



Institut des Sciences
Vétérinaires- Blida

Université Saad
Dahlab-Blida 1-



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

Contribution à l'étude des échecs de l'insémination artificielle

Présenté par
- **MANSOUR HACENE** & - **MOUSSAOUI AREZKI**

Les Jury :

Président(e) :	YAHIMI A	MAA	ISV.BLIDA
Examineur :	MEDROUH B	MAB	ISV.BLIDA
Promoteur :	KALEM A	MAA	ISV.BLIDA

Année : 2015/2016

Remerciements

Au nom de Dieu clément et miséricordieux qui par sa grâce nous avons pu
achever ce travail.

A messieurs :

Dr KALEM AMMAR :

Les mots ne seront jamais assez forts pour exprimer toute notre gratitude.
Il nous a initié à la recherche et a su nous accompagner tout au long de ce
travail de fin d'études. Ses compétences, sa patience, ses qualités humaines
nous ont permis de mener à bien ce travail.

Dr YAHIMI ABDLKRIM :

Qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse.

Hommages respectueux.

Dr MEDROUH BACHIR :

D'avoir accepté examiner notre travail.

Sincères remerciements.

A monsieur **DJEGHALI** qui nous a aidé à réaliser notre travail.

A tous les élèves qui nous ont ouvert les portes de leurs propriétés.

Des remerciements chaleureux à tous nos enseignants qui nous ont formé et
nous ont enrichi par leur science et leur savoir faire depuis le primaire jusqu'à ce
niveau. Hommages respectueux.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

*-A mes très chers **parents**, sans vous je ne serais pas où j'en suis, pour les valeurs que vous m'avez transmises et pour avoir toujours cru en moi, j'espère contribuer à votre fierté, je ne vous le dirai jamais assez : merci pour tout, et surtout d'être vous !*

*A mes aimables **frères et sœurs** pour les bons moments passés ensemble, et autres avenir et surtout pour leur confiance.*

*, A mes **oncles et mes tantes**, pour leur présence, soutiens ainsi aux encouragements ininterrompus durant toutes ces années, Avec mon éternelle reconnaissance et toute mon affection, merci.*

*A mon promoteur **Dr Kalem Ammar** et toute sa famille à qui j'espère la bonne santé, réussite, bonheur, calme et paix.
A tous mes **amies** de l'institut vétérinaire de Blida et de la résidence universitaire.*

A tous les gens qui ont croisé ma route et enchanté ma vie au cours de ces cinq bonnes années si vite passées, et m'ont appris au moins une chose !

A toutes la promotion vétérinaire 2016.

Arezki.

Dédicaces

A Dieu tout puissant, le créateur et le pourvoyeur de toutes choses et de toutes œuvres humaines.

*A mes **parents**, qui m'ont données la vie, l'amour, et la joie de vivre, merci de m'avoir accompagnée toutes ces années et d'avoir cru en moi.*

*A mes **frères et sœurs**, ma fierté et ma source de foi et de confiances.*

*A mes **nièces**, mes petit(e)s anges aimé(e)s.*

*A mes **grands-parents**, qui ont toujours eu un sens de la famille très développé.*

*A mes **oncles**, mes **tantes**, mes **cousins et cousines**, mes **beaux frères et belles sœurs**.*

*A tout mes **ami(e)s** ... avec qui j'ai partagé larmes et sourires, rires et souvenirs ...*

*A toute **personne** que ma mémoire à négligée ... qui m'était aide à un certain moment*

Hacene

Liste des abréviations

- **AC:** accouplement.
- **AGNE :** Acide Gras Non Estérifiés.
- **BCS:** body condition scoring.
- **BHB :** B-hydroxybutyrate.
- **Bv :** bovin.
- **CJ:** corps jaune.
- **E₂ :** œstrogène.
- **F:** follicules.
- **FSH:** Follicle stimulating hormone.
- **Gly:** glycémie.
- **GNRH:** gonadotropin Releasing Hormone.
- **IA/IAF :** Rapport entre le nombre total d'inséminations et le nombre d'inséminations fécondantes.
- **IM:** intra musculaire.
- **J:** jours.
- **LH:** Luteinizing hormone.
- **Ov :** ovaire.
- **P₄ :** progesterone.
- **PGF2 α :** prostaglandin f 2 alpha.
- **PMSG :** Pregnant Mare Serum Gonadot.
- **PRG:** progesterone.
- **RP :** rétention placentaire.
- **TRIA1 :** Taux de réussite en première insémination.

Liste des tableaux

Tableau 1 : Aperçu d'hormones sexuelles selon.....	4
Tableau 2 : Les aides à l'observation selon	8
Tableau 3: Interprétation des notes d'état corporel	14
Tableau 4: Conséquences des endométrites, diagnostiquées par biopsie, sur la réussite en 1 ère IA.....	15
Tableau 5: Influence de l'excès d'azote alimentaire sur les paramètres de reproduction de la vache laitière	20
Tableau 6: Rôle des oligo-éléments, vitamines et les conséquences de leurs carences	21
Tableau 7: L'influence de la fréquence des observations sur la détection des chaleurs:.....	23
Tableau 8 : fréquence et pourcentage de répartition des vaches selon les BHB	31
Tableau 9 : fréquence des vaches selon les BHB.....	32
Tableau 10 : fréquence et pourcentage de répartition des vaches selon la glycémie avant l'IA	
Tableau 11 : la fréquence des vaches selon la glycémie avant IA.....	34
Tableau 12 : fréquence et pourcentage de répartition des vaches selon la glycémie après l'IA	35
Tableau 13 : fréquence des vaches selon la glycémie après l'IA.....	36
Tableau 14 : fréquence et pourcentage de répartition des vaches selon les AGNE au moment de l'IA.....	37
Tableau 15 : fréquence des vaches selon les AGNE	38
Tableau 16 : fréquence et pourcentage des vaches qui ont un échec en IA en fonction des concentrations des AGNE	39
Tableau 17 : fréquence et pourcentage de répartition des vaches selon le BCS.....	40
Tableau 18 : répartition des vaches selon le BCS.....	41
Tableau 19 : résultats de la réussite de l'IA.....	42
Tableau 20: comparaison de seuil de concentration sanguine en AGNE et troubles métabolique associés de notre résultats et de ceux d'autres auteurs	44

Liste des figures

Figure 1: Appareil génital en place.....	2
Figure 2 : Changements hormonaux et ovariens durant le cycle oestral de la vache	5
Figure 3: Les différents signes de chaleurs et le moment de leur manifestation.....	6
Figure 4: Les signes probables des chaleurs.....	7
Figure 5 : les différents protocoles de synchronisations des chaleurs	10
Figure 6: Effet de l'âge à l'IA sur la fertilité (% de réussite à l'IA) des génisses	13
Figure7: Manifestation des chaleurs et le moment adéquat pour l'IA	24
Figure8 : Mise en place d'une dose de semence	26
Figure9 : schéma montrant les différents prélèvements effectués	28
Figure 10 : Le matériel de prélèvement	29
Figure 11 : la méthode de prélèvement	30
Figure 12 : pourcentage de répartition des vaches selon les BHB.....	31
Figure 13 : fréquence de répartition des vaches selon les BHB.....	33
Figure 14 : pourcentage de répartition des vaches selon la glycémie avant l'IA.....	33
Figure 15 : fréquence de répartition des vaches selon la glycémie avant l'IA.....	34
Figure 16 : pourcentage de répartition des vaches selon la glycémie après l'IA.....	35
Figure 17 : fréquence de répartition des vaches selon la glycémie après l'IA.....	36
Figure 18 : pourcentage de répartition des vaches selon les AGNE au moment de l'IA	37
Figure 19 : fréquence de répartition des vaches selon les AGNE au moment de l'IA.....	38
Figure 20 : pourcentage des vaches qui ont un échec en IA en fonction des concentrations des AGNE	39
Figure 21 : pourcentage de répartition des vaches selon le BCS.....	40
Figure 22 : fréquence de répartition des vaches selon le BCS au moment de l'IA	41
Figure 23 : pourcentage de réussite à l'IA.....	42

Sommaire

Remerciement.	
Dédicace.	
Résumé.	
Abstract.	
ملخص.	
Liste des tableaux.	
Liste des figures.	
Liste des abréviations.	

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE 1 : Rappel anatomo-physiologique de l'appareil génital de la vache.....	2
1. a. Anatomie et fonction de l'appareil reproducteur de la vache :.....	2
1. b. Physiologie de la reproduction	2
1. b. 1. Cycle sexuel de la vache :.....	3
1. b. 2. Les mécanismes hormonaux du cycle sexuel :.....	3
CHAPITRE 2: Les chaleurs.....	6
2. a. Définition des chaleurs (l'œstrus) :.....	6
2. b. Détection des chaleurs :.....	6
2. b.1 Les signes des chaleurs :.....	6
2. b.2.Facteurs influençant l'expression des chaleurs :.....	7
2. b.3.Méthodes de détection des chaleurs :.....	7
2. b. 4. Absence de chaleurs :	9
2. c. Synchronisation des chaleurs :.....	9
CHAPITRE 3 : L'insémination artificielle :.....	11
3. a. Définition de l'insémination artificielle :.....	11
3. b. Avantages et inconvénients de l'insémination artificielle :.....	11
3. c. Facteurs d'échec de l'insémination artificielle :.....	12
1. les facteurs liés à l'animal :	12
2. Facteurs liés à la conduite d'élevage :	17
A.L'alimentation :.....	17
B.La conduite de la reproduction :	22
3. Les facteurs liés à la pratique de l'insémination artificielle :.....	24
4. Autres facteurs :.....	26

Partie expérimentale

1- Objectifs	28
2-Matériel et méthodes	28
2. a .Matériel de prélèvements	29
2. b. Méthodes de prélèvement	30
2. c. Matériel et méthodes de dosage.....	30
3- Résultats	31
3. a. Résultats des BHB	31
3. b. La glycémie avant l'IA	33
3. c. Glycémie après l'IA.....	35
3. d. AGNE au moment d'IA	37
3. e. BCS des vaches :.....	40
3. f. Résultats de la réussite à l'IA.....	42
4- Discussion	43
4.1 Taux de réussite en IA	43
4.2 Les BHB.....	44
4.3 La Glycémie.....	44
4.4 Les AGNE.....	45
4.5 Score corporelle (BCS).....	45
5- Conclusion	46

Résumé

L'objectif général de ce travail était d'apprécier l'influence de quelques paramètres énergétiques sur la réussite de l'IA des vaches dans la région de Freha, située dans la wilaya de Tizi-Ouzou de la période allant du 06/09/2015 jusqu'au 10/06/2016. Pour ce faire, du sang de 16 vaches provenant de cette région a été prélevé à J0 (le jour de l'insémination). Ces prélèvements ont fait l'objet des dosages de la glycémie, les BHB et les AGNE en vue de la détermination de la concentration des différents paramètres énergétiques.

Sur les 16 vaches inséminées, 8 ont été gravides, soit un taux de réussite de 50%.

La répartition des vaches en fonction de la concentration en AGNE a montré que 56,25% des vaches sont en bilan énergétique négatif.

Pour les deux autres paramètres dosés la glycémie et les BHB ; la majorité des vaches inséminées présentent des concentrations sanguines proches de la norme.

En fin la plus part des animaux étudiés présentent un BCS de 2.5 ce qui peut augmenter d'emblé les échecs.

Mots clés : vache, insémination artificielle, alimentation, bilan énergétique, dosage.

Abstract

The general aim of this study was to assess the influence of some energy parameters on the success of Artificial insemination cows in Freha region, located in the wilaya of Tizi-Ouzou for the period 06/09 / 2015 until 06.10.2016. To do this, the blood of 16 cows from this region was taken at day 0 (the day of insemination). These samples have been dosages of blood glucose, BHB and NEFA. For determining the concentration of the various power parameters. Of the 16 inseminated cows, 8 were pregnant, a success rate of 50%.

The distribution of cows according to the concentration of NEFA showed that 56.25% of the cows in negative energy balance.

For the other two parameters measured blood glucose and BHB most inseminated cows have blood levels close to normal.

In the end most of the animals studied presents a BCS between 2.5 and 3 which can increase emblem of the failures.

Keywords: cows, artificial insemination, feed, energy balance, dosage.

ملخص

وكان الهدف العام من هذه الدراسة إلى تقييم تأثير بعض معالم الطاقة على نجاح الأبقار منظمة العفو الدولية في منطقة فريحة، وتقع في ولاية تيزي وزو في الفترة 09/06 / 2015 حتى 10/6/2016. للقيام بذلك، اتخذ الدم من 16 بقرة من لتحديد تركيز المعلمات NEFA وBHB يوم التلقيح). وكانت هذه العينات جرعات من السكر في الدم، (DO هذه المنطقة في السلطة المختلفة

من الأبقار تلقيح 16، 8 كانت حاملا، وهو معدل نجاح 50٪.

أن 56.25٪ من الأبقار في توازن الطاقة السلبية NEFA أظهر توزيع الأبقار وفقا لتركيز

الأكثر تلقيح لديهم مستويات الدم وثيقة إلى وضعها BHB لاثنين من غيرها من المعالم قياس السكر في الدم والأبقار الطبيعي.

بين 2.5 و 3 التي يمكن أن تزيد شعار الفشل BCS في النهاية معظم الحيوانات درس يقدم

الطاقة، الجرعة bilant كلمات البحث: الأبقار والتلقيح الاصطناعي، والأعلاف،

Partie bibliographique

INTRODUCTION :

Les prévisions d'évolution démographique et de croissance de la consommation individuelle de produits animaux montrent que, d'ici 2020, il va falloir produire plus de 220 milliards de litres de lait et 100 millions de tonnes de viande dans les pays en voie de développement pour faire face à la demande (**Faye et Alary, 2001**).

Quel que soit le système bovin laitier, la reproduction est une fonction essentielle à la pérennité de l'élevage (**DISENHAUS et al. 2005**). La gestion de la reproduction est devenue indispensable pour obtenir les meilleurs résultats qui consistent principalement à avoir un veau /vache/an ; cela a nécessité le recourt à plusieurs techniques et le développement d'autres biotechnologies contribuant à cet objectif.

L'intérêt grandissant manifesté par tous les pays du monde à l'insémination artificielle est lié à ses avantages nombreux surtout génétiques et qui militent pour sa généralisation dans les élevages dans des conditions maîtrisées.

Comme tout autre pays, l'Algérie cherche à améliorer son potentiel productif de ses élevages bovins, utilisant ainsi l'insémination artificielle, en bénéficiant de ses nombreux avantages. En Algérie, les premières tentatives sur les bovins, avaient débuté des 1945 au niveau de l'Institut National Agronomique (**INA-El Harrach**). En 1988, l'insémination artificielle a repris son élan, suite à la création du (CNIAAG) centre national d'insémination artificielle et d'amélioration génétique, et malgré les efforts fournis par cette organisation, l'utilisation et la maîtrise de cette biotechnologie restent très limitées à nos jours.

Le taux de réussite de l'insémination artificielle demeure encore très faible, il est de l'ordre de 50% pour Ghoulane et al (2003) et moins de 30% pour Bouzebda et al (2006) en Algérie. En Tunisie (40% pour Ben Salem et al 2007). 57 % en France selon (Meyer.2008).

Ces échecs résultent de plusieurs facteurs :

- La non maîtrise de la pratique (moment adéquat, manipulation et matérielle)
- Les conditions d'élevage (conduite de l'alimentation et de la reproduction)
- L'état sanitaire et l'environnement de l'animal.

C'est dans ce cadre que s'inscrit ce présent travail, dont l'objectif est de mettre en évidence quelques importantes causes d'échec d'insémination artificielle.

CHAPITRE 1 : Rappel anatomo-physiologique de l'appareil génital de la vache

1. a. Anatomie et fonction de l'appareil reproducteur de la vache :

L'appareil reproducteur de la vache assure 03 fonctions :

- La production de gamètes (ovules)
- La gestation
- La lactation: la mamelle ne constitue pas réellement l'appareil «reproducteur», mais son fonctionnement en est très attaché.

