

République Algérienne Démocratique et Populaire
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
Ministère de l'Enseignement Supérieur et la Recherche Scientifique
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Université IBN KHALDOUN Tiaret
جامعة ابن خلدون تيارت



THESE

En vue de l'obtention du diplôme de Doctorat en 3^{ème} cycle LMD
en Production animale

Thème

**Interaction du milieu avec les productions animales
« fertilité et production laitière » cas de deux fermes
dans la Wilaya de Ain Defla**

Soutenue publiquement le 04/04/2021

Par : M^{lle} MEKHELDI Khira

Le jury :

Président	Mr. GUEMOUR Djilali	Pr, Université Ibn Khaldoun, Tiaret
Directrice de thèse	M ^{me} MELIANI Samia	MCA, Université Ibn Khaldoun, Tiaret
Examineur	Mr. AGGAD Hebib	Pr, Université Ibn Khaldoun, Tiaret
Examineur	Mr. LOUACINI Brahim Kamel	MCA, Université Ibn Khaldoun, Tiaret
Examineur	Mr. AMMAM Abdelkader	MCA, Université De Saida, Saida

Année universitaire : 2020/2021

Résumé

Dans ce travail, 200 vaches de race Montbéliard appartenant de la ferme Sidi Belhadj « SIM » dans la wilaya d'Ain Defla ont été suivies durant la période qui s'est étalée de Mai 2017 au décembre 2019.

Notre étude a permis, dans son premier volet, de déterminer l'effet de l'alimentation précisément le type de fourrage, la saison, la parité, et le stade de lactation sur la production laitière. La saison a eu un effet significatif ($p < 0,05$) sur la production laitière et les meilleures quantités ont été enregistrées dans le printemps où les conditions climatiques étaient favorables ($19,11 \pm 1,21 \text{ kg/vache/j}$), le stade de lactation a influencé la production laitière de manière significative ($p < 0,05$) alors que les vaches avaient atteint le pic de lactation à la 8^{ème} semaine avec une production de $164,28 \pm 44,56 \text{ kg/vache/par semaine}$.

D'après les résultats du deuxième volet, le suivi de la fertilité et de la fécondité sur une période de trois années a révélé les intervalles suivants (IV-1IA=110,11j, IV-IAF=183,31j, IV-V=466,34j, TR en 1^{ère} IA =35,45%, TR3IA et +=31,20%, IC=2,29) avec des meilleurs résultats enregistrés en 2018 à cause de l'amélioration du système de gestion de la reproduction des vaches.

Le 3^{ème} volet de l'étude a permis de suivre l'effet de mammite, métrite, rétention placentaire et l'état d'embonpoint sur les paramètres de reproduction des vaches. Les vaches ayant une métrite présentaient un IV-1IA de 85,10 jours, plus long que les autres vaches. Tandis que les vaches ayant une mammite dans la période entre l'insémination et le diagnostic de gestation avaient un IV-IAF de 218,37 jours. Dans cette étude, le meilleur TR en 1^{ère} IA de 35 % a été enregistré chez les vaches dont la NEC était entre 3,5 et 4 au vêlage et le meilleur IV-IAF de 121 jours était marqué chez les vaches ayant un NEC entre 2,5 et 3 au vêlage.

Dans cette étude, les vaches qui ne représentaient aucune de ces pathologies avaient des performances en reproduction meilleurs. Alors que les vaches qui avaient subi une mammite dans la période entre l'insémination et le diagnostic de gestation avaient une fertilité et une fécondité réduites. Il ressort, également, de cette étude que le suivi de la variation de l'état corporel des femelles bovines péri parturientes, est une importance capitale pour connaître les résultats de la reproduction.

Mots clés : Milieu, Montbéliard, production laitière, fertilité et fécondité.

Abstract

In this work, 200 Montbéliard cows, belonging to Sidi Belhadj «SIM» located in the wilaya of Ain Defla, were followed during the period from May 2017 to December 2019. In the first part of our study, we have determined the effect of the type of forage, season, parity, and lactation stage on milk production.

In this study, season had a significant effect ($p < 0.05$) on milk production and the best quantities were recorded in spring when climatic conditions were favourable with 19.11 ± 1.21 kg/cow/day. Lactation stage had also significantly influenced milk production ($p < 0.05$) while cows reached peak lactation at 8 weeks with a production of 164.28 ± 44.56 kg/cow/week.

Based on our results, fertility monitoring over a three years' period revealed the following intervals (CFSI=88.37day, CCI=171.72day, CI=443.97day, 1st AI success rate =35.45%, More than 3 AI=31.20%, CI=2.25). However, the best results were recorded in 2018 due to improved cow reproductive management system.

The 3rd part, of this study, monitored the effect of mastitis, metritis, placental retention and overweight on the reproductive parameters of the cows. Cows with metritis had an IV-1IA of 85.10 days, longer than others, whereas those with mastitis in the period between insemination and pregnancy diagnosis had an IV-IAF of 218.37 days. In this study, the best TR1IA of 35% was in cows with NEC between 3.5 and 4 at calving and the best 121-day IV-IAF was in cows with NEC between 2.5 and 3 at calving. While cows without any of these pathologies had better reproductive performance.

We concluded that type of forage, season, parity, and lactation stage influence the milk production rate and the occurrence of mastitis and metritis in the insemination period influence its success.

Keywords: Middle, Montbéliard, Milk production, Fertility, Fecondity.

المخلص

في هذا العمل، تم اتباع 200 بقرة من أبقار مونبيليارد تنتمي لمزرعة سيدي بلحاج «سيم» الواقعة في ولاية عين الدفلى خلال الفترة الممتدة من ماي 2017 إلى ديسمبر 2019 .

في الجزء الأول من دراستنا، تمكنا من تحديد تأثير التغذية على إنتاج الحليب خصوصا نوع العلف، الموسم، عدد الولادات و مرحلة الإنتاج. بحيث كان للموسم تأثير كبير ($p < 0.05$) على إنتاج الحليب، حيث سجلت أفضل الكميات في فصل الربيع عندما كانت الظروف المناخية ملائمة (19.11 ± 1.21 كغ/بقرة/يوم)، أثرت مرحلة الإنتاج بشكل كبير على إنتاج الحليب ($p < 0.05$) بحيث وصلت الأبقار إلى ذروة الإنتاج في الأسبوع الثامن بإنتاج 44.56 ± 164.28 كغ/بقرة/أسبوع.

واستناداً إلى نتائج الجزء الثاني، كشفت متابعة الخصوبة على مدى فترة ثلاث سنوات المؤشرات التكاثرية التالية : معدل 110,11 يوم بين الولادة و أول تلقيح , معدل 183,31 يوم بين الولادة و الإلقاح ,معدل 466,34 يوم بين ولادتين متتاليتين , نسبة إلقاح 35.45% في أول تلقيح , نسبة 31.20% من الأبقار التي تحتاج 3 تلقيحات أو أكثر و معدل إلقاح ب (2,29) مع نتائج أفضل سجلت في عام 2018 بسبب تحسين إدارة الأبقار.

رصد الجزء الثالث من الدراسة تأثير التهاب الضرع، التهاب الرحم، الاستبقاء المشيمي و نسبة الوزن على المعايير التناسلية للأبقار. لدى الأبقار التي كان التهاب في الرحم أظهرت فارق 85.1 يوم بين الولادة و أول إلقاح, وهي أطول مدة من الأبقار الأخرى. بينما الأبقار التي عانت من التهاب الضرع في الفترة ما بين التلقيح وتشخيص الحمل أظهرت فارق 218.37 يوما بين الولادة و الإلقاح. في هذه الدراسة، كان أفضل نسبة إلقاح من أول محاولة 35% في الأبقار مع NEC بين 3.5 و 4 في الولادة وأفضل فارق بين الولادة و الإلقاح 121 يوم سجل عند الأبقار مع NEC بين 2.5 و 3 عند الولادة.

في هذه الدراسة، كان أداء الأبقار التي لم تصب بأي من هاته الأمراض أفضل في الإنجاب .في حين أن الأبقار التي خضعت لالتهاب الضرع في الفترة ما بين التلقيح وتشخيص الحمل كانت سبباً في انخفاض معدلات الخصوبة .من الواضح أيضا من هذه الدراسة أن رصد التغيرات في حالة الجسم لدى البقرات بعد الولادة لها أهمية كبيرة في معرفة مؤشرات التكاثر.

الكلمات المفتاحية : المحيط, مونبيليارد, إنتاج الحليب, الخصوبة

Remerciements

Au terme de ce travail, je remercie Dieu Le Tout Puissant de m'avoir donné la force, la santé et la volonté de mener à terme ce modeste travail dans les meilleures conditions.

Mes remerciements les plus sincères et les plus chaleureux s'adressent à ma Directrice de thèse, Madame **MELIANI Samia**, Maitre de conférence classe A à l'**université Ibn Khaldoun de Tiaret**, je la remercie pour la qualité de son encadrement, pour sa patience, sa rigueur et disponibilité et sa contribution efficace pour le bon déroulement de ce travail, mes sincères remerciements et ma profonde gratitude s'adresse à lui.

Mes remerciements s'adressent aux membres du jury, qui ont accepté de juger ce travail :

- Monsieur **GUEMOUR Djilali**, Professeur à l'**université Ibn Khaldoun de Tiaret** d'avoir accepté de présider le jury de cette thèse. Je vous exprime Monsieur mes sincères reconnaissances et mon profond respect.
- Mes remerciements les plus respectueux s'adressent également à Monsieur **AGGAD Hebib**, Professeur à l'**université Ibn Khaldoun de Tiaret**, et Monsieur **LOUACINI Brahim Kamel**, Maitre de conférence classe A à l'**Université Ibn Khaldoun de Tiaret** et monsieur **AMMAM Abdelkader**, Maitre de conférence classe A à l'**Université de Saida** pour l'honneur qui m'ont fait en acceptant d'examiner ce travail.

Il m'est agréable aussi d'exprimer mes sincères reconnaissances :

A Mr **KOUACHE Ben moussa**, enseignant à l'Université **Djillali Bounaama de Khemis Milliana**, Un remerciement particulier et sincère pour tous vos efforts fournis. Vous avez toujours été présent, Que ce travail soit un témoignage de ma gratitude et mon profond respect.

A toute l'équipe du Service Production Animale de la ferme SIDI BELHADJ qui m'ont beaucoup aidé pour le bon déroulement de ce travail et qui sans eux je ne pouvais réaliser ce travail, ainsi qu'au personnel d'administration, pour leur aide et leur disponibilité.

À tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de cette thèse et à tous ceux qui ont partagé avec moi les moments les plus difficiles dans la réalisation de ce travail et tous ceux qui me souhaite le bon courage.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

A mes parents, les êtres les plus chers à mes yeux et que j'aime énormément. Sans vous ce travail n'aurait jamais pu voir le jour.

Merci pour tout ce que vous faites pour moi.

A mes sœurs, mes frères, mes nièces surtout « Nada » pour vous aide et disponibilité, mes neveux, ma famille, et tous ceux qui me sont chers et qui m'ont toujours soutenu, chacune à sa façon.

A mes amies et mes anciens collègues de travail de la ferme SIDI BELHADJ surtout l'équipe de service production animale et ma collègue de travail dans l'usine SIM SANDERS « Marwa » pour leur encouragement.

Khira

Table des matières

LISTE DES ABREVIATIONS

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

INTRODUCTION.....1

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I: PRODUCTION LAITIERE CHEZ LA VACHE..... 3

1.1 CONSTITUANTS DU LAIT..... 3

1.1.1 Eau..... 3

1.1.2 Lactose..... 3

1.1.3 Protéine..... 4

1.1.4 Matière grasse..... 5

1.1.5 Minéraux..... 6

1.1.6 Vitamines..... 7

1.1.7 Urée..... 7

1.2 PRODUCTION DU LAIT..... 7

1.2.1 Facteurs de variations de la quantité du lait..... 7

1.2.1.1 Etat de santé..... 8

1.2.1.2 Stade physiologique..... 8

1.2.1.3 Rang de lactation..... 9

1.2.1.4 Age au premier vêlage..... 9

1.2.1.5 Période de vêlage..... 10

1.2.1.6 Saison..... 10

1.2.2 Synthèse des protéines..... 10

1.2.2.1 Facteurs de variations de la matière protéique..... 11

1.2.2.2 Apports de lipides..... 12

1.2.3 Synthèse de la matière grasse..... 12

1.2.3.1 Facteurs de variations de la matière grasse du lait..... 14

1.2.4 Courbe de lactation..... 15

1.2.4.1 Variation de la courbe de lactation..... 15

1.2.4.2 Etude de la courbe de lactation..... 16

CHAPITRE II :INFLUENCE DE L'ALIMENTATION SUR LA PRODUCTION LAITIERE 18

2.1. ANALYSE DES PARAMETRES DE PRODUCTION LAITIERE.....	18
2.1.1. Production initiale (Pi).....	18
2.1.2. Production maximale (Pmax)	18
2.1.3. Production laitière totale	18
2.1.4. Production de référence P305	18
2.1.5. Durée de lactation	19
2.2. EFFET DE L'ALIMENTATION SUR LA PRODUCTION LAITIERE.....	19
2.2.1. Effet d'apports énergétiques	19
2.2.2. Effet des apports azotés	19
2.2.3. Effet de la sous-alimentation	20
2.2.4. Effet du rapport fourrages/concentrés.....	20
2.2.5. Effet des apports en matières grasses	21
2.2.6. Effet d'apport d'additifs alimentaires	22
2.2.7. Effet de l'abreuvement.....	23

CHAPITRE III: FACTEURS INFLUENCENT LA REPRODUCTION DES VACHES LAITIERS 24

3.1. ANALYSE DES PERFORMANCES DE REPRODUCTION	24
3.2. EFFET DE LA PRODUCTION LAITIERE SUR LA REPRODUCTION.....	24
3.2.1. Interrelations entre production laitière et reproduction	24
3.2.2. Effet du niveau de production sur les paramètres de reproduction.....	25
3.2.3. Effet du niveau de production sur le taux de conception.....	26
3.2.4. Effet du potentiel laitier des races et du numéro de lactation sur la fertilité	27
3.3. EFFET DE L'ETAT DE SANTE SUR LA REPRODUCTION.....	28
3.3.1. Rétention placentaire	28
3.3.2. Métrite.....	28
3.3.3. Mammite.....	29
3.4. EFFET DE L'ETAT CORPOREL	30
3.4.1. Evolution de la note d'état corporel (NEC) au cours du post-partum	30
3.4.2. Effet de perte d'état corporel sur les performances de reproduction chez la vache laitière... ..	32

PARTIE EXPERIMENTALE

MATERIEL ET METHODES..... 34

4.1. DEMARCHE METHODOLOGIQUE	34
4.1.1. Présentation de la zone d'étude	34
4.1.1.1. Situation géographique de la wilaya d'AIN DEFLA	34
4.1.1.2. Caractères climatiques généraux	35
4.2. DEROULEMENT DE L'ETUDE.....	36
4.2.1. Bâtiment d'élevage et condition d'ambiance.....	37
4.2.1.1. Matériel Animale.....	37
4.2.1.2. Système d'alimentation	38
4.2.2. Données de production laitière	39
4.2.3. Données de la reproduction	39
4.2.4. La notation de l'état corporel.....	40
4.3. RESUME DE LA COMPTABILITE DE LA FERME.....	40

RESULTATS ET DISCUSSION 41

1^{ER} VOLET : SUIVI DE LA VARIATION DE LA PRODUCTION LAITIERE SELON L'ALIMENTATION, LE NUMERO ET LE STADE DE LA LACTATION ET LA SAISON..... 41

1.1. RESULTATS.....	41
1.1.1. Production Laitière Initiale (Pi), Maximale (P Max) et Totale (PLT) des Vaches	41
1.1.1.1. Variation de la production laitière avec la ration alimentaire distribuée	41
1.1.1.2. Variation de la production laitière selon le mois.....	42
1.1.1.3. Variation de la production laitière selon la saison	44
1.1.1.4. Variation de la production laitière selon le numéro de la lactation.....	44
1.1.1.5. Variation de la production laitière selon la semaine de lactation.....	45
1.1.2. Propriétés physico-chimiques du lait.....	47
1.1.3. Relation entre les différents paramètres de production laitière	49
1.2. DISCUSSION	51
1.2.1. Effet de l'alimentation	51
1.2.2. Effet de la saison.....	52
1.2.3. Effet du numéro et de la semaine de lactation	52
1.2.4. Propriétés physico-chimiques du lait.....	53

**2^E VOLET : ETUDE DES PARAMETRES DE LA REPRODUCTION DES VACHES,
LA DISTRIBUTION DES VELAGES SELON LES MOIS DE L'ANNEE ET
L'EVOLUTION DU POIDS DES VEAUX 55**

