



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



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

N°...../SNV/2017

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

THÈME

**Etude des performances de la reproduction chez les races
bovines moderne et l'effet de l'épigénétique sur ces
paramètres**

Présenté par :

- **MAGHNIA Hadj**

Soutenu le : 12 /05/2017 devant les jurys :

Président: Mr. ABDELMOUMEN Djillali.

MCB U. Mostaganem

Encadreur: Mme. FASSIH Aicha

Docteur U. Mostaganem

Examineur : Mr. KACEM Nacera

MCA U. Mostaganem

Année Universitaire: 2016/2017.

Dédicace :

Je dédie ce travail...

A ma très chère mère

&

A mon très cher père

*En témoignage de tous les sacrifices qu'ils ont consenti pour
mon éducation et ma formation*

*À La mémoire de mon très cher frère Abde Elkadder, Je prie le
dieu le tout puissant de l'accueillir dans son vaste paradis et de
lui accorder sa sainte miséricorde.*

A mes frères et mes sœurs chacun

avec son nom.

A tous mes amis De la Subdivision Agricole de Yellel.

A tous mes camarades de la promotion 2016 -2017.

*Et à tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin pour la
réalisation de ce travail*

El Hadj

☆-☆-☆ Remerciements ☆-☆-☆

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

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

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

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

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

Merci 

Résumé

Un ensemble de paramètres de reproduction a fait l'objet de l'étude que nous avons menée dans la région de Relizane, considérées comme appartenant au bassin laitier du nord-ouest algérien, notamment : L'intervalle vêlage-vêlage (IVV), l'intervalle vêlage-première saillie; l'intervalle vêlage-saillie fécondante, le niveau de fertilité et de mettre en évidence l'influence de l'épigénétique sur ces paramètres.

À la lumière des résultats obtenus, il ressort que la gestion de la reproduction au sein des élevages est en dehors des normes généralement admises, l'IVSF est relativement respecté, exprime une moyenne de 90 jours, l'alimentation et les conditions d'élevage influent significativement sur les paramètres de reproduction par l'effet de l'épigénétique.

Mots-clés: *Reproduction – Fertilité - Élevage laitier- bovin – Algérie – épigénétique*

Abstract

A whole of criteria of reproduction was analysed in Relizane area, considered to be part of the Algerian northwestern dairy basin, in particular: the interval calving-calving (CCI), calving-first insemination interval (CFI1) and the calving-fecundating covering interval (CFCI) and to highlight the influence of epigenetics on these parameter.

In the light of the results obtained, it appears that breeding management in farms is outside the generally accepted standards, the CFCI is relatively respected, expresses an average of 90 days, feeding and husbandry conditions Has a significant influence on reproductive parameters due to epigenetics.

Keywords: *reproduction- fertility dairy- cattle – Algeria- epigenetics*

ملخص:

مجموعة من عوامل التكاثر كانت محل دراستنا التي أجريناها في منطقة غليزان التي تعتبر حوضا مهما لإنتاج الحليب في الجزء الشمالي الغربي من الجزائر ومن أهم هذه العوامل، مجال ولادة -ولادة، مجال الولادة-التلقيح الأول، مجال الولادة-التلقيح المخصب، مستوى الخصوبة وأخيرا مؤشر التلقيح وتأثير التخلق الوراثي على هذه العوامل. على ضوء النتائج المحصل عليها تبين أن تسيير التكاثر هو بعيد عن النظم المعتمدة، مجال الولادة-التلقيح المخصب محترم وذلك بمتوسط 90 يوما، التغذية وعوامل التربية تؤثر نسبيا على التكاثر.

الكلمات المفتاحية: *تكاثر -خصوبة- مزرعة إنتاج الحليب-أبقار-الجزائر-التخلق الوراثي*

LISTE DES ABREVIATIONS

DSA : Direction des Services Agricoles

FSH : Hormone folliculo-stimulante

GnRH : Gonadotropin releasing hormone

Ha : Hectare

Hab : Habitant

I1 : Première insémination

IA : Insémination artificielle

IF : Insémination fécondante

IV-IA1 : Intervalle vêlage première insémination artificielle

IV-IAF : Intervalle vêlage insémination artificielle fécondante

IV-IF : Intervalle vêlage insémination naturelle fécondante

IV-V : Intervalle vêlage vêlage

J : Jour

Kg : Kilo gramme

Km² : Kilomètre carré

MADRP : Ministère de l'agriculture et développement rural et de la pêche.

Mm : Millimètre

LH : Hormone lutéinisante

ONM : Office National de la Météorologie

ONS : Office National des Statistiques

PGF2 α : Prostaglandine

Qx : Quintaux

Qx/ha : Quintaux/ hectare

SAT : Surface Agricole Totale

SAU : Surface Agricole Utile

T : Température

TRI1 : Taux de réussite en première insémination

T° : Température

TRIA/SN : Taux de réussite en insémination ou en saillie naturelle

% : Pour cent

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Critères établis à partir du bilan de reproduction (Dudouet.C, 1999)

Tableau 2 : Seuils de reproduction (Blair et Murray.,cités par Dudouet.C)

Tableau 3 : Indices de reproduction (Wathiaux M.A, 1996)

Tableau 04 : Répartition de la population humaine selon l'âge

Tableau 05 : La répartition générale des terres

Tableau 06 : La production végétale

Tableau 07: Evolution des effectifs des animaux

Tableau 08 : Evolution de la production animale

Tableau 09 : Structure des troupeaux.

Tableau 10 : Diagnostic de Gestation.

Tableau 11 : Age à la première saillie et première mise bas

Tableau 12 : Intervalle vêlage-vêlage

Tableau 13: Intervalle vêlage première saillie

Tableau 14: Intervalle vêlage première saillie

Tableau 15: Niveau de fertilité

LISTE DES CARTES ET FIGURES

Carte 1 : limites administratives de la wilaya de Relizane.

Figure 1 : Cycle œstral chez la vache (REPROLOGY.COM 2012)

Figure 2 : Régulation hormonale du cycle œstral (CHASTANT MAILLARD, 2010)

Figure 3 : Modification de la concentration hormonale dans le plasma sanguin (PICTON, 2004).

Figure 4 : Cycle reproducteur annuel théorique chez la vache laitière

Figure 5 : méthélation des histones (Betty Lafon / Sciences et Avenir)

Figure 6 : Réaction de méthylation d'une cytosine par les méthyltransférases de l'ADN

Figure 07 : Variations des températures moyennes mensuelles en °C (2010-2016)

Figure 08 : Moyennes mensuelles des pluies dans la wilaya de Relizane (2010-2016).

Figure 09 : méthode de saillie utilisée.

Figure 10 : Répartition des vêlages en fonction des saisons

Figure 11 : Calendrier alimentaire des bovins

Figure 12 : la répartition des pathologies les plus fréquentes.

SOMMAIRE

Introduction	1
---------------------------	---

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I CRITERES ET NORMES ZOOTECHNIQUE DE REPRODUCTION

CHEZ LES BOVINS	2
------------------------------	---

1. Physiologie et critères de la reproduction	2
--	---

1.1 Le cycle sexuel de la vache.....	2
--------------------------------------	---

1.2 Régulation hormonale du cycle	4
---	---

1.3 Emergence d'une vague folliculaire	4
--	---

1.4 Déroulement du cycle œstral	4
---------------------------------------	---

1.5 Fécondation et développement embryonnaire.....	5
--	---

1.6 Reprise de l'activité sexuelle postpartum.....	6
--	---

1.7.1 Définition de l'anoestrus.....	6
--------------------------------------	---

1.7.2 L'activité hormonale cyclique en postpartum	7
---	---

1.7.3 Anomalies de reprise de la cyclicité postpartum	7
---	---

2. Normes zootechniques de gestion de la reproduction	8
--	---

2.1. Notion de fertilité	8
--------------------------------	---

2.2 Notion de fécondité	9
-------------------------------	---

2.3 Notion d'infécondité.....	11
-------------------------------	----

2.4 Caractéristiques du troupeau	11
--	----

2.4.1 Nombre de vaches présentes.....	11
---------------------------------------	----

2.4.2 Nombre de vaches ayant vêlées.....	11
--	----

2.4.3 Le pourcentage de primipares.....	11
---	----

2.4.4 L'âge au premier vêlage.....	12
------------------------------------	----

2.4.5 Le rang moyen de lactation.....	12
---------------------------------------	----

2.4.6 Nombre moyen de lactations avant réforme.....	12
---	----

2.4.7 Pourcentage de réforme au cours de l'exercice.....	12
--	----

2.4.8 Ecart dernier tarissement réforme	13
---	----

3. Objectifs standard pour la reproduction des vaches laitières	13
--	----

3.1 Intervalle entre vêlages premières chaleurs	13
---	----

3.2 Intervalle vêlage première insémination	14
---	----

3.3 Intervalle vêlage –insémination fécondante	14
--	----

3.4 Taux de réussite en première insémination (TRI1)	14
--	----

3.5 Proportion de vaches inséminées 3 fois et plus	15
--	----

3.6 Intervalle entre vêlages	15
------------------------------------	----

3.7 Nombre d'inséminations par conception	16
---	----

3.8 Les Objectifs en élevage laitier	16
--	----

4. Insémination artificielle	17
---	----

4.1 Les avantages et les inconvénients de l'insémination artificielle	17
---	----

4.2 Méthode de détection des chaleurs	18
---	----

4.3 Moment de l'insémination artificielle	18
4.4 Méthodes de détermination de la fertilité après l'insémination artificielle.....	20
4.4.1 Déterminations du taux de non-retour	20
4.4.2 Niveaux de progestérone circulant dans le sang	20
4.4.3 Méthode utilisant les ultrasons ou "Echographie"	20
4.4.4 La palpation transrectale	20
4.5 Technique de l'insémination artificielle dans l'espèce bovine	20
CHAPITRE II EPIGENETIQUE	22
1. La régulation épigénétique de l'expression génique	22
1.1 Modification des histones	23
1.2 La méthylation de l'ADN	25
2 Mécanismes épigénétique contrôlant la différenciation cellulaire	28
2.1 La glande mammaire	28
2.2 L'endomètre	28
3. Environnement et production laitière	29
4 Conclusion	30
PARTIE EXPERIMENTALE	32
1. Objectifs et méthodologies	32
1. Objectifs.....	32
2. Cadre d'étude	32
3. Méthodologie	32
3.1 La pré-enquête	32
3.2 L'échantillonnage	33
3.3 Les enquêtes	33
3.4 Analyses statistiques	33
2. Présentation de la région d'étude	34
2.1 Le milieu physique	34
1.1.1 Le relief	34
Les sols	34
1.1.2 Les ressources hydriques	34
1.1.3 Le climat	36
1.1.3.1 Les températures	36
1.1.3.2 La pluviosité	36
2.2. Milieu humain	37
2.2.1 La population	37
1.2.2. Les activités agricoles.....	37
1.2.2.1 La répartition des terres	37
1.2.2.2 La production végétale	38
1.2.2.3 L'élevage et productions animales	39

Résultats et discussions	40
Présentation des résultats	40
1. La structure des troupeaux	40
2. Gestion de reproduction	40
2.1 La saillie	40
2.2 Le diagnostic de gestation	41
2.3 Répartition des vêlages	41
3. Performances de reproduction	42
3.1 Age à la première saillie et première mise bas	42
3.2 Intervalle vêlage-vêlage (V-V)	42
3.3 Intervalle vêlage-première saillie	42
3.4 Intervalle vêlage-saillie fécondante	43
3.5 Niveau de fertilité	43
4. Calendrier alimentaire	44
5. Etat sanitaire des troupeaux	45
5.1 Les pathologies fréquentes	45
5.2 La vaccination	45
5.3 Suivie sanitaire	45
Discussion	46
1. Gestion de reproduction	46
1.1 La saillie	46
1.2 Le diagnostic de gestation	46
1.3 Répartition des vêlages	46
2. Paramètres de la reproduction	47
2.1 Ages à la première saillie et à la mise bas	47
2.2 Les intervalles entre vêlages	48
2.3 Les intervalles vêlages première saillie	48
2.4 Intervalle vêlage saillie fécondante	49
2.5 Le niveau de fertilité	49
3. Effet de l'épigénétique sur les performances de reproduction	50
3.1 Influence de l'alimentation	50
3.2 Influence de climat et les conditions d'élevages	51
CONCLUSION GENERALE	52
BIBLIOGRAPHIE	53

INTRODUCTION

L'élevage bovin assure une bonne partie de l'alimentation humaine et constitue par la même une source de rentabilité pour les producteurs; par voie de conséquence le temps improductif doit être réduit au maximum en diminuant la période de vie non productive de l'animal. Un objectif de dix mois de lactation et un veau par vache et par an devrait être atteint (Charron, 86), ce niveau de rentabilité est conditionné par un diagnostic des performances de la reproduction du cheptel en s'appuyant sur des critères objectifs d'évaluation. Cette évaluation permettra de dresser un bilan moyen de fécondité, essentiel pour la situer et aussi de prévoir et organiser les actions visant à l'améliorer.

L'appréciation de la reproduction dans un cheptel bovin laitier demande, l'exploitation rationnelle, de critères de performance se traduisant par un résultat de l'exploitation, habituellement cette analyse repose sur des paramètres de fécondité et de fertilité.

Les causes de l'infertilité et les déficits de production sont multiples; ils peuvent être liés à l'animal lui-même ou à l'environnement, ou les deux en même temps, ces derniers ne sont pas maîtrisés par les éleveurs; en revanche d'autres peuvent être maîtrisés parce qu'ils se trouvent liés à la reproduction à la qualité de l'alimentation et l'état sanitaire de troupeau.

L'exploitation des élevages laitiers exige, un minimum de compétence et de savoir faire que beaucoup de nos éleveurs ne possèdent pas.

Suite aux différents constats médiocres des performances de nos élevages, nous avons jugé utile de nous intéresser à un certain nombre d'exploitations pour s'enquérir des résultats enregistrés dans ces élevages.

L'objectif de ce travail a pour but dans un premier temps d'établir un diagnostic de la situation de nos exploitations, aussi bien du point de vue de la reproduction que de la production, une étude sur l'influence de l'épigénétique sur les paramètres de reproduction sera envisagée, par ailleurs, nous apprécierons les conditions d'élevage dans la wilaya de Relizane.

Le travail sera dirigé en deux grandes parties, où nous exposons dans la première toute une partie bibliographique dans laquelle, il sera essentiellement traité des références ayant trait au thème évoqué.

La seconde partie traitera de nos travaux personnels, où nous aborderons dans un premier lieu ,la présentation du matériel, de la méthodologie, ce premier point sera suivi de l'exposé des résultats obtenus ,lesquels seront interprétés et discutés dans une seconde partie, enfin nous terminerons notre travail par des recommandations ,suivie d'une conclusion.

CHAPITRE I CRITERES ET NORMES ZOOTECHNIQUE DE REPRODUCTION CHEZ LES BOVINS

1. Physiologie et critères de la reproduction :

La vache est une espèce à activité sexuelle continue. Elle débute entre six mois et un an, à 40 à 45 % du poids adulte. Les génisses de races laitières étant plus précoces que les génisses de races à viande. L'ovulation est spontanée, elle a lieu en l'absence de mâle à intervalles réguliers tous les 21 jours en moyenne (entre 18 et 24 jours).

Le cycle œstral est caractérisé par l'apparition périodique d'un comportement d'œstrus ou d'acceptation du mâle, pendant la période qui précède l'ovulation. L'œstrus a une durée de 6 à 30 heures.

1.1 Le cycle sexuel de la vache

Le cycle œstral est divisé en quatre phases :

Les 4 phases du cycle oestral

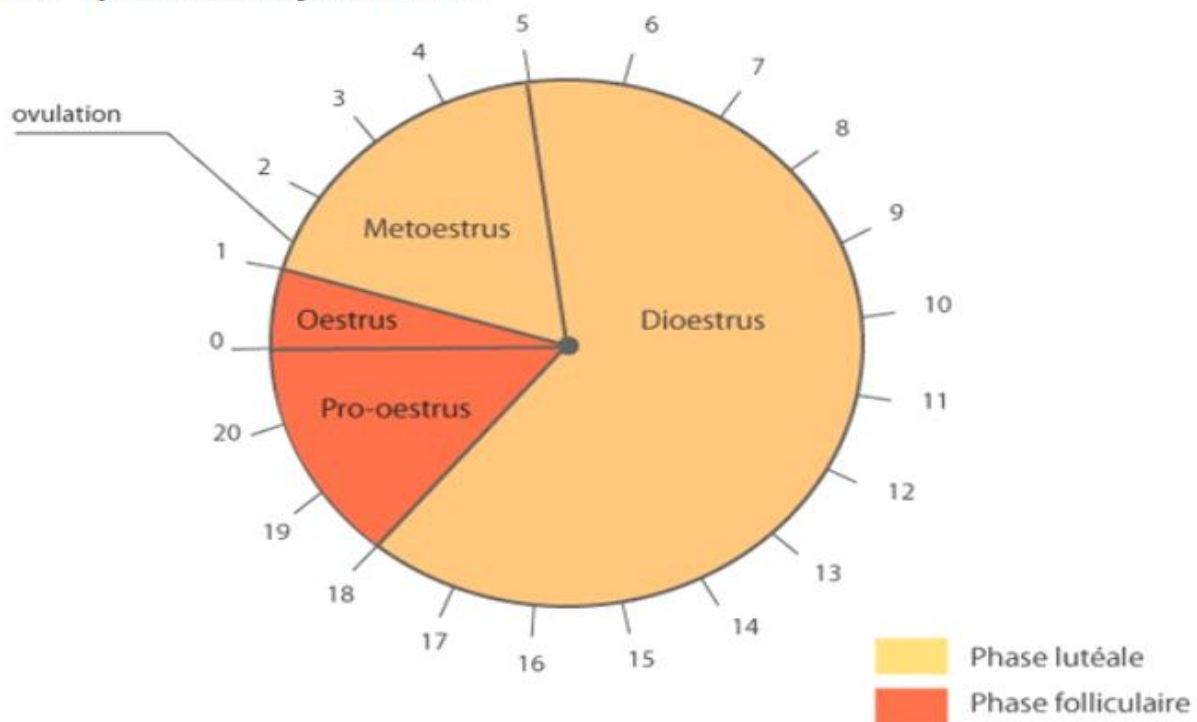


Figure 1 : Cycle œstral chez la vache (REPROLOGY.COM 2012)

Le pro-oestrus correspond à la croissance folliculaire terminale.

L'œstrus est la période centrée sur l'acceptation du chevauchement. L'ovulation se produit environ 10 heures après la fin de l'œstrus.

C'est au cours du met-œstrus que le corps jaune se forme à partir du follicule qui a ovulé.

Le di-œstrus est caractérisé par la présence d'un ou plusieurs corps jaunes. En absence de fécondation, le corps jaune régresse, les animaux retournent en pro-œstrus. Ainsi débute un nouveau cycle (figure 1).

1.2 Régulation hormonale du cycle :

L'hypothalamus synthétise et libère la « gonadotropin releasing hormone » (GnRH) qui agit sur l'antéhypophyse. Celle-ci synthétise à son tour l'hormone folliculo-timulante (FSH) et l'hormone lutéinisante (LH).

