donc des vivants. En fonction du taux des spermatozoïdes vivants, une note est attribuée à chaque éjaculat et varie de 0 à 5 (Tableau 2, OMS., 2010).

II.2.3. Morphologie

L'examen morphologique permet de différencier les spermatozoïdes normaux des anormaux et les spermatozoïdes vivants des morts. Cette méthode est basée sur la coloration sélective de certains organes lorsqu'ils sont normaux ou anormaux selon que les cellules soient mortes ou vivantes. La morphologie est appréciée sur des frottis de sperme colorés (encre de Chine, Giemsa, Eosine-aniline ou bleu de bromophénol). Pour être admissible, le sperme doit contenir moins de 25% des spermatozoïdes anormaux et plus de 60% des spermatozoïdes vivants (note ≥ 3 : tableau 2, OMS., 2010).

II.3. Analyse par le CASA

Le système Computer Assisted Semen Analysis (CASA) est un analyseur d'images qui permet d'évaluer de manière automatisée la concentration, la vitalité, la morphologie et surtout les caractéristiques de la mobilité des spermatozoïdes d'un échantillon (Hakima et al., 2012). Il fournit, donc, une évaluation quantitative et qualitative simple et rapide du sperme bovin et peut même prédire son capacité de fertiliser un ovule. L'intérêt principal des systèmes CASA est leur

possibilité de mesure de paramètres de mouvement fondés sur la cinématique des têtes des spermatozoïdes (Auger., 1997). Les images captées par la caméra vidéo en ligne sont enregistrées sur bande vidéo pour une analyse ultérieure ou directement traitées par le système composé d'un micro-ordinateur de forte capacité doté de logiciels et matériels dédiés à l'analyse d'images séquentielles. Les paramètres couramment retenus pour l'évaluation du mouvement sont la vitesse curvilinéaire (VCL), la vitesse linéaire (VSL), l'index de linéarité (LIN), l'amplitude du débattement latéral de la tête (ALH) et la fréquence de rotation de la tête (BCF) (figure 4).

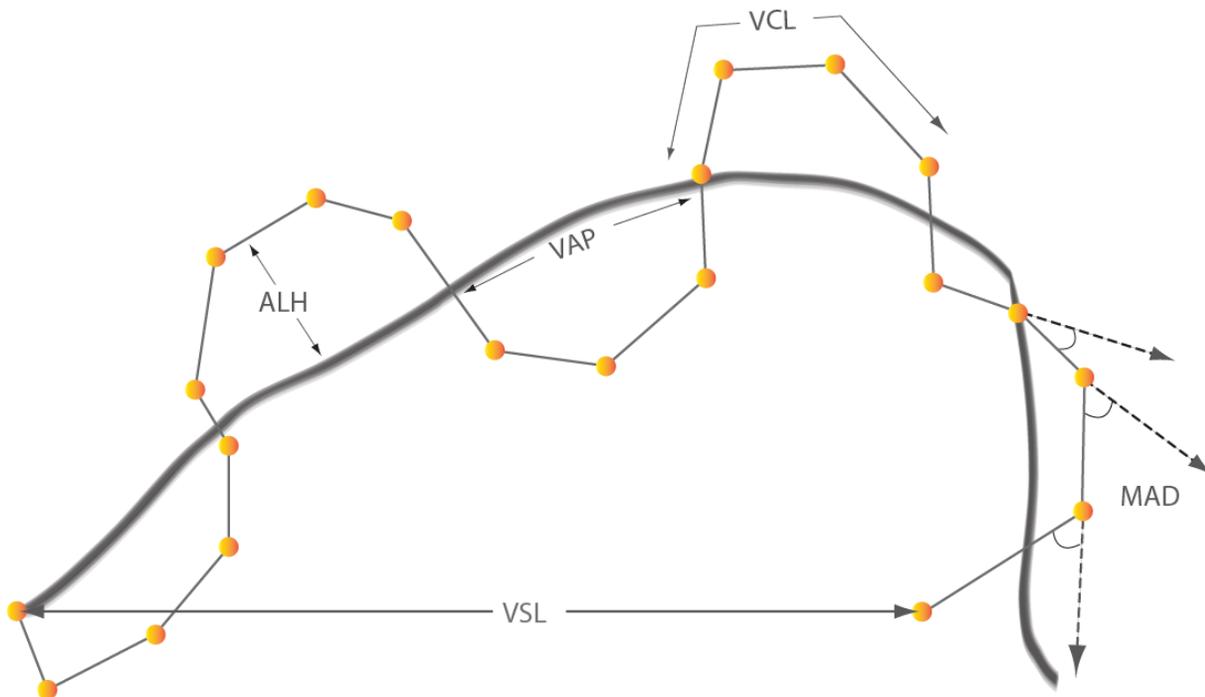


Figure 4: les différents paramètres qui évaluent la mobilité spermatique (OMS., 2010).

VLC (Curvilinear Velocity) : reflète la distance totale que couvre la tête du spermatozoïde au cours de la période d'observation. **VSL (Straight-Line Velocity) :** est déterminée par la mesure de la distance entre le point d'arrivée et le point de départ, en ligne droite. **VAP (Average Path Velocity) :** correspond à la distance parcourue sur le trajet moyen pendant la durée d'observation. **ALH (Amplitude of Lateral Head displacement) :** correspond à l'amplitude de déplacement latéral de la tête. **BCF (beat cross frequency) :** est la fréquence à laquelle la tête du spermatozoïde traverse la trajectoire moyenne, elle est mesurée en Hertz. **MAD (mean angular displacement) :** moyenne angulaire de déplacement (degrés). Les valeurs absolues moyennes de l'angle de braquage instantané de la tête du spermatozoïde le long de sa trajectoire curviligne.

II. 4. Les facteurs affectant la qualité spermatique

La qualité spermatique chez le taureau ne dépend pas exclusivement d'un seul facteur. En effet, les facteurs influençant la qualité spermatique sont d'origine multifactorielle. Chez les bovins, la qualité du sperme est généralement diminuée par les températures ambiantes élevées (Ortavant et Loir., 1978). Ainsi, Ardin et al. (1982), Gomez et al (1982) mettent en évidence des variations saisonnières significatives. Toutefois l'absence de maîtrise du niveau d'alimentation limite l'interprétation de ces dernières études. D'autant plus que Kumi-Diaka et al (1980) ont montré que ces variations seraient dues principalement aux interactions entre le climat et le niveau d'alimentation. L'âge du taureau à la collecte de sperme affecte le volume de l'éjaculat, sa concentration et la motilité de la semence. De façon générale, la littérature montre que toutes ces caractéristiques éjaculat augmentent à mesure que l'âge des taureaux (Mathevon et al., 1998). Le rythme de la collecte aussi a une influence sur la qualité spermatique au niveau des centres de collecte. Ainsi, un allongement de l'intervalle entre collectes engendre une amélioration quantitative et qualitative de la semence (Guillouet et al., 1999). En outre, la race de taureau peut influencer la qualité de sperme. Par conséquent, une héritabilité faible (0,086) à élevée (0,65) des caractéristiques de production spermatique de taureau ont été rapporté dans des études précédentes (Ducrocq et Humblot., 1995 ; Knights et al., 1984).