Les organes génitaux sont divisés en organes internes et externes (**Kohler S, 2004**).

- Les organes génitaux externes sont : la vulve (vulva), le vestibule de vagin (vestibulum) et le vagin (vagina).
- Les organes génitaux internes sont : le col de l'utérus (cervix), la matrice (utérus), les oviductes et les ovaires.

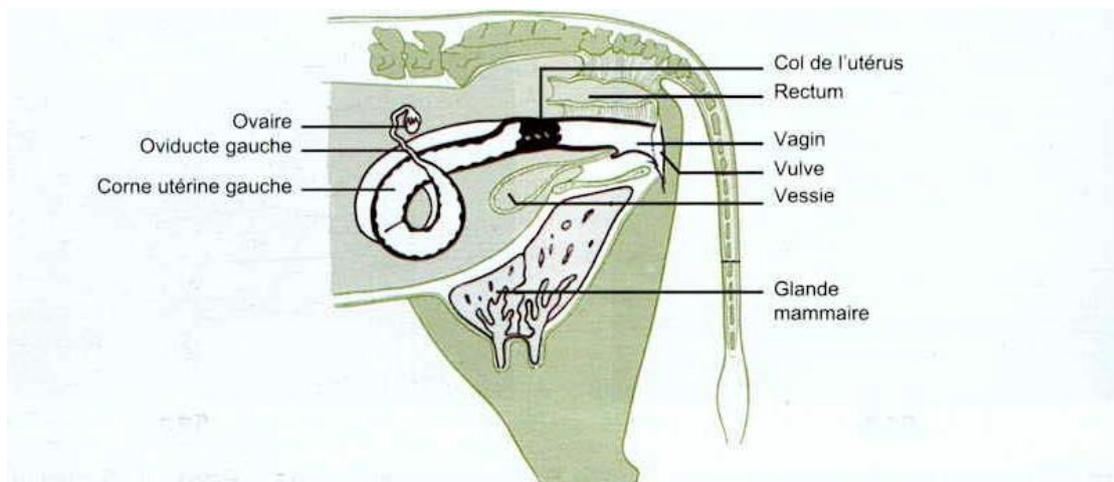


Figure 1: Appareil génital en place (**MALADIES DES BOVINS, 2000**)

L'appareil reproducteur femelle comprend :

- Deux gonades ou ovaires ayant, comme les testicules, une double fonction, l'élaboration des gamètes femelles et la synthèse d'hormones femelles ;
- Des voies génitales : l'oviducte, lieu de fécondation ; l'utérus, organe de gestation ; le vagin et la vulve organes d'accouplement. (**Ardouin N , 2013**).

1. b. Physiologie de la reproduction

La femelle non gestante possède une activité sexuelle cyclique à partir de la puberté, se qui correspond à 2 /3 de son poids corporel adulte

1. b. 1. Cycle sexuel de la vache :

Partie bibliographique

Le cycle sexuel ou cycle des chaleurs dure en moyenne chez le bovin 21 jours, avec une variation usuelle importante de 19 à 23 j. Durant ce cycle, l'appareil reproducteur subit des modifications structurales, fonctionnelles (de l'ovaire et du tractus génital) et comportementales qui se produisent à intervalles réguliers et dans un même ordre.

Les modifications structurales et fonctionnelles ne sont pas visibles par l'éleveur : c'est l'ovulation, la période entre deux ovulations est définie par *le cycle ovarien*.

Les modifications comportementales sont visibles par l'éleveur : c'est le phénomène des chaleurs. La période entre deux chaleurs est définie par *le cycle œstral (Dudouet C, 2004)*

a) Le cycle ovarien :

Une phase folliculaire, d'environ 4 jours, qui se caractérise par la destruction du corps jaune. Quelques follicules cavitaires subissent alors une croissance brutale et une maturation jusqu'au stade de follicule mûr. C'est à ce stade qu'ils secrètent le plus d'œstrogènes.

L'ovulation et la formation du corps jaune marquent le passage à la phase lutéale, caractérisée par un taux élevé de progestérone et par la sélection et la différenciation de follicules tertiaires en follicules cavitaires. Cette phase lutéale dure 17 jours **(Cauty et J.M. Perreau, 2003)**.

b) Le cycle œstral :

L'espèce bovine est polyœstrienne, à cycle œstral continu dont la durée est de 21 jours ; il est généralement plus court chez les génisses que chez les pluripares **(Deriveau et Ectors, 1980)**.

Il se déroule en 4 phases :

- 1- Pro œstrus 4j
- 2- Œstrus (les chaleurs) 24h
- 3- Metœstrus 2j
- 4- Di œstrus 14j

1. b. 2. Les mécanismes hormonaux du cycle sexuel :

Le mécanisme hormonal de cycle sexuel est sous contrôle hypothalamo-hypophyso-ovarien **(Ardouin N, 2013)**

Partie bibliographique

a) Les hormones de la reproduction :

Tableau 1 : Aperçu d'hormones sexuelles selon (Kohler, 2004).

Hormones	Lieu de production	Organes cibles	Actions
FSH-RH	Hypothalamus (zone de cerveau)	Hypophyse	Sécrétion de FSH
LH-RH	Hypothalamus (zone de cerveau)	Hypophyse	Sécrétion de LH
FSH	Hypophyse (glande pituitaire)	Ovaire	Croissance du follicule
LH	Hypophyse (glande pituitaire)	Ovaire	Maturation finale du follicule. Ovulation Formation du corps jaune
Œstrogène	Ovaire	Divers organes	Signes des chaleurs (régulation par rétro-action; feed-back positif)
Progestérone	Corps jaune, placenta	Ovaire	Antagoniste de l'œstrogène Hormone de la gestation (régulation par rétro-action; feed-back négatif)
Ocytocine	Hypophyse - corps jaune	Utérus Mamelle	Contraction de la matrice Sécrétion lactée
Prostaglandines	Utérus	Utérus	Disparition du corps jaune

b) Régulation hormonale de cycle :

Au cours de la période pré ovulatoire, le taux de progestérone chute brutalement, alors que les œstrogènes sont produits en quantité croissante jusqu'au déclenchement des chaleurs.

Durant la phase lutéale, le taux d'œstrogène est faible et le taux de progestérone maintient l'appareil génital au repos (réduction des contractions).

Les hormones hypophysaires gonadotropes, FSH et LH, sont produites en quantité constante pendant la plus grande partie du cycle. Une décharge simultanée de FSH et LH au moment des chaleurs permet la croissance folliculaire ; le pic bref et brutal de LH provoque l'ovulation (Couailler J, 2005).

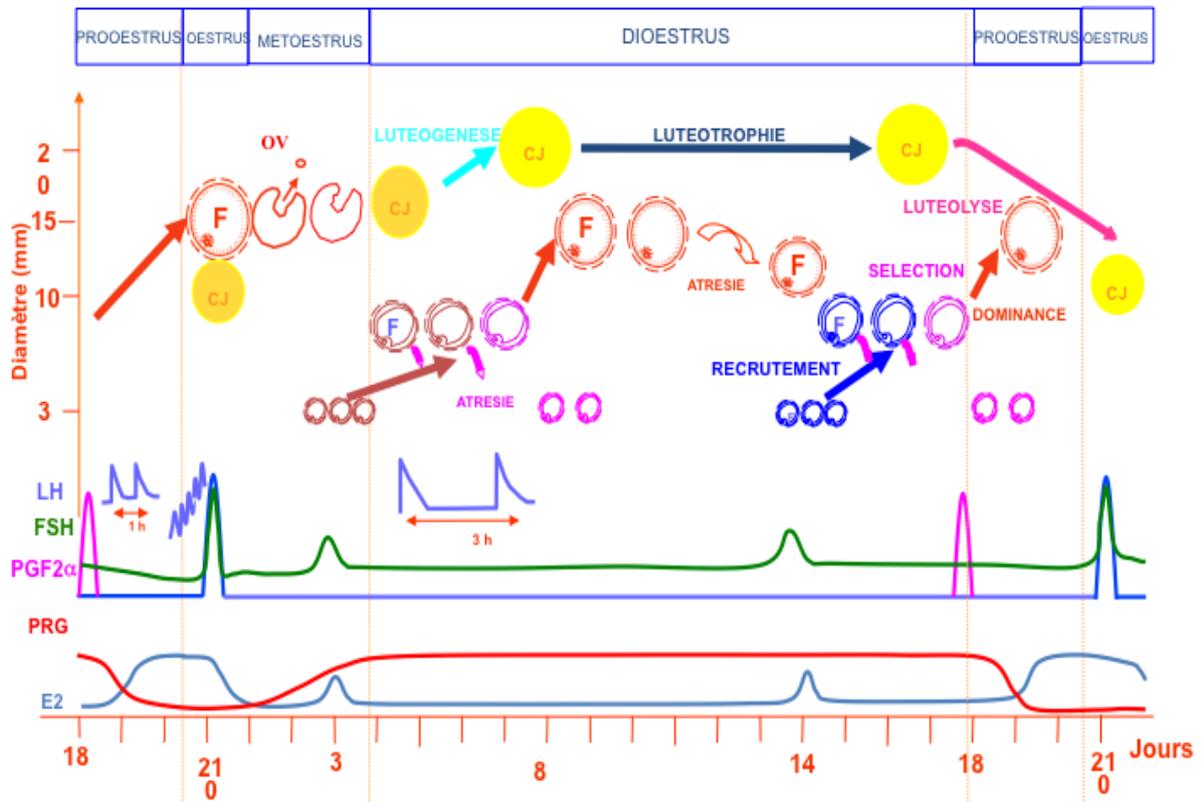


Figure 2 : Changements hormonaux et ovariens durant le cycle oestral de la vache .D'après (Gayard V, 2008).

CHAPITRE 2: Les chaleurs

2. a. Définition des chaleurs (l'œstrus) :

Les chaleurs sont définies comme étant une période de réceptivité sexuelle caractérisée par la monte (**Gayrard V, 2007**). Selon Larousse agricole les chaleurs sont les comportements particuliers d'une femelle correspondant à la période appelée œstrus, pendant laquelle cette femelle accepte l'accouplement avec le mâle et peut être fécondée.

L'œstrus doit être strictement et uniquement défini comme la période où la femelle accepte le chevauchement par le mâle ou d'autre congénères qui dure de 6 à 30 heures et se répète en moyenne tout les 21 jours; (**Esslemont et al., 1976**).

Le chevauchement accompagné par l'immobilisation sont très spécifiques de l'œstrus et ne sont rencontrés que très rarement en phase lutéale. (**Disenhaus et al., 2003**).

2. b. Détection des chaleurs :

La détection de l'œstrus constitue une activité essentielle par un éleveur désireux pour obtenir une fertilité et fécondité normales de son troupeau. La plupart des vaches montrent leurs signes de chaleurs de manière progressive



Figure 3: Les différents signes de chaleurs et le moment de leur manifestation. (**Wattiaux, 1996**)

2. b.1 Les signes des chaleurs : les signes secondaires probables des chaleurs

- Mucus (écoulement entre les lèvres vulvaires) (**photo 01**)
- Monte active (chevauchement sans acceptation) (**photo 04**)
- Monte passive (la vache se laisse monter par d'autres) (**photo 03**)
- Relever de la tête et flehmen (retroussis de la lèvre supérieure) (**photo 05**)
- Réflexe lombaire (lordose) et palpation du follicule.
- Reniflements vulvaires. (**photo 02**)
- Menton posé sur la croupe (**photo 06**)



Figure 4: Les signes probables des chaleurs (Hanzen, 2009)

2. b.2.Facteurs influençant l'expression des chaleurs :

Le comportement sexuel de la vache est soumis à des multiples influences. Les connaître permet d'obtenir une meilleure expression, détection et interprétation des signes comportementaux observés (taille du troupeau, type de stabulation, absence d'observation et de notation, influence de l'alimentation et de l'équilibre énergétique, effet de la température et la saison) (Wattiaux, 1996).

2. b.3.Méthodes de détection des chaleurs :

Une bonne détection des chaleurs est indispensable en insémination artificielle, réalisée en deux méthodes. (INRAP ,1988

➤ Méthodes de détection directe :

Réalisée par l'éleveur, elle consiste à observer le comportement soit des vaches soit des animaux détecteurs (mâle vasectomisé, vache androgène)

Cette observation peut se faire en continu et permet de détecter 90% à 100% des chaleurs, ou en discontinu en plusieurs fréquences (l'aube, midi, le soir) permettant d'identifier jusqu'à 80% des chaleurs.

Partie bibliographique

➤ Méthodes de détection indirecte :

Basée sur l'utilisation de marqueurs ou de révélateurs de chevauchement

Tableau 2 : Les aides à l'observation selon (Disenhaus et al., 2010)

Aide	Opportunité	Avantages	Limites/inconvénients
Planning de reproduction	Toujours	Coût, transmission de l'information	Peu spécifique Ne doit pas être utilisé seul
Détecteur de chevauchement (simples, de la peinture à systèmes plus élaborés)	Bonne expression animale : pâturage, productivité animale modérée, vèlages groupés	Détection 24h/24, coût	Ne détecte que les AC (peu sensible), Faux positifs, Travail (mise en place)
Détecteurs électroniques de chevauchement	Bonne expression animale : productivité animale modérée, vèlages groupés	Détection 24h/24	Disponibilité, ne détecte que les AC, sensibilité (plusieurs AC), Travail (mise en place)
-Détecteurs d'activité : podomètres simples -podomètres nouvelle génération	-Stabulation libre Expression animale faible -Stabulation libre et étable entravée	Détection 24h/24 de l'activité : plus sensible que l'AC et spécificité convenable	-Pas en période de transition stabulation/pâturage -Doivent être calibrés sur chaque vache. -Faux négatifs si boiteries
Activimètres	Stabulation libre, Expression animale faible ? Si déjà utilisé pour la détection des vèlages	Détection 24h/24 de l'activité : bonne spécificité si règles d'utilisation respectées (recul suffisant), assez bonne sensibilité	Disponibilité, coût Faux négatifs si expression faible Faux positifs si évènement particulier (traitements) En période de transition ? Au pâturage ? Recul ?
Conductivité du lait, compteur à lait.	Intégrés au matériel de traite	Intégrés au matériel de traite	Peu spécifique Ne doivent être utilisés seuls
Dosage de la progestérone en ligne	Stabulation libre, expression animale très faible	Prédit le jour de l'ovulation si dosage quotidien	Disponibilité, coût très élevé
Taureau (vasectomisé ou non)	Contrainte temporelle forte Stabulation entravée	En monte : efficacité (sensible et spécifique) si pas trop de vaches (choix) En détection : sensibilité très variable	Danger, gestations non désirées (si non vasectomisé), travail (complications, agitation, tri), Sélection

2. b. 4. Absence de chaleurs :

Les chaleurs peuvent ne pas être observées pour de nombreuses raisons (**Wattiaux, 1996**) :

- La vache est gestante;
- La vache a vêlé et le cycle œstral n'a pas encore recommencé (chaleurs silencieuses);
- La vache est en anœstrus à cause d'une pauvre alimentation, d'une infection, ou d'une complication après le vêlage;
- La vache a un kyste ovarien (lutéinesé)
- L'éleveur ne réussit pas à détecter les vaches en chaleur.

2. c. Synchronisation des chaleurs : est une technique qui permet de maîtriser et d'harmoniser le cycle sexuel de plusieurs vaches. Elle a l'avantage d'améliorer les taux de succès de l'IA, et le levé de la contrainte liée à la détection des chaleurs, et permet un gain de temps et d'argent. Elle présente plusieurs autres avantages :

- Détection de chaleur à une date prédéterminée.
- Cycler les vaches non-cyclées.
- Réalisation des inséminations artificielles pour plusieurs femelles à une date fixe et prévue.
- Groupage des mises-bas pour une surveillance plus facile.