FSH participe au recrutement et au début de croissance folliculaire. De même, elle stimule la production d'œstradiol.

LH permet la maturation folliculaire, provoque l'ovulation et la formation du corps jaune.

Ce corps jaune produit la progestérone qui, par rétrocontrôle négatif, inhibe la synthèse de GnRH et donc la libération de LH. L'ovulation n'est plus réalisable. Enfin la prostaglandine libérée par l'utérus ($\text{PGF2}\alpha$) lyse le corps jaune en absence de gestation (Figure 2)

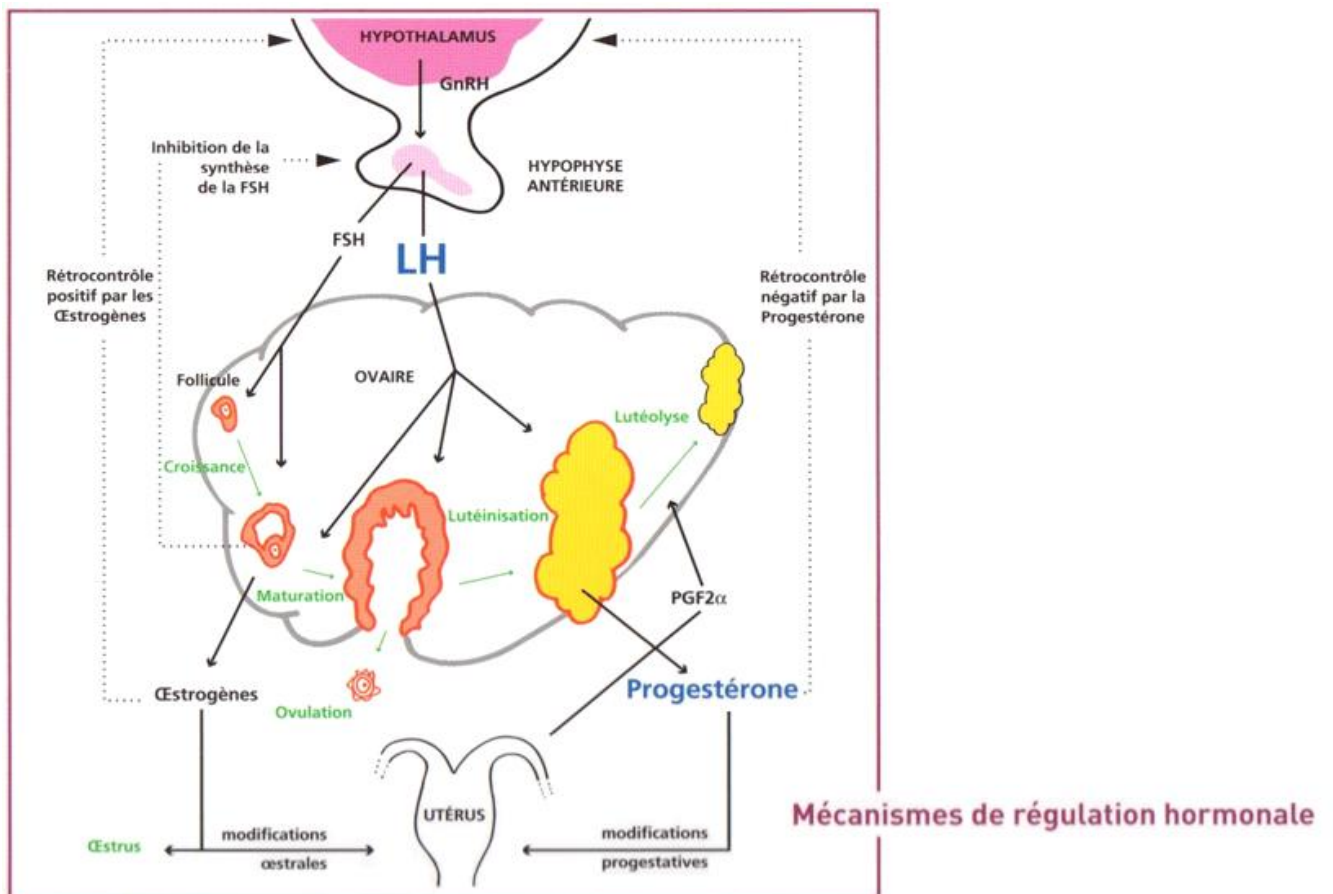


Figure 2 : Régulation hormonale du cycle œstral (CHASTANT MAILLARD, 2010)

1.3 Emergence d'une vague folliculaire :

Sous l'influence de FSH, cinq à dix follicules de 2-3 mm de diamètre sont recrutés et ils entrent en croissance. Avec la diminution de la concentration en FSH, seuls quelques follicules sont sélectionnés. Un seul ira jusqu'à l'ovulation : le dominant. Selon la fréquence des décharges de LH, il y aura ovulation ou atresie. Si le taux de progestérone le permet (c'est-à-dire s'il est faible), il n'y aura plus de rétrocontrôle négatif sur l'hypothalamus, la sécrétion d'œstrogènes augmente et les pulses de LH permettent le déclenchement de l'ovulation. Dans le cas contraire, le follicule dominant est éliminé, et une nouvelle vague folliculaire démarre. Les vagues folliculaires sont au nombre de deux pour la vache. La génisse en présente souvent trois.

Les transformations morphologiques et la prolifération des cellules du follicule qui a ovulé vont donner naissance au corps jaune, sécrétant alors de la progestérone.

1.4 Déroulement du cycle œstral :

FSH stimule l'aromatisation des androgènes en œstrogènes et l'acquisition de récepteurs à LH par les cellules de la granulosa (figure 3).

Les œstrogènes sécrétés par les follicules, en synergie avec FSH, stimulent la croissance et le développement de la cavité antrale. Ainsi le taux d'œstradiol continue à augmenter et permet l'établissement du rétrocontrôle positif sur l'hypothalamus (figure 2).

Le taux élevé et constant de ces deux composés (œstradiol et inhibine) conduit à la diminution de FSH, responsable de la sélection du follicule dominant. Ce dernier est devenu LH dépendant.

Il continue de croître en raison de l'augmentation de sa propre sensibilité à LH et FSH et de la production de facteurs locaux tels que l'insuline-like growth factor (IGF).

Si la libération de FSH est réduite, il existe un déficit de croissance folliculaire, un défaut d'aromatisation d'où une carence en œstrogènes et une accumulation d'androgènes. L'ensemble aboutit à l'atresie folliculaire.

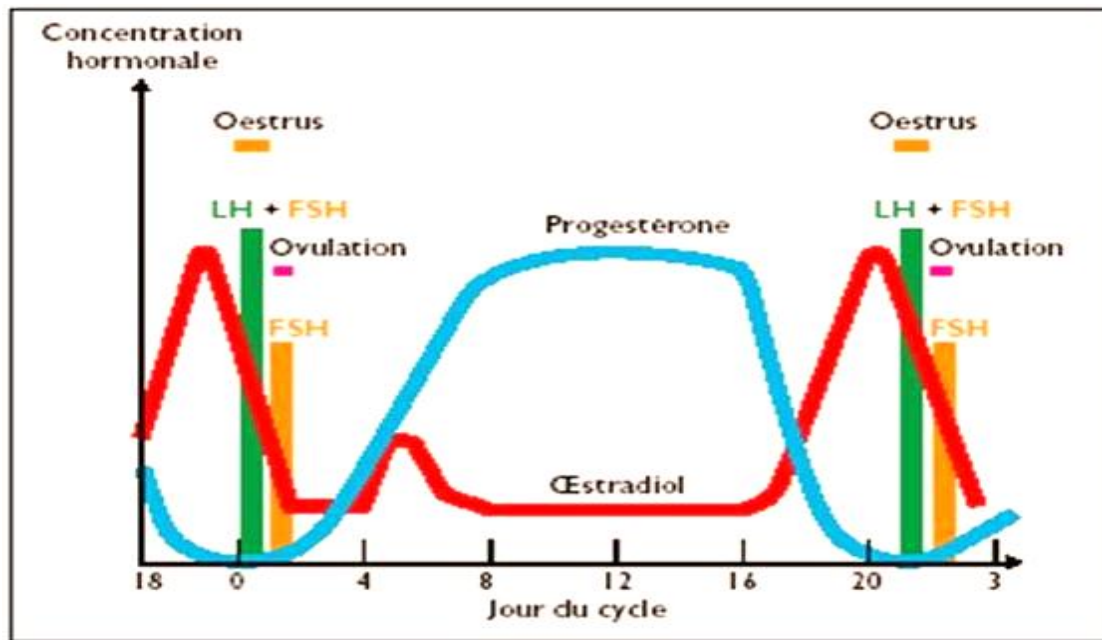


Figure 3 : Modification de la concentration hormonale dans le plasma sanguin (PICTON, 2004)

La LH poursuit son action par la maturation du follicule dominant et la réalisation de l'ovulation. Puis elle permet la transformation de la thèque interne et de la granulosa en corps jaune. Le corps jaune est composé de petites cellules et de grandes cellules. Les deux types cellulaires produisent de la progestérone en début de phase lutéale, puis les grandes cellules s'orientent vers la production d'ocytocine. En effet, l'œstradiol folliculaire induit, en phase lutéale, l'apparition de récepteurs à l'ocytocine au niveau utérin. L'ocytocine produite se fixe donc sur ces derniers et entraîne la synthèse de prostaglandine $PGF2\alpha$ provoquant la lutéolyse du corps jaune vers le 17^{ème} jour du cycle. $PGF2\alpha$ conduit à l'arrêt du fonctionnement du corps jaune mais non à sa destruction physique ; il reste apparent jusqu'au cycle suivant, sous forme du *corpus albicans*.

La concentration en progestérone chute, il y a levée du rétrocontrôle négatif sur l'axe hypothalamo-hypophysaire et une nouvelle décharge d'hormones gonadotropes apparaît, permettant une nouvelle croissance folliculaire. S'il y a fécondation et formation d'un conceptus dans l'utérus, le trophoblaste produit aux alentours du 15^{ème} jour de gestation de la trophoblastine qui inhibe la production de $PGF2\alpha$. Le corps jaune devient alors gestatif et Producteur de progestérone. Celle-ci inhibe le relargage de LH et donc tout cycle potentiel.

I.5 Fécondation et développement embryonnaire :

L'ovulation se situe en général 30 heures après la décharge ovulante de l'hormone hypophysaire LH et 10 heures après la fin des chaleurs, plus fréquemment sur l'ovaire droit que sur le gauche. L'ovule reste fécondable 8 à 12 heures après l'ovulation. La fécondation a

lieu dans l'ampoule tubaire, portion la plus dilatée de l'oviducte. L'ovocyte est émis au stade métaphase II et il atteint le lieu de la fécondation 6 heures plus tard. Les spermatozoïdes capacités se mettent autour de l'ovocyte, par chimiotactisme et pénètrent le complexe cumulus-ovocyte. Dans un premier temps, il y a fixation primaire du spermatozoïde à la zone pellucide, puis reconnaissance entre les composés des deux surfaces. L'entrée d'un spermatozoïde dans la zone pellucide induit à la fois la reprise de la méiose (avec formation d'un second globule polaire) et la réaction corticale. Il y a déversement du contenu des granules corticaux dans l'espace péri-ovocytaire. La zone pellucide devient ainsi imperméable à la pénétration d'un second spermatozoïde : c'est la réaction corticale qui est concomitante de l'hyperactivation. Puis les pro-noyaux mâle et femelle migrent au centre de la cellule. Les chromosomes se retrouvent sur la plaque métaphasique. Au bout de 48 heures, on obtient le stade deux blastomères. L'œuf arrive dans l'utérus au bout de 4 jours au stade de 8 à 16 cellules. Vers les 9^{ème}-10^{ème} jours, le blastocyste sort de sa zone pellucide et commence sa préimplantation qui durera jusqu'aux 35^{ème}-40^{ème} jours chez la vache. La période critique pour le maintien de la gestation se situe avant celle-ci. La mortalité embryonnaire précoce a lieu jusqu'au 16^{ème} jour et se traduit par un retour en chaleur normal. La mortalité embryonnaire tardive a lieu entre 16 et 45 jours ; le retour en chaleur est plus tardif. Après 45 jours, la vache a plus de chances d'aller au bout de sa gestation.

1.6 Reprise de l'activité sexuelle *postpartum*

La période post-partum a un rôle déterminant sur l'efficacité de la reproduction en élevage. En effet la reproduction reprend après une période d'inactivité ovarienne ou anoestrus.

1.7.1 Définition de l'anoestrus :

Il faut distinguer :

- L'anoestrus physiologique, c'est l'absence de chaleur en début de *postpartum*.
- L'anoestrus pathologique, c'est l'absence de chaleur au-delà de 50 jours *postpartum*.

Classification des différents types d'anoestrus :

- 1- Inactivité ovarienne (faible développement folliculaire, anovulation...)
- 2- Chaleur silencieuse ou suboestrus (absence de comportement d'oestrus)
- 3- Activité ovarienne ralentie (follicule dominant persistant)
- 4- Formation de kystes ovariens
- 5- Persistance de corps jaune

La reprise d'activité sexuelle après vêlage est généralement précoce chez la vache laitière. Mais 50 à 70 % seulement des animaux présentent des profils de reprise d'activité cyclique normaux et réguliers à 50 jours *postpartum*.

1.7.2 L'activité hormonale cyclique en *postpartum*

Durant l'activité post-partum, l'utérus involue et l'axe hypothalamo-hypophyso-gonadique est à nouveau fonctionnel ce qui aboutit à la première ovulation et à la reprise de l'activité cyclique. En temps normal l'ensemble est fonctionnel dans les 6 semaines *postpartum*. En effet 90 % des vaches ont leur première ovulation dans cette période. Chez les vaches laitières l'intervalle vêlage première ovulation (IV-OP) est compris entre quinze et trente jours.

Les étapes de la reprise de l'activité :

De J0 à J4 : les ovaires sont réfractaires à la FSH et à la LH, l'hypophyse redevient sensible à la GnRH, ainsi la concentration en FSH augmente mais il n'y a pas de croissance folliculaire en raison de la période réfractaire.

De J4 à J10 : à cette période l'augmentation de FSH permet la mise en place de la première vague folliculaire mais celle-ci n'aboutit pas à une ovulation en raison de l'absence de pic de LH, due à la présence de progestérone.

De J10 à J20 : la sensibilité de l'hypophyse à la GnRH s'accroît et il y a alors sécrétion de LH aboutissant à une ovulation à 15-17 jours. Celle-ci n'est généralement pas accompagnée de chaleur.

De J18 à J24 : première phase lutéale souvent courte, environ 14 jours en raison d'une insuffisance de lutéinisation. Cette étape peut amener à la formation de kyste.

De J25 à J35 : le retour à une activité ovarienne normale et cyclique indique la restauration des interactions entre hypothalamus, hypophyse, ovaires et utérus. Ces interactions sont nécessaires au démarrage d'un nouveau cycle de reproduction.

L'augmentation de la fréquence des décharges de LH constitue l'événement majeur et limitant à l'origine de la reprise de l'activité ovarienne *postpartum*.

1.7.3 Anomalies de reprise de la cyclicité *postpartum*

Un certain nombre d'anomalies de la reprise de cyclicité ont été identifiées :

- 1- Reprise d'activité différée (anoestrus)
- 2- Cessation d'activité après une première ovulation (rare)
- 3- Phase lutéale courte
- 4- Phase lutéale prolongée (corps jaune persistant)
- 5- Cyclicité ovarienne irrégulière

Les deux anomalies les plus fréquentes sont le numéro 4 (avec une fréquence de 12 à 35 %) et le numéro 2 (10 à 20 %) (GRIMARD et DISENHAUS, 2005).

Les facteurs de risques de ces anomalies sont multiples, citons les plus importants :

- Précocité de la première ovulation

- Maladies intercurrentes
- Déficit énergétique
- Stress thermique, qui est parfois à l'origine d'un anoestrus. Lors d'expériences menées sous un climat subtropical, la durée de l'oestrus était de 11,9 heures et un anoestrus survenait au moins une fois chez 33,4 % des animaux. Lorsque l'on contrôlait les conditions environnementales, les génisses exposées à 32°C avaient un oestrus plus court de 5 heures par rapport à celles maintenues à 21,3°C (HALL et coll., 1959 cités par FAGET, 1992). L'anoestrus est la règle lorsque les génisses sont soumises à une température supérieure à 38°C (BOND et MC DOWELL, 1972). Dans la plupart des études, il semble néanmoins que le stress thermique conduit à plus d'ovulations "silencieuses" et à des chaleurs réduites en intensité et en durée (CHRISTISON et COLL, 1972).

Ces anomalies, avant la mise à la reproduction, sont alors associées à une dégradation des performances de reproduction. Les anomalies de reprise à l'activité cyclique après vêlage peuvent donc expliquer une partie des troubles de la fertilité rencontrés sur le terrain.

2. Normes zootechniques de gestion de la reproduction

2.1. Notion de fertilité :

Loisel.j (1976) définit la fertilité comme étant la possibilité pour une vache (ou un troupeau) d'être gestante après une ou plusieurs inséminations.

La fertilité est un paramètre physiologique qui représente l'aptitude d'une femelle à être fécondée au moment où elle est mise à la reproduction.

Par ailleurs, il est utile de rappeler que le taux de fertilité vrai est le nombre de femelles ayant mis bas par rapport au nombre de femelles pleines, au contraire, le taux de fertilité apparent se définit comme étant le nombre de femelles gestantes sur le nombre de femelles mise à la reproduction, Badinand.F(1983) définit celle-ci par rapport au nombre de gestations par unité de temps. Selon Charron.G (1986), le taux de réussite en première insémination (TRI1) doit être de 70%, au contraire le pourcentage de femelles demandant une troisième insémination doit être en dessous de 15%.

2.2 Notion de fécondité :

La fécondité se définit comme étant l'aptitude d'un individu à produire une ou plusieurs gamètes capables de féconder ou d'être fécondées (Thibault C et Levasseur M.C 2001); en effet, le taux de fécondité est le rapport entre le nombre de jeunes nés et le nombre de femelles mises à la reproduction, toutefois selon Chevalier.F et col (1996) la fécondité est un paramètre économique qui représente l'aptitude pour une vache à produire un veau par an.

Il est faut toutefois rappeler que le bilan de fécondité est un outil de mesure et de comparaison, cette comparaison est établie par rapport aux normes admises et obtenues dans un élevage ou lors d'une expérimentation ou encore une enquête, par ailleurs selon Dudouet.C (1999), les critères établis à partir du bilan de reproduction sont consignés dans le tableau ci-dessus.

Tableau 1 : Critères établis à partir du bilan de reproduction (Dudouet.C, 1999)

Fertilité des mères Nb.vaches vêlant 100% vaches présentes	%	Mort. Veaux (%)	Production numérique Nb veaux sevrés 100% vaches présentes
Bonne	95	05	95
Correcte	90	10	90
A surveiller	85	15	85
Mauvaise	80	20	80
Très mauvaise	75	25	75

La maîtrise de la reproduction nécessite le contrôle des paramètres de la conduite d'élevage, notamment l'alimentation, l'état sanitaire, le logement...etc.), par ailleurs il existe des indicateurs de la reproduction pour lesquels il est recommandé de préciser les objectifs et les seuils critiques, lesquels seuils sont consignés dans le tableau emprunté à Blair et Murray.B.1996).