Contexte de l'étude

En Algérie, la réussite de l'IA n'est qu'en moyenne de 42,78 % (Abdelli et al. 2015). Cette réussite, soumise à de nombreux facteurs, entre autres la qualité spermatique de l'animal après décongélation. Cette dernière peut être affectée par la race de taureau. Le spermogramme et le spermocytogramme restent les examens de première intention pour juger cette qualité spermatique. Ils peuvent être complétés par un examen plus détaillé, notamment, le CASA. L'objectif de cette étude, donc, concerne la mise en évidence d'un éventuel effet de race sur la qualité spermatique (paramètres cinématiques et vitalité) de la semence après décongélation issue des taureaux reproducteurs de Centre National d'Insémination Artificielle et d'Amélioration Génétique (CNIAAG).

A. Matériel

A.1. Animaux

L'étude a porté sur 42 paillettes, prises au hasard, issues de 13 taureaux de race Holstein et Montbéliarde, Normande et Fléckveih. L'âge des taureaux était de 35 à 40 mois. Ces paillettes ont été récupérées à partir de Centre National d'Insémination Artificielle de l'Amélioration Génétique (CNIAAG), Baba Ali-Alger. Le collecte de la semence des taureaux a été effectué presque dans la même période de l'année (mars et avril, 2016).

A.2. Matériel de laboratoire

- 1) Le Sperme Class Analyzer® (SCA®) est un système CASA (Computer Assisted Semen Analysis) qui permet de gérer et d'analyser les échantillons de sperme humain et animal en suivant les critères de l'Organisation Mondiale de Santé (OMS).

Les composants basics du système sont :

- Microscope contraste de phase ;
- Caméra ;
- Un ordinateur (consulter le minimum requis) avec le logiciel d'analyses SCA® installé.

Les principaux avantages obtenus avec l'utilisation de ce système son :

- Une grande précision dans l'analyse ;
- Standardisation du résultat, impossible avec une analyse subjective ;

- Fiabilité des résultats ;
- Analyses rapide et gestion de l'information obtenue.

SCA® est un système très fiable pour obtenir des données objectives nécessaires pour évaluer la qualité de manière plus crédible du sperme.

- 1) Tubes d'épendorfs.
- 2) Bain marie.
- 3) Des lames et lamelles.
- 4) Micropipettes.
- 5) Agitateur Vortex ; Gants d'examen.



Figure 5. Micropipettes (*eppendorf*) plus des embouts (photo personnelle).



Figure 6. Agitateur Vortex (photo personnelle).

B. Méthode

B.1. La motilité

Selon un protocole décrit par Purdy et Graham (2004) :

Le réchauffement du sperme de taureau a été fait aussi rapide que possible. La paillette a été tout d'abord secouée pour en faire tomber le reste d'azote liquide puis plongée et agitée dans de l'eau à 34-37°C. La décongélation s'était observée au bout d'une trentaine de secondes. Le contenu de la paillette décongelée a été dilué dans un tube épendorf à l'ordre d'un V : V (250µl de la semence +250µl de NaCl à 0.9%). Cette étape a été pratiquée, toujours, dans des conditions thermiques proche de 37°C (dans un bain marie).

Dépôt d'un échantillon assez riche et bien homogène de 10 microlitres sur une lame de verre que l'on recouvrira, par dépôt horizontal, avec une lamelle de verre de 22 x 22 mm. Dans ces conditions, l'espace obtenu entre lame et lamelle a été de l'ordre de 10 à 20 micromètres. Cet espace est suffisant pour bien observer le mouvement ondulatoire des spermatozoïdes qui évolueront dans cette épaisseur liquidienne. L'analyse cinématique a été faite grâce un objectif de grossissement 10x et Ph- au-dessus d'une platine chauffante intégrée (37°C) dans le microscope. Ce dernier comporte une source lumineuse avec un filtre vert.

L'analyse se fait grâce un logiciel SCA[®] CASA, sous l'ongle de SCA Mobilité[®]. Cette étape a été faite par la digitalisation des images obtenues par la camera. Ces images sont ensuite traitées par un ordinateur intégré qui permet de définir de façon objective et répétable des paramètres tels que la proportion de spermatozoïdes mobiles, leur vitesse, la linéarité de leurs trajectoires et la mobilité latérale de la tête. Après avoir analyser la mobilité, nous avons exporté les données obtenues (les différent paramètres cinématiques) sous forme d'Excel.

B.2. La vitalité

C'est un test qui met en évidence l'intégrité de la membrane cytoplasmique des spermatozoïdes. A l'aide d'une micropipette, on prélève **10µl** de la semence diluée à **1/9**, qu'on dépose sur une lame puis on ajoute **10 µl** de l'éosine et **10µl** de nigrosine. Etaler et laisser sécher 2 à 3 minutes. La lecture se fait au microscope SCA[®] au grossissement **60×**. On considère vivants, les spermatozoïdes qui se colorent en rose vif et morts ceux qui apparaissent en rose foncé.



Figure 7. Décongélation des paillettes dans un bain marie et une température de 37°C (Photo personnelle)



Figure 8. Dépôt de la semence décongelées dans un éppendorf (Photo personnelle).

C-Analyse statistique

Toutes les données recueillies sont saisies dans une base informatique classique, Office Excel 2007 (Microsoft corporation, USA). La vérification et le traitement statistique des données sont effectués sur StatView®, version 5.0 (SAS Institute Inc., 1998). Les résultats sont calculés à partir de la moyenne arithmétique et de l'écart type. L'analyse descriptive porte notamment sur les critères suivants :

VLC : Valeur en microns /seconde de la vitesse curviligne des spermatozoïdes.

VSL : Valeur en microns / seconde de la vitesse rectiligne des spermatozoïdes.

VAP : Valeur en microns / seconde de la vitesse moyenne des spermatozoïdes.

ALH : Amplitude du déplacement latéral de la tête des spermatozoïdes par rapport à la trajectoire moyenne en microns/seconde.