➤ **Méthodes de synchronisation des chaleurs :** il existe différentes méthodes selon (**Marichatou H et al.,2004**)

1. Méthodes zootechniques : Ces méthodes provoquent les mêmes effets d'induction, de groupage des ovulations ou d'augmentation de la fertilité sans véritablement synchroniser les chaleurs des vaches. Parmi elles, on peut citer :

- L'effet mâle obtenu par l'introduction d'un taureau dans un troupeau de femelles qui en étaient momentanément séparées,
- L'effet groupe obtenu par la mise en lot de génisses pour souvent avancer l'âge à la puberté,
- Le flushing consistant à augmenter temporairement le niveau énergétique de l'alimentation.

2. Méthodes hormonales :

- La prostaglandine F2a (F2 alpha)
- La prostaglandine et ses analogues
- La progestérone (ou ses dérivés synthétiques)
- Avec la GnRH

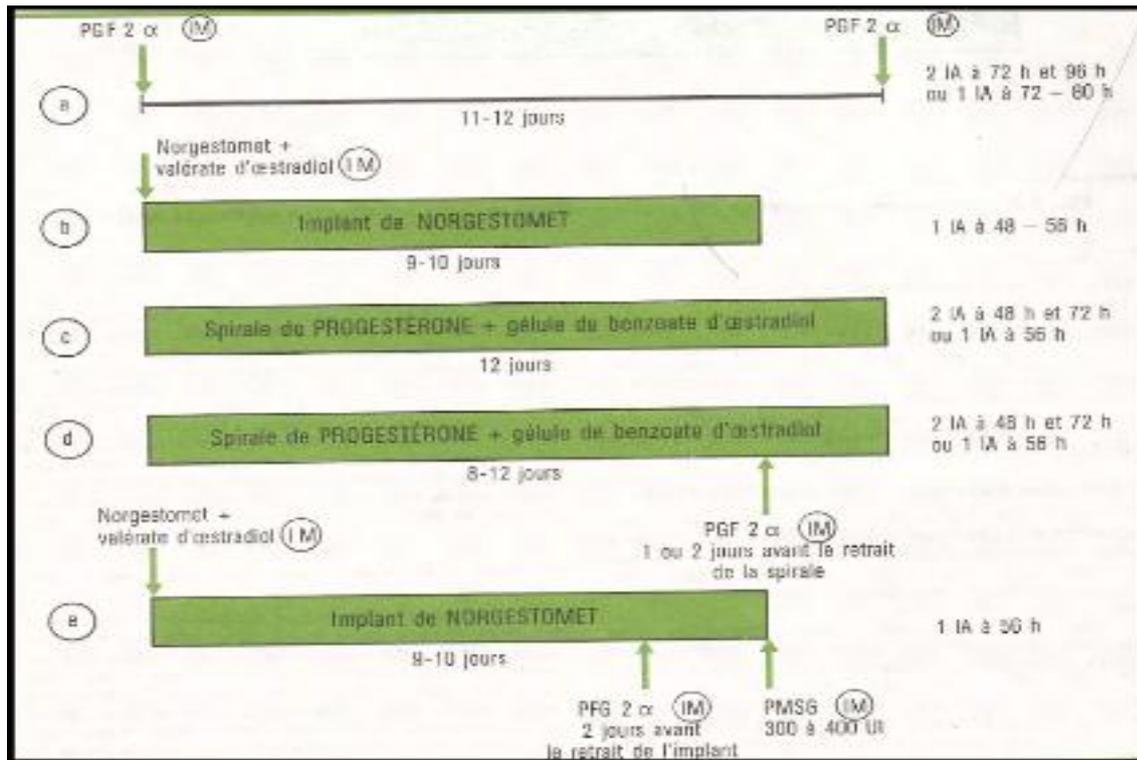


Figure 5 : les différents protocoles de synchronisations des chaleurs (Marichatou H et al., 2004)

CHAPITRE 3 : L'insémination artificielle :

3. a. Définition de l'insémination artificielle :

L'insémination artificielle est une technique comportant une succession d'opérations qui permettent de recueillir le sperme du mâle puis de le déposer dans les voies génitales femelles, sans qu'il n'y ait accouplement (**Soltner, 2005**).

Elle consiste à déposer le sperme au moyen d'un instrument, au moment opportun et à l'endroit le plus approprié du tractus génital femelle (**Hanzen, 2009**)

On considère l'insémination artificielle réussie lorsqu'elle aboutit à une mise bas d'un veau viable (**Marichatou, 2004**)

3. b. Avantages et inconvénients de l'insémination artificielle :

L'insémination artificielle est une méthode qui a déjà fait ses preuves dans les pays développés. Elle a permis d'atteindre des niveaux de production très importants, notamment pour la production laitière, ces avantages sont multiples.

➤ Les avantages génétiques :

L'IA donne l'occasion de choisir des taureaux à tester qui transmettent des traits désirables à leur descendance (**Michael et Wattiaux, 1995**).

Minimise le risque d'obtenir des génisses avec des défauts héréditaires.

Elle 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 par rapport à l'autre). (**Inra, 1984**).

➤ les avantages sanitaires :

Cette technique évite la propagation des maladies contagieuses et vénériennes, en supprimant l'accouplement et en adoptant les contrôles sanitaires très stricts exigés au niveau des centres producteurs de semences.

➤ les avantages économiques :

Elle élimine le coût et les dangers associés à l'utilisation des taureaux à la ferme, l'éleveur n'a pas à entretenir un taureau et cela permet d'avoir plus de vache productrices pour la même surface de pâturage. De plus, cela diminue le danger que peut reporter l'élevage d'un taureau. (**Michaele et Wattiaux, 1995**)

➤ les avantages techniques

La diffusion rapide dans le troupeau et dans l'espace du progrès génétique. Découverte rapide de géniteurs ayant de très hautes performances génétiques grâce au testage sur descendance qui exige l'utilisation de l'IA. Grandes possibilités pour l'éleveur du choix des caractéristiques de taureau qu'il désire utiliser en fonction de son type d'élevage et l'option de production animale à développer.

En dehors de ces avantages, cette biotechnologie présente aussi quelques inconvénients dus à plusieurs facteurs.

➤ les inconvénients de l'IA :

Le succès de l'IA n'est pas garanti à 100%.

Si l'IA est effectuée sur des vaches hors la période des chaleurs elle va entraîner une infertilité, elle peut causer aussi une endométrite ou un avortement si la vache est déjà gestante.

L'utilisation d'un nombre restreint de taureaux sur une large échelle peut disséminer des gènes dangereux qui se manifestent sur la descendance. **(Kaidi ,2008)**

Si une erreur survient lors de la préparation de la semence, l'infertilité toucherait un nombre important de vaches.

3. c. Facteurs d'échec de l'insémination artificielle :

1. les facteurs liés à l'animal :

A. La génétique :

L'effet du niveau génétique sur la fertilité a été démontré par (LE MEZEC et BARBAT.2008) en France sur la race prim'holstein. Ces auteurs, ont estimé que la génétique contribue à 40 % dans la dégradation du taux de réussite de la première IA observée ces dernières années.

B. L'âge :

(CRAPLET et THIBIER, 1973) ont rapporté que la fécondité augmente progressivement à partir de la puberté, elle atteint un maximum vers 4-5 ans et diminue ensuite progressivement. En effet, les génisses laitières sont plus fertiles que les vaches **(Hanzen, 1994)**.

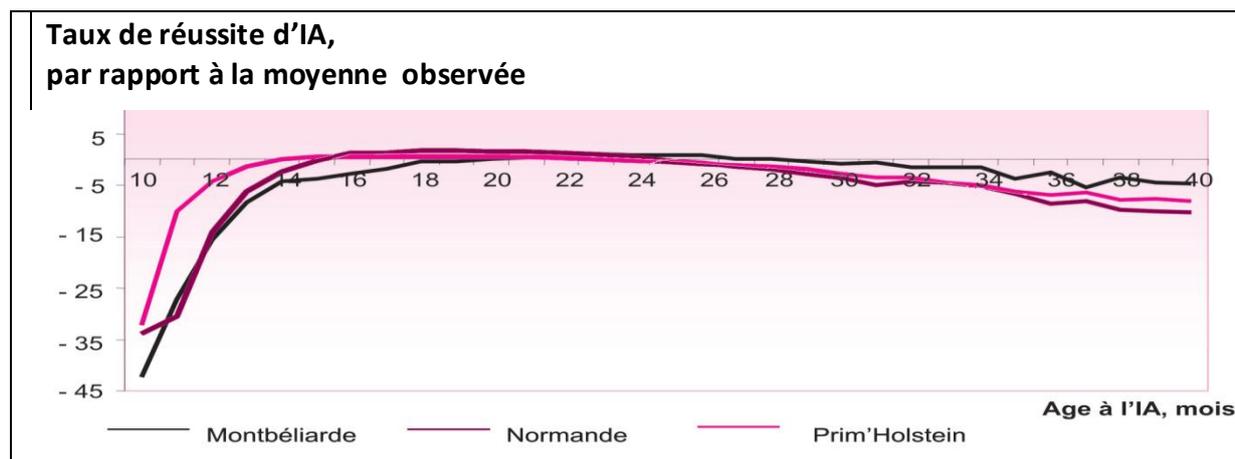


Figure 6: Effet de l'âge à l'IA sur la fertilité (% de réussite à l'IA) des génisses d'après (Barbat et al. 2007 cité par LE Cozler et al., 2009).

C. L'état corporel :

Il a été prouvé que les notes de l'état corporel au vêlage et la perte de l'état corporel en début de lactation sont étroitement liées à la santé, à la fertilité et à la production laitière. (Markusfeld et al., 1997).

L'intervalle vêlage- vêlage est influencé par l'état corporel de la femelle, ils affirment que les jeunes vaches avec une note corporelle inférieure à 2,5 présentent une augmentation de l'intervalle entre deux mises bas, estimée à au moins 30 jours par point (Agabriel et al., 1992) cités par (Ballery, 2005).

L'obtention d'un état corporel optimal au moment du vêlage doit constituer un objectif prioritaire. (Bosio, 2006), recommande les valeurs respectives comprises entre 2,5 et 3,5 et entre 3,0 et 4,0 pour les vaches primipares et multipares.

D'après le même auteur l'évaluation de l'état corporel peut être réalisée lors du contrôle de l'involution utérine (de J20 à J40 postpartum) voire lors de la première insémination artificielle. Il recommande les valeurs comprises entre 2,0 et 2,5 chez les primipares et entre 2,0 et 3,0 chez les multipares.

Tableau 3: Interprétation des notes d'état corporel

Notes	Observations
1,5	Cette vache est trop maigre, elle aura des problèmes de production, de reproduction et de santé.
2	Cette vache est très maigre, avec de mauvais résultats de production et de reproduction. L'état de santé est correct.
2,5	C'est un assez bon résultat si la proportion d'animaux ayant un indice d'état corporel inférieur ou égal à 2,5 n'excède pas 10 % du troupeau. C'est le seuil minimum acceptable.
3	Il pourrait s'agir d'une vache haute productrice et en bonne santé. Par contre, si une vache vêle avec une note d'état corporel de 3 maximum, elle n'aura pas suffisamment de réserves pendant la période de haute production pour patienter jusqu'à l'augmentation de la ration de MS.
3,5	C'est la note idéale pour les vaches taries et les vaches venant de vêler
4	Les vaches qui vèleront avec cet indice mangeront moins, perdront plus de poids et connaîtront des désordres métaboliques.
5	Cette vache est très grasse et connaîtra des désordres métaboliques et reproductifs.

D. Santé de l'animal :

En effet, les pathologies de la reproduction, les infections et les maladies métaboliques ont des répercussions négatives sur le suivi de la reproduction d'un cheptel.

➤ **Les pathologies de la reproduction :**

a) Les dystocies :

L'accouchement dystocique est dû à la position du fœtus qui ne permet pas son expulsion à la suite des contractions, ou à des excès de volume du fœtus (**Guy Priere et al., 2005**).

Les causes de vêlage difficile sont multiples on citera : la gémellité, la mauvaise présentation du veau, l'inertie utérine, la disproportion entre le veau et sa mère. (**Bouchar et DU Trembla, 2003**).

Partie bibliographique

La dystocie détermine aussi la fréquence des pathologies du post partum ainsi que les performances de la reproduction ultérieures des animaux **(Cobrea et al., 1990)**.

b) Retentions placentaires :

Cet évènement se produit toujours avant l'IA, il est suivi généralement d'une métrite. Il augmente le risque de réforme et entraîne de l'infertilité et de l'infécondité. **(Boucharde, 2003)**

La rétention placentaire contribue à une diminution de 10 % du taux de gestation en première insémination. **(Hanzen, 2005)**.

c) Involution utérine :

L'involution utérine se définit comme étant, le retour de l'utérus à son poids et à sa taille normale après la parturition, c'est-à-dire à un état pré gravidique autorisant à nouveau l'implantation de l'œuf fécondé **(Bencharif et al. 2000)**.

La durée de ce phénomène physiologique est comprise entre 30 à 50 jours.

Le retard de l'involution est souvent la conséquence d'une métrite entraînant un allongement de IV-IF. **(Borowski O, 2006)**.

d) Métrites :

Les métrites sont des infections de l'utérus, le plus souvent consécutives à des problèmes pathologiques survenus au moment du vêlage, mais parfois à des infections spécifiques **(DUDOUET, 2004)**.

Tableau 4: Conséquences des endométrites, diagnostiquées par biopsie, sur la réussite en 1 ère IA (Hauray, 2000).

Sévérité de l'endomérite	Nombre de vaches	%réussite à la 1 ^{ère} IA	%gestation	Nombre d'IA pour une gestation
Aucune	27	74	85	1,57
Légère	31	74	90	1,36
Modérée	25	48	80	1,70
Sévère	28	11	80	3,77

e) Kystes ovariens :

Cette pathologie ovarienne reste considérée comme une cause majeure d'infertilité en élevage laitier. La plupart des kystes se développant durant le postpartum régressent spontanément. (**Bosio,2006**)

De nombreuses études ont démontré l'influence de cette pathologie sur la reproduction des vaches.

La principale conséquence d'un kyste ovarien est le retard du rétablissement de cycles œstraux, induisant ainsi le retard de l'insémination ou de la saillie. (**Descôteaux et Vaillancourt, 1998**)

f) Anoestrus de postpartum :

La reprise de l'activité ovarienne n'est pas toujours établie dans des délais normaux, et on parle dans ce cas d'anoestrus du post-partum, qui est un syndrome caractérisé par l'absence du comportement normal de l'œstrus (chaleur) à une période où l'on souhaite mettre les animaux à la reproduction. On distingue en fait plusieurs situations lors d'anoestrus post-partum (**Mialot et Badinand, 1985**) :

- L'anoestrus vrai pour lequel aucune ovulation n'a pu être mise en évidence depuis le vêlage précédent
- Le subœstrus, caractérisé par une activité ovarienne cyclique sans chaleurs observées
- Plus rarement, l'anoestrus est associé à un kyste luteinisé.

l'anoestrus postpartum contribue à réduire de 18% le taux de gestation en première insémination (**Hanzen ,2005**).

. D'après (**Wright et al., 1992**) cité par (**Bodin et al., 1999**), la durée très variable de l'anoestrus post-partum compromet, ainsi le rythme de production d'un veau par an.

➤ Autres maladies :

a) Fièvre vitulaire :

Partie bibliographique

La fièvre vitulaire aussi appelée parésie ou hypocalcémie de parturition, affecte 1.4 à 10.8 % des vaches laitières. La manifestation par l'animal d'une fièvre vitulaire est susceptible d'entraîner diverses conséquences. Elle constitue un facteur de risque de mises-bas dystociques **(Hanzen, 2005)**.

b) Mammites :

JORDAN et FOURDRAINE (1993) décrivent les mammites comme étant la pathologie ayant l'incidence la plus négative d'un point de vue économique dans la filière laitière.