Tableau 2 Seuils de reproduction (Blair et Murray.,cités par Dudouet.C)

Indication	Val. Objectifs	Seuil criti	Situ. Exploita
Taux de gestation	95%	90%	
Ecart entre 2 vêlages			
□ Adulte	395J	> 380J	
□ Primipares	380J	> 395J	
% des écarts de vêlages<400j	<15%	>20%	
Taux de réussite en 1 ^{ère} insémination	>70%	< 90%	
% de vaches nécessitant 3 Insé et +	<10%	>15%	
Taux de mortalité (naissance, sevrage)	>0%	>05%	
Nombre de veaux sevrés	<05%	<90%	
% de vaches laitières mises à la saillie	>95	<90%	
Nombre de veaux sevrés (% de VL présentes)	>95%		

Soltner.D (2001) résume les objectifs de fécondité et de fertilité comme suit :

- L'intervalle entre vêlage égal à un an entre 330 jours et 380 jours
- L'intervalle vêlage premières chaleurs doit être inférieur à 70 jours pour pratiquement 100% des vaches (le pourcentage des vaches en an oestrus entre 70 à 90 jours ne doit pas dépasser 2% de l'effectif).
- L'intervalle vêlage première insémination doit être situé entre 40jours à 70 jours et ce pour la totalité du troupeau.
- L'intervalle vêlage insémination fécondante doit être compris ente 40 jours et 110 jours et ce pour 100% des femelles (la moyenne est comprise entre 70 jours à 80 jours)
- Les retards tolérés de fécondation dus aux retours décalés (pour les cycles anormalement longs) doit être moins de 5 jours.
- Le taux de non retour en première insémination doit être supérieur à 60% par rapport à l'effectif.
- Le pourcentage des vaches nécessitant trois inséminations et plus doit être inférieur à 15% de l'ensemble du cheptel.

Les deux derniers critères permettent d'apprécier la fertilité d'un troupeau dans la grille de Loisel.

2.3 Notion d'infécondité :

L'infécondité d'un cheptel laitier se traduit :

- Soit par une lactation prolongée (de 11 mois à 13 mois, voire plus)
- Soit par un allongement de la période de tarissement et ce au delà de 60 jours

Dès que l'intervalle vêlage- vêlage est supérieur à 400 jours (Badinant.F,1983) , ou que l'intervalle vêlage insémination fécondante dépasse 110 jours ,il peut s'agir d'un retard de mise bas ou de fécondation (Loisel.J 1976).

Selon Charron .G(1986), une vache est considérée comme inféconde, lorsque celleci est déclarée vide 120 jours après son dernier part, ou si elle a eu 3 inséminations et plus, par ailleurs un troupeau est considéré comme infécond quand ce dernier exprime 15% et plus de ces vaches infécondes.

2.4 Caractéristiques du troupeau :

2.4.1 Nombre de vaches présentes

Il est tributaire d'une part du nombre d'animaux et d'autre part de la disponibilité de la main d'œuvre.

2.4.2 Nombre de vaches ayant vêlées

Il doit être normalement identique à celui des vaches présentes, toutefois, les normes acceptables doivent être de 95%, selon Seegers. Het coll. (1992), si ce taux est inférieur on peut incriminer un problème de fertilité,ou encore une durée d'engraissement allongée avant que la vache ne soit réformée ,dans le cas où le pourcentage de vaches ayant vêlé est élevé ,l'éleveur a eu tendance au cours de l'année précédente à mettre trop tôt ses vaches à la reproduction ,ou bien encore un nombre élevé de génisses a vêlé.

2.4.3 Le pourcentage de primipares

L'objectif assigné pour ce critère est compris entre 20à 30%, toutefois pour avoir une structure équilibrée en âges du cheptel, taux de primipares doit être légèrement supérieur aux besoins cette situation permet une certaine sélection à la fin de la première lactation.

Un pourcentage supérieur aux normes admises, est interprété comme une expansion numérique du cheptel, ou comme une réponse à une pyramide des âges très déséquilibrés, par ailleurs, un surplus de pourcentage de primipares dans un cheptel se traduit par une baisse de la moyenne de la production laitière par vache et par voie de conséquence peut justifier une réduction légère de la fertilité (Seggers.H et coll, 1992),

2.4.4 L'âge au premier vêlage

L'objectif fixé pour ce critère est d'obtenir des génisses qui mettent bas entre 24 et 27 mois, toutefois ce seuil peut être ramené entre 28-30 mois, si toutefois les parturitions coïncident avec de périodes défavorables.

Vandehaar M.J (2006), donne des âges au premier vêlage entre 22 et 24 mois pour des génisses de race Holstein et de race Ayrshire, par ailleurs, Lefèbre.D et coll (2004), pour des animaux de même race donnent un âge moyen au premier part, respectivement de 28 mois pour les génisses de race Ayrshire et 27 mois, pour des animaux de race Holstein.

Selon Wattiaux M.A (2005) l'âge à la première parturition peut-être de l'ordre de 22- 24 mois, il est clair évident que ces données sont intimement liées au poids corporel des animaux, de plus ce paramètre est généralement associé à d'autres facteurs notamment, la saison de mise bas et l'intervalle premier vêlage saillie pour la deuxième gestation

2.4.5 Le rang moyen de lactation

Le rang moyen de lactation pour une vache en production et pendant toute sa vie productive doit être supérieur à 3 et ce pour une pyramide des âges équilibrés.

Si ce critère est nettement en dessous ,on ne profite pas du potentiel de production adulte ,qui se situe à partir de la troisième lactation pour les animaux de race Frisonne française et 4ème - 5ème lactation pour ceux appartenant aux races Montbéliarde et Normande (Seegers .H,Grimard.B et Leroy.I 1992).

2.4.6 Nombre moyen de lactations avant réforme

Le rang moyen de lactation doit être supérieur à 3, pour une pyramide des âges équilibrée, si ce facteur est franchement inférieur, on ne profite pas du potentiel de production adulte, qui se situe en fonction des races à partir de la 3ème lactation pour de génisses appartenant à la race Frisonne Française et entre la 4-5ème lactation pour des animaux de race Montbéliarde ou de race Normande.

Il est généralement recommandé comme objectif un nombre de 5 lactations, toutefois la longévité réelle est beaucoup plus faible, en effet on enregistre 3 à 3.5 lactations en général comme chiffre moyen de lactations avant la réforme des vaches.

2.4.7 Pourcentage de réforme au cours de l'exercice

Ce taux est étroitement lié et proche du pourcentage des primipares, si l'effectif est stable, les réformes doivent être pour moitié seulement des éliminations involontaires (Seegers.H et coll, 1992).

2.4.8 Ecart dernier tarissement réforme

Selon Seegers.H et Malher.X, (1996), pour les vaches à potentiel équilibré, il est inutile de dépasser 60 jours d'engraissement.

Nous avons emprunté le tableau de M.A Wattiaux. (1996), pour résumer les indices de reproduction, ainsi que leur valeur optimale.

Tableau 3 Indices de reproduction (Wattiaux M.A, 1996)

Indices de reproduction	Valeur optimale
<ul style="list-style-type: none"> • Intervalle entre vêlages • Moyenne du nombre de jours entre vêlage et 1^{ère} chaleurs • Moyenne du nombre de jours entre vêlage et la 1^{ère} saillie • Durée de la période de tarissement • Moyenne d'âge au premier vêlage • % de vaches réformées pour cause de fertilité 	<p>12.5 à 13 mois</p> <p>< à 40 jours</p> <p>de 45 à 60 jours</p> <p>45 - 60 jours</p> <p>24 mois</p> <p><10%</p>

3. Objectifs standard pour la reproduction des vaches laitiers

Le but premier de l'éleveur de bovins laitiers n'est pas de produire des veaux mais essentiellement du lait. Il est admis de tous que la production laitière quotidienne était maximum lorsque les intervalles expriment une durée d'une année.

3.1 Intervalle entre vêlages premières chaleurs :

Cet intervalle est très significatif quant à la l'efficacité de la diagnose des chaleurs au sein d'un troupeau, toutefois ce paramètre est variable, divers facteurs sont à l'origine de cette variation, notamment l'efficacité de la détection des chaleurs, les conditions de stabulations, l'alimentation, l'hygiène au vêlage (pathologie post partum) et le niveau de production (Seegers.H,et coll,1992).

La date de venue en chaleurs après la mise bas est très variable selon les individus, en effet, elle se situe en moyenne entre 30 et 35 jours et ce après le part Selon B.Denis (1979) toutes les vaches doivent avoir un anoestrus post partum au plus de 60 jours après le vêlage Cet intervalle a pour objectif, la proposition maximale à moins de 45 jours et le total à moins de 60 jours (Seegers.H et coll, 1992).

Lorsque cet intervalle est satisfaisant, on peut supposer un bon fonctionnement de l'élevage.

3.2 Intervalle vêlage première insémination :

L'objectif visé reste un pourcentage maximal d'intervalle de moins de 65 jours, à l'exception des premières lactations et des vaches à haut potentiel de production ou l'on peut se permettre un mois de plus, par ailleurs, il est admis qu'aucune vache ne doit être inséminée avant 40 jours

Loisel .J et Mandron.D (1975) constatent que les troupeaux où 30 à 35% des vaches sont inséminées dans les 40 jours qui suivent le part expriment un intervalle entre vêlage supérieur à une année, l'involution utérine insuffisante est responsable des échecs des inséminations de l'utérus et/ou des mortalités embryonnaires tardives se traduisant par des retards d'apparition des chaleurs (Kadri.H et Hamza.I ,1987)

L'intervalle vêlage première insémination est grandement influencé par la politique de l'éleveur ,en effet le délai de mise à la reproduction après le part est l'élément le plus déterminant de l'intervalle entre vêlages de plus 35 à 80% des variations de l'intervalle vêlage sont dus aux variations de l'intervalles vêlage première insémination ,Gauthier et coll (1985) ont montré que cet intervalle est tributaire d'une part de l'état péri natal et d'autre part de l'alimentation ,cet état de fait peut entraîner des variations de l'ordre de 15 à 32 jours.

3.3 Intervalle vêlage –insémination fécondante :

Il dépend de l'intervalle vêlage insémination première et du nombre d'inséminations nécessaires pour obtenir une fécondation, il est à remarquer que toutes les vaches doivent être déclarées gestantes au plus tard entre le 85ème et le 90ème jour après la mise bas, à l'exception des vaches qui sont en première lactation ou celles à haut potentiel de production, pour ces catégories de vaches on peut se permettre un écart d'un mois et plus (Seegers.H, et Malher.X 1996).

3.4 Taux de réussite en première insémination (TRI1) :

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

Selon Seegers H, et Malher.X (1996), la réussite en première insémination est de 60% pour les vaches, au contraire pour les vaches ce taux de réussite est de 70 % Selon Watthiaux M.A (1996), lors de la saillie naturelle et avec un taureau performant ,la réussite de l'insémination est en général proche de 100% ,au contraire lorsqu'on pratique l'insémination artificielle ,le pourcentage de réussite dépend, outre la qualité de la semence de la ,compétence du producteur ou du technicien.

- à décider du moment de l'insémination
- manipuler correctement la semence
- déposer la semence au bon endroit (entrée du corps utérin)

3.5 Proportion de vaches inséminées 3 fois et plus :

Il s'agit des femelles fécondées ou non et qui demandent 3 inséminations et plus au sein du troupeau. Il est à rappeler que lorsque le pourcentage de vaches est égal ou supérieur à 15%, le cheptel en question est en situation d'infertilité, selon B.Denis(1979), il ne faut pas occulter les cas de mortalité embryonnaire Il faut cependant signaler que ce critère est influencé, par les mêmes facteurs qui agissent sur le taux de réussite en première insémination.

3.6 Intervalle entre vêlages :

C'est le critère technico-économique le plus intéressant en production laitière (Gilbert-Bonne-1995), ce dernier donne une mesure des plus proches quant à la fertilité du troupeau, il représente le nombre de jours séparant deux mises bas successives.

Il faut néanmoins signaler que son appréciation est toujours tardive de ce fait il ne peut être considéré seul.

Selon Denis (1978), il ne prend pas en compte les problèmes de fertilité qui apparaissent avant une éventuelle, décision de réforme, de plus il ne permet pas à lui seul d'orienter une analyse étiologique, du fait qu'il cumule d'une part l'influence de la conduite de l'éleveur et d'autre part la fécondité imputable à l'animal.

Selon Loisel (1976), il existe une relation étroite entre l'intervalle vêlage-vêlage et l'intervalle vêlage insémination fécondante; de plus toute variation de l'intervalle entre vêlages est imputable aux variations de l'intervalle vêlage –insémination fécondante.

L'intervalle entre vêlages caractérise la fécondité d'un troupeau, cette dernière est elle-même tributaire de trois critères fondamentaux ;

- les délais de mise à la reproduction
- le temps perdu en raison des échecs de l'insémination
- la durée de gestation

Il est généralement admis, que ce critère est proche d'une année, des intervalles trop courts (<330jours) sont à éliminer, toutefois selon B.Denis. (1979) des intervalles dépassant 400jours, sont franchement anormaux

Selon F.Badinand (1983), l'intervalle entre vêlage se résume de la manière suivante :

$$(i.v.v) = (v-c1) + (c1-I1) + (I1-If) + \text{gestation}$$

Selon P. Vande. (1985), cité par Messadia.I (2001), le prolongement de l'intervalle entre vêlages se solde par une perte économique sur la valeur du veau, engendrant une baisse du revenu, de la production laitière, le prix du lait et enfin les frais d'alimentation .Par ailleurs, cet intervalle reste, le critère le plus intéressant en production laitière, de plus il est un bon témoin dans l'appréciation de la fertilité du cheptel.

3.7 Nombre d'inséminations par conception :

Ce critère est défini, comme étant, le nombre total d'inséminations pour une réelle gestation, ce paramètre est encore appelé indice coïtal ; il est un indicateur fort intéressant quant à l'appréciation de la fécondité d'un cheptel, il doit généralement être inférieur à 1.6, s'il est supérieur à 2 il y a un problème de fécondité du troupeau (H.Kadri et Hamza.I, 1997).

3.8 Les Objectifs en élevage laitier :

La fertilité peut se définir comme la capacité à produire des ovocytes fécondables.

La fécondité, elle, caractérise l'aptitude d'une femelle à mener à terme une gestation, dans des délais requis. La fécondité comprend donc la fertilité, le développement embryonnaire et foetal, la mise bas et la survie du nouveau-né. Il s'agit d'une notion économique, ajoutant à la fertilité un paramètre de durée.

Les étapes clés de la gestion de la fertilité et de fécondité sont :

- **Le tarissement :** Le tarissement conditionne la facilité de vêlage, l'involution utérine et le démarrage de la lactation. La gestion de l'alimentation pendant le tarissement influencera en effet la capacité d'ingestion de la vache en début de lactation.
- **Le début de lactation :** Huit semaines de préparation. Le délai de mise à la reproduction après le vêlage est d'environ 8 à 10 semaines. Au cours de cette période, l'utérus involue (réduction de taille et auto épuration) ce qui permettra l'accueil du futur embryon. La vache ne doit pas trop maigrir afin de rétablir son équilibre énergétique au plus vite. C'est seulement ainsi que la reprise d'activité ovarienne sera précoce et que la cyclicité s'installera. Elle doit aussi avoir des membres sains afin de pouvoir exprimer ses chaleurs (boiteries).
- **La mise à la reproduction :** Six semaines d'observation. Après la période d'attente, la vache doit être gestante le plus rapidement possible. Pour cela, elle doit être inséminée correctement et au bon moment (6 à 12 h avant l'ovulation), ce qui implique une détection des chaleurs efficace et précise pour estimer le moment de l'ovulation (figure 4).
- **Les soins après l'insémination :** Huit semaines de contrôles. Les vaches qui n'expriment pas de chaleur ont été repérées pendant la période d'insémination. Puis, il

faut dépister les vaches non gestantes pour décider de leur ré-insémination et d'un traitement le cas échéant. Le résultat des diagnostics de gestation permet de vérifier que la période d'attente et la période d'insémination se sont bien déroulées.

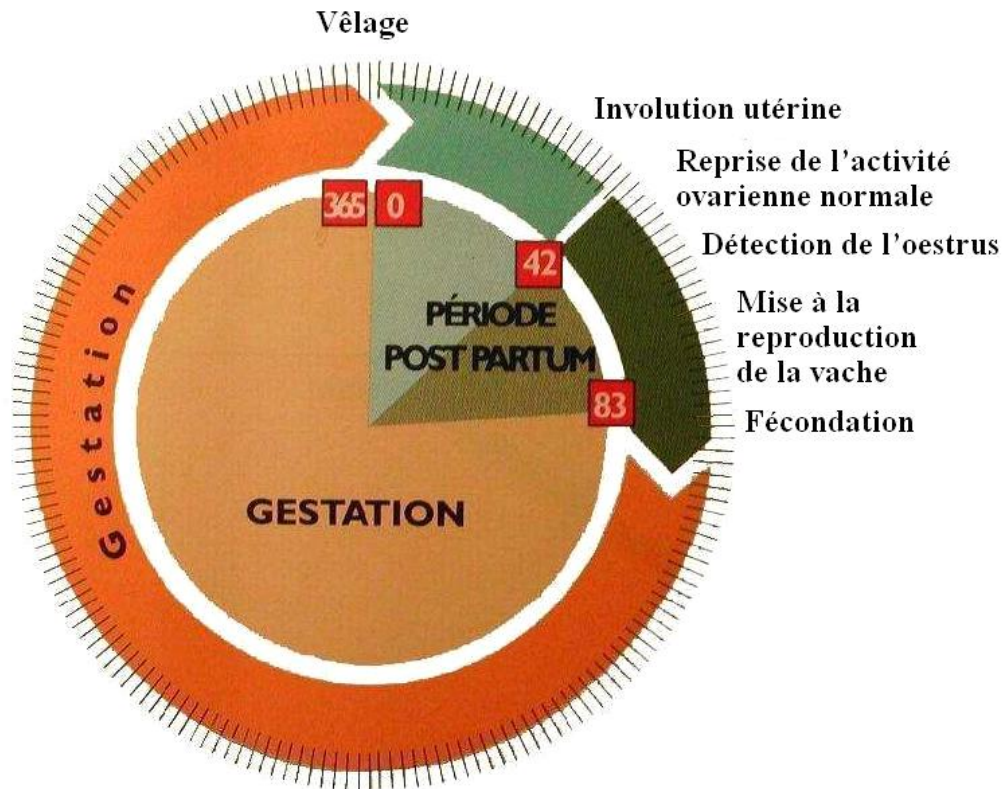


Figure 4 : Cycle reproducteur annuel théorique chez la vache laitière

4. Insémination artificielle :

L'abord dans ce point de quelques notions relatives à la technique d'insémination artificielle, nous permettra de traiter la dernière partie de notre travail, les enseignements rapportés dans le présent chapitre nous aidera à mieux cerner et par la même comprendre l'utilisation d'une telle biotechnologie.