BCF : Fréquence de croisement ou fréquence moyenne avec laquelle la trajectoire curviligne du spermatozoïde croise la trajectoire moyenne exprimée en Hz.

STR : Pourcentage de rectitude ou de linéarité de la trajectoire moyenne (VSL / VAP),

LIN : Pourcentage de linéarité de la trajectoire curviligne (VSL / VCL). (Manuel CASA)

L'évaluation de la mobilité par SCA se base sur les paramètres suivants :

-aire de particules est comprise entre 3 à 70 μm^2

-classification des spermatozoïdes par type selon que :

- VCL et $VAP \leq 10 \mu\text{m/s}$: spermatozoïdes lents.
- $10 \leq VCL$ et $VAP \leq 45 \mu\text{m/s}$: spermatozoïdes moyens.

- $45 \leq VCL$ et $VAP \leq 75 \mu\text{m/s}$: spermatozoïdes rapides. (Manuel CASA)
- $STR \geq 80\%$ indique une bonne semence.
- $LIN \leq 50\%$ indique une bonne semence.

Les résultats obtenus ont été présentés sous forme moyenne \pm écart type et les tests statistiques effectués sont l'ANOVA pour les données quantitatives et le CHI-DEUX pour les données qualitatives.

1. Résultats

1.1. Répartition des races

La répartition des races était relativement homogène comme représenté dans la figure 9. Les paillettes issues des races Montbéliarde et Fleckveih ont été 33.2% et 31.7% respectivement. Alors que les paillettes issues des races Normande et Holshtein ont été 20.3% et 14.8% respectivement.

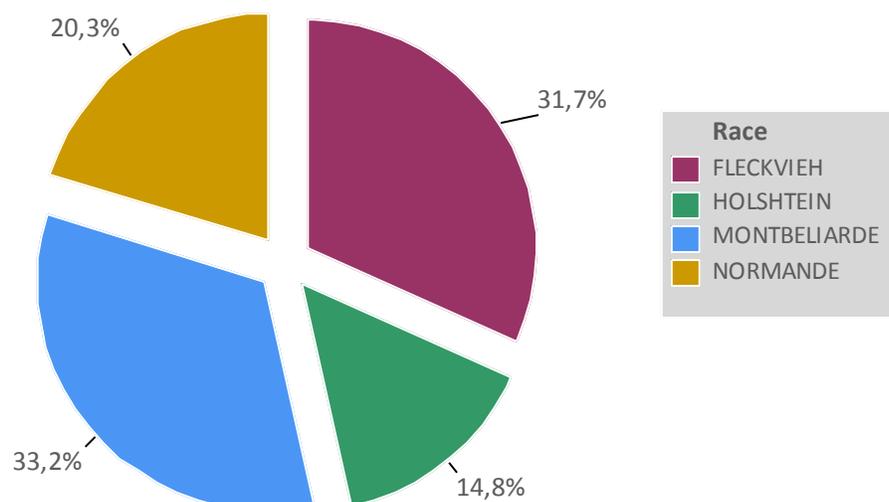


Figure 9. La répartition des paillettes par rapport les races

1.2. VCL, VSL et VAP

Les trois paramètres de la vitesse VCL, VSL et VAP ont été représentés dans la figure 10 et 11. Les moyennes des ces trois paramètres ont été $53,79 \pm 0,27 \mu\text{m/s}$, $24,37 \pm 0,17 \mu\text{m/s}$ et $34,17 \pm 0,18 \mu\text{m/s}$ respectivement. D'après la figure 5, 50 % des spermatozoïdes analysés ont un VCL, VSL et VAP de $48,43 \mu\text{m/s}$, $24,37 \pm 0,17 \mu\text{m/s}$ et $29,68 \mu\text{m/s}$ respectivement. Toutefois, que 25 % des spermatozoïdes analysés ont un VCL, VSL et VAP supérieur à $76,84 \mu\text{m/s}$, $35,17 \mu\text{m/s}$ et $48,22 \mu\text{m/s}$ respectivement. Par rapport les races, le VCL a été $49,63 \pm 0,51 \mu\text{m/s}$, $61,50 \pm 0,53 \mu\text{m/s}$, $54,83 \pm 0,46 \mu\text{m/s}$ et $43,54 \pm 0,82 \mu\text{m/s}$ pour les races Fleckvieh, Holstein, Montbéliarde et Normande respectivement. Tandis que le VSL a été $17,78 \pm 0,23 \mu\text{m/s}$, $27,51 \pm 0,36 \mu\text{m/s}$, $28,01 \pm 0,32 \mu\text{m/s}$ et $22,10 \pm 0,52 \mu\text{m/s}$ pour les races Fleckvieh, Holstein, Montbéliarde et Normande respectivement. Alors que le VAP a été $28,36 \pm 0,27 \mu\text{m/s}$, $39,81 \pm 0,37 \mu\text{m/s}$, $36,49 \pm 0,32 \mu\text{m/s}$ et $28,67 \pm 0,52 \mu\text{m/s}$ pour les races Fleckvieh, Holstein, Montbéliarde et Normande respectivement. Pour tous les ces trois paramètres, nous avons enregistré une différence significatives ($p < 0.05$) entre les quatre races (figure 11).