En effet, les relations entre la mammite et l'infertilité sont multiples. Elles impliquent l'hypophyse, l'ovaire dans ses composantes folliculaire et lutéale et l'embryon. Le même auteur estime que l'hyperthermie causée par la pathologie a un effet négatif sur la maturation de l'ovocyte et le développement embryonnaire précoce **(Hanzen, 2005)**.

c) Boiteries :

Les boiteries apparaissent au cours des 60 à 90 premiers jours du post-partum, leur fréquence est comprise entre 2 et 20%. L'infertilité s'accroît avec le degré de cette pathologie. **(Hanzen, 2006)**.

Leurs conséquences sur les performances de reproduction ont été démontrées. Ainsi, cet auteur s'appuie sur les résultats de précédentes études, pour confirmer la diminution du taux de gestation en 1^{ère} IA chez les animaux souffrant de boiterie au cours des deux mois précédant l'insémination (de 40% à 31% : (LUCEY et *al.*, 1986) ; de 42,6% à 17,5 %, (MELENDEZ et *al.*, 2003).

Le risque d'apparition d'un kyste ovarien se multiplie par 2,6 chez une vache qui présente une boiterie au cours des 30 premiers jours du post-partum. **(Melendez et *al.*, 2003)**

2. Facteurs liés à la conduite d'élevage :

La maîtrise de la conduite d'élevage est indispensable. La bonne rentabilité d'un troupeau est le fruit d'une bonne gestion de l'alimentation et de la reproduction.

A. L'alimentation :

Parmi les causes d'infertilité chez les vaches laitières, l'alimentation occupe une place importante. En effet, la qualité et la quantité de l'alimentation ainsi que ses modalités de distribution jouent un rôle important dans le bon fonctionnement de l'appareil génital de la

vache et de ses glandes endocrines, principalement à trois niveaux dans le cycle de reproduction : **(Enjalbert, 2000)**

- La reprise de l'activité ovarienne ;
- La réussite de l'insémination ;
- Les troubles du post-partum

1) Rôle du bilan énergétique :

En pratique, parmi les nombreux déséquilibres nutritionnels, les déficits énergétiques sont fréquents et sont la cause de retard d'ovulation et non retour en chaleur, etc. Mais les azotés et la mauvaise conduites de l'alimentation minérale sont aussi fréquemment en cause **(Enjalbert, 2000)**.

La période du tarissement révèle de grands changements alimentaires et surtout hormonaux, cette dernière favorise une baisse d'ingestion et la mobilisation de réserves corporelles à l'approche du vêlage dont résulte de nombreux bouleversements métaboliques qui peuvent être à l'origine de nombreuses affections. C'est une période indispensable et stratégique pour la gestion du troupeau, il s'agit d'une période clé qui va très fortement conditionner et exercer une influence directe sur la mise bas et les résultats du post-partum.

2) Le déséquilibre énergétique :

a) Déficit énergétique :

Les déficits énergétiques après vêlage sont fréquents en élevage bovin, c'est l'une des causes d'infertilité les plus fréquemment rencontrées. L'énergie exerce une action cruciale dans la production des hormones impliquées dans la reproduction. Une balance énergétique négative affecte les sécrétions hormonales qui stimulent l'activité ovarienne indispensable au bon déroulement des cycles **(Enjalbert, 2000)**.

La persistance du bilan énergétique négatif entraîne l'anœstrus **(Shillo, 1992)**.

Le déficit énergétique observé chez 92% des vaches laitières durant les premières semaines qui suivent le vêlage, pourrait avoir pour origine la nature de la ration (fourrage médiocre ou insuffisamment complétement en azote et minéraux), le niveau de consommation insuffisant dans les élevages extensifs, ou la forte augmentation des besoins (lactation, gestation répétées) en élevages intensif **(Enjalbert, 2003)**.

Partie bibliographique

L'action du déficit énergétique apparaît par des perturbations des sécrétions hormonales qui aboutissent selon **(Bosio ,2006)** :

- au niveau central, par la perturbation de la sécrétion pulsatile de LH
- au niveau des follicules, par altération de leur croissance et de leur maturation en diminuant leur sensibilité aux gonadotrophines ainsi que la stéroïdogenèse.

(Tillard et al., 2007) estiment que les animaux présentant les bilans énergétiques les plus déficitaires ont une probabilité de fécondation inférieure. Ils soulignent l'impact négatif de l'intensité ou de la durée du déficit énergétique post-partum sur la reproduction. En effet, **(CALDWELL ,2003)**, signale l'apparition de maladies métaboliques, kystes ovariens et une baisse du taux de conception quand ce déficit est sévère.

b) L'excès énergétique :

Selon **(Hauray,2000)**, la fécondité est faible lorsque le bilan énergétique est excédentaire, comme pour le déficit énergétique, l'excès est à l'origine de perturbations de l'axe hypothalamo-hypophysaire. Il se traduit par des chaleurs silencieuses ou retardées, les difficultés de vêlage, retentions placentaires et des métrites.

(Brongniart et al., 1998) ont constaté qu'un apport énergétique élevé durant les deux premiers mois de lactation permettait une amélioration des taux de réussite à la première IA (supérieurs à 57%), et une réduction de l'écart entre les mises bas à moins de 365 jours.

3) Le déséquilibre azoté :

a) Le déficit azoté :

La carence azotée peut être impliquée dans des troubles de la reproduction lorsqu'elle est forte et prolongée. Un déficit en azote (- 200 à 300 g / jour par rapport aux besoins) pendant les 5 premières semaines post-partum ne modifie pas le taux de réussite de l'insémination, à condition que les besoins soient couverts après cette période **(Carteau, 1972)**.

Cependant, on admet classiquement qu'un déficit protéique global retarde la survenue du premier oestrus et de la première ovulation post-partum et diminue le taux de réussite de l'insémination **(Paragon, 1991)**.

Rappelons, cependant, qu'un déficit d'azote dégradable entraîne directement un déficit via une moindre digestion ruminale **(Enjalbert ; 2000)**

Partie bibliographique

b) L'excès azoté :

Les conséquences d'un excès d'azote dégradable sont plus fortes et plus nombreuses. En effet, il provoque un déficit énergétique accru en raison de consommation d'énergie par le foie pour la transformation en urée de l'ammoniac absorbé par la muqueuse ruminale. Il a aussi des conséquences sur la circulation d'urée et l'ammoniac :

- Effet cytotoxique sur les spermatozoïdes et l'ovule **(Elrod, 1993)**
- Diminution de la progestéronémie **(Garcia et al., 1998)**
- Augmentation de la sécrétion de la PGF2 α **(Bulter, 1998)**.

La conséquence la mieux précisée sur les performances de reproduction est une diminution du taux de réussite à l'insémination, plus marquée que l'allongement de la durée de l'anœstrus post-partum. Les vaches nourries avec une ration à forte teneur en azote dégradable perdent davantage de poids en début de lactation et ont un TRIA1 plus faible et un IV-IF prolongé **(Westwood et al., 2002)**.

Tableau 5: Influence de l'excès d'azote alimentaire sur les paramètres de reproduction de la vache laitière **(Westwood et al., 2002)**

Paramètres de reproduction	16,3% MAT/MS	19,3%MAT/MS
IV-1 ^{ère} ovulation (J)	28	16
IV-1 ^{ère} chaleur (J)	45	27
IV-IF (J)	96	106
IA/IF (J)	1,87	2,47

4) L'apport minéral et vitaminique :

Selon ENJALBERT (1998), une fréquence anormalement élevée des troubles liés à la reproduction en élevage, serait le résultat d'une alimentation minérale et vitaminique inadéquate.

a) Minéraux majeurs :

- Rôle du calcium :

Partie bibliographique

Des apports calciques importants en début de lactation, associés à de la vitamine D, permettent l'accélération de l'involution utérine et de la reprise de la cyclicité ovarienne. L'hypocalcémie semble souvent être associée à la rétention placentaire, au retard d'involution utérine (**Brisson, 2003**) et finalement aux métrites.

Selon (**Kamgarpoor et al., 1999**) un déficit en calcium induit un retard d'involution utérine.

➤ Rôle du phosphore :

Les carences en phosphore sont classiquement invoquées lors de troubles de la fertilité chez les vaches laitières. Lorsque le déficit phosphorique excède les 50 % des besoins, on constate une augmentation de la fréquence du repeat-breeding, des kystes ovariens, et d'anoestrus. La fonction importante que joue le phosphore dans les métabolismes énergétiques pourrait expliquer l'impact d'une carence sur la fertilité (**Call et al., 1987**)

➤ Rôle du magnésium :

Lors de carences en magnésium, la résorption moins efficace du collagène utérin est à l'origine d'un retard d'involution utérine, augmentant ainsi le risque d'apparition de métrites et retardant le retour à une cyclicité ovarienne normale.

b) Oligo-éléments et vitamines :

Une alimentation déficiente en oligo-éléments et en vitamines est l'une des sources de l'apparition des pathologies affectant directement ou indirectement la fertilité des vaches laitières.

Les relations établies entre le statut des bovins en oligo-éléments ou en vitamines et la reproduction sont nombreuses et souvent contradictoires car peu spécifiques (**Bosio, 2006**).

Tableau 6: Rôle des oligo-éléments, vitamines et les conséquences de leurs carences (**Murray, 2006 rapporté par Maissai et Salhi, 2008**).

Oligo-éléments Vitamines	Rôles	Carences
Cobalt	Métabolisme énergétique (néoglucogenèse), fertilité	Anœstrus, rétention placentaire, repeat breeding.
Cuivre	Cofacteur enzymatique, Défenses immunitaires de l'utérus	Anœstrus, métrites, rétention placentaire, repeat breeding
Iode	Métabolisme protéique, fonction hormonale	Avortements, anœstrus, rétention placentaire, mortinatalité
Manganèse	Métabolisme glucidolipidique	Retard oestrus, anoestrus, kystes

Partie bibliographique

Sélénium	Anti-radicaux libres, défense immunitaire	Avortement, anoestrus, rétention placentaire, kystes
Zinc	Métabolisme protéique, Défenses immunitaires	Anoestrus, métrites, rétention placentaire, repeat breeding
Vit A	Synthèse des hormones sexuelles	Anoestrus, métrites, avortements.
Vit E	Antiradicaux libres	Kystes, métrites, rétention placentaire, fragilité des veaux.

La conduite de la reproduction :

Dans les troupeaux laitiers, la gestion de la reproduction revêt une importance économique. En effet, (**Bacar, 2005**) admet que tout cycle perdu par rapport à l'intervalle (45 jours après vêlage), entraîne une réduction de la production laitière de 5 %.

1) Le moment de la mise à la reproduction :

La fertilité augmente progressivement jusqu'au 60^{ème} jour du post-partum, se maintient entre le 60^{ème} et le 120^{ème} jour puis diminue par la suite (**Hillers et al. 1984**).

Le taux de conception diminue chez les vaches mises à la reproduction 50 jours après mise bas (**Smith, 1992**).

2) La détection des chaleurs :

L'élevage des vaches laitières a pour objectif d'avoir un veau par vache et par an. Pour cela une connaissance des signes de chaleurs permettra une bonne détection des chaleurs qui est indispensable pour le choix du meilleur moment de l'insémination.

L'intérêt d'une bonne détection des chaleurs est évident pour l'IA : elle a aussi son importance en monte libre pour prévoir les dates de vêlage. Une détection manquée fait perdre 3 semaines de la vie productive d'une vache. S'assurer d'une bonne détection des chaleurs est donc un préalable à toute tentative d'amélioration des performances de reproduction (**Inrap, 1988**)

Les méthodes de détection des chaleurs sont nombreuses, parmi elles :

- **L'observation :**

L'observation visuelle des vaches, bien qu'ancienne, a évolué dans sa méthodologie. Il est recommandé de l'effectuer deux à trois fois par jour, pendant 20 à 30 minutes à chaque fois. (**Point, 2007**)

Partie bibliographique

Ce temps à consacrer à l'observation doit se réserver en dehors des moments de traite, sous peine de tripler le nombre de faux positifs sans même augmenter celui des vaches correctement détectées (**Williamson et al., 1972 cités par Point, 2007**).

Elle doit se faire sur un animal au repos.

Tableau 7: L'influence de la fréquence des observations sur la détection des chaleurs: (**Lacerte, 2003**).

Fréquence des observations (15 min/observation)	Le % de vaches détectées en chaleurs
3 : à l'aube, le midi et le soir	86
2 : à l'aube et le soir	81
1 : à l'aube	50
1 : le soir	42
1 : le midi	24

- **Colliers Marqueurs.**
- **Peinture sur la base de la queue.**
- **Surveillance électronique (capteurs de pression).**
- **Ingestion et Production laitière.**
- **Podomètre.**
- **Les palpations ou échographies des organes génitaux.**

- **Dosage de la progestérone :**

En comparant le niveau de progestérone au jour de l'I.A. avec celui au jour 22-24 après l'I.A., on peut savoir avec 95 % de certitude si l'animal est en chaleur. Le niveau de progestérone est alors bas. Si la vache ne manifeste pas de chaleur, il peut y avoir eu une

chaleur silencieuse, chaleur détectable avec la progestérone. Il faut se méfier si le taux de progestérone est élevé, car cela ne veut pas nécessairement dire que la vache est gestante, mais qu'elle est présumée gestante, une anomalie pouvant bloquer le cycle. Un test E.L.I.S.A. (Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay), le plus rapide, prend environ 10 minutes, mais ne peut être utilisé en élevage pour des raisons des coûts.

3) Moment de l'insémination par rapport aux chaleurs :

Le moment le plus favorable à l'IA, se situe dans la deuxième moitié des chaleurs **(Inrap, 1988)**.

Un meilleur résultat du taux de conception est obtenu lorsque l'IA est réalisée entre le milieu des chaleurs et six heures après leur fin **(Dekruif, 1978)**.

De même, l'insémination devrait avoir lieu 6 à 8 heures après la première observation de l'oestrus, ou être systématisée après une synchronisation des chaleurs **(Lucy, 2001)**.

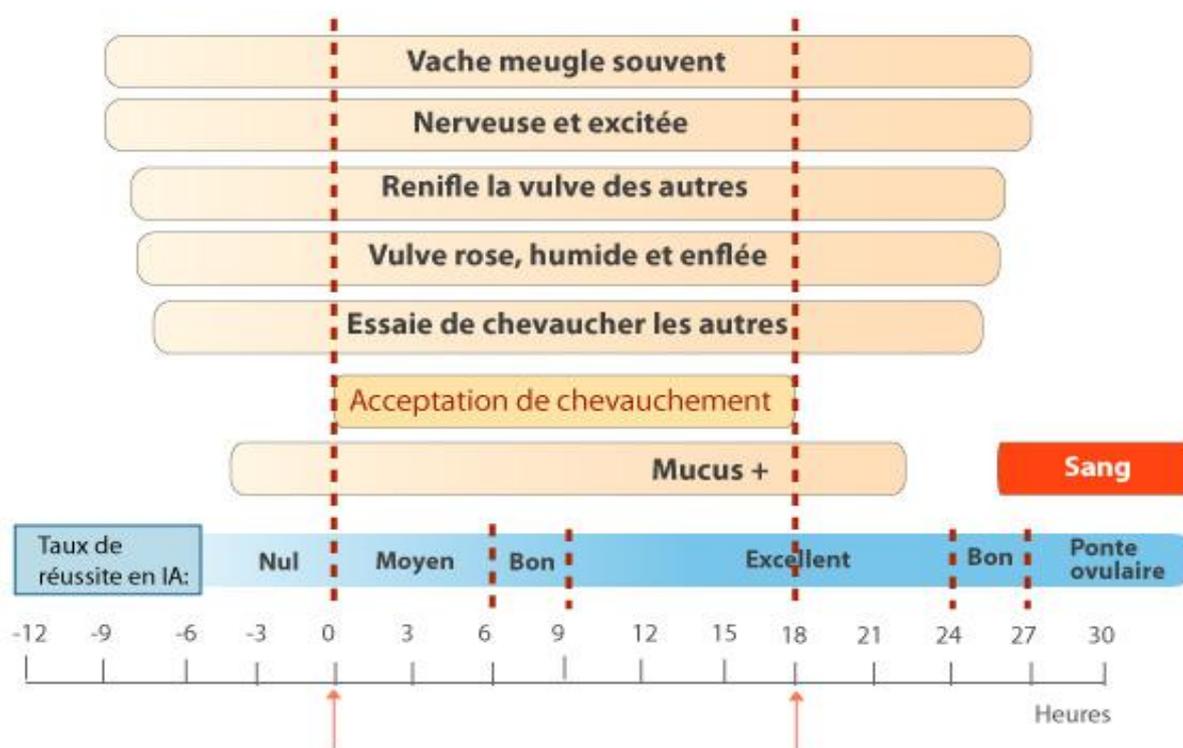


Figure7: Manifestation des chaleurs et le moment adéquat pour l'IA **(Ceva Sante Animale,2009)**

B. Les facteurs liés à la pratique de l'insémination artificielle :

La réussite de l'insémination artificielle requiert la technicité et l'expérience du praticien, l'hygiène du lieu et du matériel d'insémination et une bonne contention de la vache.