2. RESULTATS.....	55
2.1.1. Critères de mesure de fertilité.....	55
2.1.1.1. Taux de réussite en 1 ^{ère} saillie ou insémination	55
2.1.1.2. Taux des vaches nécessitant 03 saillies ou inséminations et plus	55
2.1.1.3. Indice coïtal (IA/IAF).....	56
2.1.2. Critères de mesure de fécondité.....	56
2.1.2.1. Age au premier vêlage.....	56
2.1.2.2. Intervalle entre vêlages.....	56
2.1.2.3. Intervalle vêlage – première saillie ou insémination.....	57
2.1.2.4. Intervalles vêlage – saillie ou insémination fécondante.....	57
2.1.3. Distribution des vêlages selon les mois et le numéro de gestation.....	58
2.1.4. Suivi de la croissance des veaux.....	59
2.1.4.1. Effet de la saison de vêlage sur le poids à la naissance.....	61
2.1.4.2. Variation du poids des veaux et GMQ selon le sexe et la saison de vêlage.	62
2.2. DISCUSSION.....	63
2.2.1. Paramètres de fertilité	63
2.2.1.1. Taux de réussite en première saillie ou insémination.....	63
2.2.1.2. Taux de vaches nécessitant 03 saillies ou inséminations et plus.....	63
2.2.1.3. Indice coïtal (IA/IAF).....	63
2.2.2. Paramètres de fécondité	64
2.2.2.1. Age au premier vêlage.....	64
2.2.2.2. Intervalle vêlage – vêlage.....	64
2.2.2.3. Intervalle vêlage – première saillie ou insémination.....	65
2.2.2.4. Intervalle vêlage – saillie ou insémination fécondante	65
2.2.3. Distribution des vêlages selon les mois et le numéro de gestation.....	65
2.2.4. Suivi de croissance des veaux.....	65
2.2.4.1. Saison de vêlage et le poids à la naissance.....	66
2.2.4.2. Variation du poids des veaux et GMQ selon le sexe et la saison de vêlage.	66

3^E VOLET : ETUDE DE L'INFLUENCE DE LA RETENTION PLACENTAIRE, LES METRITES, LES MAMMITES ET LA NOTE DE L'ETAT CORPOREL SUR LES PARAMETRES DE FECONDITE ET DE FERTILITE.....	68
3.1. RESULTATS	68
3.1.1. Effet des métrites et les retentions placentaires sur les paramètres de reproduction	68
3.1.1. Effet des périodes d'apparition de mammite sur les paramètres de reproduction des vaches.....	68
3.1.2. Effet de la NEC en première insémination sur la fécondité et la fertilité des vaches.....	69
3.1.3. Effet de la NEC des vaches au vêlage sur la fécondité et la fertilité	70
3.2. DISCUSSION	71
3.2.1. Effet des métrites et les retentions placentaires sur les paramètres de reproduction	71
3.2.1.1. Mérite	71
3.2.1.2. Rétention placentaire	71
3.2.2. Effet des périodes d'apparition des mammites sur les paramètres de reproduction des vaches.....	72
3.2.3. Effet de la NEC en première insémination sur la fécondité et la fertilité des vaches.....	73
3.2.4. Effet de NEC au vêlage sur les paramètres de fécondité et de fertilité	74
CONCLUSION.....	76
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	78
ANNEXES STATISTIQUES	99

Liste des abréviations

AA : Acide Aminé

AG : Acide Gras

AGMI : Acide Gras Mono-Insaturé

ALC : Acide Linoléique Conjugué

CR : Taux de conception

DAC : Distributeur Automatique de Concentré

DL : Durée de lactation

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture

GH : Gonadotrophine Hormone

GMQ : Gain Moyen Quotidien

His : Histidine

IA : Insémination Artificielle

IAF : Insémination Artificielle Fécondante

IC : Indice Coïtal

INRA : Institut Nationale de la Recherche Agronomique

IVV : Intervalle Vêlage - Vêlage

LH : Hormone de Lutéinisation

MADR : Ministère de l'agriculture et du développement durable

MB : Matière Brute

MG : Matière Grasse

MS : Matière Sèche

NEC : Note d'Etat Corporel

ONS : Office National des Statistiques

PDI : Protéine Digestible au niveau de l'Intestin

PI : Production Initiale

PLT : Production Laitière Totale

P max : Production Maximale

PNDA : Plan National de Développement Agricole

TB : Taux Butyreux

TR en 1^{ère} IA : Taux de Réussite en Première Insémination

SAT : Surface Agricole Totale

SAU : Surface Agricole Utile

SCB : Score Body

UFL : Unité Fourragère Lait

Liste des tableaux

Tableau 1: Les protéines du lait selon (Brunner., 1981).	4
Tableau 2: Concentrations en Minéraux du lait de vache (mg/L) (FAO., 1998)	6
Tableau 3: Concentrations en vitamines du lait de vache (mg/L) (FAO., 1998).....	7
Tableau 4: Consommation d'eau en fonction de la température et de l'alimentation selon (Ennuyer et Laumonier., 2013)	23
Tableau 5: L'effet du niveau de production laitière sur les chances de Conception (Lucy., 2001).....	26
Tableau 6: Impact des mammites sur les performances de reproduction.	29
Tableau 7: Répartition du cheptel durant la période de l'étude	37
Tableau 8: Le calendrier fourrager suivi dans l'alimentation des vaches dans la ferme.	38
Tableau 9 : Les revenus et les dépenses de l'exploitation durant les années 2018 et 2019 ..	40
Tableau 10: Production laitière initiale, maximale et totale des vaches laitières (kg/vache/j)41	
Tableau 11: Variation de la production laitière journalière moyenne par vache selon les mois de l'année (kg/vache/j).....	43
Tableau 12: Variation de la production laitière journalière moyenne par vache selon la saison (kg/vache/j).....	44
Tableau 13: Production journalière par vache selon le numéro de la lactation (kg/vache/j)..	45
Tableau 14: Production laitière journalière moyenne par vache selon les semaines de lactation	45
Tableau 15: Les moyennes globales des paramètres enregistrés pour le lait de collecte durant une année.....	47
Tableau 16: Les taux butyreux, protéiques et matière sèche mensuels moyens enregistrés pour le lait collecté durant une année	48
Tableau 17: Les températures, pH, acidité et degré de congélation mensuels moyens enregistrés pour le lait collecté durant une année	49
Tableau 18: coefficients de Corrélation entre les paramètres de la production laitière.....	50
Tableau 19: Répartition de taux de réussite en première saillie ou insémination pour les années 2016 au 2018	55
Tableau 20: Répartition de taux des vaches nécessitant 03 saillies ou inséminations et plus pour les années 2016, 2017 et 2018.....	55
Tableau 21: Répartition de l'indice coïtal entre 2016 et 2018.....	56
Tableau 22: Age au premier vêlage des vaches.	56

Tableau 23: Les intervalles entre vêlages pour toutes les vaches.	56
Tableau 24: Répartition de l'intervalle vêlage-vêlage	57
Tableau 25: Répartition de l'intervalle vêlage – 1ère saillie ou insémination.....	57
Tableau 26: Répartition de l'intervalle vêlage – saillie ou insémination fécondante	57
Tableau 27: Distribution des vêlages selon les mois et le numéro de gestation	58
Tableau 28: Régime alimentaire des veaux entre 0 et 6 mois d'âge.....	60
Tableau 29: Evolution du poids des veaux selon l'âge.....	60
Tableau 30: Variation du poids des veaux selon le sexe	62
Tableau 31: Les paramètres de fertilité et de fécondité des vaches avec des rétentions placentaires, des métrites et saines	68
Tableau 32: Effet du temps de l'apparition de mammite sur les paramètres de fertilité et de fécondité des vaches.....	69
Tableau 33: Effet de la NEC en première insémination sur la fécondité et la fertilité des vaches.	69
Tableau 34: Effet de la NEC des vaches au vêlage sur la fécondité et la fertilité	70

Liste des Figures

Figure 1: Profil moyen des acides gras du lait de vache (Glasser et al .,2008a).	6
Figure 2: Changement dans la teneur en matières grasses (triangles pleins), en protéines (carrés vides) et en lactose (cercles vides) du lait durant le stade de lactation Tiré de (Fox et al., 2015).	9
Figure 3: Synthèse du gras dans la glande mammaire de la vache laitière comprenant l'absorption du substrat, la synthèse de novo des acides gras, la désaturation, la synthèse des triglycérides et la sécrétion de la matière grasse du lait.	13
Figure 4: Évolution de la production laitière au cours de la lactation chez la vache Laitière (Hanzen., 2008).	16
Figure 5: Influence de l'apport d'aliment concentré sur la composition moyenne du lait (Sauvant., 2005)	21
Figure 6 : Évolution du taux de conception et de la production de lait annuelle (kg/an) dans l'état de New York entre 1951 et 2001. (Butler., 2003).	27
Figure 7: Evolution de l'état corporel à l'échelle individuelle ou de troupeau et objectifs (d'après Enjalbert., 1998).....	32
Figure 8: Pluviométrie mensuelle moyenne dans la wilaya d'AIN DEFLA (Weatherspark, 2020).....	35
Figure 9: La température moyenne quotidienne maximale (ligne rouge) et minimale (ligne blue) dans la wilaya de Ain Defla (Weatherspark, 2020).....	36
Figure 10: Variation de la production laitière avec la ration alimentaire distribuée.....	42
Figure 11: Histogramme de la variation de la production laitière journalière moyenne par vache selon les mois de l'année.....	43
Figure 12: courbe de l'évolution de la production laitière par semaine de lactation.	47
Figure 13: Distribution globale des naissances selon les mois de l'année.....	59
Figure 14: La distribution des vêlages selon le numéro de mise bas	59
Figure 15: La courbe de croissance des veaux selon l'âge	61
Figure 16: Influence de la saison de vêlage sur le poids à la naissance et sur le GMQ (0-6 mois)	61
Figure 17: L'effet de sexe et la saison de vêlage sur le poids des veaux à la naissance.	62

Introduction

Introduction

Devant la demande croissante et continue en produits laitiers, les pouvoirs publics ont recours à l'importation de la poudre du lait qui coute de plus en plus cher au trésor public. L'Algérie connaît un accroissement démographique annuel très important de l'ordre de 1,7 % avec une population estimée à plus de 43 millions d'habitants en 2019 (ONS, 2019). Alors que la production laitière nationale reste très faible et dépasse légèrement les 3 milliards de litres en 2016, ce qui est loin de répondre à une demande sans cesse croissante (Ghozlane., 2018)

Pour faire face à cette situation, et dans l'espoir d'assurer l'autosuffisance en lait et d'arrêter l'importation, l'état algérien a lancé depuis l'année 2000 un programme important de modernisation de la filière lait « PNDA », dont l'objectif prioritaire était d'accroître la production laitière (aide aux éleveurs, encouragement de la collecte à la ferme, aide à la création de petites industries laitières...etc). Le cheptel bovin national a depuis augmenté de manière considérable, passant de près de 1,6 millions de têtes en 2000 à plus de 1,9 millions de têtes en 2017 dont 52% vache laitière (MADR, 2019).

La vache laitière est une machine animale de plus en plus performante, dont l'efficacité économique ou rentabilité est largement tributaire de l'efficacité technique ou productivité (Wolter., 1997). Plusieurs facteurs d'élevage liés à l'animal (race, stades de lactation, rang de lactation) et à son milieu (alimentation, hygiène, pratique de la traite, stabulation...) interviennent simultanément sur la capacité des vaches d'extérioriser leurs performances en production laitière et en reproduction.

L'environnement dans lequel les vaches vivent à une incidence capitale sur leurs rendements et leurs reproductivités. Il se manifeste en trois aspects différents ; l'aspect physique, l'aspect biologique et l'aspect de gestion. L'aspect physique englobe l'ambiance, le logement et l'espace (Ajili *et al.*, 2007), alors que l'aspect biologique tient compte de l'eau et l'alimentation (Bouzida *et al.*, 2010), des parasites et des organites pathogènes. La gestion comprend les compétences et les attitudes des travailleurs de même que la facilité avec laquelle ces derniers exécutent leurs tâches (Graves., 2003).

Les vaches laitières ont deux occupations principales, la production du lait et la reproduction régulière de manière à assurer une production laitière continue en donnant

naissance à un veau par vache par an, qui représente le facteur essentiel de rentabilité en élevage bovin (**Derivaux *et al.*, 1984**).

Dans le but de cerner les contraintes, les différents facteurs intervenant dans la réussite de tout élevage laitier et sa rentabilité nous avons effectué le suivi d'un troupeau de vaches laitières depuis leur importation comme génisses pleines, sur une durée de trois années consécutives. Notre travail a été divisé en trois volets de recherche :

Le 1^{er} volet a été consacré à l'étude de :

- ✓ La variation de la production laitière selon l'alimentation, le numéro et le stade de la lactation et la saison ;
- ✓ L'analyse de la qualité du lait.

Le 2^e volet a été consacré à l'étude :

- ✓ Des paramètres de la reproduction des vaches, la distribution des vêlages selon les mois de l'année ;
- ✓ De l'évolution du poids des veaux.

Et enfin le 3^e volet a été consacré à l'étude de l'influence de la rétention placentaire, les métrites, les mammites et la note de l'état corporel sur les paramètres de fécondité et de fertilité.

Partie

Bibliographique

CHAPITRE I

PRODUCTION LAITIÈRE CHEZ LA VACHE

Le lait est un complexe nutritionnel qui contient plus de cent substances différentes qui sont en émulsion ou en suspension dans l'eau (**Agabriel *et al.*, 2001 ; Alais *et al.*, 2004**), comme :

- La caséine (protéine du lait) est sous forme de minuscules particules solides qui restent en suspension dans le lait. Ces particules s'appellent micelles et leur dispersion dans l'eau du lait forme une suspension colloïdale.
- La matière grasse du lait et les vitamines qui y sont solubles, sont sous forme d'émulsion ; une suspension de globules liquides qui ne se mélangent pas avec l'eau du lait.
- Le lactose (sucre du lait), les protéines du petit lait et certains minéraux sont solubles : ces substances sont entièrement dissoutes dans l'eau du lait.

1.1 CONSTITUANTS DU LAIT

1.1.1 Eau

La valeur nutritive du lait est particulièrement élevée, grâce à l'équilibre entre les nutriments qu'il contient, la quantité d'eau reflète cet équilibre. Chez tous les animaux, l'eau est le nutriment requis en quantité la plus élevée, et le lait contient beaucoup d'eau à peu près 90% (**Ennuyer et Laumonnier., 2013**).

La quantité d'eau dans le lait est contrôlée par la quantité de lactose synthétisée par les cellules sécrétrices de la glande mammaire. L'eau nécessaire pour la formation du lait est prélevée directement du sang et la production du lait diminue rapidement lorsque l'eau n'est pas disponible, elle chute le jour même si la vache ne peut consommer la quantité d'eau requise, ce qui explique l'importance de fournir aux vaches laitières de l'eau potable continuellement. (**Wheeler., 1996**)

1.1.2 Lactose

Synthétisé par la glande mammaire à partir du glucose prélevé dans le sang (**Petit., 2002**), C'est un disaccharide composé de glucose et de galactose. Le lactose est le seul glucide du lait de vache présent en quantité importante, il est spécifique du lait et sa teneur reste très stable (entre 48 et 50g/l). C'est aussi du soluté osmo-régulateur dont la quantité va déterminer le volume de lait sécrété en attirant l'eau à partir du sang (**Linzell., 1972 ; Ennuyer et Laumonnier., 2013**).

La lactation est probablement l'activité physiologique ayant besoin de l'apport le plus élevé en glucose à cause de la synthèse du lactose qui la rend responsable de l'utilisation d'environ 60% du glucose disponible. Le lactose joue un rôle nutritionnel particulier et intervient également comme élément de fermentescible. Il peut être hydrolysé par les acides forts, mais surtout par la lactase (**Petit., 2002**). Le lactose est le seul sucre qui peut être utilisé correctement par le jeune animal car son tube digestif possède une lactase mais ne possède ni saccharase, ni maltase, ni amylase (**Petit., 2002**).

1.1.3 Protéine

La concentration des protéines dans le lait varie de 3 à 4% (environ 3 à 4 g/100g). Ce pourcentage varie avec la race de la vache et avec le pourcentage de matière grasse dans le lait (**Wolter., 1997**). La mamelle synthétise 90% des protéines du lait et le reste (10% sous forme de albumines et immunoglobulines) proviennent directement du sang (**Ennuyer et Laumonnier., 2013**).

Les protéines du lait représentent 95% des matières azotées totales alors que les 5% restantes sont constitués :

- D'acides aminés libres et de petits peptides.
- D'azote non protéique, essentiellement de l'urée (0,25 à 0,4 g/l) mais aussi de créatinine, de l'acide urique ...etc.

Les caséines sont entièrement synthétisées par la mamelle alors que les lacto-globulines sont des protéines sanguines modifiées (**Ennuyer et Laumonnier., 2013**).

Tableau 1: Les protéines du lait selon (**Brunner., 1981**).