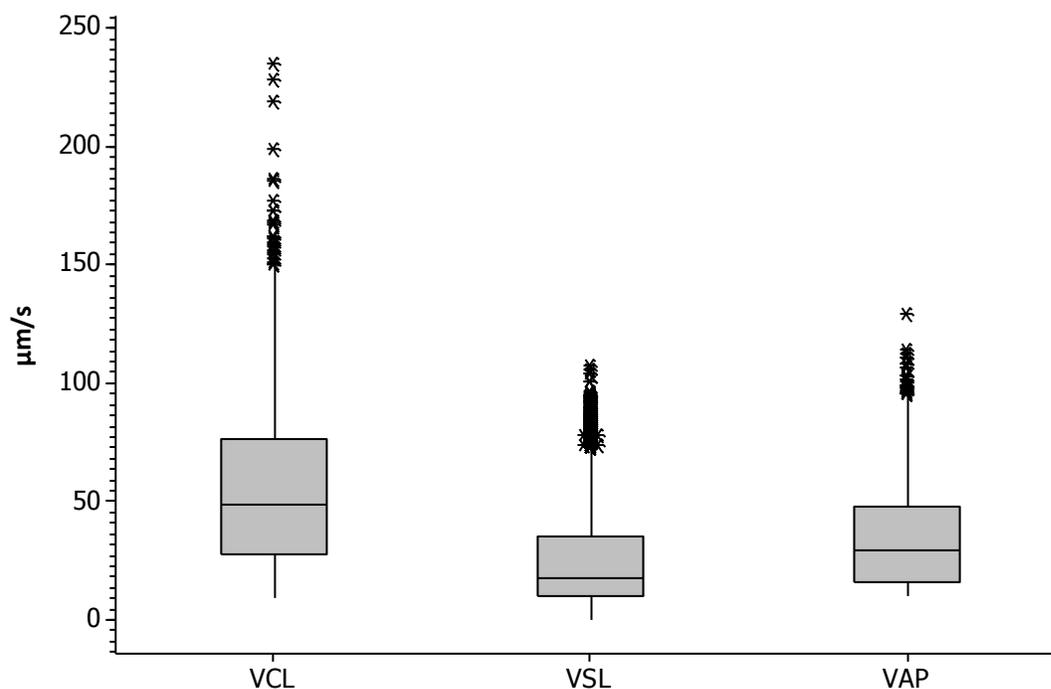
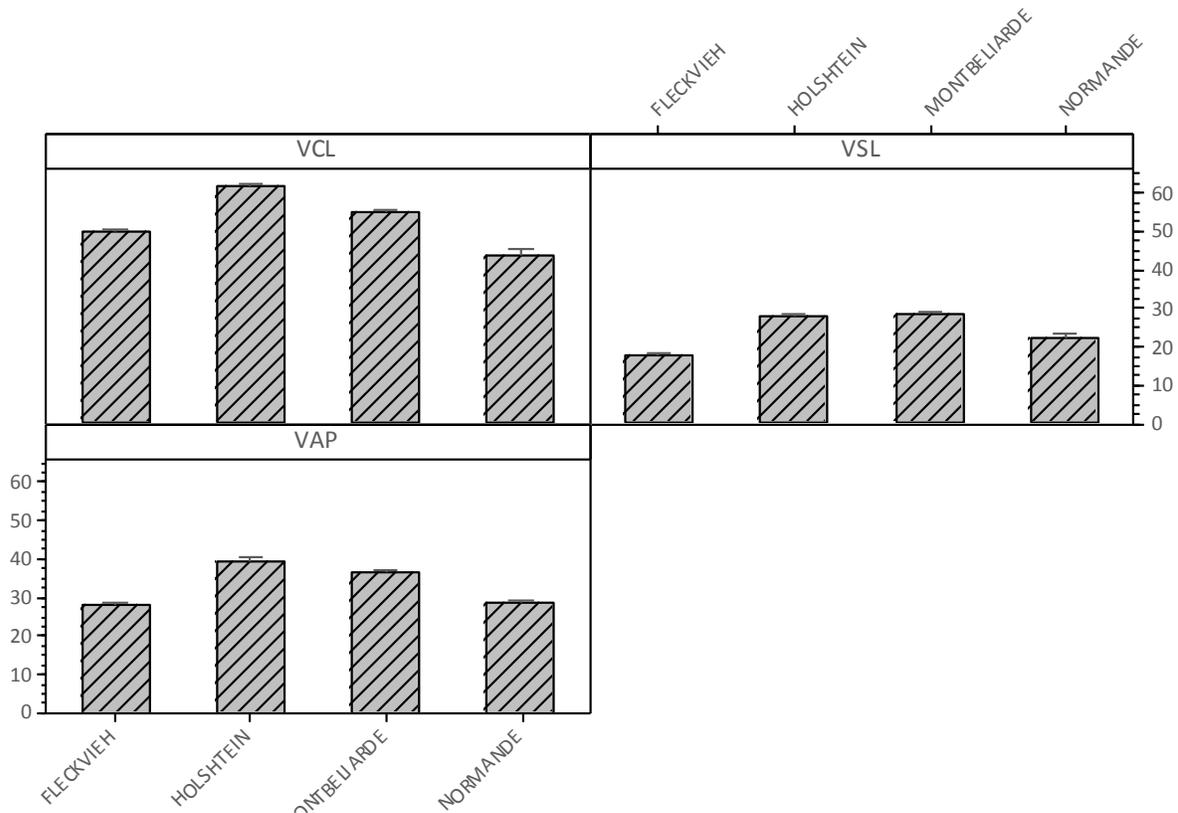


Figure 10. Graphes en boîte de VCL, VSL et VAP des spermatozoïdes analysés.**Figure 11.** Diagramme en bâton de VCL(µm/s), VSL(µm/s) et VAP (µm/s) des différentes races étudiées.

1.3. AHL

Les figures 12 et 13 représentent l'AHL des spermatozoïdes analysés dans les quatre différentes races. L'amplitude de déplacement latéral de la tête (ALH) des spermatozoïdes analysés a été $2,41 \pm 0,01 \mu\text{m}$ et 50% de ces spermatozoïdes ont un ALH de $2,20 \mu\text{m}$ (figure 13). Toutefois, que 25 % des spermatozoïdes analysés ont un ALH supérieur à $3,17 \mu\text{m}$. Par rapport les races et d'après cette figure 8, l'AHL a été varié entre $2,529 \pm 0,02 \mu\text{m}$, $2,64 \pm 0,02 \mu\text{m}$, $2,29 \pm 0,01 \mu\text{m}$, $2,29 \pm 0,01 \mu\text{m}$ et $2,00 \pm 0,03 \mu\text{m}$ pour les races Fleckvieh, Holstein, Montbéliarde et Normande respectivement. Nous avons constaté une différence significative ($P < 0,05$) entre les quatre races.