Définition :

L'insémination artificielle (I.A) est une technique qui consiste à récolter du sperme sur un mâle (taureau), par des moyens appropriés et à injecter une fraction de l'éjaculat après examen, conservation, dans l'appareil génital d'une femelle en chaleurs.

4.1 Les avantages et les inconvénients de l'insémination artificielle

a) Les avantages :

- Supprime l'accouplement (contrôle des maladies vénériennes), les risques d'accidents
- Amélioration génétique (taureaux à potentiel génétique élevé) ;
- Lutte contre certains cas de stérilité ;

- Insémination d'un grand nombre de femelles (certains taureaux ont produit 100.000 à 200.000 veaux) ;
- Exportation / importation de semence ;
- Facilite la gestion des exploitations (planning de reproduction) ;
- Supprime l'entretien des taureaux au sein de la ferme

Le fait de conserver la semence bovine presque indéfiniment donne la possibilité de stocker la semence de n'importe quel géniteur et de ne l'utiliser à large échelle qu'une fois un nombre suffisant de ses filles auront prouvé des qualités supérieures quant à la production laitière ou autre. La semence peut être utilisée même après la mort du taureau ;(Gyawu.P, 1989, Levasseur M. et Thibaut C., 1980)

b) Les inconvénients :

Nécessite une bonne technicité dans les centres d'insémination artificielle ; une quelconque erreur lors de la préparation de la semence, peut avoir des répercussions importantes sur le cheptel Les éleveurs doivent avoir une bonne expérience pour détecter les vaches en chaleurs L'insémination artificielle des vaches non observées en chaleurs entraîne non seulement une infertilité mais peut causer une endométrite et l'avortement si la vache est gestante La présence d'agents infectieux non détruits par les antibiotiques ajoutés à la semence (sperme congelé contenant le virus IBR/IPV) peut être à l'origine de pathologies. (Hanzen C., 2004)

4.2 Méthode de détection des chaleurs :

La détection des chaleurs revêt une grande importance dans le programme d'insémination artificielle (I.A) surtout lors de l'utilisation de semence provenant de taureaux de haute valeur génétique. De plus, la manifestation effective des chaleurs et leur détection conditionnent de loin les délais de mise à la reproduction.

La non détection d'une période de chaleurs conduit à un retard systématique de la durée d'un cycle, soit environ trois semaines.

Les méthodes de détection reposent sur plusieurs modifications physiologiques et au niveau du comportement de l'animal qui se produit au moment de l'oestrus. Ces modifications sont la conséquence des variations du taux d'hormones circulantes,

Particulièrement de la montée des œstrogènes sécrétés par le follicule pré ovulatoire

4.3 Moment de l'insémination artificielle

Il est en fonction des paramètres suivants :

- Moment de l'ovulation de la femelle (14 Heures environ après la fin des chaleurs)
- Durée de fécondabilité de l'ovule (environ 5 Heures)

- Durée de fécondabilité des spermatozoïdes
- Temps de remonter des spermatozoïdes dans les voies génitales de la femelle (de 2 à 8 Heures)

La mise en concordance de ces divers paramètres montre qu'il peut y avoir possibilité de fécondation avec une insémination réalisée entre 12 à 18 Heures après le début des chaleurs. L'observation pratique des fécondités obtenues en fonction du moment de la mise en place de la semence confirme ces résultats et montre également que les résultats sont encore satisfaisants dans les 6 heures qui suivent (jusqu'à 24 heures après le début de l'oestrus) Alors qu'ils sont insuffisants pour des mises en place dans les 6 heures qui précèdent (entre 6 et 12 heures après le début des chaleurs).

La variabilité du moment de l'ovulation (ovulation précoce – ovulation tardive) combinée avec la variabilité de la conservation du pouvoir fécondant des spermatozoïdes dans les voies génitales femelles est responsable de la variabilité du Résultat obtenu selon les femelles inséminées dans les mêmes délais. En pratique usuelle une vache en chaleur le matin est inséminée le soir ou le lendemain matin; une vache en chaleur l'après midi est inséminée le lendemain dans la matinée.

Le bon moment de l'insémination est totalement tributaire de la détection des chaleurs et de l'enregistrement de l'observation (connaissance de la régularité, de la durée ...) Cette détection des chaleurs est habituellement faite par l'observation comportementale, de vache en chaleurs est celle qui reste immobile soit par l'homme soit avec l'assistance d'animaux détecteurs (taureau vasectomisé, vache androgénisée) avec ou sans marqueur.

La distribution des fréquences d'apparition au cours des 24 heures montre qu'une bonne détection des chaleurs impose au minimum 2 observations du troupeau à 12 heures d'intervalles (temps d'observation minimale 30 minutes à chaque fois) ou mieux 3 observations (6 H- 7 H, 12h-13H, 18H-19H) dans les même conditions pour éviter que ne soient pas observées les femelles à courtes durée d'oestrus (moins de 12 heures). Il est clair que la détection de l'oestrus entraîne plus de surveillance lorsque les animaux sont au pâturage (bovins à viande ou génisses laitières) et de ce fait elle représente une contrainte qui, associée aux nécessités de la manipulation des animaux, explique le moindre degré d'application de l'IA en production de viande qu'en production laitière. Ces observations de l'oestrus sont largement facilitées par une bonne gestion technique du troupeau (planning, information). (Hanzen C., 2004)

4.4 Méthodes de détermination de la fertilité après l'insémination artificielle

La fertilité des femelles ou leur aptitude de concevoir normalement près I.A. est déterminée par un diagnostic de gestation. Celui-ci peut être réalisé à n'importe quel moment de l'année et avec différentes techniques, notamment :

4.4.1 Déterminations du taux de non-retour

Le retour en chaleurs trois semaines après l'insémination est le signe le plus fréquent d'une non gestation.

4.4.2 Niveaux de progestérone circulant dans le sang

C'est la technique qui consiste à estimer les taux de progestérone dans le sang ou dans le lait 21 à 24 jours après la saillie. La mesure du taux de progestérone se fait par la méthode radio immunologique; les vaches pleines ont un taux de progestérone qui se maintient à un niveau supérieur à 2 ng/ml dans le sang et 3,5 ng/ml dans le lait.

Ce diagnostic constitue une technique de certitude théorique pour la non gestation et seulement une présomption pour une gestation positive.

Par conséquent, le diagnostic positif par dosage de progestérone doit être confirmé par exploration rectale vers la fin du 2^{ème} mois de gestation.(Hanzen C., 2004)

4.4.3 Méthode utilisant les ultrasons ou "Echographie" :

Cette technique permet de confirmer avec certitude les gestations à partir du 35^{ème} jour soit au moins 10 à 15 jours plutôt que l'exploration transrectale. Par contre, son coût élevé entrave son utilisation courante chez les bovins. (Hanzen C., 2004).

4.4.4 La palpation transrectale

Elle est souvent dite examen de confirmation du fait qu'elle permet de mettre en évidence les mortalités embryonnaires tardives. Elle est possible dès le 40^{ème} jour (6 semaines) chez les génisses et le 50^{ème} jour (7 semaines) chez les vaches (Hanzen C., 2004)

4.5 Technique de l'insémination artificielle dans l'espèce bovine

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

La paillette contenant la semence est retirée du récipient de transport (container / - 196°C) et est immédiatement immergée dans une bouteille thermos (boite à décongélation) contenant de l'eau à 34°C à 36°C après l'avoir secouée légèrement pour la débarrasser de la goutte d'azote qui reste emprisonnée dans la partie vide de l'extrémité scellée à l'alcool poly. Elle y séjourne 20 à 30 secondes pour être décongelée ; sa température est alors entre 15 et 20°C.

La paillette est essuyée pour supprimer toute trace d'eau et l'identité du taureau tout de suite est vérifiée. Elle est ensuite sectionnée à environ 1 cm de son extrémité puis introduite dans le pistolet d'insémination préalablement chauffé par frottement pour éviter tout choc thermique. Une gaine en plastique assure la protection sanitaire et l'étanchéité de l'appareil.

La technique d'insémination est celle du cathétérisme cervical avec immobilisation de ce dernier par voie rectale.

La main droite ou gauche introduite dans le rectum, saisit le col et l'autre main introduit le cathéter dans la vulve (préalablement nettoyée) en le poussant vers l'avant et en suivant le plafond du vagin (angle de 45°) pour éviter le méat urinaire Les replis vaginaux sont évités en poussant le col tenu de la main droite ou gauche vers l'avant (pour effacer les replis).

La localisation de l'orifice du col dans lequel l'extrémité du cathéter doit pénétrer est l'étape la plus délicate de l'intervention. La main qui mobilise le col doit manipuler le col de façon à ce qu'il rencontre le cathéter tout en évitant les plis cervicaux un à un atteindre la portion cervico-utérine.

La zone utéro-tubaire joue le rôle de réservoir des spermatozoïdes, ces derniers sont relâchés régulièrement et continuellement de façon à assurer la fécondation au niveau du 1/3 supérieur de l'oviducte sans pour autant qu'il y ait polyspermie, les spermatozoïdes survivent dans cette zone pendant environ 20 à 24h. (Hanzen C., 2004).

CHAPITRE II EPIGENETIQUE

L'épigénétique

Le terme épigénétique vient de l'épigénèse (du préfixe *epi-*, « sur », et du suffixe *genesis*, « création ») qui est la théorie selon laquelle l'embryon se développe par multiplication et différenciation cellulaire progressive, et non à partir d'éléments préformés dans l'oeuf (théorie de l'homonculus). L'épigénétique au sens premier du terme s'intéresse donc à tous les événements cellulaires résultant en la complexification graduelle des tissus, par étapes successives, pour aboutir à un organisme entier.

Les phénotypes observés chez les animaux de rente sont déterminés en partie par le génome qui a fait l'objet d'une exploration produisant des quantités massives d'informations génomiques intégrées dans la prédiction de mérite génétique avec une grande exactitude. Cependant, un nouveau champ d'investigation a révélé l'importance de prendre en compte des mécanismes épigénétiques, qui peuvent refléter des effets environnementaux importants et améliorer notre compréhension de la construction des phénotypes. L'épigénétique se réfère aux changements héréditaires de l'activité génique en l'absence de toute modification de la séquence de l'ADN génomique. Des mécanismes moléculaires sous-jacents orchestrent la réorganisation de chromatine contrôlant ainsi la transcription des gènes. Ici, nous fournissons des exemples tirés de la littérature scientifique publiée soulignant que l'apposition des marques épigénétiques sur le génome peut être séquentielle, réversible et/ou héréditaire.

Ces marques jouent un rôle majeur dans de nombreux processus biologiques tels que la différenciation gamétique, le développement de l'embryon ou encore la différenciation et le développement fonctionnel de la glande mammaire. Cette revue soulignera que le phénotype d'un individu est la résultante d'interactions complexes entre le génotype et l'environnement façonnant tout au long de la vie l'épigénome.

Les marques épigénétiques constituent alors une véritable mémoire des événements de la vie incluant la vie in utero et assurent l'intégration multi-générationnelle et trans-générationnelle des effets de l'environnement. Nous proposons ainsi d'intégrer les informations concernant l'état de l'épigénome et de les considérer comme de nouvelles variables dans la sélection pour préserver la durabilité de l'élevage.

1. La régulation épigénétique de l'expression génique :

Les mécanismes de régulation épigénétique de l'expression génique sont variés, mais après plus d'un siècle d'étude, il est intéressant de constater qu'il suffit de comparer différents articles pour remarquer que toutes les équipes ne vont pas considérer les mêmes mécanismes

comme répondant à cette définition. Les deux mécanismes les plus illustrés dans la bibliographie sont sans nul doute les modifications covalentes des histones et la méthylation de l'ADN. De plus, il est intéressant de constater que certains mécanismes pourtant très décrits tels que la modification des histones ne répondent pas parfaitement à la définition actuelle d'épigénétique, leur hérédibilité n'étant pas clairement établie. Il y a donc une certaine permissivité dans cette définition.

Le but de cette partie est d'illustrer trois points :

- la régulation épigénétique de l'expression génique n'est pas un phénomène uniquement nucléaire.
- des mécanismes décrits depuis des décennies sont des mécanismes épigénétiques.
- comme souvent en biologie, ces mécanismes peuvent communiquer entre eux.

1.1 Modification des histones

L'ADN, compartimenté dans le noyau, ne flotte pas librement dans le nucléoplasme, celui-ci est associé à des complexes protéiques pour former la chromatine. On distingue deux types, ou états, de la chromatine dans le noyau : l'euchromatine et l'hétérochromatine. Alors que l'hétérochromatine est transcriptionnellement inactive et compactée, elle correspond en général aux télomères, aux régions péricentromériques et aux régions enrichies en séquences répétées qui ne s'expriment pas. L'euchromatine, elle, correspond à la fraction transcriptionnellement active et décompactée du génome, riche en gènes codant notamment pour des protéines.

L'unité de base de la chromatine est le nucléosome, qui correspond à 147 paires de bases d'ADN enroulées autour d'un octamère d'histones. Les histones H2A, H2B, H3 et H4 sont les protéines composant cet octamère et sont associées par paires. Les histones possèdent un domaine C-terminal globulaire et un domaine N-terminal non structuré (appelé queue d'histone). La stabilité de l'octamère est due aux interactions protéine-protéine au sein même du complexe, alors que la queue N-terminale des histones à l'extérieur du nucléosome va elle influencer sur les interactions entre deux nucléosomes voisins, ainsi que sur la reconnaissance par les facteurs protéiques. Ces queues d'histones sont sujettes à des phénomènes de méthylation, d'acétylation, d'ubiquitination, de sumoylation ou de phosphorylation selon les acides aminés qui servent de substrats. Définir une relation binaire entre une modification post-raductionnelle et un état activé/réprimé de la transcription n'est pas aisé. En effet, une queue d'histone porte fréquemment un ensemble de marques sur différents acides aminés, et c'est la combinaison de ces marques portées par un nucléosome et les nucléosomes environnants qui définiront l'état d'accessibilité et la liaison de facteurs de transcription à une région de

chromatine. Le terme de « code histone » est d'ailleurs couramment utilisé pour illustrer la complexité des combinaisons des marques de modification des histones.

Néanmoins il ressort que l'acétylation des lysines est généralement corrélée avec une chromatine « ouverte » et transcriptionnellement active alors que la méthylation des lysines va montrer un effet inverse, en fonction de la position et du nombre de résidus méthylés. Deux principales fonctions sont avancées pour la modification covalente des histones :

- modifier l'équilibre électrostatique entre les histones et ainsi moduler l'état de condensation de la chromatine, permettant l'accès à des facteurs protéiques.
- être la cible de facteurs nucléaires reconnaissant spécifiquement ces modifications.

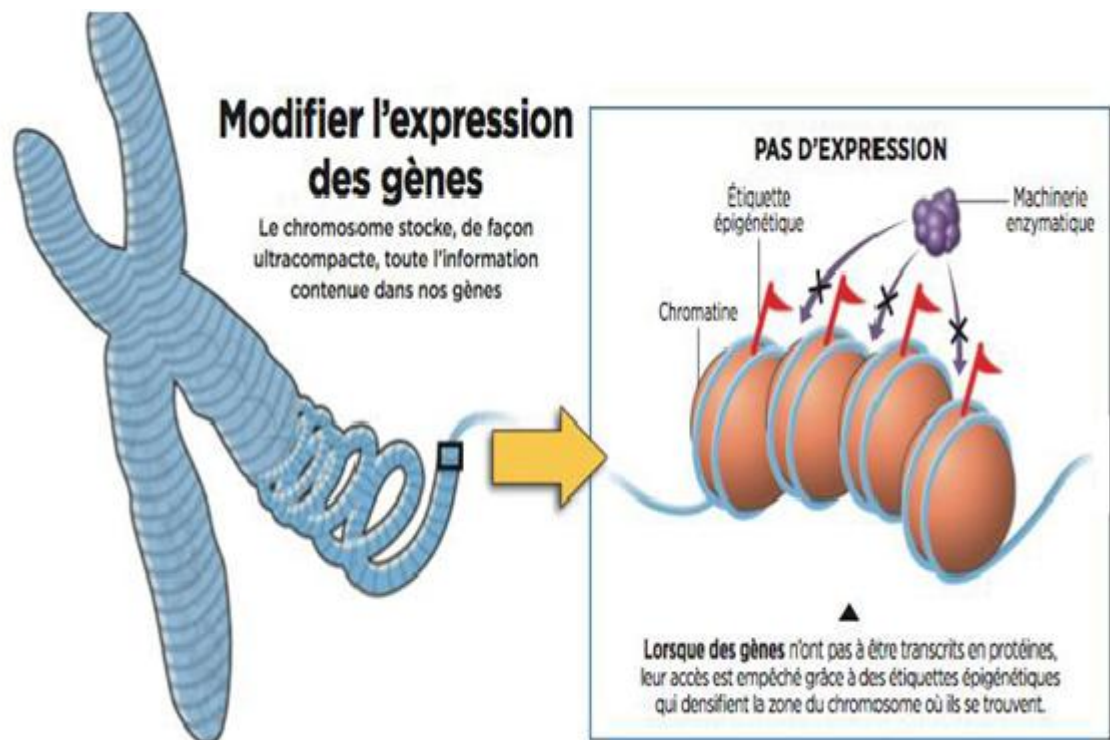


Figure 05 : méthylation des histones (Betty Lafon / Sciences et Avenir)

Sur ce dernier point, la théorie du code histone prend tout son sens. En effet, comment un ensemble de modifications va-t-il influencer sur l'état transcriptionnel d'un gène et pas seulement une modification unique ?

Ce point est débattu dans la revue de **Rando et al**

Nous pouvons d'abord observer le cas où la modification d'un résidu va inhiber la fixation d'un facteur sur un résidu adjacent. Ce cas est illustré par la liaison de HP1 (**Heterochomatin protein 1**) sur un résidu histone tri-méthylé sur la lysine 9 (H3K9me3), pouvant être inhibée par la phosphorylation de la serine 10 de l'histone à proximité (H3S10).

Par ailleurs, ces protéines reconnaissant les modifications d'histones pourront s'associer en complexes pour cibler d'autres motifs. Enfin, le dernier cas est illustré par la protéine CHD1 qui porte deux chromodomaines en tandem, se liant avec une plus forte affinité à des résidus H3R2me2K4me3 qu'à H3K4me3 seuls. Il ressort donc que la modification covalente des histones va influencer de différentes manières sur l'état transcriptionnel d'un gène.

Mais il est intéressant de noter que, malgré le fait que ce mécanisme soit un des mécanismes épigénétiques les plus décrits et commentés, il n'est pas encore pleinement compris comment ces modifications sont héritées à travers les divisions cellulaires.

De plus en plus d'observations semblent indiquer que d'autres mécanismes (tels que la méthylation de l'ADN et le système polycomb/trithorax) entrent en jeu pour assurer l'héritabilité de ces marques au fil des divisions cellulaires.