1) La décongélation de la paillette

Une décongélation rapide est importante pour préserver la fertilité de la semence. Pour cela, l'inséminateur sort la dose congelée du récipient cryogénique de transport qui est aussitôt plongée dans un thermos d'eau à 34°C pour assurer une décongélation rapide (moins de 30 secondes). **(Bacar, 2005) et (Hanzen, 2009).**

2) La technique de l'insémination artificielle

La technique de l'insémination artificielle consiste à recueillir une quantité convenable de sperme et de conserver les spermatozoïdes vivants jusqu'à leur introduction dans les organes génitaux de la femelle. **(Gendreau, 1940)**

L'insémination peut se faire soit par la voie vaginale ou par voie rectale.

La première méthode est pratiquement abandonnée ou réservée à des cas individuels. L'insémination par voie rectale est classiquement utilisée car elle assure une pratique rapide et hygiénique mais aussi parce qu'elle offre la possibilité d'un examen préalable du tractus génital visant à confirmer l'état œstral de l'animal et favorise la libération d'ocytocine et donc la remontée des spermatozoïdes à la jonction utéro-tubaire **(Hanzen, 2009).**

3) Le lieu de dépôt de la semence

Quelque soit l'endroit anatomique d'insémination, il en résulte un reflux de sperme vers la cavité vaginale, celui-ci étant moindre si l'insémination a été réalisée au niveau du corps ou des cornes utérines que si elle a été faite au niveau du col. La figure montre la mise en place correcte de la semence en franchissant le col de l'utérus. **(Hanzen, 2009).**

Pour obtenir un taux de réussite (fertilité) minimum de 60 % à la première insémination artificielle, dans le cas de l'utilisation de paillette contenant au moins 10 millions de spermatozoïdes normaux et vivants, les conditions suivantes doivent être respectées **(Bacar, 2005)** :

- La conservation adéquate (à -196 °C) jusqu'à son utilisation finale chez l'éleveur de la semence ;
- La décongélation adéquate au moment de son utilisation ;
- L'insémination au moment opportun (condition sine qua non) ;
- Le respect du lieu de la déposition de la semence dans le tractus génital ;
- La non contamination de la semence

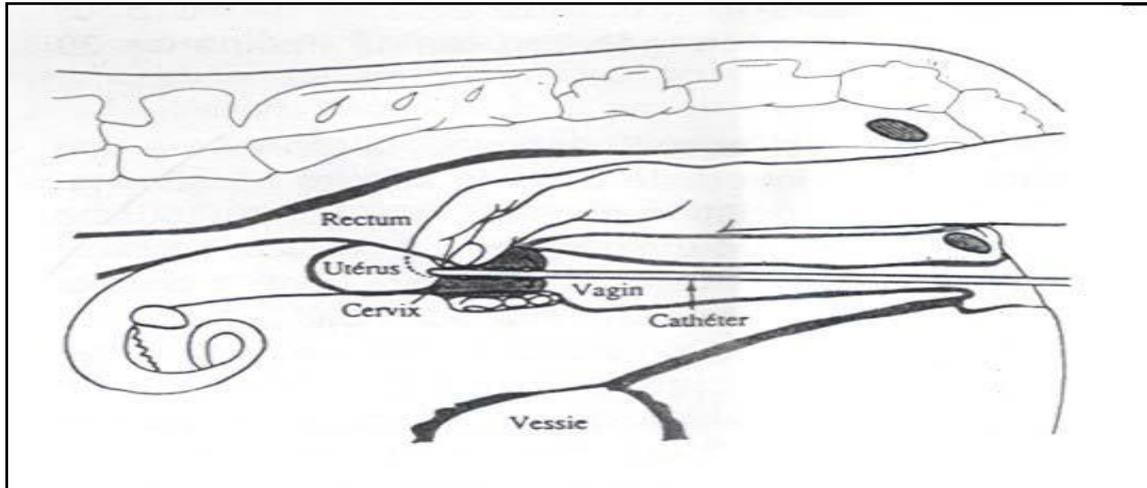


Figure8 : Mise en place d'une dose de semence

4) La technicité de l'inséminateur

La technicité et le savoir-faire de l'inséminateur influencent fortement la réussite de l'IA. Toute mauvaise manipulation pourrait induire des problèmes d'infections dans le tractus génital de la vache.

L'agent inséminateur intervient à tous les niveaux ; depuis la manipulation des semences lors du stockage jusqu'à sa mise en place finale en passant par l'organisation des tournées et la détection des chaleurs. (**Bacar, 2005**)

3. Autres facteurs :

➤ **La production laitière :**

Melendez et Pinedo (2007) et **David (2008)**, s'appuyant sur la dégradation des résultats des inséminations, affirment qu'il existe une relation antagoniste entre la production laitière et la fertilité. Cette relation, expliquent **Gonzalez-Recio et al., (2006)** et (**Mackey et al., 2007**) cités par **David (2008)**, est d'origine génétique.

En revanche, d'autres auteurs **Disenhaus et al.,(2005)** associent l'effet négatif de la production laitière sur la réussite des inséminations au niveau énergétique déficitaire pendant les premiers mois de lactation.

➤ **Facteurs liés à l'environnement :**

a) **Le climat :**

Des variations climatiques quotidiennes de fortes amplitudes ont un effet beaucoup plus négatif sur la fertilité qu'un environnement thermique hostile mais constant auquel les animaux sont adaptés (**Gwazdauskas, 1985**).

En plus, il est bien connu que les vaches sont défavorablement plus affectées par les hautes températures que les génisses (**Thatcher et Collier, 1986**).

En Afrique du sud, un faible taux de conception en 1^{ère} insémination de 33 % a été noté quand l'index température - humidité est augmenté comparé à un taux de 74 % quand cet index est plus bas (**Dupreez et al., 1991**).

b) **La saison :**

La fertilité et la fécondité présentent des variations saisonnières (**Hageman et al., 1991**). Le taux de conception chez les Holstein baisse de 52% en hivers et de 24 % en été (**Barker et al. 1994**).

En saisons chaudes, des allongements de l'IV-I1 de 7 jours, de l'IV-IF de 12 jours et de l'IVV de 13 jours peuvent être remarqués (**Silva et al., 1992**).

En Arabie Saoudite, l'industrie laitière arrive quand même à faire face aux problèmes thermiques durant les mois d 'été (**Gordon et al., 1987**)

➤ **Facteurs humains :**

La technicité, la disponibilité et le comportement de l'éleveur et du personnel exercent une influence sur la réussite de l'IA (**HANZEN, 1996**).

Les activités extérieures à l'exploitation, ainsi que le tempérament nerveux de l'éleveur seraient des facteurs de risque de l'infécondité (**Vallet et al., 1997**).

Introduction :

Les problèmes d'infertilité ne cessent d'augmenter dans nos élevages surtout avec la pratique de l'insémination artificielle. Les paramètres de reproduction sont éloignés des objectifs habituellement fixés. La cause est multifactorielle ce qui a rendu la tâche aux acteurs de la filière bovine très complexe.

Parmi les étiologies incriminés dans la fluctuation de ces paramètres est l'incohérence en matière de management et de gestion, la non maîtrise de l'insémination artificielle dans le terrain, des causes d'ordre inconnu mais surtout les troubles alimentaires ce qui nous a pousser d'accomplir ce travail expérimentale.

1. Objectifs

- ✓ L'impact du stress sur les résultats d'IA par dosage de la glycémie.
- ✓ L'impacte de l'alimentation sur les résultats de l'IA par le dosage des BHB, AGNE.

2. Matériel et méthodes

La présente étude s'est déroulée dans la région de Freha, située à 40 Km Est du chef lieu de la wilaya de Tizi-Ouzou de la période allant du septembre 2015 jusqu'au juin 2016. Notre étude est basée sur une étude prospective (dosage de glycémie, des BHB et AGNE).

Le travail est fait sur 16 vaches laitières dans plusieurs fermes. Au cour des chaleurs observés par l'éleveur, on a effectué deux prélèvements sanguins, le premier 10 à 15 min avant IA pour le dosage des BHB, AGNE et la glycémie, le deuxième 05 à 10 minute juste après IA, pour le dosage de la glycémie .

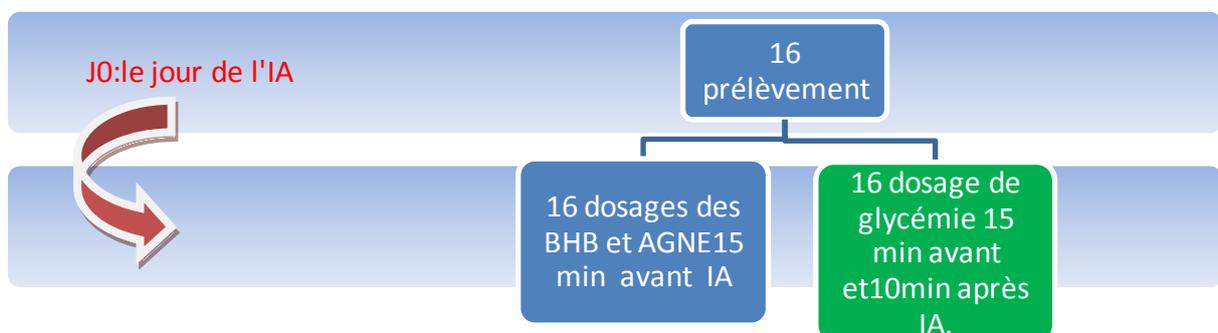


Figure 9 : schéma montrant les différents prélèvements effectués

2. a .Matériel de prélèvements :

Les prélèvements sanguins ont fait appel à :

- Tubes héparines
- Des Eppendorfs
- Seringues de 5cc et aiguilles
- Glacière
- Gants
- Des pipettes
- Une centrifugeuse



Figure 10 : Le matériel de prélèvement

2. b. Méthode de prélèvement :

Les prélèvements sont effectués selon les étapes suivantes :

- Nettoyer la région de la veine coccygienne avec un antiseptique.
- Prélevé 5 ml de sang sur tube héparines.
- Remuer le tube soigneusement.
- Identifier et étiqueter les tubes.
- Conditionner les tubes dans une glacière.
- Centrifugation, et pipetage du sérum.
- Verser le sérum dans les eppendorfs.

Les prélèvements ont été acheminés dans une glacière puis conservés dans le congélateurs a une température de 4 C° , en suite transportés dans les mêmes conditions au

Partie expérimentale

laboratoire de la biotechnologie de l'institut des sciences vétérinaire de Blida, en vue de dosage des paramètres biochimiques à savoir la glycémie et le BHB et AGNE.

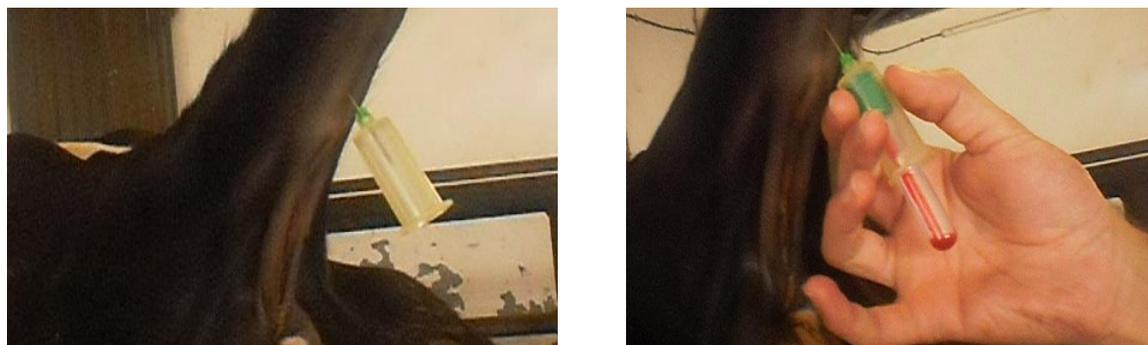


Figure 11 : la méthode de prélèvement

2. c. Matériel et méthode de dosage :

Le dosage de l'AGNE, le BHB et la glycémie sont réalisés au niveau d'un laboratoire d'analyse de biotechnologie de l'institut vétérinaire. Une fois au laboratoire, le sérum a fait objet d'analyse des AGNE par la technique spectrophotométrie, et le dosage des BHB et la glycémie à l'aide du lecteur portable OPTIUM XCEED.

➤ **Matériel de dosage**

Matériels utilisés au cours des dosages des BHB et glycémie :

- Lecteur portable Optium Xceed
- Seringue
- Sérum

Matériel utilisé au cours des dosages des AGNE :

- Tube à essai (sec)
- Une micropipette 1000 ul (R1 et R2)
- Une micropipette 100 ul (témoin- et sérum)
- Spectrophotomètre.
- Solution concentrée à 1 mmol / litre en AGNE.
- Sérum.
- L'eau distillée.

Partie expérimentale

3. Résultats :

3. a. Résultats des BHB :

Tableau 8 : fréquence et pourcentage de répartition des vaches selon les BHB

BHB m mol /L	F	%
<0,6	14	87,50%
>0,6 et <1	1	6,25%
>1	1	6,25%

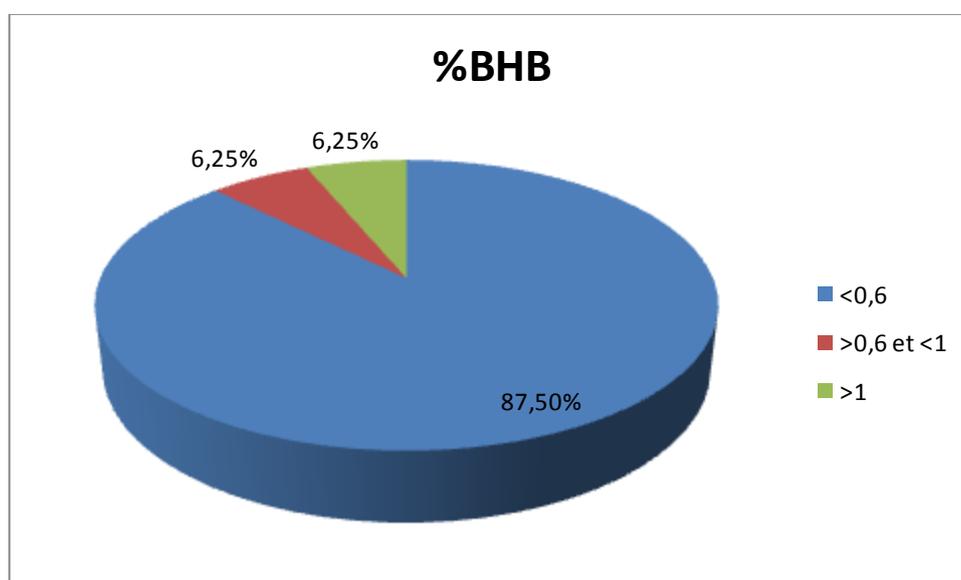


Figure 12 : pourcentage de répartition des vaches selon les BHB

Le tableau ci-dessus illustré par les figures (4) Montre que la majorité des vaches (87,50%) ont une concentration en BHB inférieure à 0,6 m mol /l, tandis qu'une seule vache parmi les 16 à une concentration supérieure à la norme.