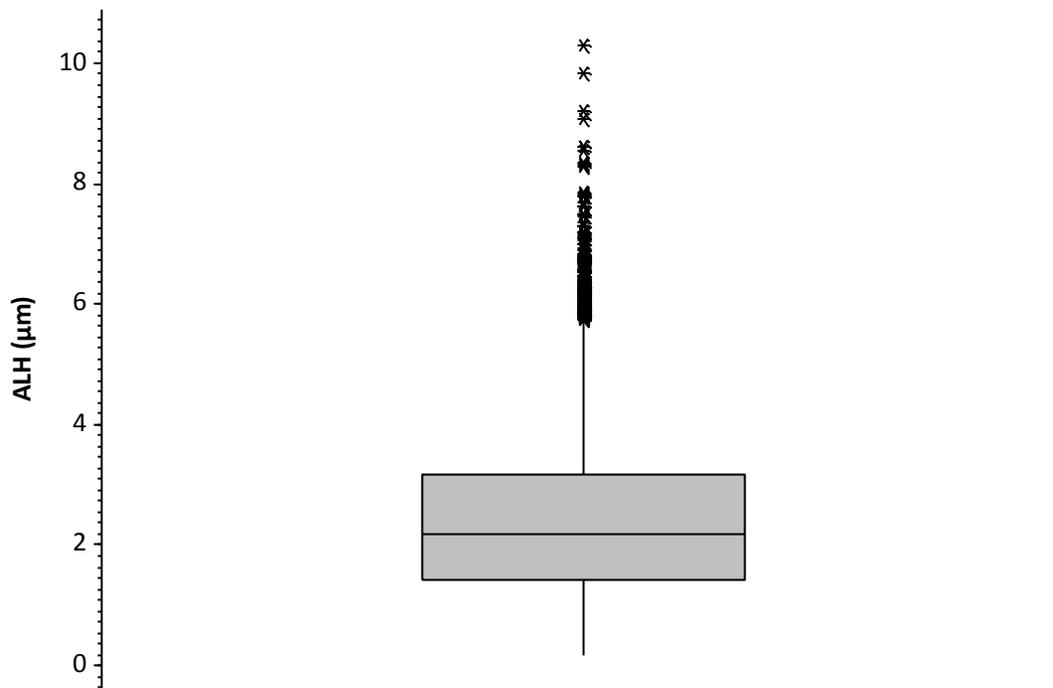


Figure 12. Graphes en boîte pour ALH des spermatozoïdes analysés.

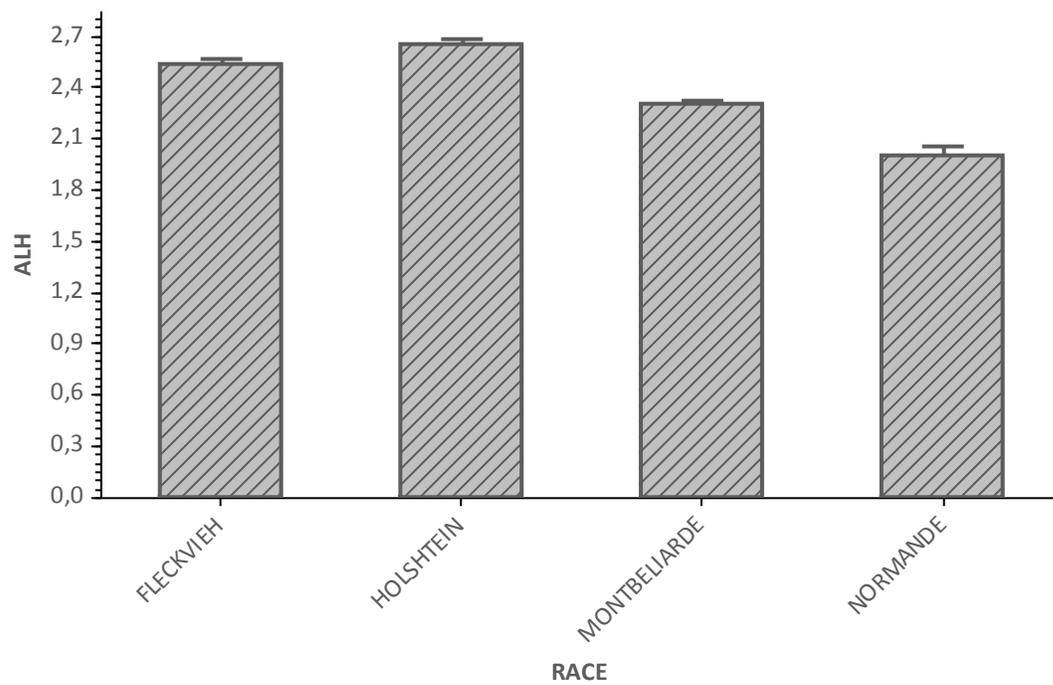


Figure 13. AHL (µm) des spermatozoïdes analysés par rapport les races.

1.4. LIN et STR

D'après la figure N° 14, la linéarité (LIN) et le rectitude (STR) ont été $0,472 \pm 0,00$ et $0,67 \pm 0,00$ respectivement. 50% de ces spermatozoïdes analysés ont un LIN et STR de 0,45 et 0,74 respectivement. Cependant, que 25% de spermatozoïdes ont un LIN et STR de 0,6è et 0,89 respectivement. Par rapport les races, la LIN a été $0,41 \pm 0,00$, $0,44 \pm 00,00$, $0,51 \pm 0,00$ et $0,53 \pm 0,01$ pour les races Fleckvieh, Holstein, Montbéliarde et Normande respectivement. Alors que le STR a été $0,61 \pm 0,00$, $0,65 \pm 0,00$, $0,73 \pm 0,00$ et $0,72 \pm 0,01$ pour les races Fleckvieh, Holstein, Montbéliarde et Normande respectivement. Nous avons constaté une différence significative ($P < 0,05$) entre les quatre races (figure 15).

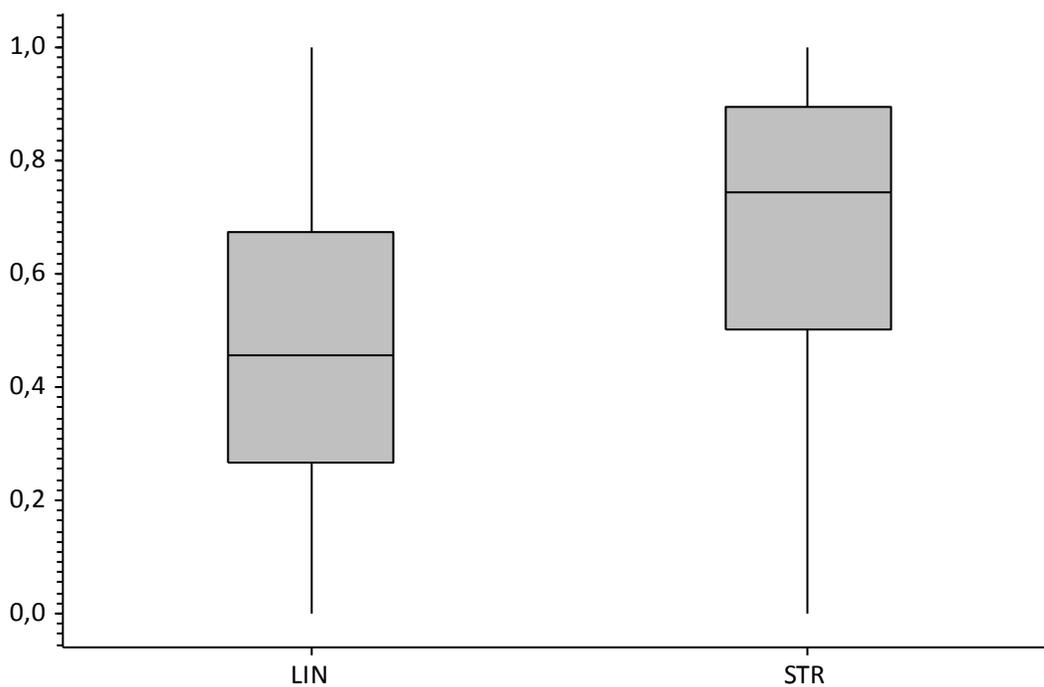


Figure 14. LIN et STR des spermatozoïdes analysés.