Protéines du lait, d'après Brunner		
Noms	% de protéines	Nombre d'acides aminés
Caséines	75 – 85	
Caséine α s1	39 – 46	199
Caséine α s2	8 – 11	207
Caséine β	25 – 35	209
Caséine K	8 – 15	169
Caséine γ	3 – 7	
Protéines du lactosérum	15 – 22	
β – lactoglobuline	7 – 12	162
α - lactalbumine	2 – 5	123
Sérum-albumine	0.7 – 1.3	582
Immunoglobulines	1.9 – 3.3	
Protéases – peptones	2 - 4	

Les protéines du lait forment un ensemble assez complexe constitué de :

- 80% de caséines qui font référence à l'ensemble des protéines précipitables à un pH de 4,6 ou sous l'action de la présure en présence de calcium. Constituées d'environ 200 acides aminés, la caséine se différencie en alpha S1 (38%), alpha S2 (12%), bêta caséine (35%) et kappa caséine (15%). Ces différentes caséines forment, avec du phosphate de calcium, un complexe qui se présente sous la forme d'une micelle.
- 20% des protéines solubles ou protéines du lactosérum : lacto-globulines, lacto-albumines, immunoglobulines qui sont riches en acides aminés essentiels, notamment en lysine, tryptophane et cystéine ainsi que d'autres acides aminés soufrés qui leur confèrent une très bonne valeur nutritionnelle. (**Ennuyer et Laumonier., 2013**).

1.1.4 Matière grasse

La matière grasse (MG) constitue 3,5 à 6% du lait (3,5 à 6 g/100g), la concentration du lait en MG varie fortement avec la race de la vache et son alimentation, par exemple, une ration riche en concentrés, qui ne stimule pas la rumination chez la vache, conduit à la production d'un lait pauvre en matière grasse (**Araba., 2006**).

La MG se présente dans le lait sous la forme de globules d'un diamètre d'environ 3 à 5 µm en émulsion dans la phase aqueuse du lait. Le diamètre de ces globules diminue du début à la fin de lactation tandis que leur nombre augmente. Au cours d'une traite, leur diamètre augmente : un globule gras est plus gros en fin de traite qu'en début de traite (**Ennuyer et Laumonier., 2013**).

Dans le lait de vache plus de 95% des matières grasses étant sous forme de triglycérides (TG). Les acides gras (AG) constitutifs de ces triglycérides se caractérisent par une très grande diversité de longueur de chaîne carbonée (de 4 à 22 carbones, y compris des AG à nombre impair de carbones), de niveaux d'insaturation (de 0 à 6 doubles-liaisons), de configuration géométrique des doubles liaisons (cis ou trans) et par la présence d'AG ramifiés. La figure 1 présente le profil moyen des AG du lait de vache (**Glasser et al., 2008a**).

La matière grasse est présente dans le lait sous forme de petits globules suspendus dans l'eau. Chaque globule est entouré par une couche de phospholipide qui empêche les globules de se regrouper, tant que cette structure reste intacte, la matière grasse reste sous forme d'émulsion.

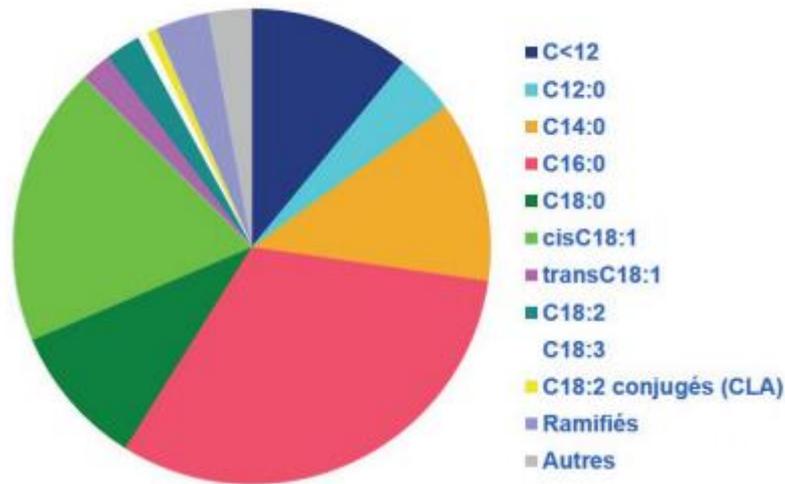


Figure 1: Profil moyen des acides gras du lait de vache (Glasser *et al.* ,2008a).

1.1.5 Minéraux

Les minéraux (ou matières salines) sont présents dans le lait à hauteur de 7g/L environ. Les plus représentés en quantité sont le calcium (1,2 à 1,3 g/L), le phosphore (0,8 à 1g/L), le potassium (1,3 g/L) et le chlore. On retrouve ces matières salines soit en solution dans la fraction soluble, soit sous forme liée dans la fraction insoluble (ou colloïdale). Certains minéraux se trouvent exclusivement à l'état dissous sous forme d'ions (sodium, potassium et chlore) et sont particulièrement bio disponibles. Les autres (calcium, phosphore, magnésium et soufre) existent dans les deux fractions. Dans la fraction soluble, ils existent en partie sous forme libre (calcium et magnésium ionisés), en partie sous forme saline (phosphates et citrates) non dissociée (calcium et magnésium), ou encore sous forme complexe (esters phosphoriques et phospholipides). Dans la fraction colloïdale, les minéraux (calcium, phosphore, soufre et magnésium) sont associés ou liés à la caséine au sein des micelles. (FAO., 1998).

Tableau 2: Concentrations en Minéraux du lait de vache (mg/L) (FAO., 1998)

Minéraux : totaux (g/L)	7
calcium (g)	1,25
phosphore (g)	1,00
magnésium (g)	0,12
sodium (g)	0,50
potassium (g)	1,25
chlore (g)	1,00
autres (soufre, citrate...)	1,8

1.1.6 Vitamines

Toutes les vitamines connues sont présentes dans le lait de vache. Les techniques de traitement du lait peuvent modifier sensiblement les taux, surtout pour la vitamine C (FAO., 1998). La teneur des vitamines liposolubles dépend beaucoup de l'alimentation, alors que les teneurs en vitamines hydrosolubles, du groupe B, sont plus constantes car ces vitamines sont synthétisées par les bactéries du rumen (Ennuyer et Laumonier., 2013).

Tableau 3: Concentrations en vitamines du lait de vache (mg/L) (FAO., 1998)

Vitamines hydrosolubles	Teneurs	Vitamine liposoluble	Teneurs
B1 (thiamine)	0,42	A	0,37
B2 (riboflavine)	1,72	b-carotène	0,21
B6 (pyridoxine)	0,48	D (cholécalférol)	0,0008
B12 (cobalamine)	0,0045	E (tocophérol)	1,1
Acide nicotinique (niacine)	0,92	K	0,03
Acide folique	0,053		
Acide pantothénique	3,6		
Biotine	0,036		
C (acide ascorbique)	8		

1.1.7 Urée

Chez la vache, environ 70% des protéines ingérées sont dégradées en ammoniac, qui est utilisé par les microorganismes ruminales pour la synthèse de protéines bactériennes. Le surplus d'ammoniac non utilisé par les microorganismes est transporté au foie où il est détoxifié en urée (Scholz., 1990a).

A cause de sa diffusion passive et rapide à travers les membranes cellulaires, une élévation, même passagère, de la concentration d'urée sanguine est reflété par une augmentation correspondante dans le lait, l'équilibre se faisant après 1 à 2 heures (Soest., 1987b ; Gustafsson et Palmquist., 1993). L'urée mesurée dans le lait étant étroitement corrélée avec l'analyse sanguine (Depeters et Cant., 1992 ; Eicher *et al.*, 1999b).

1.2 PRODUCTION DU LAIT

1.2.1 Facteurs de variations de la quantité du lait

Les principaux facteurs de variation de la quantité et la qualité du lait sont surtout liés à l'animal (facteurs génétique, stade physiologique, état sanitaire) ou au milieu (saison, alimentation, traite...etc).

1.2.1.1 Etat de santé

L'effet zootechnique des problèmes podales sur les performances de production laitière est bien documenté, qu'il concerne les lésions telles que les maladies de la ligne blanche et les ulcères de la sole (**Amory et al., 200 ; Warnik et al., 2001**).

Les boiteries sont en tête de liste des maladies importantes dans le troupeau, c'est la 3^{ème} pathologie en élevage bovin, après les mammites et les problèmes de reproduction (**Delacroix., 2000**), les problèmes de sabots et des boiteries chez les vaches laitières représentent un des enjeux majeurs pour la production laitière actuelle en plus de causer des douleurs et de l'inconfort aux vaches (**Whay et al., 1997**).

Une diminution de consommation d'eau et d'aliment des vaches boiteuses qui passeront de plus en plus de temps couchés résulte un abaissement de leur production laitière (**Hulsen., 2006**).

1.2.1.2 Stade physiologique

Les taux butyreux (TB) et protéiques (TP) évoluent de façon inverse à la production laitière, après le pic de lactation qui est atteint entre 15 et 50 jours de lactation, la quantité du lait produite par vache diminuée jusqu'à la fin de lactation, en contrepartie, le TB et le TP atteignent leurs minimums autour du pic de lactation puis augmentent (**Coulon et al., 1991**). La composition du lait en matières grasses et en protéines est influencée par le stade de lactation et elle augmente jusqu'à la fin de la lactation, alors que le lactose diminue (**Amenu et Deeth., 2007**).

La caséine- κ augmente alors que les caséines- α s et - β diminuent proportionnellement aux autres caséines. Ces changements sont principalement dus à la protéolyse des caséines- α s et - β par les plasmines du lait en fin de lactation (**Auldist et al., 1996**). De plus, à la fin de la lactation, le chlorure de sodium (NaCl) augmente dans le lait, alors que les autres minéraux diminuent (**Bylund., 1995**). Le calcium est souvent élevé en début et en fin de lactation, alors que le phosphore diminue au cours la lactation. Le calcium colloïdal et le phosphate inorganique sont au minimum au début de la lactation. Le potassium diminue au cours de la lactation (**Fox et al., 2015**).

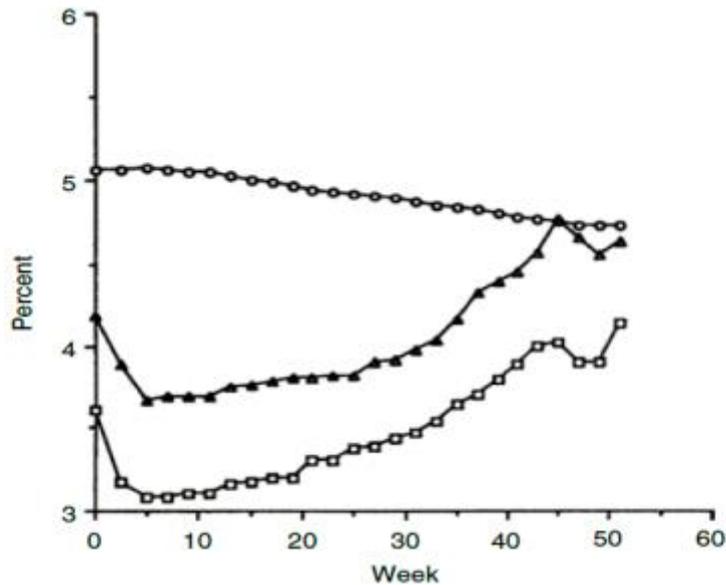


Figure 2: Changement dans la teneur en matières grasses (triangles pleins), en protéines (carrés vides) et en lactose (cercles vides) du lait durant le stade de lactation Tiré de (Fox *et al.*, 2015).

1.2.1.3 Rang de lactation

Les performances de production de lait des multipares sont différentes au primipares, les vaches en 2^{ème} lactation produisent, selon la race, jusqu'à 2,3 kg de lait, 0,6g/kg de TB et 0,8 g/kg de TP de plus que les primipares, les vaches en 4^{ème} lactation produisent jusqu'à 1.8kg de lait de plus que les vaches en deuxième lactation (Legarto *et al.*, 2014)

1.2.1.4 Age au premier vêlage

La production et la composition du lait sont influencées par l'âge au premier vêlage. Selon (Nilforooshman et Edriss., 2004), les vaches qui vêlant à un âge précoce (avant 26 mois) secrètent un lait plus riche en matières grasses que les vaches ayant vêlant entre 26 et 42 mois. Au-delà de trois ans et demi le lait devient de plus en plus pauvre en MG.

D'après (Legarto *et al.*, 2014), les vaches qui vêlant pour la première fois après 35 mois produisent selon la race 0,5 à 0,7 kg de lait en plus que celles qui vêlant avant 28 mois. Ces mêmes vaches produisent un lait ayant jusqu'à + 0,9 g/kg de TB et + 0,5 g/kg de TP, tandis que les vaches Normandes vêlant à plus de 35 mois produisent + 0,5 g/kg de TB que celles vêlant précocement.

Par contre chez les vaches Montbéliardes, ni le TB ni le TP ne sont influencés par l'âge au premier vêlage. Le profil en AG du lait est peu affecté par ce facteur (Legarto *et al.*, 2014).

1.2.1.5 Période de vêlage

Les vaches ayant vêlés en été (de juin à septembre) produisent moins de lait que celles qui ont vêlés en hiver (de décembre à mars) (Gele *et al.*, 2014). Cet effet se retrouve chez les trois races avec des écarts d'amplitudes différentes : - 1,2 kg/j (Holstein), - 0,9 kg/j (Normande) et - 0,4 kg/j (Montbéliarde). En revanche, selon la race, elles produisent un lait ayant 0,8 à 0,9 g/kg de TB et 0,5 à 0,8 g/kg de TP de plus que celles ayant vêlés en été. Cependant, quel que soit la race, le lait des vaches vêlant en été est plus pauvre en AGS (- 0,5 point au maximum) et plus riche en AGMI que celui des vaches vêlant en automne - hiver (Legarto *et al.*, 2014).

1.2.1.6 Saison

La productivité des vaches est affectée par la saison et les variations de température, les meilleures quantités coïncidées avec des climats tempérés et ils diminuaient avec l'augmentation des degrés de température, selon (West., 2003 ; Bonnefoy et Noordhuizen., 2011) les performances du bétail sont affectées par le stress thermique, parce qu'un animal ayant des difficultés à perdre de la chaleur réduira la consommation d'aliments et donc diminue la production laitière.

(Mostert *et al.*, 2003) confirment que les lactations d'hiver et de printemps réalisent des niveaux de production plus élevées comparées aux autres saisons. L'effet de la saison est souvent associé à l'alimentation, puisque les troupeaux ont souvent accès au pâturage en été (Heck *et al.*, 2009). Les laits d'été contiennent moins de matières grasses et de protéines que les laits d'hiver (Heck *et al.*, 2009), alors que les laits d'automne ont un contenu en solides totaux et en matières grasses plus élevé qu'en été (Chen *et al.*, 2014).

Selon (Chen *et al.*, 2014), les protéines dans le lait sont plus élevées au printemps comparativement à l'été et l'automne, et selon (Bruhn et Franke., 1977), les protéines du lait sont les plus élevées en hiver et plus faibles en été.

1.2.2 Synthèse des protéines

La glande mammaire a un grand besoin en acides aminés, pour la synthèse des protéines du lait, ils proviennent essentiellement des protéines alimentaires qui associent les protéines microbiennes et les protéines « by pass ». Comme les protéines microbiennes représentent une part importante des acides aminés utilisés, il est primordial de garantir des conditions de croissance optimales aux microorganismes de la panse. Cela sous-entend un apport suffisant et équilibré

d'énergie fermentescible et de matière azotée dégradable, ainsi que des conditions d'équilibre acido-basique dans la panse (pH 6 à 7) (**Ennuyer et Laumonnier., 2013**).

Le métabolisme des nutriments et composés azotés, chez le ruminant, est un système complexe. Une vache en lactation synthétise entre 3 et 5 kg de protéines par jour, ce qui dépasse largement les quantités digérées (**Raggio et al., 2006a**).

Une fraction de la protéine alimentaire ingérée n'atteindra pas le duodénum car elle sera dégradée par les microorganismes du rumen et libérée par conséquent des peptides et AA. Les AA sont ensuite désaminés par les bactéries, amenant une production d'ammoniac, substrat nécessaire à la croissance des microorganismes dans le milieu ruminal. Les microorganismes utilisent cet ammoniac ou des AA préformés afin d'assurer leurs besoins d'entretien et de croissance et utilisé aussi pour la synthèse de la protéine microbienne. Une meilleure disponibilité de l'azote dégradable accroît l'activité cellulolytique et améliore la digestibilité de la ration (**Bryant et Robinson., 1961**).

L'efficacité de dégradation dépend de deux facteurs, soit l'énergie disponible et l'azote dégradable apporté dans la ration (**Verite et Peyraud., 1989**). Les protéines microbiennes sont très digestibles et possèdent un profil en AA de qualité (**NRC., 2001**), sauf pour un AA, l'histidine (His). Elle contribue environ à un peu plus de 50 % du flux duodéal protéique chez la vache laitière (**Clark et al., 1992**).

1.2.2.1 Facteurs de variations de la matière protéique

a. Apports énergétiques

Le niveau d'apport énergétique est le principal facteur de variation alimentaire du taux protéique, celui-ci augmente avec l'apport énergétique : en supplément à une ration de base équilibrée, un apport de 1 UFL augmente le TP de 0,3 à 0,6 g/kg selon le stade de lactation. (**Ennuyer et Laumonnier., 2013**).

b. Apports de quelques acides aminés (lysine et méthionine)

Pour la synthèse protéique, des recommandations, issues du (**NRC., 2001**), ont été faites seulement pour deux acides aminés, la méthionine et la lysine, qui sont généralement limitant pour la production des protéines du lait chez la vache laitière (**Schwab et al., 1992; Rulquin et al., 1993**).