1.2 La méthylation de l'ADN

La modification chimique des nucléotides fut observée dès **1925 par Johnson & Coghill**, mais c'est en **1951** que **Wyatt** démontra par chromatographie que cette modification était une caractéristique commune à la plupart des animaux et que certaines modifications des nucléotides étaient présentes en quantité constante dans le génome. Néanmoins, il fallut attendre la fin des années **1960**, où trois publications de groupes indépendants proposèrent un rôle fonctionnel à une modification bien particulière : la méthylation des cytosines de l'ADN. **Griffith, Holliday** et **Riggs** proposent alors que la modification covalente des cytosines de l'ADN dans un contexte bien particulier est retrouvée sous forme de patrons, différents selon les types cellulaires et interfère avec la liaison de facteurs de transcription. Nous allons dans ce premier chapitre d'introduction constater que ces observations et leurs implications ne sont pas encore pleinement comprises et qu'elles ont encore beaucoup à livrer.

a) Principe général

Tout comme la modification des histones, la méthylation de l'ADN ne modifie en rien la séquence d'acides nucléiques d'un gène. Cette réaction est catalysée par une famille d'enzyme : les méthyltransférases de l'ADN (ou DNMTs). Chez les mammifères, cette réaction se fait majoritairement dans un environnement génomique particulier : lorsque la cytosine est directement suivie d'une guanosine formant alors un « dinucléotide CpG » (p pour phosphate). Il est important de noter que ce contexte n'est pas strictement exclusif : les cellules embryonnaires murines (cellules ES) présentent une méthylation des cytosines au niveau de dinucléotides CpA, CpT (mais en bien plus faible proportion).

Chez l'Homme, 70% à 80% des dinucléotides CpG du génome sont méthylés.

Un îlot CpG correspond à une région de plus de 500 pb dont le pourcentage de C+G est supérieur à 55% et que le ratio CG observé / CG attendu est supérieur à 0.65. Wang et al. rapportent en 2004 que près de 60% des gènes ont un îlot CpG recouvrant leur site d'initiation de la transcription. Néanmoins le nombre de gènes réprimés par hyperméthylation de leur promoteur reste très modeste dans les cellules somatiques (inférieur à 10%) Ainsi, comment se fait-il que 80% des cytosines soient méthylées dans le génome si moins de 10% des promoteurs sont hyperméthylés ?

Cette observation s'explique par deux mécanismes :

Le premier est d'ordre statistique et fait appel à la répartition hétérogène des CpG dans le génome : les dinucléotides méthylés sont souvent retrouvés dans la région peu dense en CpG (ne répondant donc pas à la définition des îlots CpG) à savoir Principalement les séquences répétées du génome : les SINEs et les LINEs (*Short/Long Interspaced Nuclear Elements*), les rétro-transposons et les régions Satellitaires péri-centromériques, représentant près de 40% du génome à eux seuls.

Le second est le fait que dans une région codante, le phénomène de méthylation des cytosines ne se cantonne pas aux îlots CpG situés aux promoteurs. Des dinucléotides CpG sont dispersés tout au long et autour de la séquence codante, dans le corps du gène et dans les séquences régulatrices environnantes.

Cette méthylation de l'ADN est un phénomène physiologique et donc régulé. Nous allons maintenant définir les acteurs de sa mise en place et de son maintien à travers les divisions cellulaires. J'étendrai brièvement la discussion sur certains travaux récents, qui bien que s'éloignant du contexte du cancer, font un lien remarquable entre l'environnement et l'établissement des marques de méthylation pendant (et après) le développement d'un individu. Ce dernier point me semble crucial, afin de prendre conscience que l'épigénétique peut expliquer comment, à l'échelle d'une vie, le comportement d'une cellule ou d'un organe peut être modifié durablement par des facteurs sociaux (stress, violence, activité sportive etc...).

b) Les méthyltransférases de l'ADN

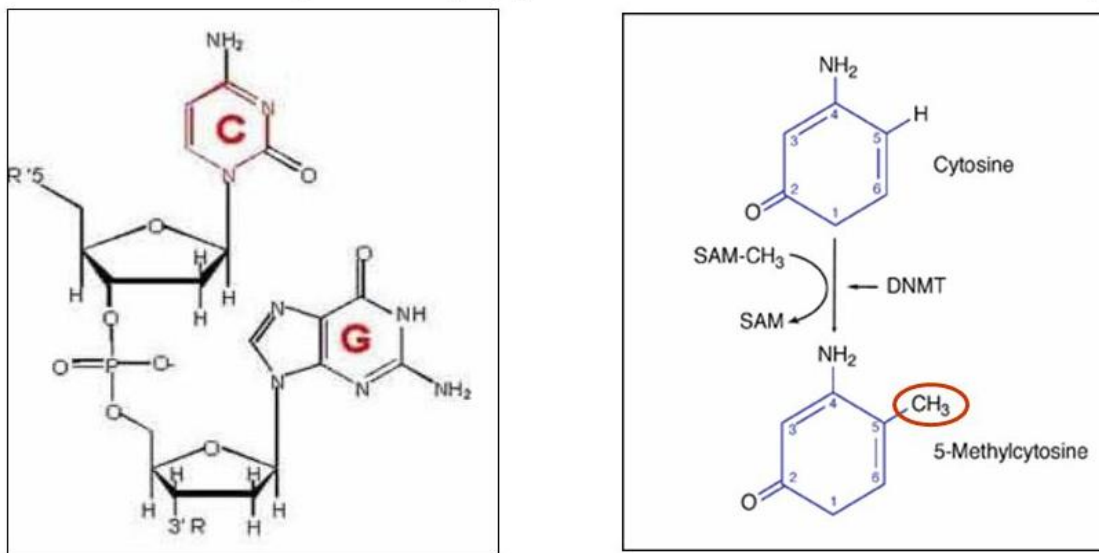
L'établissement et la maintenance des patrons de méthylation dans le génome n'est pas un phénomène spontané, mais résulte de l'action d'une famille d'enzymes : les méthyltransférases de l'ADN (DNMTs).

Ces dernières peuvent être classées en deux catégories selon leur substrat et leur mode d'action: les méthyltransférases de novo (comprenant les DNMT3a et 3b) et de maintenance (dont DNMT1 est l'unique représentante). La méthylation de novo correspond à

l'établissement d'un patron de méthylation inédit, sur une région d'ADN vierge de toute marque de méthylation; à l'inverse de la méthylation de maintenance qui correspond à la copie d'un patron préexistant porté par un ADN hémiméthylé qui servira de modèle à DNMT1. Cette opération, prenant place lors de la réplication de l'ADN, a pour but le maintien de ces marques au fil des divisions cellulaires et garantie leur héritabilité.

La réaction biochimique de méthylation des cytosines est commune aux deux classes de DNMTs et correspond au transfert de manière covalente d'un groupement méthyle depuis la S-adénosyl-L-méthionine (SAM) vers le carbone 5 d'une cytosine

La méthylation de l'ADN chez les mammifères ne s'effectue que sur des résidus Cytosine (C) précédant un résidu Guanine (G)



Dinucléotide CpG

DNMT = ADN méthyltransférase

SAM = S-Adénosyl Méthionine
(donneur de groupements méthyl)

Figure 6 : Réaction de méthylation d'une cytosine par les méthyltransférases de l'ADN.

SAM : S-adénosyl-L-méthionine (helicase.pbworks.com).

Les DNMTs, bien que présentant des domaines protéiques très distincts, sont relativement conservées à travers les espèces et leurs structures présentent une certaine similarité dans leurs domaines protéiques: Le domaine C-terminal est le plus conservé entre les différentes DNMTs et porte l'activité méthyltransférase. Différents motifs (les motifs I, IV, VI, IX et X) sont retrouvés dans toutes les séquences des DNMTs.

Brièvement, le centre catalytique est porté par le motif IV et le domaine de liaison à la S-adenosyl-L-méthionine est porté par les motifs I et X. Le ciblage de l'ADN quant à lui se fait par le domaine situé entre les motifs VIII et IX.

Le domaine N-terminal présente une plus grande variabilité entre les différentes enzymes et contient les régions de régulation propre à chacune des DNMTs. Ces régions portent les sites d'interaction avec d'autres facteurs protéiques. Chen et li décrivent que c'est principalement cette variabilité dans le domaine N-terminal qui entraîne la formation de différents complexes protéiques et qu'elle est responsable des différences fonctionnelles entre les différentes DNMTs.

2 Mécanismes épigénétique contrôlant la différenciation cellulaire

La différenciation cellulaire est donc basée sur la sélection de l'information génétique à exprimer par la mise en place de marques épigénétique spécifiques. A travers quelques exemples, nous en soulignerons l'importance et l'implication dans la réalisation du phénotype.

2.1 La glande mammaire

Chez les animaux de rente, et en particulier chez la vache laitière, le développement et la mise en place de la fonctionnalité de la glande mammaire revêtent un intérêt majeur.

La glande mammaire se développe en effet sur une très longue période qui commence dès la vie foetale (in utero) et se poursuit au fil des divers cycles de gestation, de lactation et d'involution. Des marques épigénétiques se mettent alors en place et d'autres s'effacent, sur les gènes codants ou non codants qui sous-tendent l'expression des gènes dans les divers types cellulaires qui composent ce tissu (**Rijnkels et al, 2010**). Nos études rapportent une corrélation entre l'expression des gènes des protéines du lait et la méthylation de régions spécifiques au cours de la lactation uniquement dans le tissu mammaire (**Montazer- Torbati et al., 2008**).

De plus une région en amont du gène de la caséine alpha S1 est relativement hypométhylée au cours du développement de la glande mammaire et la lactation en comparaison avec des tissus n'exprimant pas ce gène et se re-méthyle au cours de l'involution ou à la suite d'une mammite (**Singh et al. 2010**).

2.2 L'endomètre

Un autre exemple est donné par l'évolution des profils de méthylation en relation avec l'expression génique dans l'endomètre au cours du cycle oestrien et de la gestation chez la vache.

Les changements fonctionnels de l'endomètre sont principalement contrôlés par les hormones ovariennes, l'oestradiol **17** et la progestérone via leurs récepteurs respectifs (**Spencer et al., 004**) et des changements dans les profils d'expression des gènes ont été décrits utilisant des approches de transcriptomique (**Bauersachs et al., 2007 ; Mansouri-Attia et al., 2009**).

Ponsuksili et collaborateurs mentionnent de subtils changements de l'expression des gènes codant pour les enzymes de méthylation et du taux de méthylation global en fonction de la mise en place de la gestation après transfert embryonnaire (**Ponsuksili et al., 2012**).

Comparant des échantillons d'endomètres de vaches fertiles et sub-fertiles à 17 jours de gestation ou de cycle, Walker et collaborateurs soulignent que le taux de méthylation de l'ADN est corrélé à l'expression des gènes impliqués dans différentes voies contrôlant les processus précoces du début de la gestation. En particulier, le gène codant IRF9, un facteur de transcription stimulé en réponse à la sécrétion d'InterféronTau par l'embryon, présente une forte expression et une diminution importante de la méthylation de sa région promotrice (**Walker et al., 2013**).

Ces travaux suggèrent que la susceptibilité endométriale dans la réussite de l'implantation suivie d'une gestation pourrait mettre en jeu des régulations épigénétiques facilitant un état d'ouverture et de fermeture de domaines de la chromatine, en adéquation avec la réponse au stimulus de présence d'un embryon.

3. Environnement et production laitière

La production laitière est grandement affectée par l'environnement de l'animal. De même, la mise en place des marques épigénétiques spécifiquement mammaires est modifiée par les techniques d'élevage.

La monotraite (**Nguyen et al, 2012 ; Nguyen et al 2013**) ou l'inflammation lors des mammites (**Vanselow et al., 2006 ; Singh et al, 2012**) ont des effets à long terme sur le développement mammaire et la lactation, qui sont dus à des altérations des profils de méthylation de l'ADN autour de régions régulatrices de l'expression des gènes.

La nutrition, et en particulier la sur-alimentation des génisses impacte de façon notable la production laitière (**Park et al 2005**). Il est possible que des régulations épigénétiques soient également impliquées dans ce processus (**Singh et al., 2012**).

Chez les vaches laitières, les premières phases de développement embryonnaire coïncident avec la lactation, période avec une forte demande énergétique associée à une mobilisation des réserves. Les paramètres de la production laitière de la descendance ont été analysés en fonction i) de la concomitance du développement embryonnaire avec la lactation, ii) du

niveau de production laitière maternelle et iii) de la survenue de mammites (**Gonzalez-Recio et al., 2012**).

Les vaches conçues en absence de lactation maternelle produisent plus de lait que leurs sœurs conçues pendant la lactation maternelle. Il est raisonnable de penser que la production laitière via un bilan énergétique négatif puisse avoir des conséquences de type épigénétique sur le développement embryonnaire conduisant à une prédisposition à diverses perturbations métaboliques révélées plus tardivement. Ainsi, l'environnement au cours du développement mammaire, de la vie foetale à la gestation puis pendant lactation, peut influencer la production de lait chez des animaux hautement sélectionnés et altérer les performances attendues. Comprendre l'altération épigénétique expliquant au niveau moléculaire, comment les facteurs environnementaux influencent la lactation, peut fournir les clés pour l'obtention des performances attendues en fonction du potentiel génétique sélectionné.

Aujourd'hui, un accent est donné à la nutrigenomique qui devrait contribuer à la fois à une meilleure efficacité alimentaire et à la production de produits de qualité. Il est important de définir les fenêtres temporelles pendant lesquelles des apports nutritionnels donnés peuvent influencer la production de l'individu (laitière ou de muscle) mais aussi le développement du veau tant au cours de la vie foetale qu'en post natal et la santé des mères et de leur descendance.

4 Conclusion

Tous les caractères d'intérêt zootechnique, que ce soit la fertilité, la production laitière ou encore le développement musculaire, dérivent de processus de développement et de différenciation qui font intervenir des mécanismes épigénétique fortement influencés par l'environnement. On considère que les caractères d'intérêt économique ont une héritabilité maximale de 20 à 30%. L'épigénétique offre la possibilité de comprendre, de mesurer et donc de contrôler la part « environnement », qui participe à la construction du phénotype. La description fine de l'épigénome de tissus en lien avec ces caractères pourrait donc fournir des variables explicatives supplémentaires à incorporer aux modèles de prédiction du phénotype (**Gonzalez-Recio et al., 2012**).

Les travaux menés dans nos unités (Biologie du Développement et Reproduction (BDR) et de génomique de la Physiologie de la Lactation (GPL)) ont permis de développer des outils pertinents et performants chez le bovin visant d'une part l'analyse pan génomique et séquences spécifiques des marques épigénétiques comme la méthylation de l'ADN et d'autre part une description de l'architecture chromatinienne en relation avec l'état transcriptionnel des noyaux cellulaires chez l'embryon précoce. Des études intégrant des données haut débit

de phénotypage, de génotypage et d'épigénotypage sont donc maintenant accessibles (**Kiefer et al., 2013**).

L'objectif sera alors de déterminer les signatures épigénétiques liées à divers facteurs environnementaux et pouvant être prises en compte dans un schéma de sélection afin d'obtenir des animaux au phénotype le plus robuste en fonction du système d'élevage et exprimant pleinement leur potentiel génétique.

I. OBJECTIFS ET METHODOLOGIE

1. Objectifs :

Cette étude sur les critères de la reproduction chez l'élevage bovin pratiqués en zone semi-aride (wilaya de Relizane) et l'effet de l'épigénétique sur ces paramètres se fixe comme objectifs essentiels :

- L'identification des systèmes d'élevage bovin pratiqués au sein des exploitations,
- D'établir un diagnostic de la situation de nos exploitations du point de vue de la reproduction.
- La compréhension de l'influence de l'épigénétique sur les paramètres de reproduction
- La proposition de pistes pour l'amélioration de l'élevage bovin compatibles avec les moyens des producteurs et les dynamiques des systèmes de production surtout en termes de reproduction.

2. Cadre d'étude :

La wilaya de Relizane a été retenue comme cadre général de l'étude en raison principalement de sa vocation agro-élevage ou l'élevage bovin occupe une place prépondérante par rapport aux autres espèces animales avec 41932 têtes (D.S.A., 2016).

Cette région souffre de difficultés en matière de disponibilités fourragères et d'un ensemble d'autres contraintes (organisation, conduite de l'élevage etc....) défavorables à l'obtention d'un bon résultat en termes de la reproduction.

3. Méthodologie :

La méthodologie adoptée repose essentiellement sur des enquêtes réalisées sur le terrain auprès des éleveurs. Mais, avant de les entamer, il nous a été nécessaire de procéder à un échantillonnage qui ne pouvait se réaliser sans passer par la pré-enquête.

3.1. La pré-enquête :

C'est une enquête à visite unique qui consiste en :

- Une prise de contact avec les autorités locales, notamment les subdivisions de l'agriculture,
- Une collecte d'informations pour faire le choix de l'échantillon et de la population ciblée,
- Une tournée auprès des éleveurs afin de leur expliquer le but et la finalité de cette étude,

- L'élaboration d'un questionnaire qui permet de repérer quelques éléments relatifs au mode et au niveau de vie des éleveurs et de caractériser les facteurs de reproduction pour chaque exploitation.

Cette pré-enquête nous a permis d'établir une photographie préliminaire de la situation actuelle et de la compléter par la mise en place d'un système d'enregistrement d'informations complémentaires.

3.2. L'échantillonnage :

L'échantillon enquêté est localisé dans la partie ouest de la wilaya de Relizane qui constitue un véritable bassin laitier.

La constitution de l'échantillon d'étude regroupant 65 vaches laitières prise au hasard avec cependant, le souci de toucher les exploitations d'élevage bovin qui ayant un nombre de vache supérieur à 05 vaches laitières.

3.3. Les enquêtes:

Pour la réalisation de l'enquête proprement dite, chaque élevage a fait l'objet de plusieurs visites afin de pouvoir aborder les différents aspects du questionnaire.

La méthode d'enquête est celle dite semi-directive. Au cours de la discussion avec l'éleveur tous les aspects mentionnés dans le questionnaire sont abordés tout en laissant l'entretien libre. Des informations complémentaires ont été recueillies auprès des services techniques et administratifs de la wilaya notamment la D.S.A et la chambre d'agriculture.

3.4. Analyses statistiques :

L'éleveur étant considéré comme une unité d'élevage, chaque unité est observée indépendamment et se caractérise par un certain nombre de variables décrivant sa structure. Elle est évaluée comme un système d'exploitation spécifique par rapport à son troupeau et à ses objectifs socio-économiques.

Le traitement des données brutes issues des enquêtes a été réalisé grâce à l'utilisation de L'EXCEL.

L'objectif est d'identifier la diversité des types d'exploitation et des systèmes d'élevage notamment la gestion des paramètres de reproduction et l'influence des facteurs extérieurs sur ces paramètres.

II. PRESENTATION DE LA REGION D'ETUDE.

1. Monographie de la wilaya de Relizane

1.1. Le milieu physique :

La wilaya de Relizane est Située à 350 Km à l'Ouest de l'Algérie. Elle est limitée au nord par la willaya de Chelif, au sud par Tiaret et Mascara, à l'est par Tissemsilet, et à l'ouest par Mostaganem (carte 1).

La wilaya est constituée de 38 communes regroupées en 13 Dairates. Sa superficie est de 4.842 km², soit 0.20 % du territoire national

1.1.1. Le relief :

Grande partie de la wilaya est caractérisée par les ensembles montagneux suivants :

- Le Dahra situé au Nord-est (daïra de Mazouna et Sidi M'hamed Benali); ☐ L'Ouarsenis situé au Sud-est (daïra d'Ammi Moussa, Ain Tarek et Ramka);
- Le Mont des Beni-Chougrane (commune de Kalâa et une partie d'Ain Rahma).