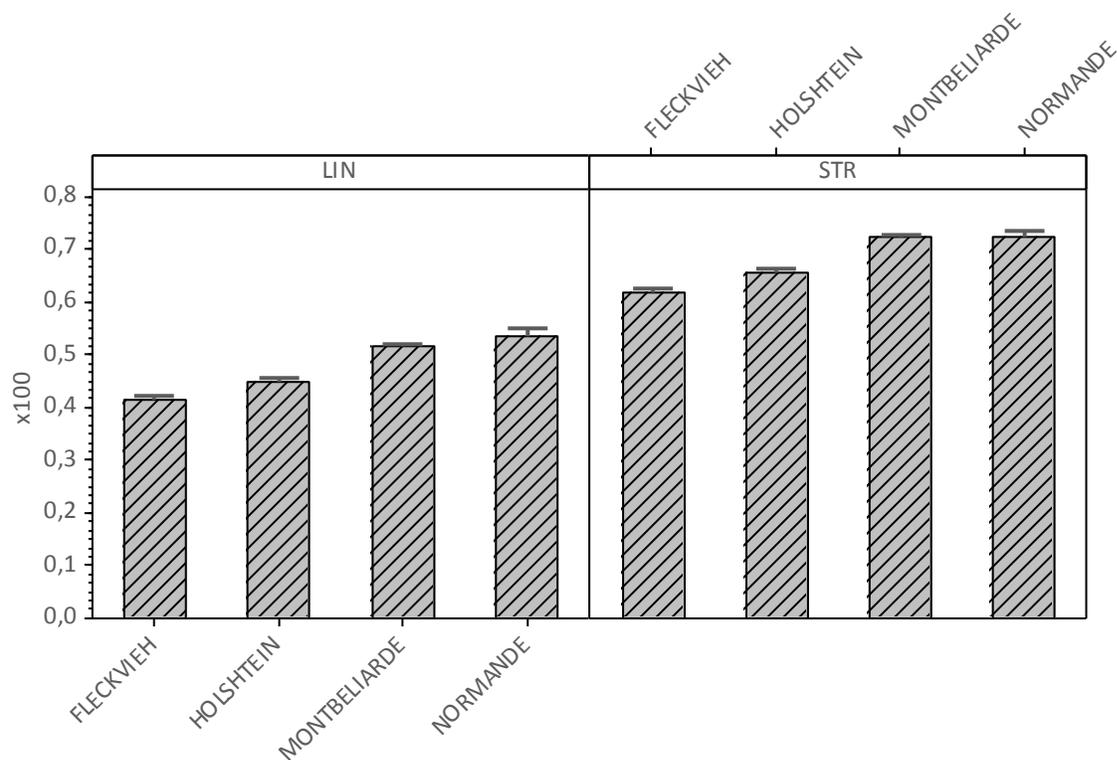


Figure 15. LIN et STR par rapport les races des spermatozoïdes analysés.

1.5. La mobilité

Le classement de la mobilité selon l'OMS a été représenté dans le tableau 3. D'après ce tableau nous avons constaté que dans toutes les races, plus de 64% des spermatozoïdes sont immobiles et la race Normande a enregistré le taux le plus élevé avec plus de 81% des spermatozoïdes sont immobiles. Cependant, la race montbéliarde a enregistré le taux le plus faible (59,77%). Toutefois, que 3,63 des spermatozoïdes sont rapides. Dans cette catégorie, la race Montbéliarde a enregistré le taux le plus élevé ($p < 0.05$) ; alors que la race Fleckvieh a enregistré le taux le plus faible (0,65%). 6,45% et 25,64% des spermatozoïdes ont une vitesse moyenne et lente respectivement. Les races Holstein et Montbéliarde ont enregistré les meilleurs pourcentages ($p < 0,05$) dans ces deux catégories.

Tableau 3 : classement de la mobilité (%) selon l’OMS des spermatozoïdes analysés.

Race	Mobilité (%)			
	Rapide	Moyenne	Lente	Immobile
Fleckvieh	0.65 ^a	2.64 ^a	28.99 ^a	67.9 ^{ab}
Holstein	3.82 ^b	7.64 ^b	24.47 ^a	64.05 ^a
Montbéliarde	8.64 ^{cb}	10.31 ^b	21.16 ^{ab}	59.77 ^a
Normande	1.40 ^{bd}	3.65 ^a	13.14 ^b	81.79 ^b
Total	3.63	6.45	25.64	64.21

Les valeurs associées à différentes lettres pour la même colonne sont significativement différentes ($p < 0.05$)

1.6. La vitalité

La vitalité des spermatozoïdes analysés a été 79.83 ± 0.10 %. Les races Holstein et Normande ont enregistré une vitalité significativement importante ($p < 0.05$) qu’a été à l’ordre de $78.14 \pm 14.88\%$ et $79,29 \pm 161.00$ % respectivement. Tandis que la race Montbéliarde a enregistré une vitalité significativement ($p < 0.05$) faible (63.68 ± 19.68). Cependant, la semence de la race Fleckvieh a été viable de $66.94 \pm 14.87\%$ (figure 16).