L'examen des résultats d'essais d'administration post-ruminale de méthionine et de lysine montre que les effets sur la production et la composition du lait sont très changeants, selon la nature

des suppléments d'acides aminés utilisés, le type de régime alimentaire ainsi que son niveau azoté et enfin du stade de lactation et du niveau de production des animaux (**Rulquin., 1992**).

Deux études menées chez la vache laitière, ont utilisé une ration basée sur l'ensilage de maïs (17% de protéines brutes) avec en moyenne 10 g/j de méthionine et de lysine par infusion au duodénum (**Pisulewski et al., 1996**) ou mélangées dans l'alimentation, pour les protéger de la dégradation ruminal (**Socha et al., 2005**), ont observées une amélioration significative de la teneur en protéines du lait d'environ 4,5% et du rendement de 7 et 4% pour les vaches en début et milieu de lactation respectivement.

1.2.2.2 Apports de lipides

L'effet négatif d'un supplément lipidique est la baisse du taux protéique du lait, qu'il s'agisse d'un apport sous formes de graines oléagineuses entières, extrudées ou broyées ou de sels calciques d'acides gras (**Akraim et al., 2006**).

Pour (**Deville et al., 2004**), l'explication réside dans le fait que la quantité d'acides aminés disponibles pour la synthèse des protéines du lait dans la glande mammaire est insuffisante pour faire face à l'augmentation de la production induite par l'apport de lipides, d'où la baisse de la concentration en protéines du lait.

Cependant, cette augmentation de la production de lait n'est pas systématique, au sein d'une même étude on peut avoir une diminution conjointe de TP et de production du lait quand l'apport des graines de lin augmente de 7,8 à 20,9% de MS de la ration (**Deville et al., 2004**).

Cet effet négatif n'est pas systématiquement constaté lors d'une supplémentation lipidique sous forme de graines car l'addition de graines de lin à raison de 9,7% de la MS ingérée ne diminue pas le TP (**Petit et al., 2004**).

1.2.3 Synthèse de la matière grasse

La matière grasse du lait des ruminants se caractérise par sa richesse en acides gras à courte chaîne carbonique (environ 50 % de la totalité des acides gras). Globalement, elle est constituée d'environ 400 acides gras de différentes origines, telles que la matière grasse des aliments directement ou après bio-hydrogénation ruminale, des tissus adipeux ou de la synthèse de novo dans la glande mammaire ; ces acides gras seront par la suite réincorporés au sein de triglycérides par la glande mammaire (**Palmquist et Jenkins., 1980**).

Les acides gras prélevés du sang par la glande mammaire sont sous forme non estérifiés ou de triglycérides, et renferment généralement de 16 à 18 carbones. Les acides gras synthétisés,

principalement à partir d'acétate et de β -hydroxybutyrate issus de la fermentation glucidique dans le rumen, sont des acides gras de 4 à 16 carbones (Chilliard *et al.*, 2010 ; Bauman *et al.*, 2011).

Le métabolisme des lipides dans le rumen (lipolyse, bio-hydrogénation et synthèse lipidique) donne les acides gras qui seront absorbés par les intestins pour se retrouver dans la circulation sanguine (Cuvelier *et al.*, 2005). Les lipides alimentaires subissent deux processus importants dans le rumen, d'abord, les acides gras estérifiés sont hydrolysés par les bactéries du rumen pour générer des acides gras libres, puis, à cause de leur toxicité pour de nombreuses bactéries du rumen et de leur nocivité sur le taux de fermentation, les acides gras insaturés libres sont bio-hydrogénés (Bauman *et al.*, 2011). L'hydrolyse et la bio-hydrogénation dans le rumen entraînent la sortie d'acides gras saturés, dont l'acide stéarique (18:0) est le plus important (Sauvant et Bas., 2001).

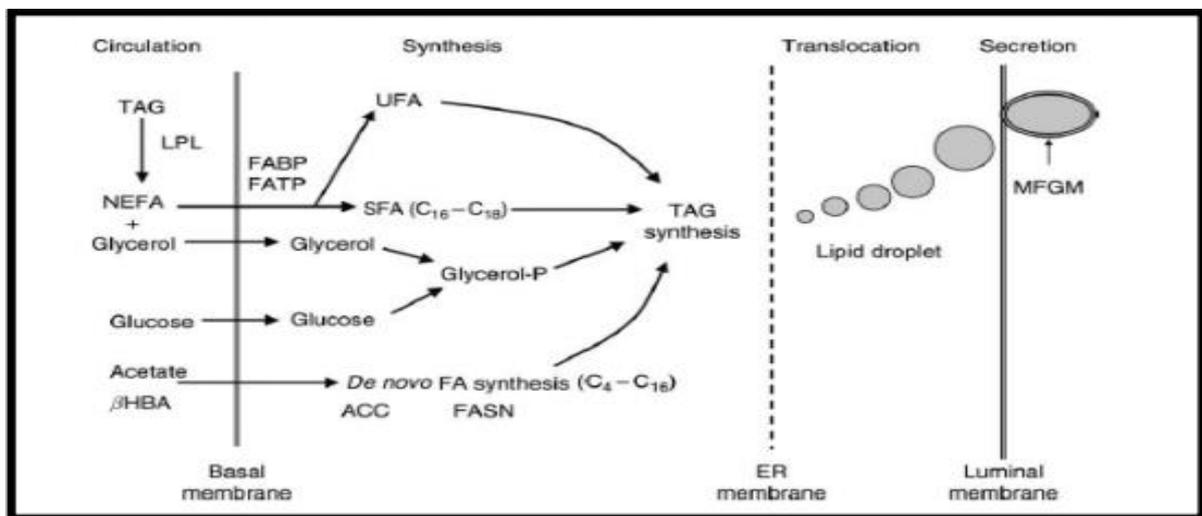


Figure 3: Synthèse du gras dans la glande mammaire de la vache laitière comprenant l'absorption du substrat, la synthèse de novo des acides gras, la désaturation, la synthèse des triglycérides et la sécrétion de la matière grasse du lait.

L'enzyme Δ -9 désaturase est capable d'insérer une double liaison à la fois pour les acides gras saturés et insaturés. Un rôle clé du glucose est de fournir des équivalents réducteurs (NADPH) pour la synthèse de novo des acides gras (non représenté). ACC : acétyl-CoA carboxylase; β HBA : β -hydroxybutyrate; ER : réticulum endoplasmique; FABP : protéines liant les acides gras; FASN : acides gras synthase; FATP : protéines de transport des acides gras; glycérol-P : phosphatate de glycérol; LPL : lipoprotéine lipase; MFGM : membrane du globule de gras du lait; NEFA : acides gras non estérifiés; SFA : acides gras saturés; TAG : triglycérides; UFA : acides gras insaturés (Bauman *et al.*, 2011).

Le profil des acides gras absorbés par la paroi intestinale présente donc des teneurs en acides gras saturés plus importantes que celui des acides gras ingérés (Cuvelier *et al.*, 2005). Cependant, les acides gras qui composent la matière grasse du lait sont moins saturés que ceux contenus dans

les triglycérides des lipoprotéines du sang. Ce phénomène s'explique par le fait que dans la glande mammaire, l'acide stéarique subit une désaturation par l'enzyme Δ -9 désaturase pour donner l'acide oléique cis9 (**Chouinard., 2005**). De la même façon, le 18:1 trans11 est désaturé sur le carbone 9 pour donner l'acide linoléique (18:2) cis9, trans11 (acide linoléique conjugué : ALC).

1.2.3.1 Facteurs de variations de la matière grasse du lait

a. Nature des aliments dans la ration

D'après (**Wolter., 1997**), les taux et la nature chimique des différents composés glucidiques de la ration décident fortement de leur fermentescibilité.

La teneur en cellulose et hémicellulose des fourrages favorise les fermentations acétiques et butyriques, qui participent à l'élévation du taux butyreux du lait. Selon (**Araba., 2006**), le foin est plus efficace dans l'élaboration d'un taux butyreux élevé par rapport au même fourrage ensilé, même s'ils présentent la même quantité de fibres.

Alors que, par sa richesse en sucres solubles, l'herbe jeune de printemps occasionne des diminutions de TB par accroissement du taux sanguin de propionates. À l'inverse, d'autres glucides tels que le lactose ou le saccharose contenu dans la betterave par exemple augmentent le TB par accroissement d'acide butyrique (**Courtet., 2010**).

Des études ont cherché à comparer l'influence des parois (les drèches de brasserie, les pulpes sèches de betterave) et des sources d'amidon (maïs, blé, orge,) sur la variation de la composition du lait. Dans ce sens (**Araba., 2006**), rapporte que, la consommation de quantités élevées d'amidon donne lieu à des quantités importantes de propionates dans le rumen, ce qui se répercute positivement sur le taux protéique et non sur le taux butyreux.

L'avoine, l'orge et le blé sont des aliments concentrés dont l'amidon est rapidement dégradé par la microflore ruminale, donnent lieu à des productions importantes d'acide propionique diminuant ainsi le TB, tandis que l'apport de maïs dont la dégradabilité de l'amidon est plus lente, diminue beaucoup moins le taux butyreux, en revanche, les concentrés riches en parois tels que le son et les pulpes qui n'augmentent pas la quantité de propionate, n'abaissent pas pour autant le taux butyreux (**Courtet., 2010**).

Quant aux aliments riches en sucres simples (betteraves, mélasse, lactosérum...), s'ils ne sont pas distribués en excès, augmentent la production ruminale de butyrate, ce qui est favorable à un bon taux butyreux (**Araba., 2006**).

b. Mode de présentation et de distribution de la ration

Il existe une corrélation positive entre l'indice de fibrosité d'une ration (qui exprimé en minute de mastication par kg de matière sèche (MS) ingérée) et le taux de matière grasse. Le fractionnement fin des fourrages conduit à une diminution du TB comme dans le cas des rations riches en aliments concentrés alors que le taux protéique reste presque inchangé (**Araba., 2006**).

En effet, le temps de mastication est diminué, la rumination réduite diminuant ainsi la production de salive. Le pH ruminal se trouve donc diminué ce qui se reflète sur les fermentations microbiennes qui favoriseront la production d'acide propionique au dépend des autres acides gras volatiles, surtout l'acide acétique, principal précurseur de la synthèse des acides gras du lait (**Courtet., 2010 ; Sauvant *et al.*, 2005**).

Les taux protéiques et butyreux sont changés légèrement à l'égard de changement de fourrage, un taux élevé lorsque les vaches sont alimentées avec une ration riche en fibres et en protéines avec une digestibilité élevée (**Heuze *et al.*, 2016**).

Pour limiter les effets du broyage, les spécialistes en nutrition animale préconisent souvent d'apporter à la ration une petite quantité de fourrage long tel que le foin pour stimuler la rumination et donc la salivation, et permettre une bonne régulation du pH intra-ruminal (**Sauvant *et al.*, 2005**).

1.2.4 Courbe de lactation

La connaissance de la courbe de lactation est primordiale pour la sélection et le rationnement des vaches et la bonne gestion du troupeau. Elle décrit l'évolution de la production laitière de la vache. Cette dernière augmente progressivement du vêlage jusqu'au pic de lactation puis diminue lentement jusqu'au tarissement. Elle a la forme d'une parabole. (**Boudjenane., 2010**).

1.2.4.1 Variation de la courbe de lactation

Les variations de la courbe de lactation expriment l'impact de l'environnement et du mode de conduite en plus d'un effet significatif de la saison de vêlage et de l'ordre de parité sur la production laitière a été observé (**Madani *et al.*, 2007**).

La courbe de lactation des primipares est caractérisée par la plus faible production, alors qu'à partir de la troisième parité les courbes expriment une production plus élevée et se superposent. Après une phase colostrale d'environ 05 jours, la courbe de lactation peut se décomposer en trois phases : Une phase ascendante ou phase de croissance, une phase plateau et

une phase descendante. Ces phases sont suivies d'une autre phase, la phase de tarissement (Soltner., 2001).

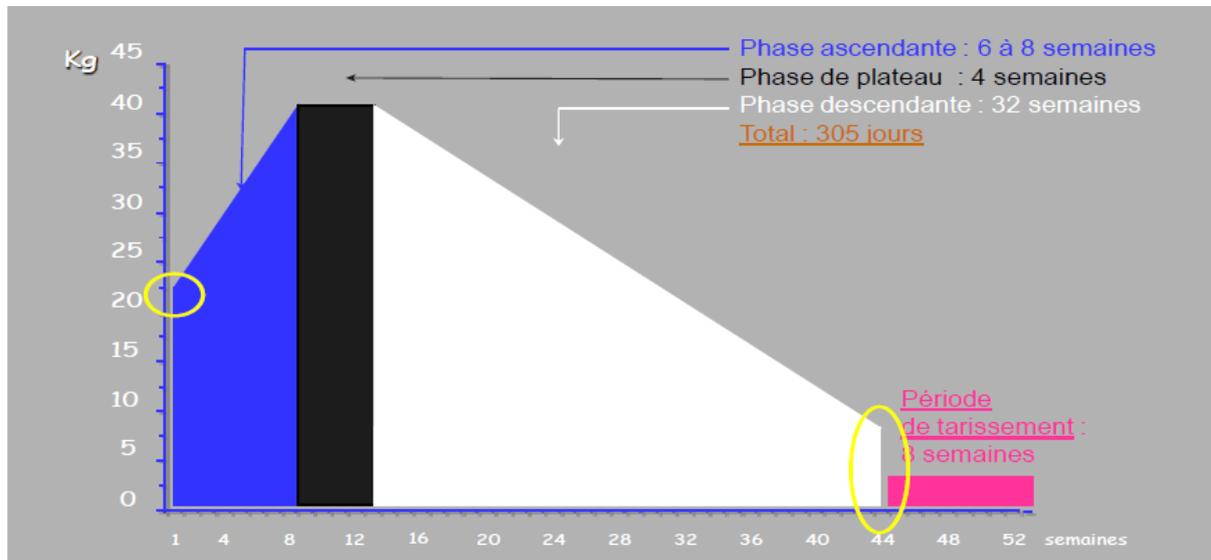


Figure 4: Évolution de la production laitière au cours de la lactation chez la vache Laitière (Hanzen., 2008).

1.2.4.2 Etude de la courbe de lactation

A. Phase ascendante

Elle commence aussitôt après le vêlage, le premier lait étant le colostrum, il est consommé par le veau, la lactation proprement dite commence à partir du cinquième jour après le vêlage. Cette phase dure 50 à 60 jours (Crapelet., 1973).

Durant cette phase la production journalière augmente rapidement jusqu'au pic de lactation ou la vache atteint la production journalière la plus élevée durant sa lactation ce pic est atteint vers la sixième et huitième semaine (Ennuyer et Laumonnier., 2013).

Les courbes de lactation indiquent que plus le pic de lactation est élevé, plus la production laitière par lactation est grande (Boudjenane., 2010).

B. Pic et persistance de lactation

C'est la phase durant laquelle la production maximale est contenue ; cette période dure à peu près 4 semaines (Hanzen., 2008). Dans cette phase la vache atteint la production laitière journalière la plus élevée durant la lactation. La production laitière par lactation ne dépend pas uniquement de pic de lactation mais aussi de sa persistance (Boudjenane., 2010).

La persistance diffère d'une vache à l'autre (origine génétique) et elle est influencée par plusieurs facteurs. Les vaches adultes ont une persistance moins bonne que celle des primipares. Selon (**Boudjenane., 2010**), les vaches adultes ont un pic de 25% plus élevé en moyenne que celui des primipares, ce qui résulte chez ces dernières d'une courbe de lactation légèrement aplatie. Cependant, les vaches élevées dans de bonnes conditions ont des pics élevés que celles entretenues dans des mauvaises conditions.

C. La phase descendante

C'est la phase la plus longue, elle débute après la phase de persistante et s'étale jusqu'au septième mois de gestation. Cette phase est caractérisée par une production laitière qui diminue plus rapidement, elle est irrégulière et brutale sous l'influence d'une nouvelle gestation, et plus en moins rapidement selon la race. Cette phase se termine par un tarissement (**Crapelet., 1973**). Après le pic de lactation la production diminue de presque 0.2% à 0.3% par jour pour les primipares et les multipares respectivement. (**Ennuyer et Laumonier., 2013**).

D. Phase de tarissement :

Le tarissement ou la période sèche est la période pendant laquelle la vache ne produit pas de lait ; elle se caractérise par une chute plus importante de production qui résulte de l'effet des hormones de gestation (**Hanzen., 2008**).

Il est souvent perçu comme une phase de repos physiologique avant la lactation suivante, il se pratique aux environs deux mois avant vêlage, il est obligatoire pour une bonne relance hormonale et régénération du tissu mammaire (**Hanzen., 2008**).

CHAPITRE II :

INFLUENCE DE L'ALIMENTATION SUR LA PRODUCTION LAITIERE

2.1. ANALYSE DES PARAMETRES DE PRODUCTION LAITIERE

2.1.1. Production initiale (Pi)

Selon (Meyer *et al.*, 1999), la production initiale correspond à la moyenne arithmétique des quantités du lait obtenu aux 4^e, 5^e, 6^e et 7^e jours après vêlage c'est-à-dire la production laitière juste à la fin de la période colostrale.