Les plaines sont situées dans les bas Chelif (Oued Rhiou et Djidiouia) et la Mina (Relizane et El Matmar).

1.1.2. Les sols :

Divers soles sont rencontrées dans la wilaya :

- Les sols peu évolués rencontrés dans les plaines, de bonne fertilité et de bonne capacité de rétention hydrique.
- Les sols de texture argileuse couvrent la partie sud.
- Les sols calcaires dans la zone intermédiaire entre le nord et le sud, ☐ Les sols de texture sablo-limoneuse dans la partie nord.

1.1.3. Les ressources hydriques :

Elles sont constituées essentiellement par les oueds dont les plus importants sont :

- L'oued Mina : C'est le principal cours d'eau permanent qui coule du sud vers le nord, c'est une affluent de oued Chelif.
- L'oued Kalâa : C'est un oued permanant prend sa source aux monts des Beni Chougrane.
- L'oued sidi M'hamed Benaouda : drainent la partie sud de la wilaya.

De plus la wilaya dispose deux grands barrages, ce sont les barrages de Gargar et de sidi M'hamed Benali.

En matière d'irrigation, les potentialités utilisées sont de 350 forages et 1512 puis.



Source : Administration de la wilaya.

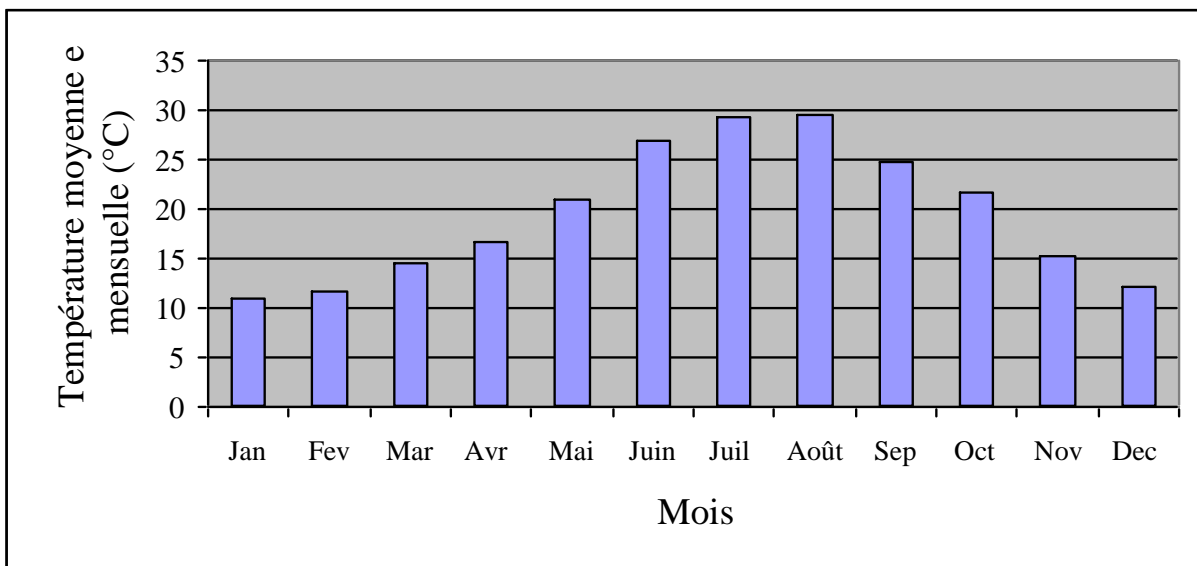
CARTE 1 : LIMITES ADMINISTRATIVES DE LA WILAYA DE RELIZANE.

1.1.4 Le climat :

La wilaya est caractérisée par un climat semi-aride chaud et sec en été et pluvieuse et frais en hivers.

1.1.4.1 Les températures :

Les températures estivales sont les plus élevées, notamment celles des mois de Juillet et Août. Par contre, les températures hivernales sont les plus basses, en particulier durant le mois de décembre et janvier (figure 7). La température moyenne mensuelle la plus basse est celle du mois de Janvier, elle est de 11°C. Les mois les plus chauds sont Juillet et Août ; la température moyenne est de 29,6°C en Juillet.

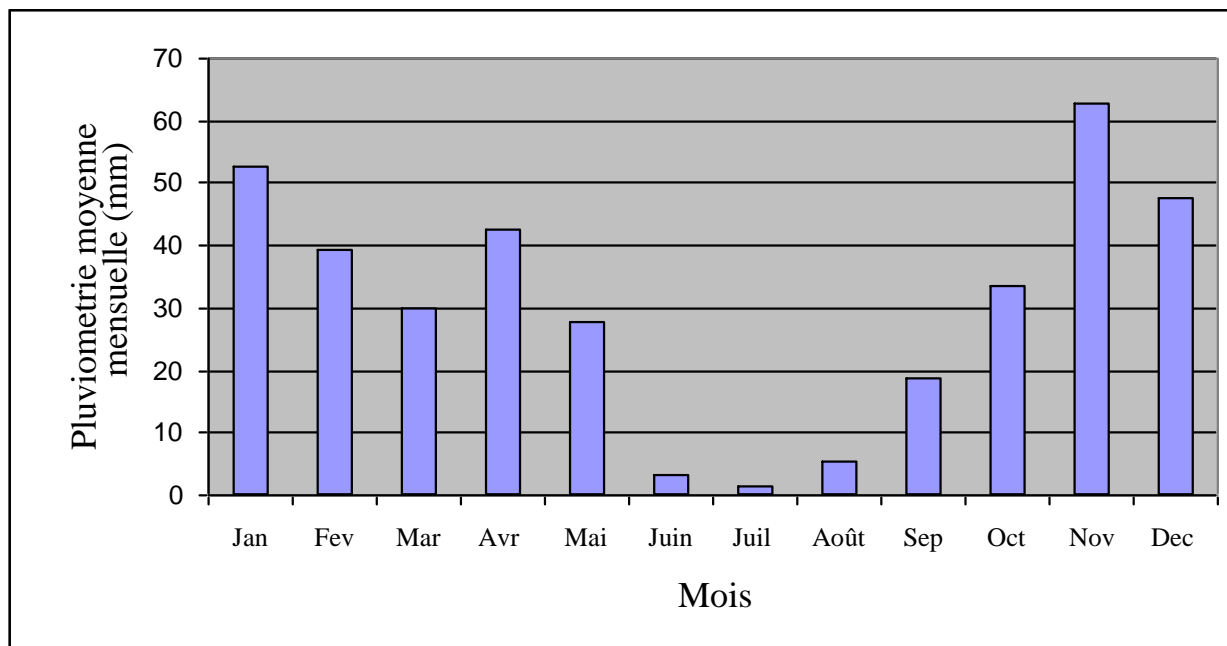


(O.N.M., 2016)

Figure 07 : Variations des températures moyennes mensuelles en °C (2010-2016).

1.1.4.2 La pluviosité:

La pluviosité moyenne annuelle varie entre 350 et 400 mm/an. Cette quantité est irrégulièrement répartie sur l'année. La moyenne mensuelle la plus élevée est celle du mois de novembre ensuite vient les mois de janvier et décembre, la saison sèche s'étale de Mai à Octobre (figure 8).



(O.N.M., 2016)

Figure 08 : Moyennes mensuelles des pluies dans la wilaya de Relizane (2010-2016).

1.2 Milieu humain :

1.2.1 La population :

Selon les estimations de 2011, la population de la wilaya de Relizane est de 754 505 habitants, avec une densité de 155.8 Hab/Km². La population active est comprise entre 20 et 59 ans d'âge représentent 42,7% du total, alors que la population non active représente 57,3%.

Tableau 04 : Répartition de la population humaine selon l'âge.

Age	Habitant	Pourcentage (%)
Moins de 19 ans	385099	51,04
De 20 à 59 an	322174	42,7
60 ans et plus	47232	6,26
Totale	754505	100

(O.N.S., 2011)

1.2.2. Les activités agricoles :

1.2.2.1 La répartition des terres :

Le tableau 05 indique les surfaces occupées par l'agriculture en hectares pour l'année 2016. La surface agricole totale (SAT) de la wilaya est de 297387 hectares, et la surface agricole utile (S.A.U) est de 281875 ha.

Tableau 05 : La répartition générale des terres :

		Hectares	
Surface agricole utile (S.A.U)	Terres labourables	Cultures herbacées	183032
		Jachères	72281
	Cultures permanentes	Prairies naturelles	3849
		Vignobles	2188
		Plantation d'arbres fruitiers	20525
Total S.A.U (1)			281875
Pacages et parcours (2)			6062
Terres improductives des exploitations (3)			9450
Total des terres utilisées par L'agriculture (1+2+3)			297387
Superficies forestières (4)			51794
Terres improductives non affectées à l'agriculture (5)			135102
Superficie totale de la wilaya (1+2+3+4+5)			484283

Source : D.S.A., 2017

1.2.2.2 La production végétale :

L'agriculture est essentiellement dominée par la céréaliculture, qui occupe la première place parmi les spéculations végétales cultivées, en moyenne 33069 hectares, avec 46.53% pour le blé dur, et 21.44% pour le blé tendre et 27.35% pour l'orge, et enfin 4.67% pour l'avoine (tableau 5).

Tableau 06 : La production végétale :

Spéculation		Superficies (ha)	Production par quintaux	Rendement (qx /ha)	
Céréales	Total	33069	230895	6.98	
	Blé dur	15388	123463	8,02	
	Blé tendre	7091	38924	5.48	
	Orge	9044	60182	6.65	
	Avoine	1546	8326	5.38	
Fourrages	Fourrages cultivés	Vesce-avoine	599	18950	31.63
		Avoine fourrage	9850	259620	26,35
		Céréales reconverties en fourrage	42546	912198	21.44
	Fourrages naturels	Jachères fauchées	13029	238851	18.33
Cultures maraichères		20536	316911	15.43	
Arboricultures		3756	295357	78.63	
Figuers		581	34184	58.83	
Cultures industrielles		88	31100	353.4	

Source : D.S.A., 2017

Des rendements faibles caractérisent la céréaliculture, ils varient de 06 à 08qx/ha. Celle-ci est localisée particulièrement dans les hautes plaines. Pour les cultures fourragères, elles occupent une superficie non négligeable estimée de 23478 ha soit 8.32% de la SAU totale de la wilaya. On retrouve aussi les cultures maraîchères qui dominée par la pomme de terre.

1.2.2.3 L'élevage et productions animales :

a) L'élevage :

L'élevage ovin occupe selon le tableau 06 la première place avec 425107 têtes en 2016, dont l'alimentation dépend de la céréaliculture, suivi par l'élevage bovin dont l'effectif est évaluée à 41932 têtes en 2016, alors que l'élevage caprin est de type traditionnel est associé généralement à l'élevage ovin.

Tableau 07 : Evolution des effectifs des animaux.

Unité : têtes.

Année	2012	2013	2014	2015	2016
Bovins	31370	31500	31720	33000	41932
Ovins	387400	388000	390000	391500	425107
Caprins	40000	40500	40700	41200	45000
Equin	8135	8135	8165	8407	7382
Poulet de chair	3798000	3687000	4000500	4633846	7577720
Poules de pontes	151300	161000	166700	709154	428260
Ruches	17300	17350	17400	17845	22701
Dindes	64600	176300	300250	317000	287000

Source : D.S.A., 2017

b) La production animale :

La production de lait et de viande subit des fluctuations durant les différentes campagnes agricoles, passant de 8800 tonnes en 2012 à 10516 tonnes en 2016(tableau 7).

Tableau 08 : Evolution de la production animale:

Années	Lait (Hl)	Viande rouge (T)	Viande blanches (T)	Œufs (10 ³ U)	Miel (T)	Laine (T)
2012	712000	6897	8800	151300	92.20	543
2013	724000	7100	9150	161000	110	560
2014	772300	7350	9500	166700	110	600
2015	783500	7482	7612	166500	120	610
2016	835950	8186.5	10516	136350	90	630

Source : D.S.A., 2017

PRESENTATION DES RESULTATS

1. La structure des troupeaux :

Les données du tableau 09, montrent que nos troupeaux sont composés de vaches importées de race Holstein qui représente 60 % et la Montbéliarde avec 40 % des vaches laitières étudiées. La taille moyenne des troupeaux est de 10 têtes avec un maximum de 15 vaches par exploitation.

Tableau 09 : Structure des troupeaux.

Catégorie		Nombre (tête)	Pourcentage
Vaches laitières	Holstein	39	35.78 %
	Montbéliarde	26	23.85 %
Génisses		12	11.01 %
Veaux		13	11.93 %
Vêles (%)		11	10.09 %
Taurillons		5	04.59 %
Taureaux		3	02.75 %
Total		109	100 %

2. Gestion de reproduction:

2.1 La saillie :

La majorité des exploitations pratique la saillie naturelle, seul 17 % ont recours à l'insémination artificielle. Aucune ferme n'utilise le transfert embryonnaire.

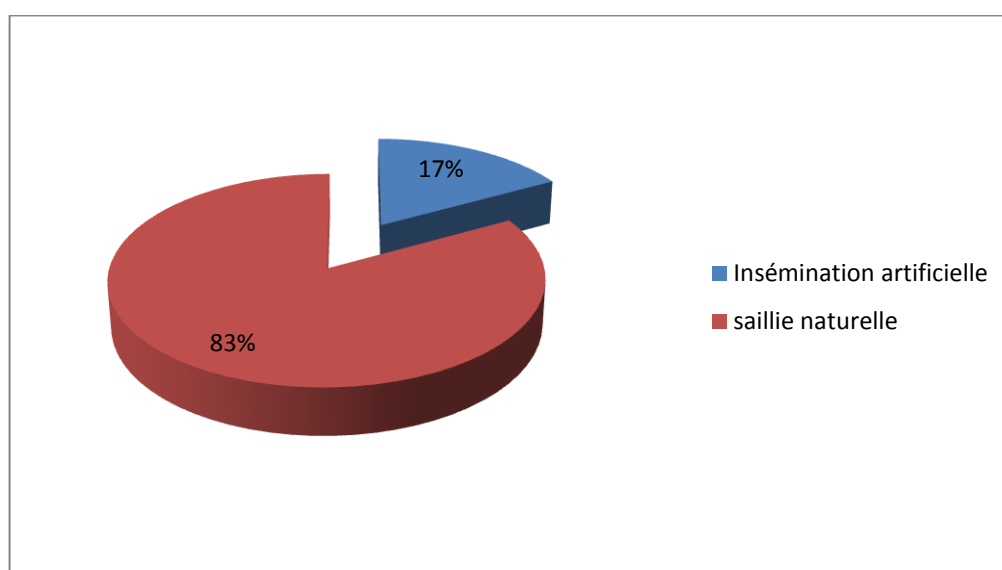


Figure 09 : méthode de saillie utilisée.

2.2 Le diagnostic de gestation :

Le diagnostic de gestation se fait dans 84.6 % des cas ; la plupart le font au 3^{ème} mois. Ce diagnostic est établi par le vétérinaire et l'éleveur. Le non retour de chaleurs (69%) et le fouiller rectal (17%) sont les principaux moyens de diagnostic de gestation. L'échographie et le dosage de progestérone sont impraticables dans toutes les fermes.

Tableau 10 : Diagnostic de Gestation.

Moyens de diagnostic	Vaches laitières présentes (tête)	Pourcentage %
Non retour chaleur	45	69
Dosage progestérone	0	0
Echographie	0	0
Fouiller rectal	11	17
Palpation abdominale	9	14

2.3 Répartition des vêlages :

La répartition des vêlages sur l'année représentée sur la figure 10 indique que près de 78 % des vaches vêlent sur 6 mois de l'année (hiver et printemps).

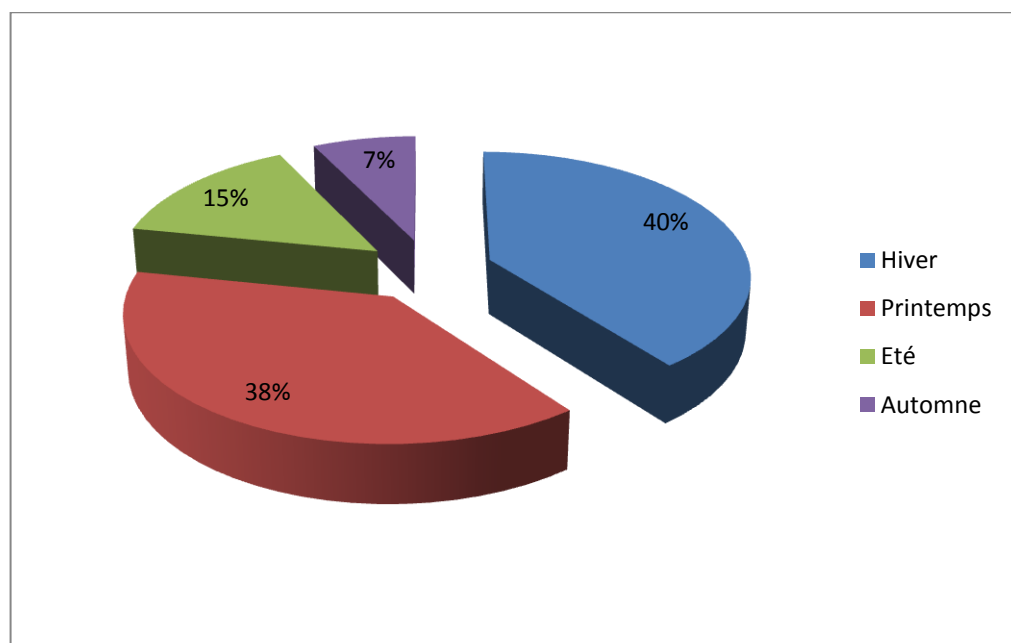


Figure 10 : Répartition des vêlages en fonction des saisons

3. Performances de reproduction

3.1 Age à la première saillie et première mise bas

L'âge moyen relatif à la première saillie des génisses des fermes étudiées est de 20.8 mois, avec cependant moins de la moitié (43.75%) des femelles présentées à la saillie pour la première fois à un âge entre 18-21 mois. Les génisses qui sont saillies pour la première fois à un âge inférieur à 18 mois représentent 25%, contre 23,84% qui sont supérieur à 21 mois.

Le premier vêlage a lieu à un âge moyen de 30.2 mois, dont 31.25% des femelles mettent bas après 30 mois, toutefois 28.12% des génisses vêlent pour leur première à moins de 27 mois, le pourcentage le plus haut (40.63%) est affecté aux femelles qui mettent bas entre 27-30 mois.

Tableau 11 : Age à la première saillie et première mise bas

Catégorie	Age à la 1 ^{ère} saillie		Catégorie	Age à la 1 ^{ère} mise bas	
	Nb	%		Nb	%
< à 18 mois	8	25	< à 27 mois	09	28.12
de 18 à 21 mois	14	43.75	de 27 à 30 mois	13	40.63
> 21 mois	10	31.25	> 30 mois	10	31.25
Total	32	100	Total	32	100

3.2 Intervalle vêlage-vêlage (V-V):

L'analyse de l'intervalle vêlage-vêlage dans les exploitations étudiées montre qu'il est supérieur aux normes généralement admises B.Denis. (1979), la moyenne générale calculée est autour de 384 jours.