Partie expérimentale

Tableau 9 : fréquence des vaches selon les BHB

n° vache	BHB av IA (mmol/l)
1	0,2
2	0,3
3	0,2
4	0,3
5	0,2
6	0,3
7	0,3
8	0,3
9	0,72
10	0,4
11	0,4
12	0,2
13	1,1
14	0,4
15	0,3
16	0,3

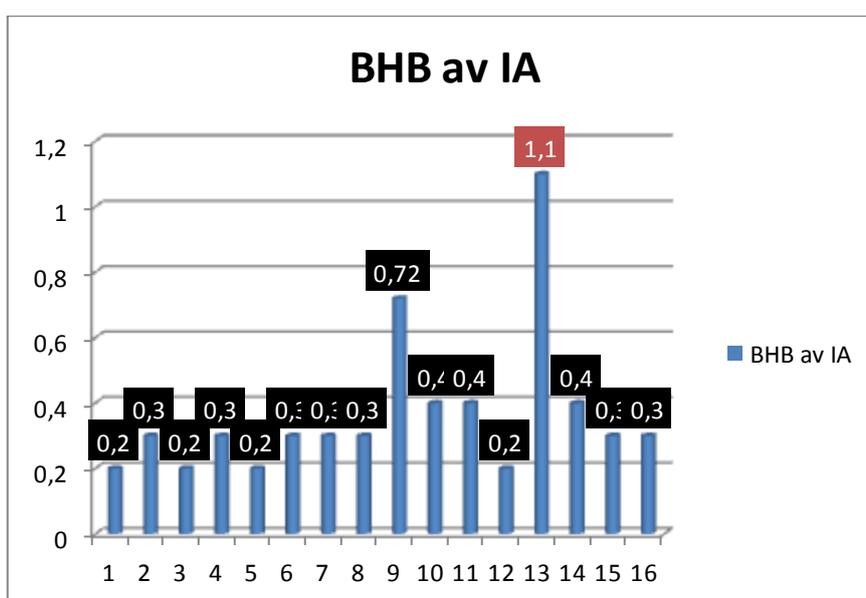


Figure 13 : fréquence de répartition des vaches selon les BHB

3. b. La glycémie avant l'IA :

Tableau 10 : fréquence et pourcentage de répartition des vaches selon la glycémie avant l'IA

G AV IA g/l	F	%
<0,45	0	0%
>0,45 et <0,7	11	68,75%
>0,7	5	31,25%

On remarque que 68,75% des vaches avant l'IA ont une glycémie entre (0,45 et 0,7 g/l), et aucune vache ne présente une hypoglycémie.

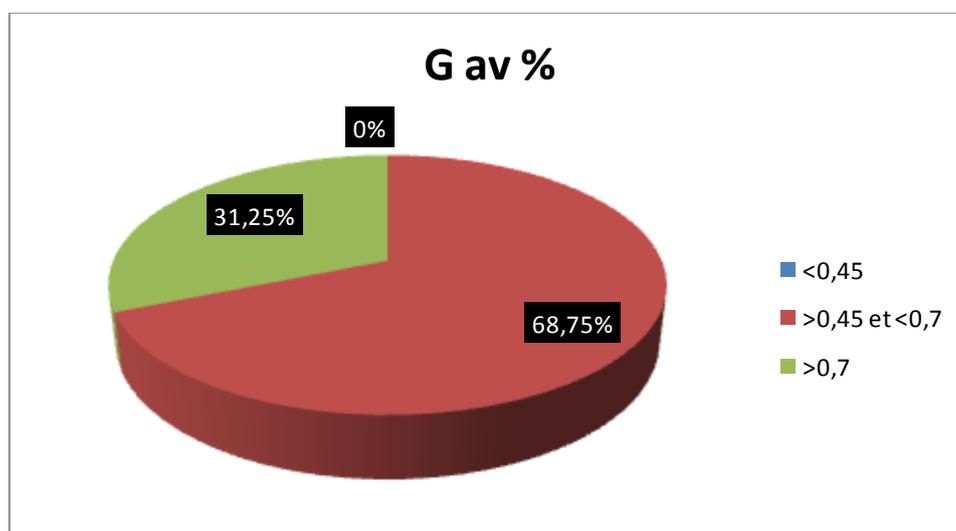


Figure 14 : pourcentage de répartition des vaches selon la glycémie avant l'IA

Partie expérimentale

Tableau 11: la fréquence des vaches selon la glycémie avant IA

n° vache	Gly av IA g/l
1	0,59
2	0,59
3	0,59
4	0,63
5	0,74
6	0,55
7	0,5
8	0,72
9	0,62
10	0,61
11	0,89
12	0,64
13	0,45
14	0,73
15	0,59
16	0,71
moyenne	0,63

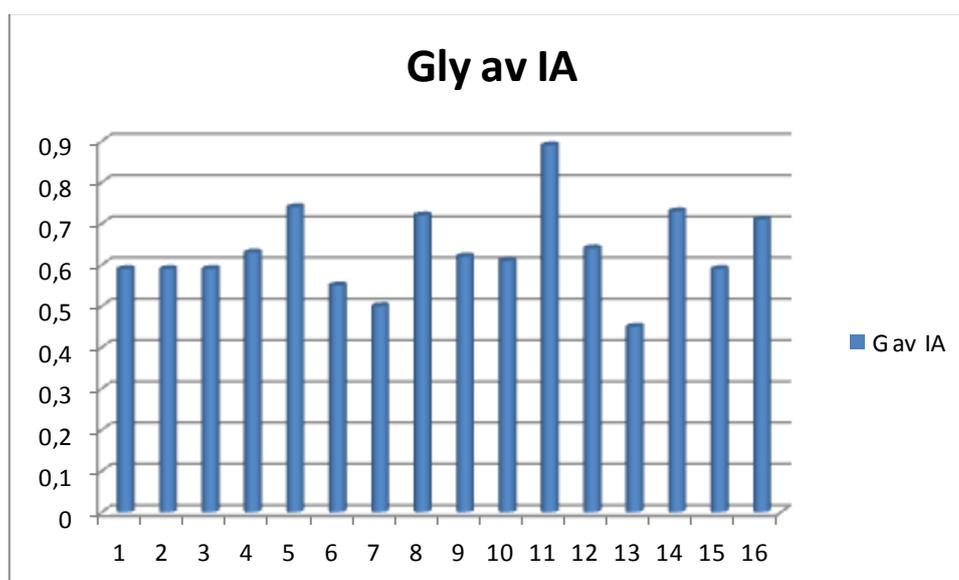


Figure 15 : fréquence de répartition des vaches selon la glycémie avant l'IA

3. c. Glycémie après l'IA :

Tableau 12 : fréquence et pourcentage de répartition des vaches selon la glycémie après l'IA

Gly ap IA g/l	F	%
<0,45	1	6,52%
>0,45et<0,7	12	75%
>0,7	3	18,75%

Après l'IA on a 75% des vaches qui ont une glycémie normale (>0,45g/l et<0,7g/l), en revanche, 6,52% des vaches qui ont une hypoglycémie (inferieur à 0,4g/l).

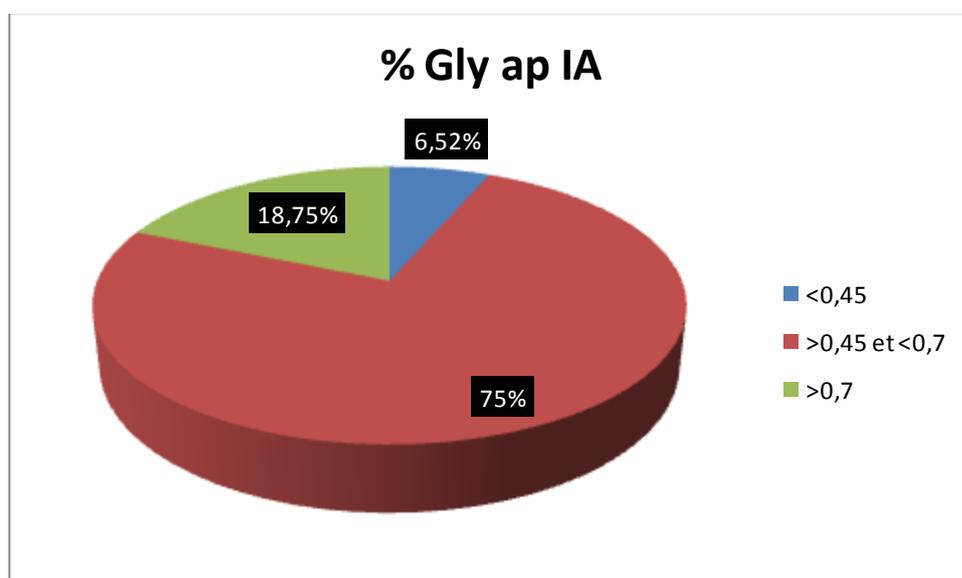


Figure 16 : pourcentage de répartition des vaches selon la glycémie après l'IA

Partie expérimentale

Tableau 13 : fréquence des vaches selon la glycémie après l'IA

n° vache	Gly ap IA g/l
1	0,55
2	0,58
3	0,35
4	0,49
5	0,63
6	0,71
7	0,67
8	0,76
9	0,63
10	0,7
11	1,03
12	0,7
13	0,59
14	0,64
15	0,54
16	0,68
moyenne	0,64

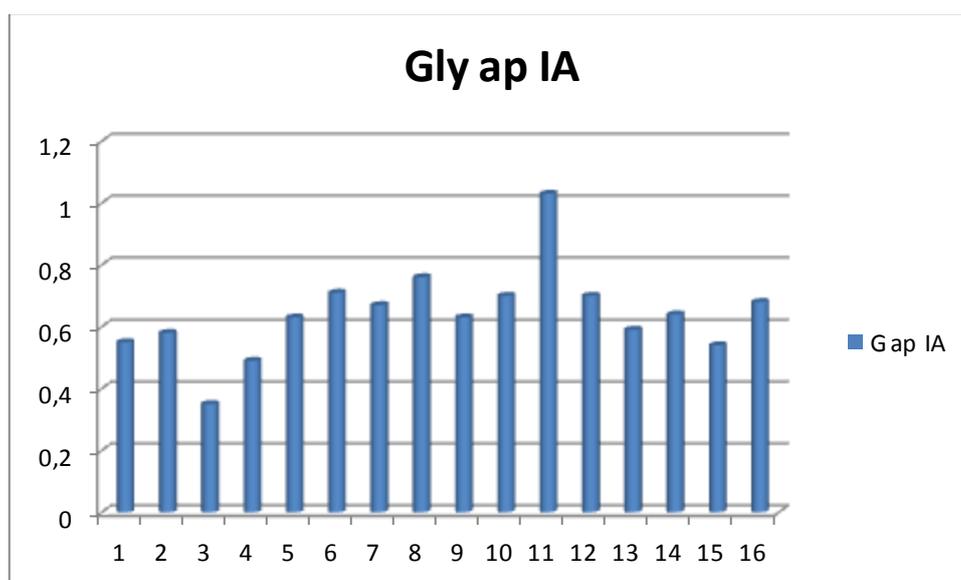


Figure 17 : fréquence de répartition des vaches selon la glycémie après l'IA

3. d. AGNE au moment d'IA :

Tableau 14 : fréquence et pourcentage de répartition des vaches selon les AGNE au moment de l'IA

[] AGNE mmol/l	F	%
<0,7	7	43,75%
>0,7	9	56,25%

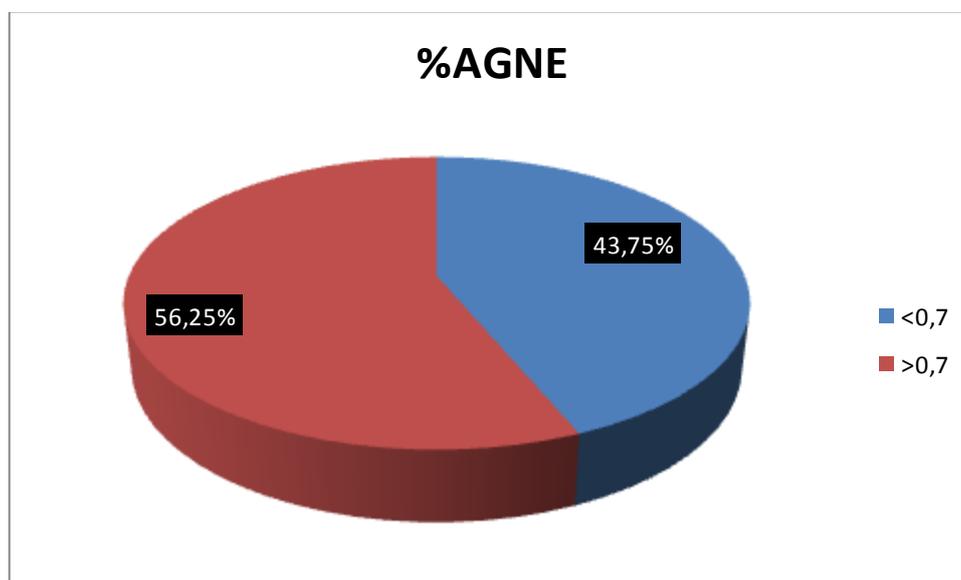


Figure 18 : pourcentage de répartition des vaches selon les AGNE au moment de l'IA

Au moment de l'IA on remarque que 56.25% des vaches sont en bilan énergétique négatif, leur concentration plasmatique en AGNE ne dépasse pas 0,7m mol/l.

Partie expérimentale

Tableau 15 : fréquence des vaches selon les AGNE

n° vache	[] AGNE mmol/l
1	2,09
2	0,26
3	0,64
4	0,79
5	0,54
6	1,06
7	0,57
8	1,29
9	0,69
10	0,05
11	0,97
12	0,82
13	0,15
14	1
15	0,79
16	0,93

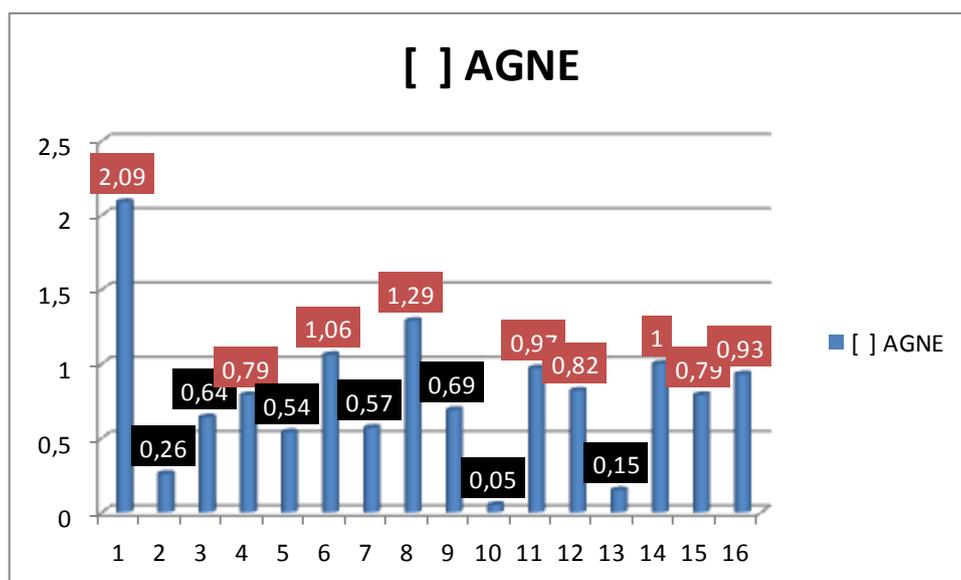


Figure 19 : fréquence de répartition des vaches selon les AGNE au moment de l'IA

Partie expérimentale

➤ AGNE des vaches échouées à l'IA :

Tableau 16 : fréquence et pourcentage des vaches qui ont un échec en IA en fonction des concentrations des AGNE

[] AGNE (-)	F	%
<0,7	3	37,50%
>0,7	5	62,50%

D'après les résultats illustrés par le tableau (9) et la figure ci-dessous, 62.50% des vaches qui ont échoué à l'IA étaient en bilan énergétique négatif au moment de l'IA.