La production initiale est influencée par les conditions alimentaires durant le tarissement, une meilleure production initiale peut s'attendre par une bonne conduite alimentaire durant cette phase. Elle est aussi en fonction du rang de lactation, de saison de vêlage et de la race. D'après (Hanzen., 2008), La production initiale = (moyenne des productions 4^e, 5^e, 6^e et 7^e J).

2.1.2. Production maximale (Pmax)

Elle correspond au pic de lactation et à la production journalière maximale de la vache au cours d'une lactation. Selon la forme de la courbe (Figure 4), on considère le pic comme un intervalle plus ou moins large et on parle de plateau (Meyer *et al.*, 1999).

La production maximale = $P_i + 40\% P_i$ (Hanzen., 2008).

2.1.3. Production laitière totale

Elle correspond à la quantité totale de lait produite par la vache au cours d'une lactation. C'est la somme des productions journalières du vêlage jusqu'au tarissement. Selon (Hanzen., 2008), une formule permet de l'estimer : la production totale = 200 x Pmax. (Wolter., 1997) propose deux formules pour l'estimation de la production totale selon la parité de la vache.

Les vaches primipares : $PLT = 220 * P_{max}$.

Les vaches multipares : $PLT = 190 * P_{max}$.

2.1.4. Production de référence P305

Cette production est une correction qui permet de comparer les lactations de durées différentes en les ramenant à une durée type de 305 jours. Les lactations longues (> 305 jours) sont ramenées à une durée de 305 jours. Selon (Kaouche-Adjlane *et al.*, 2016) et celles qui ne dépassent pas les 305 jours sont corrigés en utilisant la méthode du système français :

$$P_{305} = PLT \times 385 / (DL + 80).$$

2.1.5. Durée de lactation

Dans le cas des animaux non tariés, la durée de lactation est la période comprise entre le lendemain du vêlage jusqu'à la veille du vêlage. Et elle est définie comme l'intervalle séparant la date du vêlage de celle du tarissement en cas des vaches tariées (**Hanzen., 2008**).

2.2. EFFET DE L'ALIMENTATION SUR LA PRODUCTION LAITIÈRE

2.2.1. Effet d'apports énergétiques

L'énergie apportée à la ration doit être adéquate de façon à créer un équilibre avec les apports au sein de la flore microbienne. Un apport adéquat en glucides facilement fermentescibles tout en équilibrant la protéine permet d'optimiser l'utilisation de l'ammoniac par les microorganismes et augmenter la synthèse de la protéine vraie du lait (**Sannes et al., 2002**).

Des rations avec des apports énergétiques importants (en moyenne 55% de la matière sèche ingérée) en résultent des taux butyreux légèrement inférieurs et une production de lait et taux protéiques élevés (**Bonyi et al., 2005 ; Sauvant et al., 2005**).

2.2.2. Effet des apports azotés

L'azote est un élément de grande importance dans l'alimentation de la vache laitière, car c'est l'élément de base de la constitution des acides aminés, et vu qu'une vache en lactation synthétise entre 3 et 5 kg de protéines par jour (**Raggio et al., 2006a**).

La couverture des besoins azotés de la population microbienne de rumen est peut-être couverte par le recyclage de l'urée endogène (salive, échanges au travers de la paroi du rumen) ou exogène. (**Rodriguez et al., 1997**)

(**Faverdin et al., 2003**) notent que l'augmentation des teneurs en protéines des régimes permet d'assurer la fourniture en azote dégradable aux microbes du rumen et la disponibilité en protéines pour la synthèse du lait sont capables de stimuler l'ingestion.

Pour maintenir une bonne efficacité d'utilisation de la protéine, les nutritionnistes ont pour défi d'évaluer les apports et les besoins chez la vache en lactation et de les équilibrer (**Lapierre et al., 2007**).

(**Rulquin., 1992**) démontre que les vaches laitières de haut niveau de production ont des besoins particuliers en certains acides aminés (méthionine et lysine) pour extérioriser leurs

performances et d'améliorer l'efficacité d'utilisation des protéines. Selon (Araba., 2006) l'amélioration du profil en méthionine et en lysine digestible dans l'intestin, permet d'augmenter la teneur du lait en protéines et en caséines sans avoir d'effet significatif sur le volume de lait produit ou sur le taux butyreux.

2.2.3. Effet de la sous-alimentation

Une sous-alimentation totale ou protéique provoque aussi une chute du taux protéique en plus d'une diminution de la production de lait, en revanche elle est favorable à l'augmentation du taux butyreux. Si la ration de la vache est riche en énergie, la synthèse protéique est incitée, au contraire, un surplus de protéines alimentaires n'accroît pas le taux protéique mais augmente le taux d'azote non protéique en particulier le taux d'urée (Courtet., 2010).

2.2.4. Effet du rapport fourrages/concentrés

Le rapport fourrages/concentrés est un important facteur de variation de la teneur en matière grasse du lait car il détermine la teneur en fibres et en glucides cytoplasmiques de la ration. Les fourrages contribuent dans l'augmentation des acides gras du lait par le biais de microflores ruminales qui fermentent les précurseurs de la fabrication de la matière grasse du lait la cellulose et l'hémicellulose en acétate et butyrate (Wolter., 1997).

Plus le rapport fourrages/concentrés diminue plus le taux butyreux (TB) diminue qui peut baisser de 3 à 10g/kg de lait selon le type d'aliment complémentaire et/ou la nature de fourrage utilisé (Araba., 2006), mais pour un TB maintenue à une valeur normale, la part de fourrage (foin, paille, ensilage.) dans la ration totale doit être à 40% et le taux de cellulose brute de la ration doit être supérieur à 17% (Wolter., 1997).

Cette chute est due à l'effet de dilution des matières grasses avec l'augmentation de la production laitière, et par la diminution du pH intra-ruminal qui favorise la fermentation propionique plus favorable au taux protéique qu'au taux butyreux (Courtet., 2010). En parallèle, le taux protéique (TP) s'améliore avec l'apport de concentrés mais l'amplitude de sa variation est plus faible (3 à 4 fois moins) (Araba., 2006).

D'après les essais de (Chenais *et al.*, 1994), le taux protéique est d'autant plus amélioré que la proportion de concentré est plus élevée (+ 0,8g/kg avec 40% de concentré, et + 1,4g/kg avec 60% de concentré), cependant le taux butyreux est resté inchangé, ce dernier était surtout pénalisé avec les rations à forte proportion de concentré.

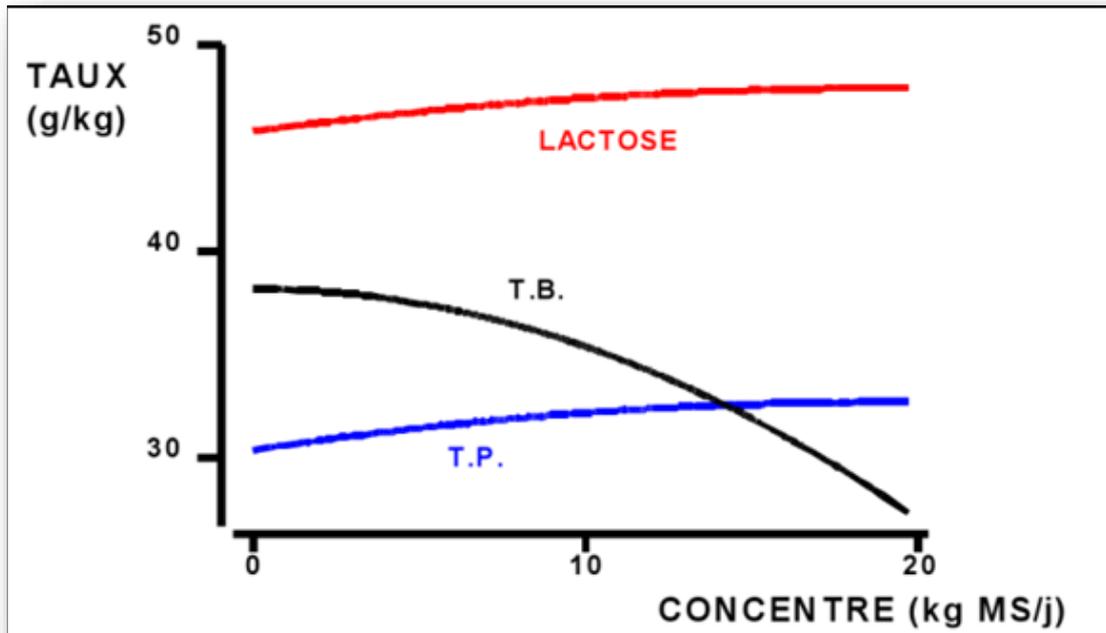


Figure 5: Influence de l'apport d'aliment concentré sur la composition moyenne du lait (Sauvant., 2005)

(Sterk *et al.*, 2011) ont montré qu'un passage d'un régime riche en fourrages (rapport fourrages : concentrés (F:C = 65:35) vers un régime riche en concentrés (F:C = 35:65) augmente la prise alimentaire ainsi que la production laitière chez les vaches laitières. Or, il est reconnu que l'ingestion d'une ration riche en amidon induit une réduction marquée du taux butyreux chez les ruminants.

Ce phénomène est connu sous le nom de syndrome dit du lait pauvre en matières grasses et implique une interrelation entre les processus microbiens du rumen et le métabolisme tissulaire (Bauman et Grinari., 2003). Une sous-alimentation provoque quant à elle une baisse de la production laitière en plus d'une chute du taux protéique du lait (Araba., 2006).

Au contraire, une ration riche en énergie augmente le taux protéique (Araba., 2006). Il existe une corrélation positive entre le pourcentage d'amidon dans la ration et la concentration du lait en protéines (Sterk *et al.*, 2011).

2.2.5. Effet des apports en matières grasses

Avec la sélection génétique, l'augmentation de la teneur en matière grasse du lait est devenue possible à moyen ou long terme (Palmquist *et al.*, 1993). Par contre, la modification

du régime alimentaire est pour sa part un moyen efficace d'agir à court terme sur la teneur en matière grasse du lait.

La synthèse et la sécrétion de la matière grasse du lait peuvent être affectées par le taux des lipides de la ration des vaches laitières (**Bauman et Griinari., 2003 ; He et Armentano., 2011**), et établi aussi que les acides gras insaturés de la ration ont un effet inhibiteur sur le taux de matière grasse du lait.

En effet, avec des apports élevés en 18:2, des diminutions de la quantité de gras du lait (0,86 kg/j comparativement au traitement témoin à 1,14 kg/j) ainsi que de sa concentration (2,83 Vs 3,41%) ont été rapportés par (**He et Armentano., 2011**). Dans la même étude, des conséquences négatives ont été également regardés sur la teneur en matière grasse du lait lors d'apports en 18:1 et en 18:3, une diminution moyenne de 0,12 kg/j a été observée pour chacun de ces deux acides gras par rapport au traitement témoin.

Le rapport (16:0) a plutôt montré un effet bénéfique sur la teneur en gras du lait (**Mosley et al., 2007 ; Piantoni et al., 2013**), et il est possible d'ajouter cet acide gras aux rations sur les fermes dans le but précis d'augmenter le taux de gras du lait (**Piantoni et al., 2013**).

2.2.6. Effet d'apport d'additifs alimentaires

Suite à l'addition de graines de lin ou d'huile de lin à la ration, la production de lait augmente (**Petit., 2002 ; Petit et al., 2004**), n'est pas affectée (**Dhiman et al., 2000 ; Mustafa et al., 2003b ; Soita et al., 2003**) ou baisse (**Gonthier et al., 2005**) selon les conditions expérimentales.

L'utilisation de vaches primipares par (**Dihman et al., 2000**) pourrait expliquer l'absence d'effet positif du supplément lipidique sur la production de lait, l'importance de la réponse aux termes de production laitière à la supplémentation lipidique étant généralement inférieure chez les vaches primipares par rapport aux vaches multipares (**Dihman et al., 2000**).

Tandis que (**Petit et al., 2004**) ont utilisé des graines de lin à raison de 12,5% de la MS, mais (**Mustafa et al., 2003b**) et (**Soit et al., 2003**) les ont utilisées à raison de 7% et 1% de la MS de la ration respectivement. Dans l'expérience de (**Gonthier et al., 2005**), la différence de production de lait n'était pas significative entre les vaches consommant les graines de lin crues, micronisées ou extrudées et celles consommant la ration témoin.

Le lin et le colza, sous toutes leurs formes n'ont pas d'effet sur le taux butyreux. En revanche, il ressort que le soja et le tournesol sous forme d'huile ou de graines y exercent un

effet négatif. Par exemple, dans le cas le plus marqué, le TB de référence sans supplémentation lipidique est de 37,3g/kg, avec un apport moyen en huile de tournesol de 3,7% de MS il diminue jusqu'à 29,8g/kg. Les huiles ont certainement tendance à provoquer une diminution plus forte du TB mais sans que cela ne soit valable pour toutes les graines (lin et tournesol) et sans effet significatif (**Glasser *et al.*, 2008a**).

Cependant, un apport de matières grasses sous forme de graines a maintenu voire augmenté, dans plusieurs cas, le taux de MG du lait (**Dhiman *et al.*, 2000 ; Weill *et al.*, 2002 ; Akraim *et al.*, 2007**).

L'addition d'huile de lin n'a pas d'effet sur la matière grasse du lait (**Lundy *et al.*, 2004**) en comparaison avec une ration témoin sans matière grasse ajoutée. De même, l'infusion d'huile de lin dans le duodénum de vaches à raison de 500 g/j n'a pas d'effet sur le TB en comparaison avec un apport de graines de lin entières (**Petit., 2002**).

L'effet négatif d'un supplément lipidique sur le taux butyreux est aussi lié au rapport fourrages/concentrés dans la ration. Un régime pauvre en fibres supplémenté avec une matière grasse insaturée abaisse le TB du lait de 30% par rapport à un régime riche en fibres supplémenté avec une matière grasse saturée (**Akraim *et al.*, 2006**).

2.2.7. Effet de l'abreuvement

Les vaches consomment en moyenne 3L/kg de lait. La consommation maximale en matière sèche dépend de l'accès en tout temps à de l'eau propre et fraîche, une vache produisante 40 kg de lait peut consommer 110L d'eau en hiver et 135L en été (**Ennuyer et Laumonier., 2013**).

L'ingestion d'aliments secs (foin/ensilage de maïs) augmente également la consommation d'eau et inversement, plus l'aliment est humide (herbe jeune), moins la vache boit (**Ennuyer et Laumonier., 2013**).

Tableau 4: Consommation d'eau en fonction de la température et de l'alimentation selon (**Ennuyer et Laumonier., 2013**)

Type de fourrage	Température ambiante	Vaches tarées	Vaches en lactation (30 kg)
Herbe jeune (15% de MS)	15°C	5 litres	15 litres
	20°C	10 litres	50 litres
	30°C	45 litres	125 litres
Ensilage de maïs (30% de MS)	15°C	25 litres	70 litres
	20°C	40 litres	100 litres
	30°C	75 litres	170 litres

CHAPITRE III :

FACTEURS INFLUENCENT LA REPRODUCTION DES VACHES LAITIÈRES

3.1. ANALYSE DES PERFORMANCES DE REPRODUCTION

Les paramètres de reproduction analysés à l'échelle du troupeau sont généralement la fertilité et la fécondité. D'après (**Foisseau *et al.*, 2013**), la fécondité se traduit par la capacité d'une femelle à se reproduire, à l'échelle individuelle ou dans un troupeau, elle peut se mesurer par les critères suivants :

- L'intervalle vêlage - première insémination.
- L'intervalle vêlage – insémination fécondante.
- L'intervalle vêlage –vêlage.

Selon (**Pursley et Mrtins., 2011**), la fertilité est définie comme la capacité d'une femelle à ovuler un ovocyte compétent et fournir un environnement tubaire et utérin favorable à une fécondation, et au développement embryonnaire et fœtal. Elle est mesurée par :

- Le taux de réussite en première insémination.
- Le pourcentage de vache à 3 inséminations et plus.
- L'indice coïtal (IA/IAF).

3.2. EFFET DE LA PRODUCTION LAITIÈRE SUR LA REPRODUCTION

3.2.1. Interrelations entre production laitière et reproduction

Les relations qui existent entre la production laitière et la reproduction sont très complexes, elles sont influencées par de nombreux facteurs dont la génétique, la nutrition, le numéro de lactation, et bien d'autres facteurs (**Hanzen *et al.*, 1996**).

La production laitière est une fonction prioritaire et indispensable à la survie de l'espèce, elle nécessite la mise en place d'une régulation d'homéorhèse qui se fait au détriment d'autres fonctions notamment la fonction de reproduction, le contrôle homéorhétique donne alors la priorité aux tissus mammaires pour l'obtention des nutriments (**Enjalbert., 2003**). Le

déterminisme est hormonal, d'une part l'hormone de croissance (GH) qui est l'hormone de l'homéorhèse et d'autre part l'insuline qui s'oppose à la mobilisation des réserves.