Tableau 12 : Intervalle vêlage-vêlage

Nombre des jours	Nombre des Vaches laitières	pourcentage
- 330 (j)	07	10.77 %
300-400 (j)	45	69.23 %
+400 (j)	13	20 %

3.3 Intervalle vêlage-première saillie :

L'intervalle vêlage –première saillie est largement supérieur à ce qui habituellement admis (Loisel .J et Mandron.D., 1975). L'intervalle moyen relatif à la vêlage-première saillie est 86 jours.

Tableau 13: Intervalle vêlage première saillie

Nombre des jours	Nombre des Vaches laitières	pourcentage
- 40 (j)	/	00.00 %
40-70 (j)	12	18.46 %
70-90 (j)	35	53.85 %
+ 90 (j)	18	27.69 %

3.4 Intervalle vêlage-saillie fécondante

L'appréciation du paramètre intervalle vêlage saillie fécondante exprime des intervalles tout à fait corrects. La remise à la reproduction se fait globalement dans les normes puisque cet intervalle varie entre 85 jours et 90 jours (Seegers.H, et Malher.X 1996).

Tableau 14: Intervalle vêlage - saillie fécondante

Nombre des jours	Nombre des Vaches laitières	pourcentage
-40 (j)	/	00.00 %
40-80 (j)	09	13.85 %
80-110 (j)	46	70.77 %
+ 110 (j)	10	15.38 %

3.5 Niveau de fertilité :

Ce critère est apprécié par l'intermédiaire du taux de réussite en première insémination, L'appréciation du niveau de fertilité des cette exploitations étudiées fait observer des pourcentages de 80 % des vaches qui ont demandé une insémination, toutefois les vaches qui ont exigé 2 saillies montrent un pourcentage de 15.38%, enfin celles demandant 3 inséminations et plus expriment un taux de 4.62 %.

Tableau 15: Niveau de fertilité

Nombre des jours	Nombre des Vaches laitières	Taux de réussite
Réussite en 1 ^{ère} saillie	52	80 %
Réussite en 2 ^{ème} saillie	10	15.38%
3 saillie.et plus	3	4.62 %

4. Calendrier alimentaire :

Le calendrier alimentaire pratiqué dans les exploitations enquêtées se caractérise par les séquences alimentaires suivantes (figure 11) :

- Pâturage sur parcours durant la période allant de janvier jusqu'à la fin de mois d'avril.
- Pacage sur jachère du début du mois de Mars jusqu'à la fin du mois de Mai.
- Pour la période allant de mois de juin à février les troupeaux sont en étable. Ils reçoivent une ration à base de foin d'avoine et d'aliment concentré.
- la valorisation des sous produit des cultures maraichères et aussi présente pour l'alimentation des bovins surtout le chou-fleur et le petit pois
- pour l'aliment concentré il est distribué durant toute l'année et la quantité augment surtout en période hivernal.

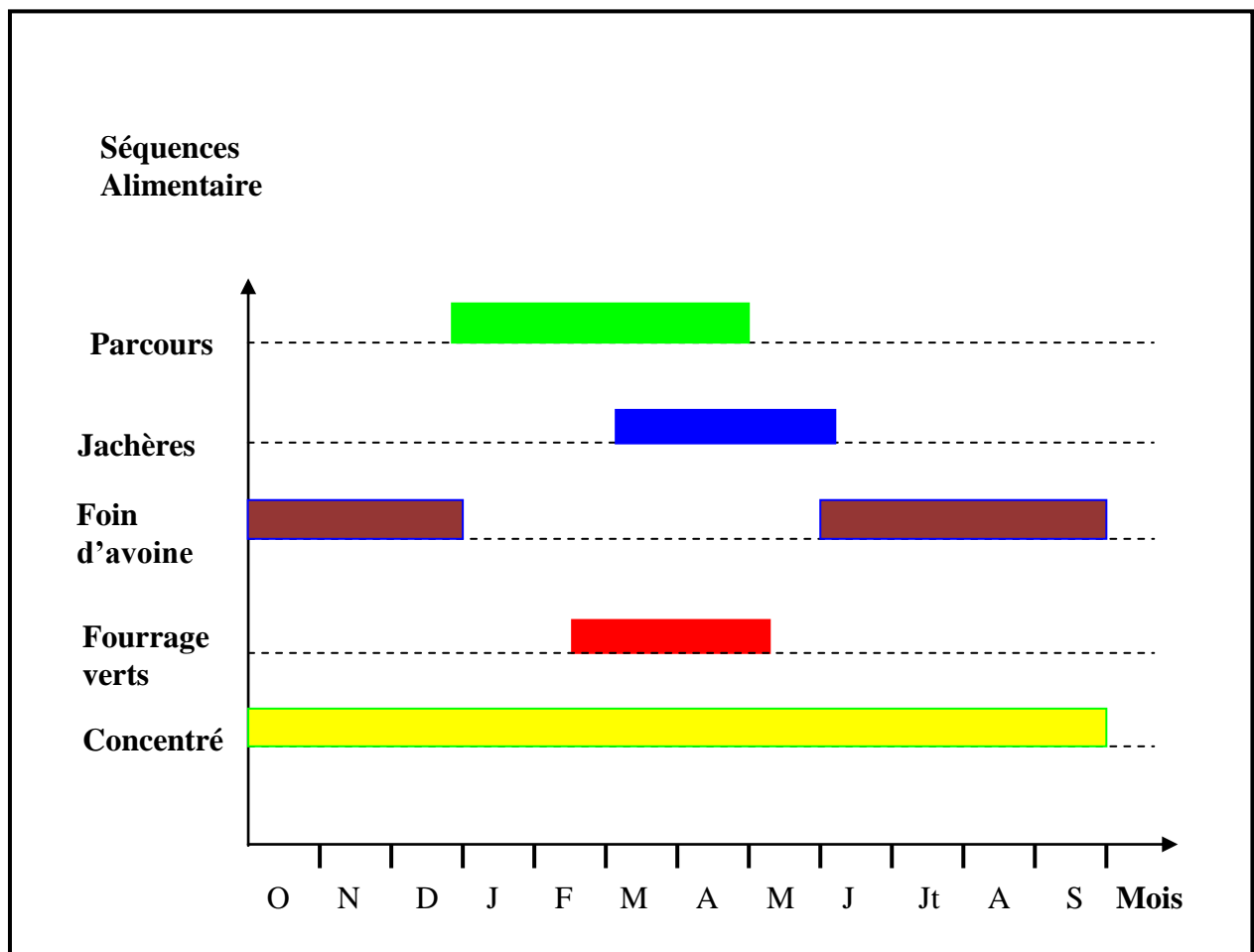


Figure 11 : Calendrier alimentaire des bovins.

5. Etat sanitaire des troupeaux

5.1 Les pathologies fréquentes :

La figure N° 12 montre qu'il ya un pourcentage de 18.92 % des vaches étudiées ont des rétentions placentaires, alors que l'infection par les mammites et les métrites représente des pourcentages de 32.37% et 20% respectivement, les boiteries touche un taux de 12.3 %, par contre la mortalité des nouveaux nés représente un pourcentage de 6.15 %.

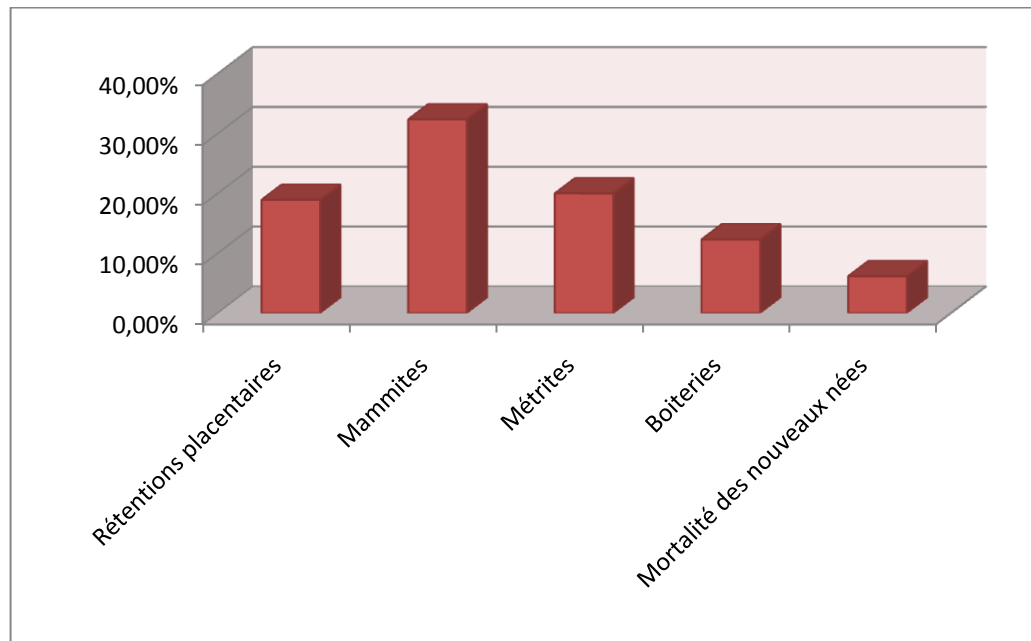


Figure 12 : la répartition des pathologies les plus fréquentes.

5.2 La vaccination :

La vaccination est pratiquement inexistante dans l'ensemble des exploitations étudiées, en dehors des campagnes officielles et obligatoires initiées par les pouvoirs publics (vaccination contre la fièvre aphteuse).

5.3 Suivi sanitaire :

Dans ce cadre les éleveurs assurent non seulement le traitement curatif contre les affections rencontrées, mais aussi les traitements prophylactique périodique tels que :

- Déparasitage externe et interne
- Dépistage pour la tuberculose et brucellose

DISCUSSION

A la lumière des résultats que nous avons obtenu lors de notre enquête et ce à travers les différents exploitations, nous pouvons tirer quelques enseignements relatifs à la conduite des élevages dans les fermes visitées, il ressort globalement que les élevages étudiées ne répondent pas aux normes utilisés dans des élevages rationnels.

1. Gestion de reproduction

1.1 La saillie :

Le mode de reproduction le plus pratiqué est la saillie naturelle (83%), par rapport à l'insémination artificielle (17%). Nos résultats sont très loin de ceux qui a été rapportés par Guerra (2008), qui sont compris entre 29% et 33% d'éleveurs qui pratiquent l'insémination artificielle. Lors de la saillie naturelle avec un bon taureau, la réussite de l'insémination est en général proche de 100%. Dans le cas de l'insémination artificielle, outre la qualité de la semence (dilution, condition de stockage, etc.), le pourcentage de réussite dépend aussi de la compétence du producteur ou du technicien à :

- Décider du moment de l'insémination,
- Manipuler la semence correctement,
- Déposer la semence là où elle doit être déposée: à l'entrée du corps de l'utérus (Gilbert and al., 2005).

Dans notre enquête, aucun éleveur ne réalise l'insémination artificielle de ces vaches. Nos résultats révèlent que la reconnaissance de l'œstrus se fait principalement par chevauchement, le beuglement et l'agitation.

1.2 Le diagnostic de gestation :

Le diagnostic de gestation est établi tardivement, puisque la majorité des exploitants confirment la fécondation au 3ème mois et le non retour de chaleur est le moyen le plus utilisé. Le diagnostic de gestation doit se pratiquer de façon précoce afin de pouvoir détecter et traiter les cas d'infertilité à un moment opportun. Cette façon de faire, permet une meilleure maîtrise des intervalles qui influencent la fertilité et la fécondité. Le contrôle de gestation à un intervalle plus long qu'un mois augmentera le nombre d'animaux en reproduction dans le troupeau dû à un manque d'identification des vaches gestantes (Kirk, 1980)

1.3 Répartition des vêlages

En ce qui concerne ce paramètre, l'analyse de ce critère montre que les mises bas ont lieu toute l'année, cependant nous constatons, que la majorité des vêlages se passent entre le mois de janvier

et le mois de mai (hiver et printemps), toutefois les plus grosses vagues de naissance se déroulent entre décembre et février et ce pour l'ensemble des élevages.

De manière générale, il est recommandé de mises basse en automne, toutefois la répartition des vêlages doivent tenir compte de chacune des situations. Selon Fiorelli J.L et coll (2003) les parturitions du mois d'octobre repose d'une part sur le fait que le printemps constitue une forte disponibilité d'herbe, qu'il est possible de le faire durer de mars à juin, à partir de cette période la disponibilité fourragère est comprise, et donc convient mal à une production laitière à base de fourrage vert.

Les vêlages qui se déroulent en hiver présentent d'autres avantages, comme le démarrage d'une lactation avec un régime pouvant contenir, une importante proportion d'herbe.

Madani. T et coll (2002) dans leur étude réalisée dans le nord-est algérien constatent que 90% des vêlages se déroulent du mois de janvier au mois de mai, contre 10% durant la fin de la saison d'été et l'automne.

La répartition des mises dans les exploitations qui ont fait l'objet de notre étude laisse ressortir que les vêlages se déroulent pour toutes les exploitations étudiées du mois de décembre au mois de mai, (hiver et printemps), cette période semble être bien choisie par les gestionnaires des fermes, puisque 78% des parturitions ont lieu pendant cette période, il faut cependant observer que les mises ont lieu majoritairement entre le mois de décembre et le mois de février ,les vêlages se déroulant dans les exploitations enquêtées se rapprochent de ceux signalés par les auteurs consultés, il faut toutefois remarquer que la situation des élevages algériens est différente du point de vue climatologie des autres pays, en effet, la saison de pâture peut-être de très courte durée dans certaines en Algérie, d'où l'intérêt de regrouper les parturitions pendant la période la plus favorable du point de vue disponibilité fourragère.

2 Paramètres de la reproduction

2.1 Ages à la première saillie et à la mise bas

M.J .Vandehaar (2006) dans son étude sur des génisses de race Holtsein donne des âges à la première insémination compris entre 13 et 15 mois ,pour un âge au premier part compris entre 22 et 24 mois, Lefèbre .D, Lacroix. R et Charlebon.J (2004), pour des animaux de même race donnent un âge moyen au premier part 27mois pour les génisses de race Holstein, contre un âge à la première saillie compris entre 18 et 19 mois.

,L.Verfaille(1999) dans son enquête dans des élevages des Pays de la Loire (France), composés de race Prim Holstein et de Montbéliarde constate des mises bas à 28,4 mois.

Madani T et coll , (2002) dans leur étude réalisée sur des exploitations situées dans le massif de Beni Salah (Nord –est algérien)constatent que les premières mises bas ont eu lieu à 2 ans pour plus de la moitié des génisses.

La remarque principale ,quant aux résultats obtenus pour ces deux critères ,laisse apparaître que ces paramètres, sont tout à fait proches des ceux des auteurs consultés, mais restent néanmoins, relativement distants de ce qui recommandés ,en si l'on considère de nos jours que l'âge à la première saillie doit se situer entre 14-16 mois pour des génisses de race Holstein se traduisant par un âge au premier vêlage entre 23-25 mois (Wattiaux M.A,2005) ,il évident que ces données sont intimement liées au poids corporel des animaux La comparaison de nos observations, par rapport aux résultats des auteurs consultés laisse apparaître des âges de première mise à la reproduction très au delà de ce qui est admis (18 mois à 21 mois),ce constat est également remarqué pour l'âge moyen de mise bas (27 mois à 30 mois)

Comparées aux recommandations pour un élevage rentable des génisses, les valeurs obtenues dans les élevages de la région considérée traduisent un retard de maturité sexuelle des génisses ou encore une mise tardive à la reproduction.

2.2 Les intervalles entre vêlages

Les résultats à ces critères, consignés dans le tableau numéro 11, montrent des intervalles entre mises bas, très largement supérieurs à ce qui est admis, en effet, les valeurs de ce paramètre, varient entre 370 jours et 400 jours ,ce constat concerne l'ensemble des exploitations avec une moyen de 384 jours ,on peut considérer comme relativement acceptable compte tenu des conditions, Il est admis que cet intervalle doit être au plus égal à 400 jours (B.Denis).

Franck.M et Denis B. (1979), estiment un idéal un intervalle entre vêlages, se situant autour d'un an, des intervalles trop courts, inférieurs à 330 jours, sont à proscrire, des intervalles supérieurs à 400 jours sont franchement mauvais. Les résultats obtenus par ces auteurs sont assez proches de ceux observés, dans notre étude.

2.3 Les intervalles vêlages première saillie

Lorsqu'on analyse ce paramètre, sur l'ensemble des fermes considérées, on se rend compte, que ce dernier, varie entre 70 jours et 90 jours, soit une moyenne ramenée à l'ensemble des exploitations de 86 jours, ces valeurs, sont tout à fait conformes aux normes habituellement admises, de plus il a été observé, que 27.69% des vaches expriment des intervalles au-delà de 90 jours., Poncet J.M,(2002) dans son étude sur des cheptels de l'Ile de la Réunion observe, plus 38% des animaux expriment un intervalle supérieur à 90 jours,des valeurs ,plus élevées que celles que nous avons observé.

Kiers A et coll (2006), dans une étude réalisée en France, sur 3326 vaches (91 élevages), observent sur l'ensemble des troupeaux, des intervalles moyens de $81,8 \pm 8,5$ jours, soit un intervalle médian de 81,6 jours, inférieur de 8 jours environ par rapport à nos valeurs, nos résultats confrontés avec ceux des auteurs consultés expriment des valeurs tout à fait correctes.

2.4 Intervalle vêlage saillie fécondante

L'analyse globale des résultats relatifs à ce critère fait ressortir, un intervalle vêlage Saillie fécondante est conformes aux normes admises et ce pour les toutes les exploitations considérées, en effet on enregistre des intervalles moyens se situant entre 80 jours et 110 jours. coll (2002) qui ont observé sur 3500 élevages dans les Pays de la Loire (France) des intervalles vêlages insémination fécondante de 111 jours.

Pour leur part, Srairi MT et Baqasse M notent dans des élevages marocains des intervalles moyens de l'ordre de $136,3 \pm 24,8$ jours

Madani T et Far.Z (2002), dans leur enquête dans la région de Sétif, Désarménien.D et coll (2002) dans les Pays de la Loire, et Argente G et Jullo A (2002) à Chateauthierry (France), donnent dans l'ordre ,pour ce paramètre des valeurs répondant aux normes habituellement recommandées ,110 jours , 111 jours et 115,1 jours

2.5 Le niveau de fertilité

La lecture des résultats relatifs aux différents niveaux de fertilité (tableau 14) enregistrés dans les exploitations étudiées, montre des niveaux très homogènes, lorsqu'on considère la réussite en première saillie, la moyenne calculée sur l'ensemble des élevages donne un score de 80%. Par ailleurs, si l'on prend en compte le pourcentage de réussite en deuxième saillie, celui-ci est de 15.38%. Le pourcentage des vaches demandant 3 saillies et plus est 04.62%.