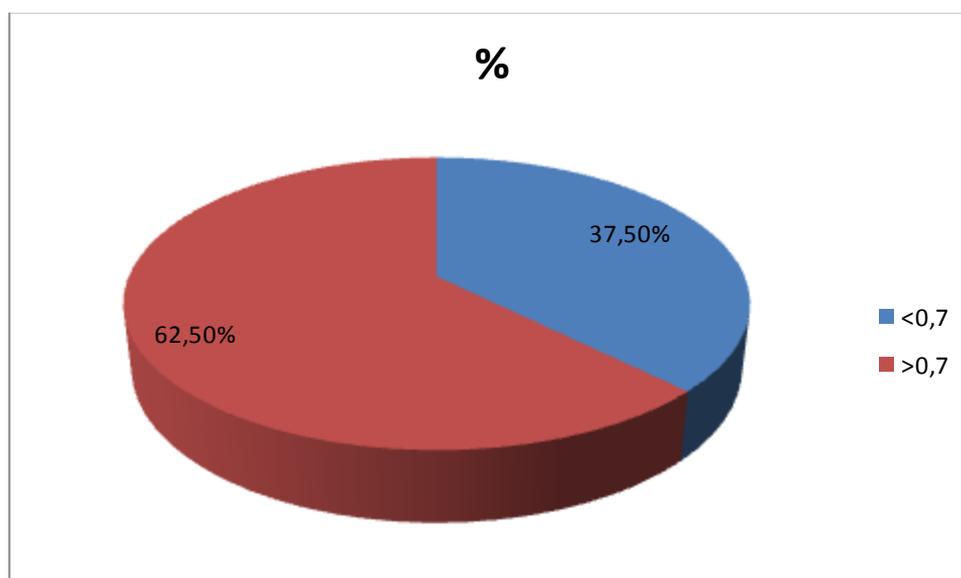


Figure 20 : pourcentage des vaches qui ont un échec en IA en fonction des concentrations des AGNE

3. c. BCS des vaches :

Tableau 17 : fréquence et pourcentage de répartition des vaches selon le BCS

BCS	F	%
<2,5	6	37,50%
2,5	3	18,75%
>2,5	7	43,75%

Nous remarquons qu'au moment de l'IA 43,75% des vaches ont un BCS supérieur à 2.5 vs 37,50% qui ont un BCS inférieur à 2.5.

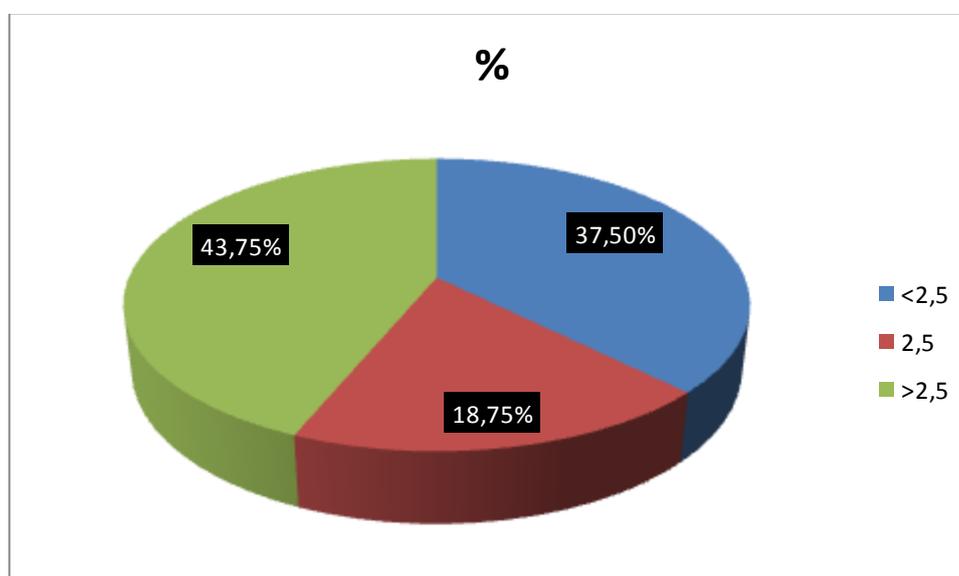


Figure 21 : pourcentage de répartition des vaches selon le BCS

Partie expérimentale

Tableau 18 : répartition des vaches selon le BCS

n° vache	BCS
1	3
2	2,5
3	3
4	3
5	2,5
6	3
7	2
8	2
9	2
10	3
11	2
12	3
13	2
14	2
15	2,5
16	3

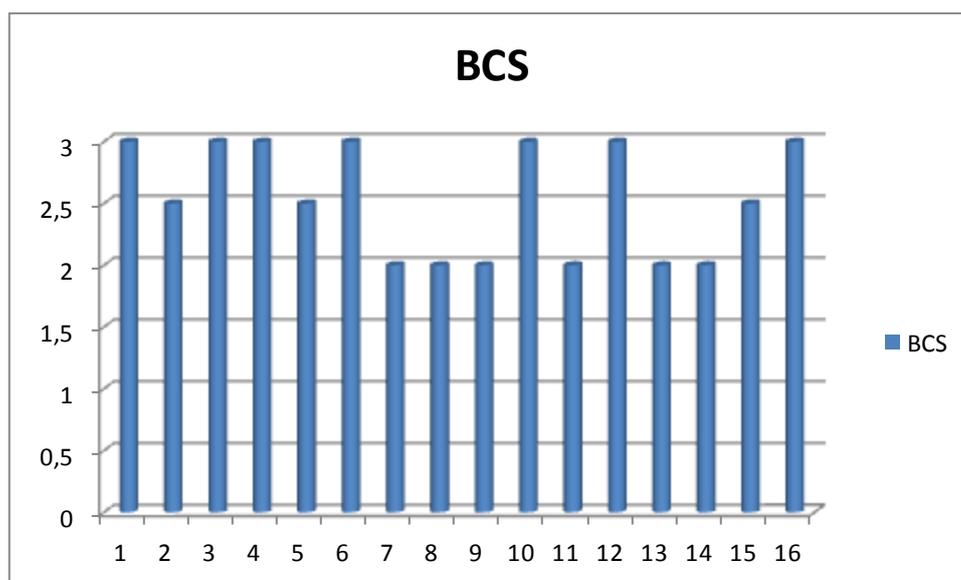


Figure 22 : fréquence de répartition des vaches selon le BCS au moment de l'IA

3. e. Résultats de la réussite à l'IA :

Tableau 19 : résultats de la réussite de l'IA

RESULTATS	F	%
N	8	50%
P	8	50%

N : négatif ; P : positif ; F : fréquence

50% des vaches prélevées ont un résultat positif à l'IA.

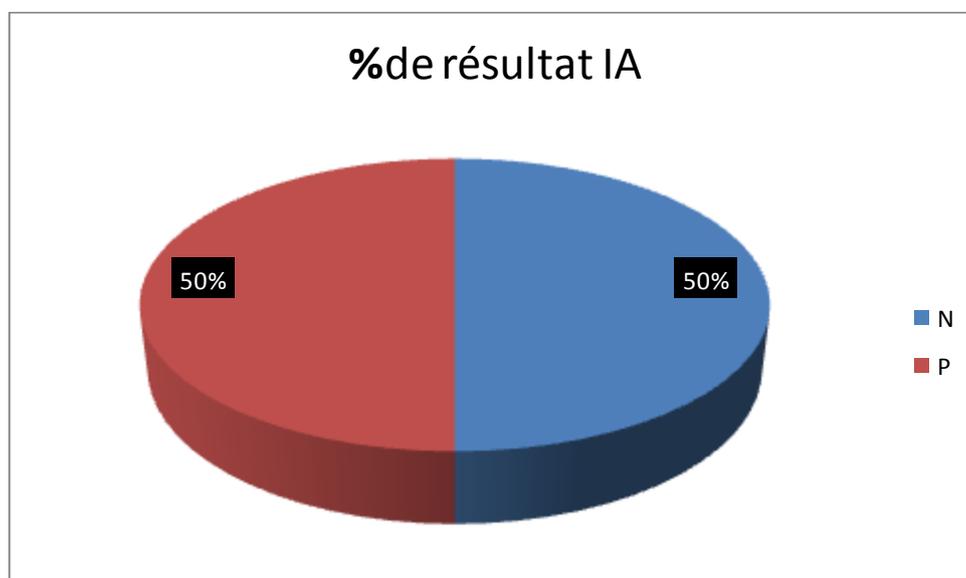


Figure 23 : pourcentage de réussite à l'IA

5. Discussion :

1) Taux de réussite en IA :

Le taux de réussite de l'IA dans notre étude s'élève à 50%, soit 8 vaches gravides contre 8 sur un total de 16. Ce taux est inférieur aux 54,54 % obtenus par **Moudi., (2004)** dans une ferme à Dakar, similaire à ceux de **Amou'ou., (2005)** obtenu dans le bassin arachidier et qui sont de 48%, mais supérieur à ceux de **Badji., (2007)** obtenus dans les départements Fatick qui sont de 44,93 %, Kaolack et Louga, et aux 38,1 % obtenus par **Kabera (2007)** dans les régions de Saint Louis et Louga.

Les résultats de l'IA (50%) peuvent être justifiés par le bilan énergétique négatif de 56,25% des vaches étudiées.

2) Les BHB :

Une vache ayant présentée une concentration sanguine en BHB supérieure à 1,4 mmol/l dans les deux premières semaines postpartum voit son pourcentage de réussite à la première insémination artificielle (IA1) diminué de moitié (**Walsh, et al., 2007**), dans notre étude aucune vache n'a présenté une valeur supérieure à 1.4 mmol/l.

Les BHB de 80,75% des vaches étudiées sont inférieure à 0,6mmol/l, ces résultats sont proche a celle raportés par (**Ginette et Maziki , 2004**) ; 70% des vaches ont des BHB de 0,69mmol/l, et ils sont plus inférieures à la moyenne 1,34 mmol/l rapporté par (**Coulon et al., 1985**).

3) La Glycémie :

La glycémie est soumise à de fortes variations individuelles et n'est que très peu liée au statut énergétique d'un bovin (**Coulon, et al., 1985**). Chez les bovins elle est physiologiquement comprise entre 0,55 et 0,7 g/l (soit 3,0 et 3,9 mmol/l). Une hypoglycémie est souvent observée en début de lactation (il est alors toléré de voir la glycémie descendre à 0,45 g/l sans que cela ne soit considéré comme pathologique (**Veriele, 1994**). Ces valeurs sont cependant assez variables selon les auteurs. Dans notre étude on a utilisé l'intervalle de 0,45 g/l à 0,7 g/l comme une norme.

La glycémie est considérée fréquemment comme un indicateur du statut énergétique. La majorité (75 %) des vaches de cette étude ont une glycémie normale

Partie expérimentale

(>0,45g/l et <0,7g/l) au moment de l'insémination artificielle. De plus, la glycémie moyenne 0,64g/l obtenue dans notre étude est inférieure à 0,72g/l obtenue par **Sawadogo (1998)**, et supérieur à celle obtenue par **Mouiche (2005)** 0,5g/l.

On comparant les valeurs de la glycémie obtenues avant l'IA et celles obtenues après, il n'existe aucune valeur significative ; seul la vache n° 3 qui présente une hypoglycémie après l'IA avec une concentration de 0,35g/l contre une concentration de 0,59g/l avant l'IA. Cette variation pourrait être due à un stress exercé sur la vache, ou à une erreur de dosage.

4) Les AGNE :

Dans notre étude on constate que 56,25% des vaches sont en bilan énergétique négatif, leur taux sérique en AGNE dépasse 0,7mmol/l ; cela peut être expliqué par un déficit énergétique de l'apport alimentaire.

Ces résultats sont plus supérieures à la moyenne (0.11mmol/) rapportées par **(Coulon et al., 2004)**

Tableau 20: comparaison de seuil de concentration sanguine en AGNE et troubles métabolique associés de notre résultats et de ceux d'autres auteurs

Références	Moment de dosage	Seuil	Troubles associés	Sensibilité
(Ospina et al., 2010)	Après vêlage	0,72 mmol/l	Déplacement de la caillette à gauche OR= 1,7	-
(Asl et al., 2011)	Après vêlage	0,26 mmol/l	Cétose subclinique, BHB > 120 µm/l	82,54 %
Nos résultats	Moment de l'insémination	0,7 mmol/l	Diminution de conception à l'IA	50 %

5) Score corporelle (BCS) :

La performance de reproduction est significativement affectée par le poids et l'état d'embonpoint à des points clefs et par des changements de l'état corporel et du poids au cours de la vie reproductive. Toutes les performances de reproduction ont été négativement affectées lorsque les mesures de l'état d'embonpoint et le poids indiquent

Partie expérimentale

une augmentation de la gravité et la durée du bilan énergétique négatif du postpartum. Les résultats mettent en évidence le rôle important de la perte de l'état d'embonpoint et le poids vif sur la reproduction et la réussite de l'IA (**Roche et al., 2007**). La reproduction est compromise par l'équilibre énergétique négatif ; si la sévérité de ce déséquilibre augmente, la probabilité de succès de gestation devient faible (**Pryce et al., 2001**).

37,5% des vaches étudiées ont un BCS moins de 2.5, et 18,75 ont un BCS égale a 2.5.ces résultats sont plus basse que la note recommandée par **Kellogg** qui est de 3,00.

Ces résultats sont comparables aux notes rapportées par **Keown., (2005)** qui est de 2 à 2,5.

Conclusion

Sur un total de 16 vaches inséminées, 50% sont gravides contre 50% non gravides. L'étude de l'influence des paramètres indicateurs de l'équilibre énergétique montre que les BHB sont physiologique chez la majorité des vaches (87,5%). La majorité des vaches inséminées (75%) ont une glycémie normal comprise ente 0,45 et 0,7 g/l. Le pourcentage de vaches gravides est inférieur chez les animaux présentant une concentration élevée d'AGNE. 56,25% des vaches inséminées ont une concentration en AGNE élevée que la norme (0,7 mmol/l). 56% des vaches étudiées ont un BCS égale ou inferieur a 2,5.

Bien que les vaches dans la région de Freha présentent des problèmes nutritionnels et sanitaires, le taux de réussite de 50% obtenu dans cette étude n'est pas négligeable. Il serait important de renforcer l'apport énergétique et protéique par la distribution en quantité suffisante d'une bonne alimentation.

Ce travail doit être étendu à d'autres jeux de données sur un échantillon assez consistant pour confirmer ou infirmer la validité de ces prédictions.