Chez la vache laitière, la période de lactation et de gestation se superposent, à partir du 4^{ème} mois, la gestation a un effet dépressif sur la persistance de la production de lait et peut limiter la durée de lactation. Au contraire, en postpartum, la lactation associée à l'insuffisance énergétique et à la mobilisation corporelle trouble la fertilité, une adaptation rapide de la capacité d'ingestion aux besoins de production, permet un retour rapide à un bilan énergétique favorable et améliore donc à la fois la fertilité, la persistance de la production de lait, la santé et la longévité de l'animal (**Boichard., 2000**).

3.2.2. Effet du niveau de production sur les paramètres de reproduction

Chez les bovins, l'apparition de problèmes de fertilité semble être liée à l'augmentation de la production de lait. Cette tendance s'observe depuis plusieurs années sur les vaches hautes productrices qui ont manifestées des dysfonctions ovariennes diverses chez près de la moitié d'entre elles (**Opsomer et al., 1998**).

Une production laitière élevée est associée à une diminution de la durée de l'œstrus ($6,2 \pm 0,5$ h), pour les productrices au-dessus de la moyenne, et $10,9 \pm 0,7$ h pour les autres) (**Lopez et al., 2004**). De plus, les vaches hautes productrices ont des follicules pré-ovulatoires plus volumineux (**Lopez et al., 2004**) et sont plus susceptibles de développer un problème de kystes ovariens (**Heuer et al., 1999**). Paradoxalement, leurs concentrations sanguines d'estradiol sont plus basses que la normale, tout comme leurs concentrations sanguines de progestérone, malgré un volume de tissu folliculaire et lutéal plus important. Cette situation particulière s'explique par un métabolisme accru des stéroïdes, causé par la production de lait. (**Lopez et al., 2004**).

Chez la vache, on observe que l'augmentation de l'appétit se produit lentement et est accompagnée d'une hypertrophie du système digestif pendant la lactation (**Tulloh., 1966**). La consommation d'une plus grande quantité de nourriture augmente l'activité du foie par une augmentation de son irrigation sanguine (**Sangsrivong et al., 2002**).

L'augmentation du flux sanguin dans cet organe s'accompagne d'une accélération du métabolisme des stéroïdes. La concentration sanguine de la progestérone et de l'estradiol est affectée par l'intensité de l'activité du foie (**Sangsrivong et al., 2002**).

La lactation a un impact sur plusieurs facteurs étroitement liés à la reproduction, mais aucun lien direct entre la baisse de fertilité et la production laitière n'a été démontré à ce jour (Leblanc., 2010 ; Wiltbank *et al.*, 2006).

Bien que certains aspects de la reproduction tels que la durée de l'œstrus et les ovulations multiples soient liées à la production laitière, d'autres éléments tels que l'intervalle avant la première ovulation *post-partum* et le taux de conception ne semblent pas l'être (Wiltbank *et al.*, 2006).

La production du lait est un facteur important à considérer dans l'étude de la maladie ovarienne, mais ne semble pas être la cause de ce problème car les vaches en meilleure santé produisent plus de lait et sont plus fertiles, et que par conséquent une faible production n'est pas nécessairement associé à une plus grande fertilité (Leblanc., 2010).

3.2.3. Effet du niveau de production sur le taux de conception

Les problèmes de reproduction touchent d'avantage les vaches en lactation que les génisses, qui n'ont pas encore amorcées leur première gestation. Une étude a observé des taux de conception suite à une insémination artificielle nettement plus importants pour les génisses (74,4%) que pour les vaches en production (38,9%). Différents éléments suggèrent que la sélection pour une plus grande production laitière serait partiellement responsable de la baisse de fertilité constatée par les producteurs (Pursley *et al.*, 1997).

Les différents aspects de la reproduction affectés par la production de lait, chez les bovins, pourraient avoir un lien avec les « maladies ovariennes ». En effet, plusieurs éléments qui sont au centre de la régulation, de la folliculogénèse et de l'ovulation, sont altérés chez les vaches en lactation. Par exemple, les pulses de LH sont plus fréquentes chez les vaches en lactation que chez les vaches hors lactation (Vasconcelos *et al.*, 2003).

Tableau 5: L'effet du niveau de production laitière sur les chances de Conception (Lucy., 2001).

Moyenne de Production laitière	Nombre de Vaches	Taux de gestation à 100 jours	Taux gestation à 200 Jours
4000 litres et moins	3102	56	89
4000 à 6000 litres	13781	57	91
6000 à 8000 litres	10019	58	92
Plus de 8000 litres	1888	57	91

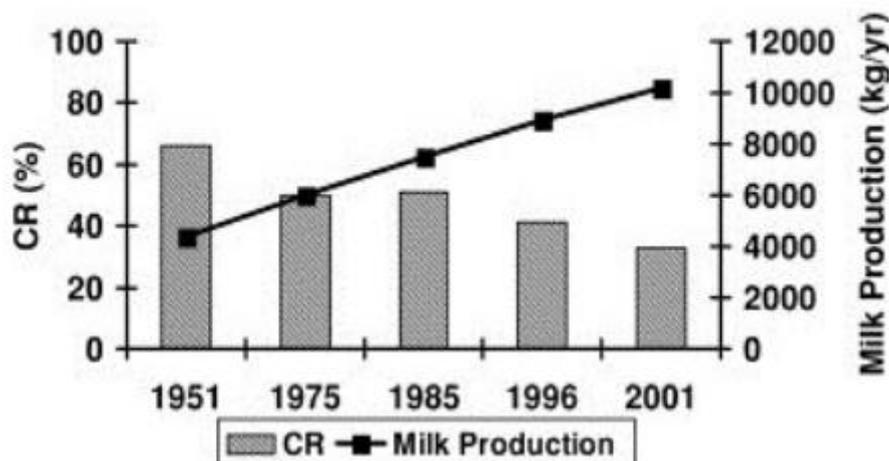


Figure 6 : Évolution du taux de conception et de la production de lait annuelle (kg/an) dans l'état de New York entre 1951 et 2001. (Butler., 2003).

3.2.4. Effet du potentiel laitier des races et du numéro de lactation sur la fertilité

La détérioration des indices de reproduction, dans la même période aux Etats-Unis, lorsque la production par lactation et par vache a augmenté de près de 20 % de 1980 à 2000 (Lucy., 2001). L'intervalle vêlage-1ère insémination est généralement plus long en 1ère lactation que lors des lactations suivantes (M'hamdi *et al.*, 2010).

La sélection de la production laitière a perturbée les performances de reproduction à travers le monde (Mc Dougall., 2006). Elle apparaît comme facteur de risque fort d'une cyclicité anormale (Disenhaus *et al.*, 2002) davantage chez les vaches multipares que chez les primipares (Taylor *et al.*, 2004). En plus, le niveau de production laitière en début de lactation pénalise le taux de réussite à la première insémination chez les multipares (Butler et Smith., 1989 ; Espinasse *et al.*, 1998).

Tandis que, la mortalité embryonnaire est plus fréquente chez les fortes productrices tant en race Normande qu'en race Prime Holstein (Grimard *et al.*, 2005). Le pourcentage des vaches gestantes est pratiquement identique lorsque le rendement en lait est élevé ou nettement plus bas. Le niveau de production ne semble pas être un facteur de variation important sur les performances reproductives qui peuvent être aussi bonnes chez les troupeaux à rendement élevé (Lucy., 2001 ; Lopez-Gatiús *et al.*, 2006).

C'est la lactation, associée au déficit énergétique et à la mobilisation corporelle, qui perturbe d'abord la reprise de cyclicité, l'allongement de l'intervalle V-IA1 puis la fertilité (Boichard., 2000).

3.3. EFFET DE L'ETAT DE SANTE SUR LA REPRODUCTION

La rétention placentaire, les métrites et les mammites sont rencontrées dans presque tous les élevages bovins laitiers, les mammites prendraient les devants suivis par les boiteries puis les rétentions placentaires, ces pathologies ont un effet déterminant sur la reprise de cyclicité et la fécondité des vaches (Fourichon *et al.*, 1999).

3.3.1. Rétention placentaire

La rétention placentaire est considérée comme l'un des troubles du *peripartum* les plus fréquents dans les troupeaux laitiers (Chassagne *et al.*, 1996), elle peut altérer l'involution utérine, augmenter le risque d'infection utérine et entraîner une détérioration des performances de reproduction des vaches atteintes (Fourichon *et al.*, 2000).

(Theron *et al.*, 2013) définissent la rétention placentaire, comme l'absence d'expulsion du placenta dans les 24 heures suivant le vêlage. La rétention placentaire est un facteur de risque majeur de métrites au *post-partum*. 92 à 100 % des vaches avec une rétention placentaire présentent une endométrite aigue, ces conséquences résultent d'une augmentation de l'intervalle entre vêlages (Hanzen., 2009).

3.3.2. Métrite

La métrite est une pathologie fréquente dans les troupeaux bovins laitiers (Meziane *et al.*, 2012), ce sont des infections de l'utérus, le plus souvent consécutives à des problèmes pathologiques survenus au moment du vêlage, mais parfois à des infections spécifiques (Dudouet., 2004).

Selon (Gourreau et Bendali., 2008), les vaches atteintes de métrite sont mises à la reproduction en moyenne 7 à 10 jours plus tard que les vaches saines ce qui allonge l'intervalle V-IA1 et donc prolonge le délai de fécondation, ces animaux ont une moins bonne fertilité avec un pourcentage de vaches à 3 inséminations artificielles (IA) ou plus augmenté de 10 à 15 points.

D'après (Sheldon et Dobson., 2004 ; Gilbert et al., 2005), les métrites sont à l'origine d'une diminution des taux de gestation par insémination artificielle, une prolongation de l'intervalle à la gestation, elles entraînent des problèmes d'infécondité et peuvent provoquer l'allongement de l'intervalle vêlage-fécondation lié à une diminution des taux de conception et de détection des chaleurs, des coûts d'insémination plus élevés en raison de la nécessité de répéter les inséminations artificielles.

3.3.3. Mammite

La mammite peut se définir par l'état inflammatoire d'un ou de plusieurs quartiers de la mamelle, quel qu'en soit l'origine (traumatique, chimique, physique ou biologique), le degré de gravité (clinique ou sub-clinique), et son évolution (chronique, aiguë ou suraiguë) (Hanzen., 2008). La mammite est considérée comme la pathologie la plus fréquente et la plus coûteuse recentrée en élevage laitier (Wallemacq et al., 2010).

Les mammites cliniques ont été récemment signalées comme ayant un effet néfaste sur les performances de reproduction chez les vaches laitières (Nava- Trujillo et al., 2010 ; Yang et al., 2012).

Des vaches atteintes de mammite dans les 45 jours qui suivent une insémination artificielle ont presque trois fois plus de risque de subir un avortement spontané en début de gestation (Santos et al., 2004). Des vaches qui développent une mammite dans les 30 jours qui suivent une insémination artificielle présentent un taux de conception réduit par comparaison avec celui des vaches indemnes (38% au lieu de 46%) (Kelton et al., 2001).

Tableau 6: Impact des mammites sur les performances de reproduction.

Auteurs		IV-IA1	IV-IAF	IC
Schrick et al., 2001	Avant IA	+10j	+25j	+0,5
	Entre IA- DG		+60j	+1,5
Barker et al., 2008	Avant IA	+23J	+21J	NS
	Entre IA- DG		+44j	+1,2
Gunay et Gunay., 2008	Avant IA	+21J	+25J	NS
	Après IA		+47J	+1,6
Ahmazadeh et al., 2009		+38j	+44j	ns
Yang et al., 2012		+16j	+35j	+0,4

D'après (Santos et al., 2004), les performances de reproduction sont altérées lorsque la mammite se déclare avant l'insémination ou entre le jour de l'insémination (j0) et celui de diagnostic de gestation (j35).

D'autant plus, une mammite qui se déclare avant l'insémination, l'intervalle vêlage-première insémination augmente de manière significative. Le taux de réussite en première insémination diminue lorsque la mammite apparaît avant (j0) ou entre (j0) et (j35). Une mammite clinique se déclare entre le jour d'insémination et celui de diagnostic de gestation s'accompagne d'une augmentation des échecs de gestation (**Santos *et al.*, 2004**).

Les relations entre la mammite et l'infertilité peuvent être expliquées par l'hyperthermie enregistrée suite à des infections par des bactéries Gram positives et Gram négatives (**Wenz *et al.*, 2001**).

En effet, l'exposition des ovocytes et embryons au stress thermique compromet la fécondation (qualité ovocytaire) et le développement embryonnaire. Par ailleurs, la fièvre peut déprimer l'appétit et aggraver ou prolonger la perte d'état corporel *post-partum* en prolongeant la durée du déficit énergétique et retardant ainsi la reprise des cycles ovariens (**Santos *et al.*, 2004**).

Une autre mécanisme, possible, par lequel les mammites peuvent affecter la fertilité des vaches laitières, est la libération des toxines bactériennes qui pourraient induire la sécrétion des médiateurs de l'inflammation tel que la prostaglandine PGf2 α et en conséquence une lutéolyse prématurée ou la mort de l'embryon (**Huszenicza *et al.*, 2005**).

3.4. EFFET DE L'ETAT CORPOREL

La notation d'état de chair est fondée sur un système de pointage très précis avec une échelle allant de 1 à 5 (**Edmonson *et al.*, 1989**). Une note est donnée à l'animal après évaluation de la couverture grasseuse de 4 points anatomiques arrière (base de la queue, tubérosité ischiatique, détroit caudal, ligne du dos) et de 2 points latéraux (pointe de la hanche, apophyse transverses et épineuses). L'évolution de cette note au cours des différents stades physiologiques, nous permet de se faire une idée de la perte ou du gain de poids d'une vache ou d'un groupe de vaches.

3.4.1. Evolution de la note d'état corporel (NEC) au cours du post-partum

La note d'état corporel se change significativement selon le stade physiologique de l'animal (**Kellogg *et al.*, 2006**). L'appréciation de cette note au cours d'un cycle de production de la vache est primordiale afin de corriger toute défaillance de système d'alimentation et

empêcher toute situation délicate (**Schröder et al., 2006 ; Kohiruimaki et al., 2006 ; Bewley et al., 2008**).

La NEC idéale au moment du tarissement est de 3,25 à 3,75 (**Aubadie-Ladrix., 2005**), elle doit être identique au moment de vêlage : la période sèche est une période de repos pendant laquelle il ne devrait y avoir ni amaigrissement, ni engraissement de la vache. En effet, il est reconnu que les vaches restaurent plus efficacement leurs réserves corporelles durant la fin de lactation (**Ennuyer et Laumonnier., 2013**)

Tout changement d'état corporel au tarissement (maigre ou prise de poids) supérieur à un point, peut être une source de problèmes (**Butler., 2005**).

Dans les premiers mois suivant le vêlage, (**Kohiruimaki et al., 2006 ; Sheehy et al., 2017**) les vaches entrent dans un bilan énergétique négatif, à cause des besoins énergétiques accrus qui dépassent les entrées d'énergie. Une chute de l'état corporel est inévitable pendant cette période, elle se manifeste par un amaigrissement de l'animal qui est rétabli en milieu de lactation et atteint un état d'équilibre en fin de lactation (**Gallo et al., 1996**).

Cette perte d'état corporel en début de lactation est corrélative à la note d'état d'embonpoint au vêlage (**Ruegg., 1991**). La mobilisation des réserves est d'autant plus importante que les vaches ont un fort état d'embonpoint au vêlage. Les vaches maigres mobilisent moins de réserves par rapport aux vaches grasses en raison d'une meilleure ingestion (un meilleur appétit) de la matière sèche.

La note d'embonpoint en début du *post-partum* devrait se stabiliser de préférence entre 2,5 et 3 (**Poncet., 2002**) ; La perte d'état de chair ne doit pas dépasser 0.5 ou 0.7 en début de lactation, quel que soit le niveau de production laitière (**Meissonnier., 1994**)

Par la suite, une fois le rétablissement de la capacité d'ingestion et la diminution progressive de la production laitière, les vaches rétablissent leurs dépôts et entrent dans un bilan énergétique positif qui se traduit par une augmentation de l'état corporel. L'éleveur devrait maintenir une note de 3 pendant la majeure partie de la lactation et viser une note d'état de chair se situant entre 3,5 et 4 avant le tarissement (**Poncet., 2002**).