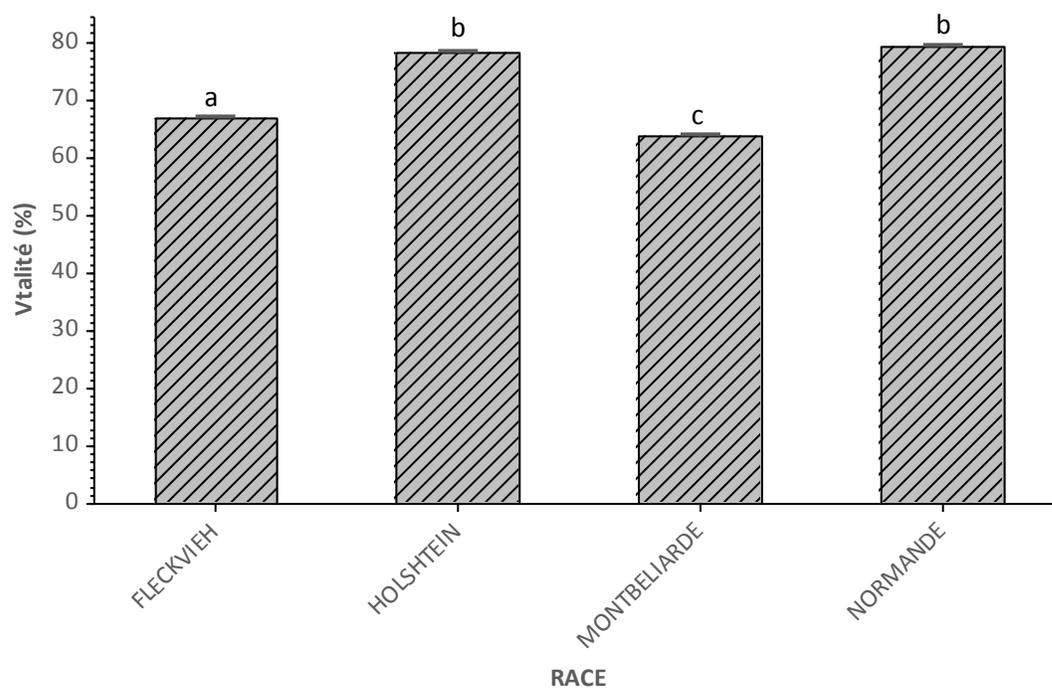


Figure 16. La vitalité spermatozoïdes analysés par rapport les races.

Discussion

L'utilisation des systèmes CASA aux centres d'insémination et d'analyse ne cesse pas d'augmenter surtout en termes de l'évaluation de la motilité spermatique (Ibãnescu et al., 2016). Ainsi, la vitesse des spermatozoïdes est un des éléments clés dans le processus de fertilisation, qui a été également démontrée dans un grand nombre d'étude (Auger, 1997 ; Muiño et al., 2008 ; Ibãnescu et al., 2016). Cette vitesse évaluée par plusieurs paramètres (le VCL, VSL et VAP) et elle peut être affectée par différents facteurs, entre autres, la race. Dans la présente étude, de manière générale et indépendamment de la race, les moyennes de ces trois paramètres sont au-delà des valeurs enregistrées dans des travaux antérieurs à l'exception de VCL. Ce dernier était supérieur à celui enregistré par Muiño et al., (2008) et Roşca et al (2015). Cela pourrait être dû à la différence dans la procédure de dilution de la semence. Il est intéressant de noter qu'il est difficile de comparer toutes ces études cinétiques entre elles car il existe une grande disparité des analyseurs de mobilité (logiciels différents, fréquence d'acquisition des images...etc.) et des conditions d'analyse (température, concentration de sperme analysé, dilution...etc.). L'analyse cinétique, en effet, est une étude fonctionnelle très dépendante des conditions environnementales (Ibãnescu et al., 2016). Par conséquent, notre discussion concentre uniquement sur l'effet de race sur ces paramètres sans faire une comparaison avec les autres études. La mobilité est un paramètre complexe qui semble apporter des informations diverses sur la fertilité de l'animale (Chocat et al., 2001). Son maintien est très important que ce soit avant ou après l'insémination pour une meilleure fertilité. Les race Montbéliarde et Holstein ont enregistré des valeurs élevées de ces trois paramètres. Cependant, la Normande a enregistré les valeurs les plus faibles. Burana-amnuay et al (2009) ont montré que la race et l'individu au sein de la même race a considérablement influencé la plupart des paramètres de la semence post- décongelé. Par rapport les références de l'OMS, l'Holstein et la Montbéliarde, également, ont enregistrés des pourcentages élevés pour les spermatozoïdes dites rapides. Toutefois, la Fleckvieh a enregistré un taux très faible ($p < 0.05$) dans cette catégorie des spermatozoïdes. Pour les spermatozoïdes immobiles, la Normande avait le taux le plus important ($p < 0.05$). De même, la progression des spermatozoïdes post-insémination est un élément impératif pour l'arrivée des spermatozoïdes au lieu de la fécondation. Dans la présente étude, la progression des spermatozoïdes est généralement faible quand on la compare par les normes. La proportion des spermatozoïdes les plus rapides et les plus progressifs pourrait être le modèle le plus approprié du mouvement pour

que la fertilisation aura lieu (Muiño et al., 2015). Dans toutes les espèces, les différences entre les races semblent être importantes en ce qui concerne la mobilité spermatique. De même, il a été suggéré qu'il existe des différences dans les séquences d'ADN spécifiques identifiées parmi les taureaux dont la mobilité du sperme décongelé était classée mauvaise ou bonne (Thurston et al., 2001). Chocat et al. (2001) ont rapporté une liaison significative entre l'ALH et le taux de fécondation. Dans notre étude, généralement, l'ALH a été $2,41 \pm 0,01 \mu\text{m}$. Les races Holstein et Montbéliarde ont un ALH élevé par rapport les races Normande et Fleckvieh. L'importance de la viabilité des spermatozoïdes est liée à la fertilité des taureaux, capacité des spermatozoïdes à féconder et activer l'ovule (Bhakat et al., 2009). De même, les race Montbéliarde et Holstein ont enregistré une linéarité (LIN) et une colinéarité (STR) assez élevées par rapport la Fleckvieh et la Normande ($p < 0.05$). Herrera et al. (2005) ont conclu que le taux de fécondation in vitro (FIV) chez les bovins était significativement corrélée à la motilité progressive mais pas LIN et STR. Une étude sur la FIV dans d'autre espèce a montré que l'ALH ont été fortement liés aux taux de fécondation in vitro. Ainsi, la vitesse des spermatozoïdes surtout le VAP et VSL étaient significativement corrélées au nombre de spermatozoïdes pénétré (Verstegen et al, 2002). Dans étude, et contrairement aux paramètres cinématiques, la race Normande a enregistré la meilleure vitalité (79 %, $P < 0.05$) par apport les autres races. Tandis que, la race Montbéliarde a enregistré la mauvaise vitalité (63 %, $P < 0.05$). La vitalité spermatique explore l'intégrité fonctionnelle et structurale de la membrane plasmique de spermatozoïde. L'effet de la race sur la vitalité peut être expliqué par la qualité membranaire de spermatozoïde (Thurston et al., 2001).