Référence bibliographique

1. **ALLRICH R D, (1994):** Endocrine and neural control of estrus in dairy cows, J. Dairy Sci. "la reproduction" journées national de CNGTV le 27-28-29 MAI 1998.
2. **AMOU'OU B.S. (2005).** Etude des facteurs de variation du taux de réussite en première insémination artificielle dans le bassin arachidier (Sénégal). Mém. DEA : productions animales : Dakar (EISMV), , 30 pages
3. **Andersson, L. (1988).** Subclinical Ketosis in Dairy Cows. Veterinary Clinics of North America. Juillet 1988, Vol. 4, 2, pp. 233-251.
4. **ARDOUIN. N.2013** .Reproduction des animaux d'élevage (édition 2013)
5. **Asl, A.N., et al. (2011).** Prevalence of subclinical ketosis in dairy cattle in southwestern Iran and detection cutoffpoint of NEFA and glucose concentration for diagnosis of subclinical ketosis. Preventive Veterinary Medicine. 2011, Vol. 100, pp. 38-43 p.
6. **BACAR A. H.2005.** Insémination artificielle bovine Face à la politique actuelle de La filière lait dans la région D'Antananarivo, Mémoire d'ingénieur agronome. Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques (Antananarivo).92p.
7. **BADJI A. (2007):** Suivi et évaluation de la qualité des services de l'insémination artificielle bovine dans la zone sylvopastorale et le bassin arachidier. Mémoire DEA : Productions Animales : Dakar (EISMV), 31 pages.
8. **BALLERY R., 2005.** Mise au point sur les protocoles de maîtrise des cycles chez les bovins, Thèse de docteur vétérinaire, Ecole nationale vétérinaire, Lyon.135p.
9. **BARBAT A., GION A., DUCROCQ V., 2007.** L'évaluation génétique de la fertilité chez les bovins laitiers en France, Gestion de la fertilité des bovins laitiers – 15 janvier 2008 .B.T.I.A., 126, pp 19-22.
10. **BELL A W, BAUMAN D E, (1996):** The transition cow : actualized homeorhesis Cornell Nutrition conference, 58:150-157.
11. **BENCHARIF D., TAINTURIER D., SLAMA H., BRUYAS J.F., BATTUT I. et FIENI F., 2000.** Prostaglandines et *post-partum* chez la vache, Revue Méd. Vét., v.151, n. 5, pp401-408.

12. **BODIN L. ELSEN J.M., HANOCQ E., FRANÇOIS D., LAJOUS D., MANFREDI E., MIALON M.M., BOICHARD D., FOULLEY J.L., SANCRISTOBAL- GAUDY M., TEYSSIER J., THIMONIER J. et CHEMINEAU P.**1999. Génétique de la reproduction chez les ruminants, INRA Prod. Anim., v.12, n.2, pp 87-100.
13. **BOSIO L, (2006):** Relation entre fertilité et évolution de l'état corporel chez la vache laitière : Le point sur la bibliographie, thèse en vue de l'obtention de grande de garde de Docteur Vétérinaire, Université Claude-Bernard-Lyon I, 110p.
14. **BOSIO.2006.** Relations entre fertilité et évolution de l'état corporel chez la vache laitière : le point sur la bibliographie
15. **BOUCHARD E.et DU TREMBLEY D.** Portrait Québécois de la production. In : Symposium sur les bovins laitiers, 30 octobre 2003, Centre de référence En Agriculture et Agroalimentaire du Québec, 12 p.
16. **BOUZEBDA Z., BOUZEBDA F., GUELLATI M.A., GRAIN F., 2006.** Evaluation des paramètres de la gestion de la reproduction dans un élevage bovin laitier du nord-est Algérien.
17. **BRISSON J., 2003** Nutrition, alimentation et reproduction, Symposium sur les bovins laitiers, 30 octobre 2003, Centre de Référence En Agriculture et Agroalimentaire du Québec, 66p..
18. **BRONGNIART I., GUYONVARCH A., KERSALE P et BOUTES J.L., 1998.** Facteurs influençant les paramètres de reproduction chez la vache laitière. Renc .Rech. Ruminants, n.5.
19. **BUTLER W R, (2003):** Nutrition and reproduction loss, can we feed our way out of it ? 2nd Bi-Annual W.E. Peterson Symposium, Minnesota University.
20. **BUTLER W. R. 1998.Review:** Effect of Protein Nutrition on Ovarian and Uterine Physiology in Dairy Cattle, J. Dairy Sci. v.81, n.9, pp2533–2539.
21. **CALDWELL V., 2003.** La reproduction sans censure : la vision d'un vétérinaire de champ, symposium sur les bovins laitiers 30 octobre 2003, Centre de référence En Agriculture et Agroalimentaire du Québec. p20
22. **COUAILLER.J. 2005.** Reproduction des animaux d'élevage
23. **COULON J.B. B. REMOND., M.DOREAU M. JOURNET., (1985)., Jeanne FLECHET Renée LEFAIVRE, B. MARQUIS C S., ÉVOLUTION DE DIFFÉRENTS PARAMÈTRES SANGUINS DU MÉTABOLISME ÉNERGÉTIQUE CHEZ LA VACHE LAITIÈRE ., EN DÉBUT**

DE LACTATION., 1: Laboratoire de la Production Laitière, INRA-CRZV de Theix, 63122 Ceyrat, France.

24. **Coulon, J.B., et al. (1985).** Evolution des différents paramètres sanguins du métabolisme énergétique chez la vache laitière en début de lactation. *Annale de Recherche Vétérinaire*. 1985, Vol. 16, 3, pp. 185-193.
25. **CRAPLET C et THIBIER M., 1973.** La vache laitière, Tome V. Ed. Vigot Frères Paris. 484 p.
26. **DAVID.2008.** Analyse génétique et modélisation de la production de semence et de la réussite de l'insémination artificielle en ovin
27. **DEKRUIF.1978.** Factors influencing the fertility of a cattle population
28. **DERIVEAUX et ECTORS. 1980.** Physiopathologie de la gestation et obstétrique vétérinaire
29. **DESCÔTEAUX L. et VAILLANCOURT D.1998.** Kyste ovarien. Fiches techniques bovins laitiers.4p.
30. **DISENHAUS C., KERBAT S. PHILIPOT J.M.2002.** La production laitière des 3 premières semaines est négativement associée avec la normalité de la cyclicité chez la vache laitière, *Renc. Rech. Ruminants*, n.9, pp. 147-150
31. **DISENHAUS C; GRIMARD B; TROU G; DELABY L. (2005).** De la vache au système : s'adapter aux différents objectifs de reproduction en élevage laitier
32. **DISENHAUS.CUTULLIC. E, FRERET. S, PACCARD .P, PONSART .C. 2010.** Vers une cohérence des pratiques de détection des chaleurs : intégrer la vache, l'éleveur et le système d'élevage
33. **-DUDOUET.C. 2004.** La production des bovins allaitants
34. **DUPREEZ J.H ; TERBLANCHE S.J ; GIESECKE W.H ; MAREE C ; WELDING M.C. (1991)** effect of heat stress on conception in dairy herd model under south africa conditions.
35. **ENJALBERT F., 2002.** Relations entre alimentation et fertilité: actualités. *Point Vét.*227, pp. 46-50.
36. **ENJALBERT.2003.** Les contraintes nutritionnelles autour du vêlage
37. **Fournier, A. (2006).** Déficit énergétique et fertilité font mauvais ménage. *Bulletin des agriculteurs*. 2006, pp. 43-45.

- 38. GARCIA-ISPIERTO I., LOPEZ-GATIUS F., SANTOLARIA P., YANIZ J.L., NOGAREDA C., LOPEZ-BEJAR M.1998** Factors affecting the fertility of high producing dairy herds in northeastern Spain, *Theriogenology*, 67, pp 632–638.
- 39. GAYRARD.V.2007.** Physiologie de la reproduction des mammifères
- 40. GENDREAU L.-A., 1940.**Insémination Artificielle, *Canadian Journal of Comparative Medicine*, v. IV, n.2, pp 42-44.
- 41. GHOZLANE F., YAKHLEF H., YAICI S., 2003.** Performances de reproduction et de production laitière des bovins laitiers en Algérie. *Annales de l’Institut National Agronomique*, El-Harrach,
- 42. GHOZLANE M.K., ATIA A., MELES N.J., 2009.**Facteurs influençant la réussite de l’insémination artificielle chez les bovins Mémoire docteur vétérinaire. Ecole Nationale Vétérinaire, El-Harrach
- 43. GINETTE A A., MAZIKI (2004).** Mémoire de diplôme d’étude approfondies de productions animales.
- 44. GORDON I; BOLAND M.P; McGOVERN H; LYNN G. (1987).** Effect of season on superovulatory responses and embryo quality in Holstein cattle in Saudi Arabia.
- 45. GRIMARD B, BENOIT-VALIERGUE H, PONTER A A, HUMBLLOT P, (2001).** Conduite en bandes des vaches allaitantes : Bilan de 3 ans de fonctionnement en exploitation. Au cours du postpartum. Elevage et Insémination.
- 46. GWAZDAUSKAS.1985.** Effects of climate on reproduction in cattle
- 47. HAGEMAN W.H; SHOOK G.E ; TYLER W.J. (1991).** Reproductive performance in genetic lines selected for high or average milk yield
- 48. HANZE 2009.** L’insémination artificielle chez les ruminants
http://www.therioruminant.ulg.ac.be/notes/200910/R29_Insemination_2010.pdf
- 49. HANZEN C., HOUTAIN J.Y., LAURENT Y., ECTORS F .1996.**Influence des facteurs individuels et de troupeau sur les performances de reproduction bovine. *Ann. Méd. Vét.*, 140, pp 195-210.
- 50. -HANZEN. HOUTAIN J.Y ; LAURENT Y et al. (1996).** Influence des facteurs individuels et de troupeau sur les performances de reproduction bovine.
- 51. HANZEN.2005.** L’infertilité bovine : approche individuelle ou de troupeau ? *Le Point Vétérinaire*,

- 52. -HANZEN.2006.** Effets potentiels du stress sur les performances de reproduction en élevage bovin
- 53. HANZEN.2009.** . La propédeutique de l'appareil reproducteur et l'examen du sperme des
- 54. -HANZEN.2009.** L'insémination artificielle chez les ruminants
- 55. HAURAY K., 2000.** Avortement d'origine alimentaire chez les bovins, thèse docteur vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon.109p.
- 56. HILLERS K.K; SENGER P.L; DARLINGTON R.L ; FLEMMING W.N. (1984).** Effect of production, season, age of cows, dry and days in milk on conception to first service in large commercial dairy herd
- 57. INRA. Prod. Anim.,** v.22, n. 4, pp 303-316.
- 58. -INRA.1988** .Reproduction des mammifères d'élevage.
- 59. KABERA F. (2007).** Contribution a l'amélioration du taux de réussite de l'insémination artificielle bovine dans les campagnes d'insémination artificielle réalisées par le PAPEL au Sénégal. Thèse de Médecine Vétérinaire : Dakar, 101 pages.
- 60. Kaidi 2008.**
- 61. -KOHLER. S. 2004.** Anatomie et physiologie de l'appareil reproducteur femelle
- 62. LACERTE G.** La détection des chaleurs et le moment de l'insémination, symposium sur les bovins laitiers. 30 octobre 2003, Centre de référence En Agriculture et Agroalimentaire du Québec. 1
- 63. LE COZLER Y., PECCATTE J.-R., PORHIEL J.-Y., BRUNSCHWIG P., DISENHAUS C.2009.** Pratiques d'élevages et performances des génisses laitières : état des connaissances et perspectives,
- 64. LE MEZEC P. et BARBAT A., 2008.** Fertilité des races laitières : un regard sur dix ans et trente-sept millions d'inséminations. Renc. Rech. Ruminants, n.15, p376.
- 65. LUCY M.C., 2001.** Reproductive Loss in High-Producing Dairy Cattle: Where Will It End?, J. Dairy Sci., 84 (6), pp 1277–1293.
- 66. MAISSAI C.R. et SALHI O.2008.** suivi des résultats de l'insémination artificielle d'un élevage bovin dans la willaya de Tipaza. Mémoire docteur vétérinaire. Ecole Nationale Vétérinaire, El-Harrach

- 67. MARICHATOU.H.2004.** L'insémination artificielle : conditions pour une bonne réussite. Production animale en Afrique de l'Ouest
- 68. MELENDEZ P. et PINEDO P.2007.** The Association Between Reproductive Performance and Milk Yield in Chilean Holstein Cattle, J. Dairy Sci. 90, pp. 184–192.
- 69. MELENDEZ P., BARTOLOME J., ARCHBALD L.F. et DONOVAN A.2003.**The association between lameness, ovarian cysts and fertility in lactating dairy cows,
- 70. -MIALOT et BADINAND.1985.** L'anoestrus chez les bovins. In: mieux connaître, comprendre et maîtriser la fécondité bovine
- 71. MIYOSHI S, PATE J L, PALMQUIST D L, (2001) :** Effects of propylene glycol drenching on energy balance, plasma glucose, plasma insulin, ovarian function and conception in dairy cows, Animal Reproduction Science, 68: 29-43.
- 72. MOUDI B (2004).** Contribution à la connaissance de la fertilité des vaches Holstein et Métisse au Sénégal : cas de la ferme de Niacoulrab. Thèse : Méd. Vét : Dakar, 82 pages.
- 73. MOUCHE MOULIOM M. M (2007).** Etude de la relation entre le statut nutritionnel des vaches inséminées et leur état physiologique par dosage d'un biomarqueur de gestation : Les Protéines Associées à la Gestation (PAGs). Thèse Med. Vét : Dakar, 85 pages.
- 74. Ospina, P.A., et al. (2010a).** Evaluation of nonesterified fatty acids and Beta- hydroxybutyrate in transition dairy cattle in northeastern United-States :critical thresholds for prediction of clinical diseases. Journal of Dairy Science. Octobre 2010a, Vol. 93, pp. 546- 554 p.
- 75. PARAGON B.M. (1991).** Qualité alimentaire et fécondité chez la génisse et la vache adulte : Importance et place des nutriments non énergétiques. Bull. G.T.V 4B. Pp
- 76. POINT F.2007. Contribution a l'étude de la détection des chaleurs par vidéosurveillance chez la vache laitière : Comparaison avec les profils de progestérone. Thèse Docteur Vétérinaire Ecole Nationale Vétérinaire Lyon, 122p.**
- 77. SAWADOGO G.J. (1998).** Contribution à l'étude des conséquences nutritionnelles sub-sahéliennes sur la biologie du Zébu Gobra au Sénégal. Thèse Doctorat Institut National Polytechnique, Toulouse, 213 pages.
- 78. -SHILLO.1992.** Effects of dietary energy on control of luteinizing hormone secretion in cattle and sheep.

- 79. SILVA H.M; WILCOX C.J; THATCHER W.W; BECKER R.B; MORSE D.(1992).** Factors affecting days open, gestation length and calving interval in Florida dairy cattle.
- 80. SMITH.1992.** Factors affecting conception rate. Collection: Reproduction volume: IRM Manuel.
- 81. THATCHER et COLLIER.1986.** Effects of climate on bovine reproduction. In Morrow, D.A. (Ed) current therapy in theriogenology.W.B. Saunders, Philadelphia
- 82. TILLARD E., HUMBLLOT P. LECOMTE P. et BOCQUIER F. 2007.** Les facteurs nutritionnels *antepartum* sont associés à l'infertilité / infécondité dans les élevages bovins laitiers : exemple de l'île de la Réunion.
- 83. VALLET A.1997.**La fécondité des troupeaux laitiers, un grand problème d'actualité. BTIA suivi.
- 84. Veriele, M. (1994).** Biochimie en production laitière : le rôle du vétérinaire praticien. Bulletin des GTV - numéro spécial. 1994, pp. 157-162.
- 85. Walsh, R. B., et al. (2007).** The effect of subclinical ketosis in early lactation on reproductive performance of post partum dairy cows. Journal of Dairy Science. 2007, Vol. 90, pp. 2788-2796.
- 86. WATTIAUX.1996.** Guide Technique Laitier : Reproduction et Sélection Génétique.
- 87. WESTWOOD CT; LEAN I.J; GARVIN J.K. (2002).** Factors influencing fertility of Holstein dairy cows : a multivariate description