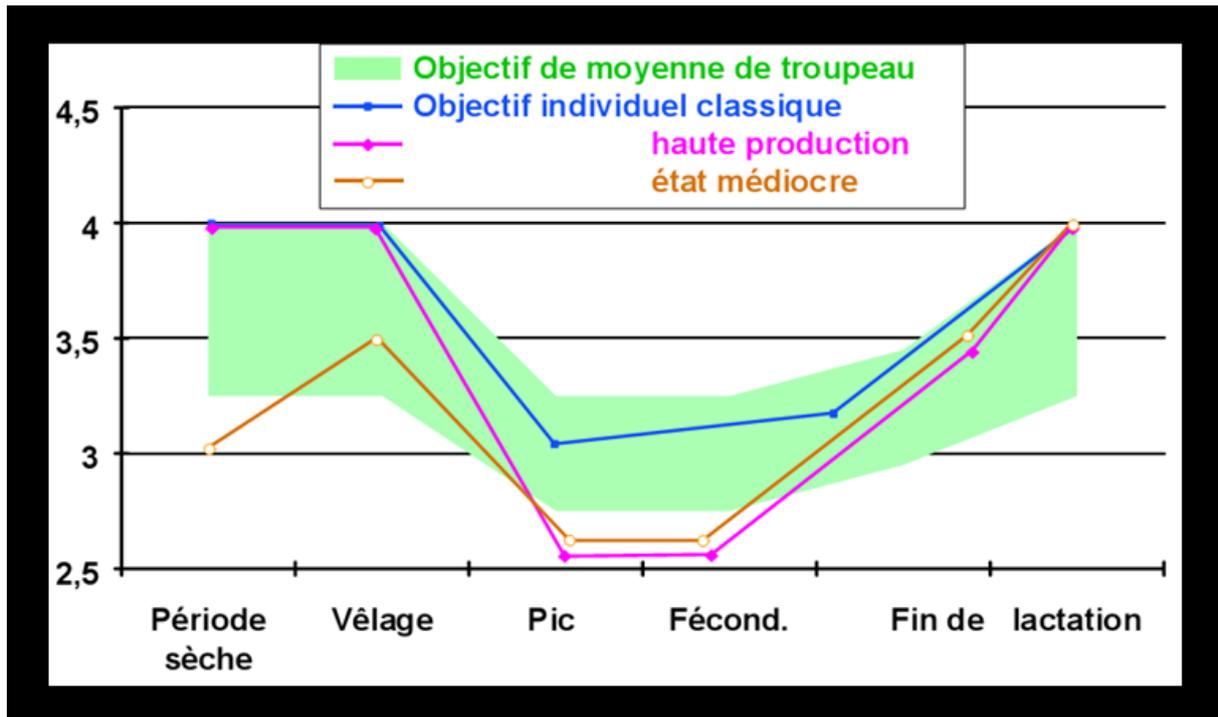


Figure 7: Evolution de l'état corporel à l'échelle individuelle ou de troupeau et objectifs (d'après Enjalbert., 1998).

3.4.2. Effet de perte d'état corporel sur les performances de reproduction chez la vache laitière

La note d'état corporel est un indicateur indirect de la disponibilité alimentaire et de son utilisation par les animaux. Cette évaluation des réserves énergétiques corporelles aide à estimer correctement le statut nutritionnel d'un troupeau, notamment en début de lactation.

Le degré de perte ou (d'utilisation) des réserves graisseuses est significativement corrélé avec le niveau d'engraissement au moment du vêlage. Plus la vache est grasse avant le part, plus elle puisera beaucoup de ses réserves adipeuses au *post-partum*. En revanche, les vaches maigres présentent souvent une faible lipo-mobilisation (Meissonnier., 1994).

La détermination de l'état corporel est également une méthode indirecte d'estimation de la quantité d'énergie métabolisable dans les tissus adipeux et musculaires des vaches (Meyer., 2002). (Otz., 2006) signale qu'une notation à certains moments clés (au vêlage, à la mise à l'insémination, à 200 jours de lactation et au tarissement) apporte de nombreux renseignements.

Au vêlage, la note moyenne d'état corporel doit être de 3,5 et la perte d'état corporel ne doit pas dépasser 0,5 ou 0,7 en début de lactation, quel que soit le niveau de production laitière (**Meissonnier., 1994**).

A cette période, une perte de poids se traduira par un retour tardif de la cyclicité après la mise bas (**Vallet., 2000**). La fréquence des vêlages difficiles est plus élevée chez les vaches maigres ou grasses que celles dont l'état corporel est jugé satisfaisant. Un excès d'embonpoint par excès énergétique de la ration provoque un dépôt de graisse dans le bassin et un défaut des contractions utérines incompatibles avec un vêlage eutocique (**Badinand., 1983**).

L'état général médiocre en fin de gestation (inférieure à 3) qui est à l'origine des anœstrus vraies chez les vaches laitières ou allaitantes (**Badinand et al., 2000**). Il existe une corrélation directe entre la balance énergétique et l'intervalle mise bas – 1ère ovulation, qui se trouve allongé de manière significative dans les 1ères semaines de lactation (**Butler et Smith., 1989**).

Partie

Expérimentale

MATERIEL ET METHODES

Le milieu par ses différents composants joue un rôle considérable dans les différents phénomènes de la production et la reproduction des vaches laitières, mais également dans l'expression de leur potentiel génétique. Ainsi, la rentabilité d'un élevage bovin laitier est étroitement liée à la maîtrise de la conduite d'élevage dont l'alimentation et la reproduction comme deux principaux facteurs. C'est dans cette optique que s'est inscrit cette étude pour de mieux cerner les différents facteurs qui influencent la production laitière et la fertilité des vaches dans la région de Ain Defla.

Notre étude a été scinde en trois volets, le premier a concerné le suivi de la production laitière des vaches selon le stade et le numéro de la lactation, le mois de l'année, la saison et l'alimentation. Le 2^e volet a concerné l'étude des paramètres de reproduction durant les années de suivi alors que le 3^{ème} volet a concerné l'étude de l'influence de la rétention placentaire, les métrites, les mammites et la note de l'état corporel sur les paramètres de fécondité et de fertilité des vaches laitières.

4.1. DEMARCHE METHODOLOGIQUE

Le choix de cette ferme s'est basé sur la disponibilité des informations détaillés de la conduite d'élevage (alimentation, gestion de reproduction, l'état sanitaire des vaches) et de la production journalière des vaches. Nous avons auparavant fixé notre étude sur le suivi dans deux fermes dans la région mais nous nous sommes confrontées à la réforme précoce du cheptel de la 2^e ferme ce qui nous a menées à poursuivre notre travail dans une seule ferme.

4.1.1. Présentation de la zone d'étude

4.1.1.1. *Situation géographique de la wilaya d'AIN DEFLA*

D'après le découpage administratif de 1984, la wilaya d'Ain Defla se présente comme étant une zone relais entre les quatre zones du pays, occupant de ce fait, une position géographique centrale pouvant lui confier un rôle stratégique lors de l'élaboration du schéma national d'aménagement du territoire, assurant ainsi une parfaite jonction entre le littoral et la région des hauts plateaux ainsi qu'une meilleure liaison entre la région Ouest et celle de l'Est du pays. Elle est limitée géographiquement au Nord par la wilaya de Tipaza, au Nord-Est par la wilaya de Blida, au Sud par la wilaya de Tissemsilt, à l'Est par la wilaya de Médéa et à l'Ouest par la wilaya de Chlef.

4.1.1.2. Caractères climatiques généraux

Le climat de la région est de type méditerranéen semi-aride avec un caractère de continentalité très marqué, caractérisé par une saison chaude et sèche en été, et une saison froide et humide en hiver, une durée brève du printemps et de l'automne. Les précipitations sont irrégulières dans le temps et dans l'espace. Ainsi, les moyennes annuelles des précipitations sont variables. En général, la wilaya d'Ain Defla reçoit une tranche d'eau comprise entre 350 mm et 1 300 mm par an. Miliana, située à 750 m d'altitude, reçoit une moyenne annuelle de plus de 810 mm. En revanche, Khemis-Miliana située dans une région basse à 300 m d'altitude et distante de la précédente de 9 Km ne reçoit que 473,4 mm comme moyenne annuelle (DSA, 2019).

a. Pluviométrie

La pluviométrie reste caractérisée par son irrégularité d'une année à l'autre, les précipitations peuvent varier considérablement parfois du simple au triple. La saison connaissant le plus de précipitation du 21 septembre au 24 mai, avec une probabilité de précipitation quotidienne supérieure à 13 %.

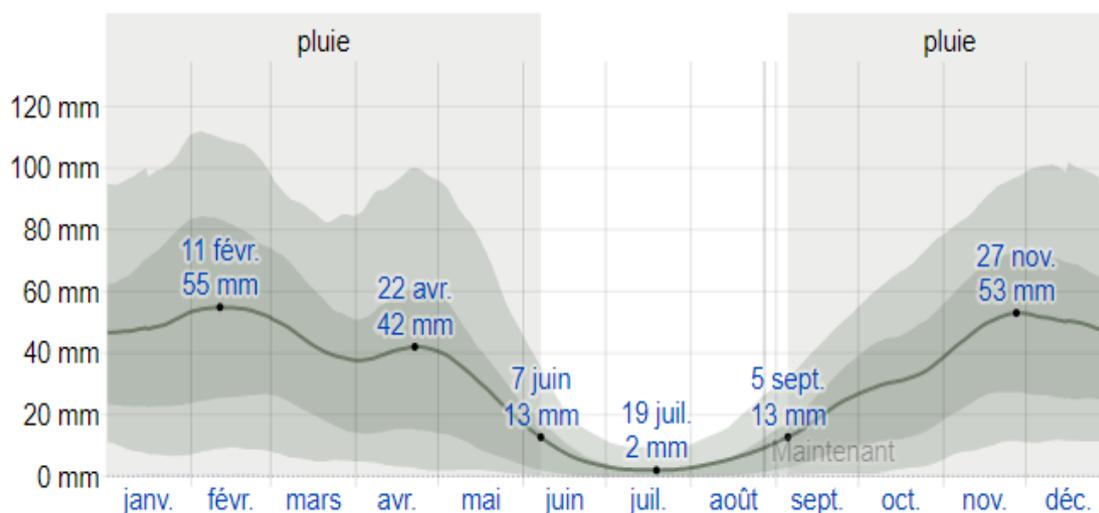


Figure 8: Pluviométrie mensuelle moyenne dans la wilaya d'AIN DEFLA (Weatherspark, 2019)

b. Humidité

Aïn Defla connaît des variations saisonnières modérées en ce qui concerne l'humidité perçue. La période la plus lourde de l'année dure du 24 juin au 1 octobre, avec une sensation de lourdeur, oppressante ou étouffante au moins 3 % du temps avec un climat lourd 14 % du temps.

c. Température

La saison très chaude dans la wilaya d'Ain Defla dure du 16 juin au 11 septembre, avec une température quotidienne moyenne maximale supérieure à 31 °C. Les jours les plus chauds de l'année sont ceux du mois d'août, avec une température moyenne maximale de 35 °C et minimale de 22 °C. La saison fraîche dure du 17 novembre au 17 mars, avec une température quotidienne moyenne maximale inférieure à 19 °C.

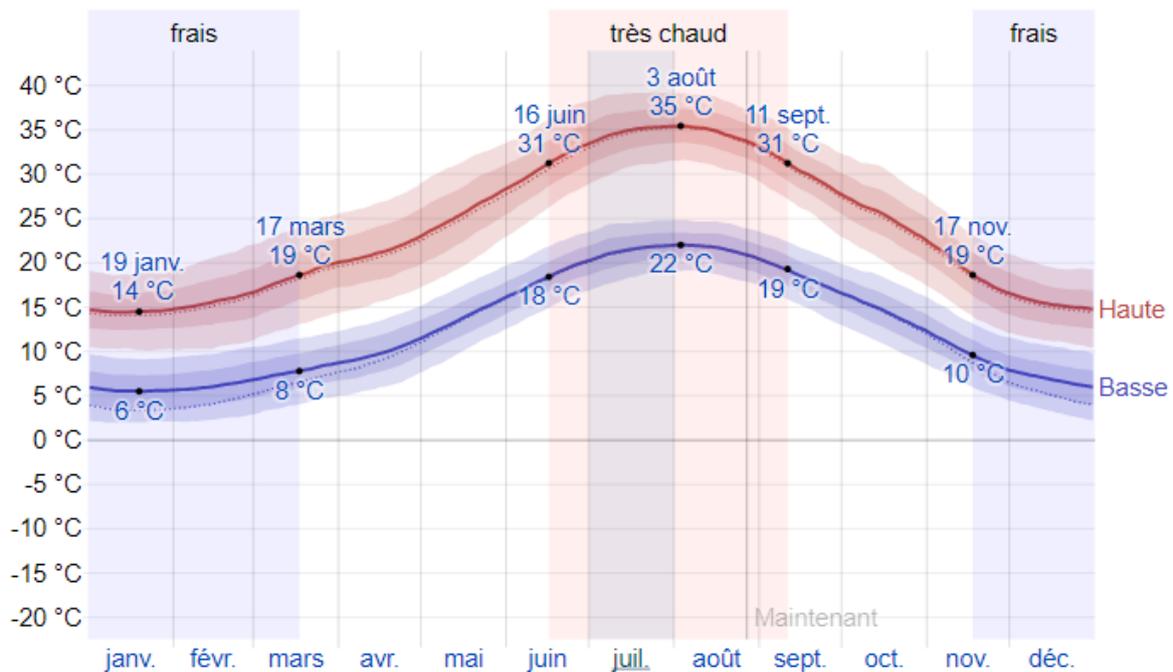


Figure 9: La température moyenne quotidienne maximale (ligne rouge) et minimale (ligne bleue) dans la wilaya de Ain Defla (Weatherspark, 2019)

4.2. DEROULEMENT DE L'ETUDE

L'étude a été réalisée dans la wilaya d'Ain Defla, la commune d'ARIB dans la ferme pilote SIDI BELHADJ SPA dans la période entre mai 2017 et décembre 2019. La ferme dispose d'une superficie agricole totale de 533,10 ha, la surface agricole utile (SAU) occupe près de 519 ha dont 60 ha consacrait pour la culture des légumineuses dont la luzerne « *Medicago Sativa* », et le trèfle « *Trifolium alexandrinum* » et 140 hectares pour les graminées, duquel l'avoine « *Avena sativa* » et le blé dure « *Triticum turgidum L.* », avec une allocation d'une superficie de 50 ha pour les bâtiments d'élevage et ces accessoires (salle de traite, lots d'isolement, les Park).

4.2.1. Bâtiment d'élevage et condition d'ambiance

Les vaches étaient élevées en stabulation libre, dans des bâtiments semi ouvert qui sont bâtis selon les normes de la construction des logements des vaches laitières, avec une superficie de 10,17m²/vache dont 2,35 m² d'air d'alimentation et 2,13 m² d'air de couchage et des couloirs de circulation large. Les abreuvoirs ont une capacité de 206 litre pour 46 vaches qui se remplis automatiquement, des racleurs, des distributeurs automatiques de concentré (DAC) et des néons utilisés pendant l'obscurité pour éclairer les bâtiments.

La désinfection des bâtiments d'élevage est effectuer deux fois par semaine avec un désinfectant virucide (mono persulfate de potassium 22.5% ; dodécyl benzene sulfonate 15% ; acide malique 10%, acide sulfamique 5%)

4.2.1.1. Matériel Animale

Durant la période de notre étude, le nombre des têtes bovines est resté relativement stable, cependant le nombre des vaches présentes dans la ferme était en continuel changement selon les objectifs des propriétaires et les contraintes de l'élevage intensif.

L'exploitation a démarré en janvier 2015 avec 12 vaches seulement puis en Mai 2015 il y a eu une acquisition de 69 génisses pleines. Puis en juin 2016, il y a eu une deuxième acquisition de 131 génisses pleines mais à partir d'avril 2019 la déclaration de la brucellose a été la cause de la réforme de 193 têtes bovines (Tableau 7).

Tableau 7: Répartition du cheptel durant la période de l'étude

Mois	Vaches en production	Vaches en tarissement	Génisses	Veaux /velles	Vaches reformées	Taureaux	Taurillons
Mars2018	126	24	15	17	0	2	3
Avril2018	139	25	17	22	1	2	3
Mai2018	144	23	18	27	0	2	3
Juin2018	142	21	22	37	0	2	3
Juillet2018	147	22	20	45	2	2	3
Aout2018	142	27	21	50	1	4	1
Sept2018	141	25	25	51	0	4	1
Octobre2018	139	18	23	49	0	4	2
Novembre18	139	32	27	51	2	4	2
Dec2018	143	30	28	25	0	4	2
Janvier2019	140	10	30	30	0	3	1
Fevrier2019	134	11	31	14	0	3	2
Mars2019	147	19	32	12	0	3	2
Avril2019	125	17	32	14	36	3	3
Mai2019	114	10	31	26	3	3	4

La mise en lot des vaches était strictement respectée durant les différents stades physiologiques des vaches (lot des vaches en lactation, des vaches tarées, des vaches préparées au vêlage, lot de vêlage), la structuration des lots était basée surtout pour contrôler le rationnement et éviter la dominance entre les vaches.

4.2.1.2. *Système d'alimentation*

L'alimentation fourragère des vaches était principalement décomposée en deux type ; le trèfle (*Trifolium Alexandrinum*) pendant les périodes hivernales et printanières et la luzerne (*Medicago Sativa*) pendant les périodes estivales et automnales, dans les périodes où les quantités de fourrage sont insuffisantes et pour assurer une alimentation verte tout au long de l'année nous pratiquons des alternatives ou des associations fourragères « avoine vert seul », « avoine vert + trèfle ».

Tableau 8: Le calendrier fourrager suivi dans l'alimentation des vaches dans la ferme.