Références bibliographiques

1. **Abdelli A., Belabdi I., Souames S., Iguerouada M., 2015.** Facteurs affectant la réussite de la première insémination artificielle dans des exploitations laitières de la région de Tizi-Ouzou, Algérie. Renc. Rech. Ruminants. 2 : 215.
2. **Ardin D.R., Chenoweth P.J., Friend T.H., Randel R.D., 1982.** Seasonal variation in seminal parameters and libido of Angus and Brahman bulls. Beef cattle research in Texas, 27-29.
3. **Auger I., 1997.** Perspectives de l'analyse de la mobilité des spermatozoïdes. *Andrologie* (1997), 7, 4 : 433-442.
4. **Bhakat M., Mohanty T.K., Gupta A.K., Raina V.S., 2009.** Effect of season and management on semen quality of breeding bulls- a review. *Agric. Rev.*, 30 (2) : 79 – 93.
5. **Bonnes G., Desclauze J., Drogoul G., Gadoud R., 2005.** Reproduction des animaux domestiques. Edition EducAgri. Paris. Pp 480.
6. **Budras k. D., Habel R.E., Wünsche A., Buda S., 2004.** BOVINE ANATOMY. An Illustrated Text. First edition. Edition Die Deutsche Bibliothek. Germany. Pp 144.
7. **Buranaamnuay K., Tummaruk P., Singlor J., Rodriguez-Martinez H., Techakumphu, M., 2009.** Effects of straw volume and equex-STM® on boar sperm quality after cryopreservation. *Reprod. Domest. Anim.* 44(1): 69-73.
8. **Chocat A., Creveuil C., Galeraud-Denis I., Herlicoviez ., Herlicoviez M., Sauvalle A., 2001.** Valeur prédictive des paramètres spermatiques non automatisés et des paramètres cinétiques automatisés sur les taux de clivage en fécondation in vitro. *GynécolObstétFertil* 2001 ; 29 : 301 7.
9. **Contri I., Valorz C., Faustinic M., Wegherb L. , Carluccioa W., 2010.** Effect of semen preparation on casa motility results in cryopreserved bull spermatozoa. *Theriogenology* 74: 424–435.
10. **Crozet N., A991.** La fécondation in vivo et in vitro. In: La reproduction chez les mammifères et l'homme. Edited by C. Thibault and M.C. Levasseur. Paris: INRA, 1991, 17, 315-337.
11. **De kretser D.M., KERR J.B., 1988.** The cytology of the testis. In: The physiology of reproduction. Edited by E. Knobil and J.D. Neill. New-York: Raven Press, 1988, I, 20, 837-932.
12. **Ducrocq V., et Humblot P., 1995.** Genetic characteristics and evolution of semen production of young Normande bulls. *Livest. Prod. Sci.* 41:1–10.
13. **Gauthier D., Varo H., 1985.** Caractéristiques spermatiques des taureaux en Guadeloupe. Variations avec la race et la saison. *Ann de zootech.* 34 (4) :463-470.
14. **Gomez , Morales C.M., F Leites J.R., 1982.** Características del semen de toros Brahman americano (*Bos indicus*) en condiciones de inseminación artificial en Cuba *Revi. Salud. Anim.*, 4, 153-163.
15. **Grizard G et Jimenez C., 1997.** Les examens du sperme dans l'exploration de la fertilité masculine. *Progrès en Urologie* (1997), 7, 496-504.

16. **Guillouet P.h., Tribout T., Bussière J.F., Bertaud G., Bidanel J.P., Terqui M., 1999.** Analyse de facteurs de variation de la production spermatique de verrats d'insémination artificielle. Journées Rech. Porcine en France. 31 :45-52.
17. **Hakima N, Sermondade N., Sifer C. 2012.** Causes spermatiques et échecs de fécondance : quelles explorations autres que le spermogramme ? Can specialized sperm analysis predict fertilization ability? GynécologieObstétrique&Fertilité 40 :543–548.
18. **Herrara C., Brogliatti G., Cavia R., Conde P., Revora M., Pasqualini RS., 2005.** CASA sperm parameters and their relation with in vitro fertilization. In: Proceedings of the 15th Int Congress AnimReprod Brazil. 2:411.
19. **Hyttel P., Sinowatz F., Vejlsted M., Betteridge K., 2010.** Domestic Animal embryology. First published 2010. Elsevier.pp 470.
20. **Ibanescu I., Leiding C., Ciornei S.G., Ros P., Sfartz I, Drugociu D., 2016.** Differences in CASA output according to the chamber type when analyzing frozen-thawed bull sperm. AnimReprod Scie. Article in press.
21. **Knights, S. A., R. L. Baker, D. Gianola, and J. B. Gibb., 1984.** Estimates of heritabilities and of genetic and phenotypic correlations among growth and reproductive traits in yearling Angus bulls. J. Anim. Sci. 58:887–893.
22. **Kumi-Diaka J., Osori D., Nagaratna MU., 1980.** Spermograms of sokotogudah bulls in relation to season and ration supplementation in northern Nigeria. Br. Vet. J., 136: 222-226.
23. **Mathevon M., Buhr M. M., Dekkers J.C.M., 1998.** Environmental, Management, and Genetic Factors Affecting Semen Production in Holstein Bulls. J DairySci81:3321–3330.
24. **Mùino R., TamargoC., Haldigo C.O., Pena A.I.. 2008.** Identification of sperm subpopulation with defined motility characteristics in ejaculates from holstein bulls : effects of cryopreservation and between_bull variation. Anim repro sci. 20:27-39.
25. **OMS., 2010.** WHO laboratory manual for the Examination and processing of human semen. 5^{ème} edition. WHO Press, Switzerland. Pp. 286.
26. **Ovrtavantr. ,Loir M.,1978.** The environment as a factor in reproduction in farm animals. 4th Wld Congr. Anim. Prod., 20-26, April 1978. Buenos Aires, 1: 423-451.
27. **Poncelet A., Sifer S., 2011.,** Physiologie, pathologie et thérapie de la reproduction chez l'humain Springer-Verlag France, Paris.pp718.
28. **Purdy P H., Graham J K., 2004.** Effect of adding cholesterol to bull sperm membranes on sperm capacitation, the acrosome reaction, and fertility. BiolReprod 71: 522-527.
29. **Suarez S.S., Pacey A.A., 2006.** Sperm transport in the female reproductive tract. Human Reproduction Update. 12 (1): 23–37.
30. **Thurston L.M., Watson A.J., Mileham A.J., Holt, W.V., 2001.** Morphologically distinct sperm subpopulations defined by Fourier shape descriptors in fresh ejaculate correlate with variation in boar semen quality following cryopreservation. J. Androl. 22: 383-394.
31. **Verstegen J.P., Iguer-Ouada M., Onclin K., 2002.** Computer assisted semen analyzers in andrology research and veterinary practice. Theriogenology .57:149–79.