L'appréciation de la fertilité à l'intérieur d'un troupeau, est quantifiée par le taux de succès en première saillie ; en effet, on admet comme objectif atteint lorsque la réussite en première insémination avoisine 65% et de 90% pour la saillie naturel.

Les résultats observés dans l'ensemble des exploitations, donnent des taux de réussite en première saillie très haut et expriment de bons résultats. La comparaison de nos résultats avec ceux des auteurs consultés, notamment ceux de Désarménien I et col(2002), fait observer un taux moyen de réussite en première saillie de 52%, Argente G et Julio A (2002) observent des taux de réussite en première saillie de 47,70%, enfin Degien C (2004) ,sur trois campagnes successives ,note un taux moyen de succès en première insémination de 51,99%.

Les résultats obtenus dans notre étude, laissent apparaître une bonne fertilité dans les exploitations considérées dans nos investigations, par rapport aux différents élevages étudiés par l'ensemble des auteurs cités.

3 Effet de l'épigénétique sur les performances de reproduction :

L'objectif de l'élevage est de sélectionner des animaux avec un potentiel génétique élevé, mais ce potentiel ne s'exprimera pleinement que si les conditions environnementales sont adéquates (alimentation adaptée, maîtrise de l'hygiène de traite etc.). En effet, l'environnement affecte l'expression des gènes, via une altération des marques épigénétiques. Mieux connaître comment les modifications de l'environnement se traduisent en terme d'altérations épigénétiques permettrait de mieux les prendre en compte dans la sélection génétique actuelle.

L'effet de l'épigénétique significatif de la zone d'élevage sur tous les paramètres de reproduction est difficile à interpréter à cause de la multiplicité des facteurs de variations qu'englobe ce terme : des paramètres environnementaux (température, humidité, relief), alimentaires (ressources fourragères), humains (gestion du pâturage, du logement, détection des chaleurs, traitements de maîtrise des cycles, choix IA/SN), infectieux (prévalence de certaines pathologies). En outre, il n'a pas été possible de tester l'effet de l'interaction des différents facteurs étudiés en raison d'un plan d'étude incomplet. Dans ces conditions, l'analyse du facteur « zone » n'apporte pas vraiment d'indications sur l'étiologie de l'infertilité. D'ailleurs, Dohoo et al. (2001) montrent que la zone est responsable de moins de 2 % de la variabilité des paramètres de fécondité, alors qu'une variabilité de 80 % est observée d'une lactation sur l'autre.

3.1 Influence de l'alimentation :

L'alimentation est fréquemment mise en cause pour expliquer les faibles performances de reproduction. En effet, dans la plupart des zones littorales de l'Algérie, les animaux sont nourris de fourrages, qui sont généralement carencés en énergie et surtout en azote. Cette sous-alimentation au cours du premier trimestre de gestation chez la vache laitière induit une diminution de la réserve ovarienne chez ses filles. Qui peut influencer leur fertilité. Le stress fœtal a donc des conséquences sur la fertilité de l'animal une fois adulte, vraisemblablement via des processus épigénétique (Mossa et al., 2013) . Dans notre étude, le système alimentaire a un effet limité sur la reproduction. Deux aliments semblent se démarquer : l'avoine fourragère et le pâturage sur les parcours et la jachère. Les performances de reproduction semblent meilleures avec l'avoine fourragère et plus faibles avec le pâturage sur les parcours et les terre en jachère surtout pour la production laitière. En effet, la jachère pâturée a une faible valeur alimentaire, qui n'ont presque qu'un rôle dans la ration et qui nécessitent d'être complétés par des aliments riches en azote dégradable, en protéines digestibles dans l'intestin, en amidon, en vitamines et en sels minéraux (Preston & Leng, 1978). L'avoine fourragère meilleur que les parcours et les jachères, mais de faible valeur

alimentaire comparativement aux luzerne et trèfle. Une ration uniquement à base de ce fourrage ne couvrirait que les besoins d'entretien des animaux. Dans des contextes de production laitière et de mise à la reproduction, il est indispensable d'apporter une supplémentation énergétique, azotée, minérale et vitaminique (Wadsworth, 1990). Dans notre étude, toutes les vaches reçoivent un complément sous forme d'aliment concentré. C'est pourquoi il est difficile de commenter l'influence du fourrage sur les performances de reproduction sans prendre en compte le niveau de complémentation, c'est-à-dire du pourcentage de concentré de la ration. A teneur en concentré égale, le TRIA/SN semble plus élevé pour l'avoine fourragère que pour pâturage aux parcours et jachère. Par contre, le pourcentage de concentré de la ration a une influence sur la reproduction. Tandis qu'avec une ration à base de Graminées, le TRIA/SN, varie peu en fonction du taux de concentré de la ration. Ces constatations sont en accord avec les recommandations de Wolter (1992), qui préconisent une ration contenant au maximum 40 % de glucides fermentescibles pour une reproduction efficace ; au-delà, le risque d'acidose est important. Or, l'acidose favorise les endométrites, à l'origine de mortalité embryonnaire (Vagneur, 1992). Il est fort probable que l'incidence élevée de ces mortalités embryonnaires résulte d'une acidose chronique. Des signes cliniques notés lors des visites, quelques vaches ont le poil piqué ; les bouses sont jaunâtres, diarrhéiques et d'odeur acide.

3.2 Influence de climat et les conditions d'élevages :

Les facteurs de l'environnement interne de l'animal (santé, stade physiologique, état nutritionnel, stress, etc.) et ceux de l'environnement externe (lumière, température ambiante, etc.) agissent sur le système nerveux central qui intervient sur l'hypothalamus par voie nerveuse.

Le résultat est en saison défavorable une altération de la sécrétion de LH et des concentrations de progestérone pendant la phase lutéale du cycle œstral. Se traduisant par des cyclicités anormales (anoestrus). Dans zone d'études L'intervalle vêlage –première saillie est largement supérieur à ce qui habituellement admis (Loisel .J et Mandron.D., 1975) qui peuvent être justifié par une anoestrus due a l'adaptation lente des races importer avec notre climat semi aride.

Les races de bovins du Nord importés en zone semi aride, sont sensibles aux températures élevées de la période estivale. C'est le stress thermique qui réduit le niveau plasmatique de LH, augmente le niveau plasmatique de progestérone et diminue la fertilité des vaches laitières. Ces perturbations peuvent résulter de l'augmentation de la température centrale et de la réduction de l'ingestion d'aliments pendant les fortes chaleurs. La qualité de l'ovocyte est diminuée en période de forte chaleur. En cas de stress thermique, la production de progestérone est diminuée. L'activité du follicule dominant puis du corps jaune serait diminuée. Le corps jaune persiste alors plus longtemps, allongeant la durée des cycles œstraux.

CONCLUSION GENERALE

Les résultats obtenus à l'issu de ce travail, nous ont permis de situer le niveau des performances de reproduction des bovins laitiers et de mettre en évidence l'influence de l'épigénétique sur ce paramètre. L'infécondité des vaches et des génisses, traduite respectivement par un long délai de mise à la reproduction et un âge au premier vêlage tardif est liée à une mauvaise alimentation. En effet l'enquête menée sur le mode de conduite des élevages bovins laitiers, a montré une absence de gestion de l'alimentation et de la reproduction, une mauvaise hygiène et une faible intégration des nouvelles technologies. L'ensemble de ces facteurs influe sur les performances de reproduction et de production des élevages bovins laitiers.

Ainsi, Les marques épigénétique sont impliquées dans l'expression du potentiel génétique de la reproduction, ils sont héréditaires, modifiable en fonction de l'environnement, et réversibles avec des conséquences à plus ou moins long terme d'où leur importance primordiale en élevage.

Une ration diversifiée (avec incorporation d'ensilage d'herbe), une maîtrise des accidents sanitaires d'origine nutritionnelle (comme les déplacements de caillette, acidose) et un apport énergétique élevé durant les deux premiers mois de lactation, permettent d'obtenir des taux de réussite en première saillie élevée et de réduire l'écart vêlage-vêlage à moins de 365 jours.

A la vue de ces résultats, nous recommandons la mise en place de suivi de la reproduction basé sur une action coordonnée entre l'éleveur et le vétérinaire est indispensable. Ce suivi permettra :

- une amélioration de la détection des chaleurs
- un meilleur enregistrement de toutes les observations liées à la reproduction.
- un contrôle systématique et précoce de la gestation.
- une évaluation de la situation de la reproduction et la mise en application de recommandations pratiques pour améliorer l'efficacité économique du troupeau.
- La gestion de l'alimentation par un rationnement approprié.
- Le respect des plans de prophylaxies et une hygiène stricte pour éviter les maladies.
- La formation du personnel sur les nouvelles technologies.

Il est toutefois, plus intéressant d'accorder, un intérêt particulier aux génisses qui sont nées et élevées en Algérie, en effet si celles-ci n'expriment pas les mêmes rendements que leurs congénères élevées dans leurs pays d'origine, elles ont sans conteste une acclimatation meilleure dans les conditions d'élevage en Algérie.

BIBLIOGRAPHIE

Argente G et Jullo A, 2002 Mesure de l'efficacité des dosages de progestérogène à la ferme intégrés dans la formation de l'éleveur pour lutter contre l'infécondité. Renc.Rech. Ruminants, 2002,9, p160

Badinand F.;1983. Relations fertilité-niveau de production-alimentation. Bull.Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 53 : 73-77

Badinand F., Bedouet J., COsson J.L., Hanzen C., Vallet A. (2000) Lexique des termes de physiologie et pathologie et performances de reproduction chez les Bovins. Association pour l'Étude de la Reproduction Animale, Maisons-Alfort, 20 p.

Barkema H.W., Westrk J.D., Van Keulen K.A.S., Schukken Y.H., Brand A. (1994) The effects of lameness on reproductive performance, milk production and culling in Dutch dairy farms. Preventive Veterinary Medicine, Volume 20, Issue 4, September 1994, 249-259.

Bastien D. (2001) Un âge à l'abattage très variable selon la race et le bassin de production. Institut de l'élevage. Viandes Prod. Carnées, Vol 22 (1), 8 p.

Beam SW, Butler WR (1999) Effects of energy balance on follicular development and first ovulation in postpartum dairy cows. J. Reprod. Fertil. Suppl., 54, 411-424.

Bekhouche.N (1987) Diagnostic précoce de gestation par dosage de la progestérogène plasmatique chez les bovins. Thèse de doct.vét.Inst.Sci.Vét.Contantine.Université Mentouri

Bencharif D., Tainturier D. (2005) Les métrites chroniques chez les bovins. Point Vét., 36 (N° spécial reproduction des ruminants), 72-77.

Benhamed H., Dulphy J.P. (1986) Influence du traitement des foin à l'ammoniac sur leur valeur azotée appréciée par la méthode des bilans azotés. Ann. Zootech., 35, 387-400.

Benlekhal A, Manar.S, Ezzahiri.AZ, Bouhaddada.M, 2000 L'insémination artificielle une biotechnologie au service des éleveurs. Terre et Vie N°42 4p

Bennet C., 2001. Using heritability for genetic improvement. Virginia cooperative extension. Dairy science. 4p.

Boichard D., Barbat A., Briend M. (2002) Bilan phénotypique de la fertilité chez les bovins laitiers. AERA, Reproduction, génétique et fertilité, AERA Ed., Paris, 6 Décembre 2002, 5-9.

Bouazza D. ; 1999 Etude critique des élevages bovins laitiers dans les Wilaya d'El-Tarf et de Annaba. Mém. d'Ing. Agro. Faculté des Sciences de la Terre et des Sciences Agronomiques. Université de Annaba

Bouchet.J.P., Gueguen.L, 1983, Particularité de la nutrition minérale. In <<particularités nutritionnelles des vaches à haut potentiel de production. Bull.tech.C.R.V.Z, INRA, 53, p80-91

Bouzebda.Z, Bouzebda-Afri,M.A.Guellati et F.Grain,2006 Evaluation des paramètres de la gestion de la reproduction dans un élevage bovin du Nord Est algérien. Sciences et Technologie N°24, Décembre 2006 p.13-16

Bouzebda. Z. ; 2007, Gestion zootechnique de la reproduction dans des élevages bovins laitiers dans l'Est algérien. Thèse de doct.vét.Inst.Sci.Vét.Contantine.Université Mentouri

Bouzebda.Z, Bouzebda-Afri.F, Guellati.M.A, 2003 Evaluation des paramètres de la reproduction dans les régions d'El-Tarf et de Annaba.Renc.Rech.Ruminants, 2003, 10, p143

Chaffaux.S, Vallon.F et Martinez.J, 1982 Evolution de l'image échographique du produit de conception chez la vache .Bull.acad.vét.55, 213-221

Chicoteau P et coll 1989, Adaptation physiologique de fonction sexuelle des Bovins Baoulé en milieu tropical Sud soudanien, thèse de Doctorat, Université de Paris XII, page110-150

Chupin.D et André.D, 1977 Les diagnostics de gestation chez la vache. L'éleveur de bovins.46, 25-29

Enjalabert F. ; 1994 Relation alimentation-reproduction chez la vache laitière Rev.Vét.N°25, p 984-991

Fiorelli J.L,Echampard.I,Lave.R,Lassausse.A et Sangouard.F,2003 Caler la période de mise-bas du troupeau laitier en automne pour mieux valoriser l'herbe paturée.Renc.Rech.Ruminants ,2002,9,p117

Ghoribi L 1999-2000 Bilan de reproduction dans deux exploitations bovines laitières dans la Wilaya d'El-Tarf. Magister en biologie et physiologie animale. Option agronomiques et médicales Département de biologie. Faculté des sciences.Université Badji Mokhtar Annaba

Gouffe.D 1984 Cycle sexuel de la vache .Application pratique à la maîtrise de la reproduction .Edition Distrivet –Groupe Roussel-Uclaf

Granados-chapatte.A et Baret.P, 2002 Indicateurs de fertilité dans une population de bovins : prise en compte de la qualité des données.Renc.Rech.Ruminants.9 p153

Houda A., 2007 Evaluation Génétique laitiers des races Holstein et Montbéliarde de la société Agroplus.

Kiers A,Berthelot.X,Picard-Hagen.N et Ennuyer.M, 2006 Analyse des résultats de reproduction d'élevages bovins laitiers suivis avec le logiciel VETOEXPERT. Bull.GTV.N°36, OCTOBRE 2006 p85-91

Laster.F. et coll, 1972, Génétique de la Reproduction chez les Ruminants ; Productions Animales, pages 87-100

- Li, E., Bestor, T.H. & Jaenisch, R** Targeted mutation of the DNA methyltransferase gene results in embryonic lethality. *Cell* 69, 915-926 (1992).
- Loisel .J et Mandron.D** 1975 Analyse de la fertilité de 14 troupeaux laitiers; applications pratiques pour la conduite du troupeau. ITEB, EDE. (Paris) p23
- Loisel J.** ,1976 Comment situer et gérer la fécondité du troupeau laitier. Proposition d'un bilan annuel de reproduction d'un troupeau. ITEB. Ed.(Paris) 65 p.
- Madani. T et Z.Far,** 2002 Performances des races bovines laitières améliorées en région semi-aride algérienne.*Renc.Rech.Ruminants*, 2002, 9, p121
- Messioud A.** 2003 Analyse de la conduite de la reproduction en élevage bovin laitier. (Wilaya de Guelma).Mém.ing.agro.Inst.Sci.Agro.Centre Universitaire d'El-Tarf
- Noui N. & Touabi T.** (2004) Dominantes pathologiques des bovins au niveau de la ferme «Houchette Derradji ».Annaba.Mém.doct.vét. Institut des sciences vétérinaires. Centre universitaire d'El-Tarf
- Picard-Hagen et coll,** 2001Génomique fonctionnelle et début de gestation chez le bovin. *Reprod.* 2001
- Poncet J.M,** 2002 Etude des facteurs de risque de l'infertilité dans les élevages bovins laitiers de l'Ile de la Réunion: Influence de l'alimentation sur la reproduction. Thèse de docteur vétérinaire. Tou 3. Ecole nationale vétérinaire de Toulouse
- Seegers H, et Malher.X** 1996b Analyse des résultats de reproduction d'un troupeau laitier .Le point vétérinaire,numéro spécial « reproduction des ruminants ».vol.28 :127-135
- Senoussi.S** ,2004 Etude de la production et de la reproduction d'un élevage de vaches laitières au niveau de la région de Annaba : Bilan de trois années .Mém.ing.agro.Inst.Sci.Agro. Centre Univ. Tarf
- Singh K, Arias J.A., Quinn-Walsh E.C., Stelwagen K.** 2010. Epigenetic regulation of milk production in dairy cows. *J. Mammary Gland Biol. Neoplasia*, 15(1) :101
- Swenson J.**, 1984, Amélioration génétique des vaches tropicales in<< l'élevage en pays tropicaux >>, Ed .G-P Maisonneuve et Larose/ACCT, p526
- Wathiaux Michel,** 2005 Reproduction et sélection génétique. Institut Babcock pour la recherche et le développement international du secteur laitier .U.W.Madison,Wisconsin

LES ANNEXES

01-Structure des troupeaux.

Catégorie		Nombre (tête)				
		Ferme 01	Ferme 02	Ferme 03	Ferme 04	Total
Vaches laitières	Holstein	15	11	08	05	39
	Montbéliarde	08	04	11	03	26
Génisses		05	03	03	01	12
Veaux		04	03	03	03	13
Vêles (%)		03	04	02	02	11
Taurillons		03	01	01	00	5
Taureaux		01	01	01	00	3
Total		39	27	29	14	109

02- Age à la première saillie et première mise bas

Catégorie	Age à la 1 ^{ère} saillie				Catégorie	Age à la 1 ^{ère} mise bas			
	Frm1	Frm2	Frm3	Frm4		Frm1	Frm2	Frm3	Frm4
< à 18 mois	04	02	02	00	< à 27 mois	05	03	01	00
de 18 à 21 mois	06	04	02	01	de 27 à 30 mois	04	04	03	02
> 21 mois	04	03	02	02	> 30 mois	05	02	02	01
Total	14	09	06	03	Total	14	09	06	03

03- Intervalle vêlage-vêlage et Niveau de fertilité

Intervalle vêlage-vêlage					Niveau de fertilité				
Nombre des jours	Frm1	Frm2	Frm3	Frm4	Taux de réussite	Frm1	Frm2	Frm3	Frm4
- 330 (j)	03	02	01	01	Réussite en 1 ^{ère} saillie	17	13	15	07
300-400 (j)	15	10	14	06	Réussite en 2 ^{ème} saillie	03	02	04	01
+400 (j)	05	03	04	01	3 saillie.et plus	03	00	00	00

04- Intervalle vêlage première saillie et Intervalle vêlage - saillie fécondante

Intervalle vêlage première saillie					Intervalle vêlage - saillie fécondante				
Nombre des jours	Frm1	Frm2	Frm3	Frm4	Nombre des jours	Frm1	Frm2	Frm3	Frm4
- 40 (j)	/	/	/		-40 (j)	/	/	/	/
40-70 (j)	05	02	03	02	40-80 (j)	04	02	02	01
70-90 (j)	07	10	14	04	80-110 (j)	15	10	15	06
+ 90 (j)	11	02	03	02	+ 110 (j)	06	03	02	01