	Jan	Fév.	Mar	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
Trèfle												
Luzerne												
Avoine												
Concentré												

a. Luzerne

La culture de la luzerne était pratiquée dans l'exploitation sur une superficie totale de 28 ha soit 46% de la surface fourragère des légumineuses. Elle était semée tous les 4 ans à la fin du mois de mars et début du mois d'avril avec un nombre de coupe allant de 5 à 7 par an. La luzerne est distribuée en vert ou foin.

b. Trèfle

Le trèfle était cultivé dans la ferme, et il est exploité frais occupant ainsi une superficie totale de 32 ha soit 54% de la surface fourragère des légumineuses. Elle était semée généralement le mois d'aout avec 2 à 3 coupes.

Pour l'alimentation complémentaire, était utilisé un complément alimentaire de 18% de protéine SANDI HALIB© dans la composition était de (remoulage de blé, tourteaux de soja, la farine basse de blé, et un complément vitamine et minéraux pour la vache laitière) avec des quantités distribuées variables selon le stade physiologique de la vache. En plus de 06 kg de foin d'avoine et de paille distribuée à volonté.

Dans le cadre d'une complémentation individuelle à travers le DAC, une distribution de SANDI HALIB© à raison de 1 kg pour 2,5 litres de lait au-delà de la ration équilibrée.

4.2.2. Données de production laitière

Les données de la production laitière ont été récoltées à partir de logiciel ALPRO© qui était relié automatiquement avec la salle de traite dont tous les détails de la production laitière étaient enregistrés :

- ✓ Quantité produite par vache (par traite, jour, semaine, mois et par lactation)
- ✓ Vache avec une faible production
- ✓ Pic de lactation pour chaque vache

La ferme dispose d'une salle de traite de forme épi de 12 postes de traite. Après chaque traite, la machine de traite DELAVAL© effectuait le nettoyage automatique avec des produits désinfectants conformes aussi au règlement CN N° 834/2007 (10 à 25% acide sulfurique, 2,5 à 10% acide phosphorique, Ph=1) et ALCA (hypochlorite de sodium en solution 63,6g/kg).

4.2.3. Données de la reproduction

Six critères d'appréciation des performances de reproduction des femelles bovines ont été retenus :

- **IV-V** : l'intervalle séparant deux vêlages ;
- **V-1^{ère} S/IA** : l'intervalle séparant la date du vêlage et celle de la 1^{ère} saillie ou insémination ;
- **V-S/IAF** : le délai de fécondation étant l'intervalle entre le jour du vêlage et la date de saillie ou l'insémination fécondante sachant que la confirmation de gestation se faisait par palpation transrectale à environ 2 mois après la dernière S/IA ;
- **TR en 1^{ère} S/IA** : le taux de réussite en 1^{ère} saillie ou insémination étant le rapport entre le nombre de vaches gravides à un moment donné et le nombre de femelles inséminées la première fois ;
- **VL à 3S/IA et +** : le pourcentage des vaches ayant nécessité 3 saillies /inséminations ou plus pour être fécondées ;
- **IC** : ou indice coïtal, il représente le nombre d'inséminations et/ou saillies réalisées pour avoir une fécondation.

Ces paramètres sont calculés sur la base d'informations (dates de chaleurs, dates de vêlages, dates d'inséminations ou de saillie, dates de confirmation de gestation...) mentionnées dans les plannings d'étable et sur des logiciels de gestion de la reproduction.

4.2.4. La notation de l'état corporel

La notation de l'état d'embonpoint des animaux a été pratiquée, afin d'apprécier le statut nutritionnel des troupeaux et estimer le degré de mobilisation des réserves corporelles au *péripartum*.

4.3. RESUME DE LA COMPTABILITE DE LA FERME

En élevage bovin laitier, l'objectif principal est d'augmenter la production du lait journalière et d'améliorer leur qualité de façon d'assurer une rentabilité de l'élevage. Les deux principaux revenus de l'élevage suivi étaient la vente du lait à la laiterie DANONE®, qui décidait du prix d'achat selon le taux de matière grasse, et la vente des veaux et les vaches réformées. Dans le tableau 9 ci-dessous, il est rapporté les revenus et les dépenses durant les années 2018 et 2019.

Tableau 9 : Les revenus et les dépenses de l'exploitation durant les années 2018 et 2019

Année	2018	2019
Nombre de têtes	243	243
Lait collectée (Kg)	1177405,67	651427,50
Revenu (vente lait) (Da)	59056435,00	32014721,00
Prime /1 litre (Da)	17661085,05	9771412,50
Revenu (vente pour abattage) (Da)	14616442,68	33092901,38
Paie des travailleurs (Da)	7418871,01	8154458,15
Médicaments(Da)	2615459,06	1550066,59
Frais culture fourragère (Da)	2409838,42	325106,78
Aliments(Da)	48974870,35	32379150,00
Désinfectants(Da)	1002485,60	1503039,55
Frais d'insémination(Da)	240400,00	128000,00
Frais divers(Da)	497983,00	117456,08
Totale revenus(Da)	28174055,29	30721757,74

Résultats et Discussion

RESULTATS ET DISCUSSION

1^{er} volet : SUIVI DE LA VARIATION DE LA PRODUCTION LAITIÈRE SELON L'ALIMENTATION, LE NUMERO ET LE STADE DE LA LACTATION ET LA SAISON.

Dans ce volet, nous avons effectué le suivi de la production laitière des vaches présentes dans la ferme pour évaluer l'influence de l'alimentation, la saison, le stade et le numéro de lactation sur la production laitière.

1.1. RESULTATS

1.1.1. Production Laitière Initiale (Pi), Maximale (P Max) et Totale (PLT) des Vaches

Tableau 10: Production laitière initiale, maximale et totale des vaches laitières (kg/vache/j)

Production laitière	Nombre	Moyenne	Ecart type
PI (kg/vache/j)	69	10,86	5,76
P max (kg/vache/j)	195	38,76	6,33
PLT (kg/vache)	31	4804,85	1192,95

D'après le tableau ci-dessus, la production initiale des vaches dans notre travail était de $10,86 \pm 5,76$ kg/vache/j, alors que la production maximale a été de $38,76 \pm 6,33$ kg/vache/j et la production totale a été de 4804,85 kg/vache.

1.1.1.1. *Variation de la production laitière avec la ration alimentaire distribuée*

Selon la figure 10 ci-dessous, la meilleure quantité de lait produite par vache (+20 kg par jours) a été enregistrée lorsque la ration distribuée était à base de trèfle durant la période printanière, on a constaté une chute de production durant les mois de Juillet et d'Aout.

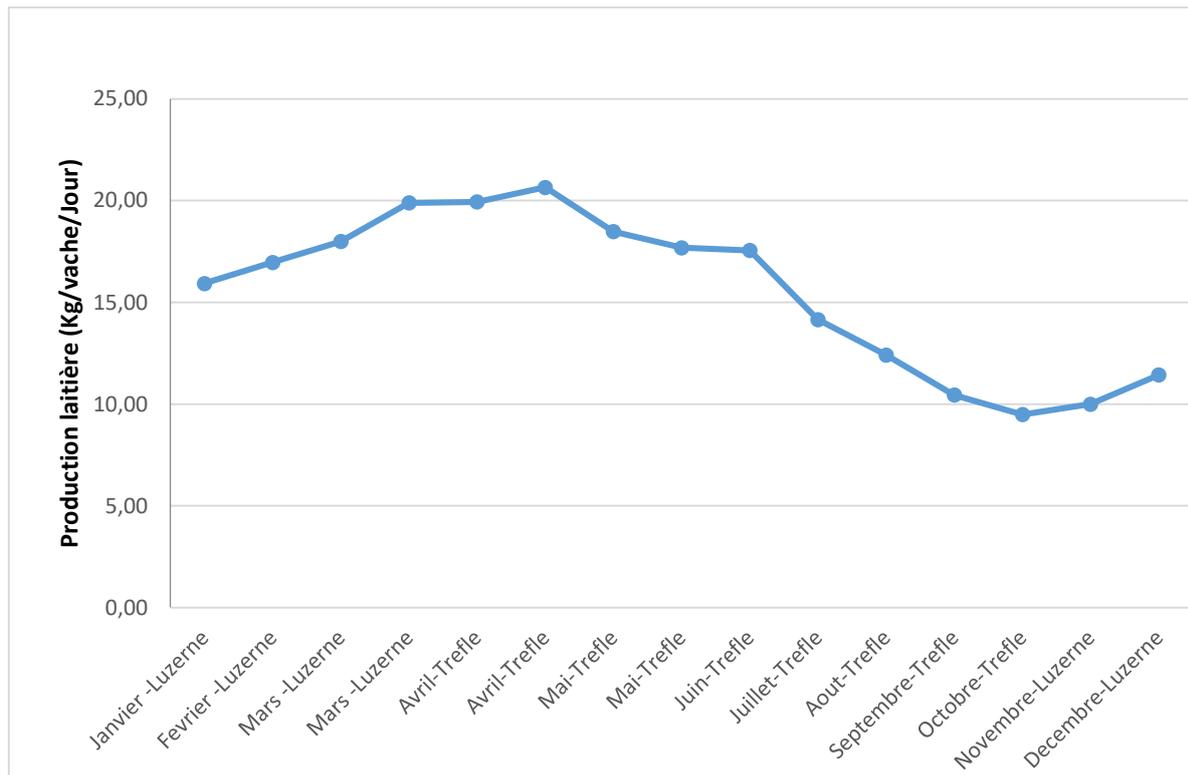


Figure 10: Variation de la production laitière avec la ration alimentaire distribuée

1.1.1.2. *Variation de la production laitière selon le mois*

Selon nos résultats présentés dans le tableau 11 et la figure 11, le mois de collecte avait une influence significative ($p < 0,05$) sur la quantité de lait produite par vache et par jour. Les quantités les plus élevées ont été enregistrées durant les mois de Mars, Avril et Mai.

La moyenne de production la plus élevée a été de $20,66 \pm 1,99$ kg/vache/j enregistrée durant le mois d'avril. Les quantités les plus faibles ont été notées durant les mois d'été et d'automne alors que la moyenne la plus faible de $9,49 \pm 3,59$ kg/vache/j a été marquée durant le mois d'octobre.

Figure 11: Histogramme de la variation de la production laitière journalière moyenne par vache selon les mois de l'année.

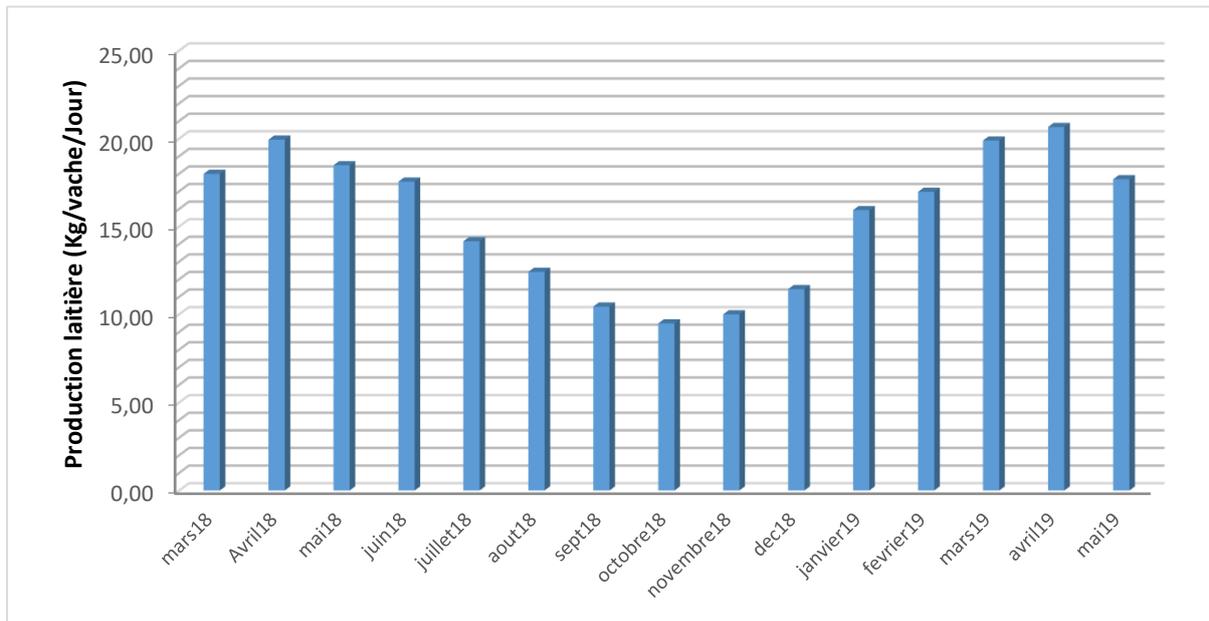


Tableau 11: Variation de la production laitière journalière moyenne par vache selon les mois de l'année (kg/vache/j)

Mois	N	Minimum (Kg)	Maximum (Kg)	Moyenne (Kg)	Ecart type
Mars 2018	126	9,82	23,22	17,99	3,72
Avril 2018	139	10,65	23,25	19,94	4,51
Mai 2018	144	9,33	30,95	18,48	3,47
Juin 2018	142	8,89	19,39	17,55	1,96
Juillet 2018	147	2,22	19,97	14,15	3,37
Aout 2018	142	5,76	14,75	12,42	2,68
Sept 2018	141	4,74	14,22	10,45	2,38
Oct 2018	139	3,96	14,92	9,49*	3,59
Nov 2018	139	8,52	13,81	10,00	0,97
Dec 2018	143	5,19	14,78	11,44	3,03
Janvier 2019	140	8,75	17,82	15,93	1,90
Février 2019	134	8,55	19,64	16,97	2,41
Mars 2019	147	16,71	27,77	19,89	2,83
Avril 2019	125	16,81	24,08	20,66	1,99
Mai 2019	114	14,70	19,65	17,69	1,38

*Marque la différence significative ($p < 0,05$) dans la même colonne

La figure ci-dessus illustre les quantités du lait produites par vache et par jour entre le mois de Mars 2018 et Mai 2019, les meilleures quantités du lait étaient produites en Avril puis commencent à diminuer progressivement pour atteindre un minimum au mois d’octobre puis s’enchaîne une augmentation progressive pour atteindre une quantité maximale vers le mois d’avril.

1.1.1.3. Variation de la production laitière selon la saison

Le tableau 12 rapporte les quantités de lait journalières produites par vache selon la saison. On a constaté que les meilleures quantités de lait produite par vache et par jour étaient enregistrées durant le printemps avec une moyenne de 19,11±1,21 kg/vache/j et les quantités les plus faibles ont été enregistrées durant l’automne avec une moyenne de 9,98±0,48 kg/vache/j. la saison a eu un effet significatif ($p < 0,05$) sur les performances de production laitière des vaches.

Tableau 12: Variation de la production laitière journalière moyenne par vache selon la saison (kg/vache/j)

SAISON	Moyenne(Kg)	Ecart type
Hiver	14,78 ^a	2,94
Printemps	19,11 ^b	1,21
Eté	14,71 ^a	2,61
Automne	9,98 ^c	0,48
Total	15,54	3,89

(^{a,b,c}) Marque la différence significative ($p < 0,05$) dans la même colonne.

1.1.1.4. Variation de la production laitière selon le numéro de la lactation

Le tableau 13 rapporte les quantités de lait produites par vache et par jour classées selon le numéro de lactation. Aucun effet significatif de la lactation sur la production laitière n’a été enregistré dans cette étude ($p > 0,05$), par contre, la meilleure quantité produite a été enregistrée dans la deuxième lactation avec 20,44±4,87 kg/vache/j et la production la plus faible a été enregistré durant la première lactation avec 17,36±6,536 kg/vache/j. par ailleurs, la quantité moyenne de production des multipares de cinq lactations a été de 19,15±5,969 kg/vache/j.

Tableau 13: Production journalière par vache selon le numéro de la lactation (kg/vache/j).

Numéro de Lactation	Moyenne(Kg)	Ecart type
1	17,36	6,536
2	20,44	4,871
3	19,10	6,364
4	17,39	6,656
5	19,36	0,00
Total	19,15*	5,969

*Marque la différence significative ($p < 0,05$) dans la même colonne

1.1.1.5. Variation de la production laitière selon la semaine de lactation

D'après les résultats rapportées dans le tableau 14, la semaine de lactation a eu un effet significatif sur la production laitière ($p < 0,05$). La production hebdomadaire par vache classée par semaines de lactation a été la plus élevée durant la 8^e semaine avec $164,28 \pm 44,56$ kg/vache/semaine alors que la moyenne la plus basse a été enregistrée durant la 1^{ère} semaine de lactation avec $50,07 \pm 31,10$ kg/vache/semaine.

Tableau 14: Production laitière journalière moyenne par vache selon les semaines de lactation

Semaine de la lactation	N	Moyenne (Kg)	Ecart type
S1	88	50,07	31,10
S2	93	109,84	44,20
S3	99	138,18	47,30
S4	105	145,43	50,59
S5	104	155,61	51,54
S6	112	159,05	51,66
S7	111	157,22	46,35
S8	117	164,28*	44,56
S9	118	157,77	51,88
S10	115	160,07	50,05
S11	114	163,94	45,34
S12	116	163,81	49,37

Semaine de la lactation (suite)	N	Moyenne (Kg)	Ecart type
S13	116	161,42	46,95
S14	111	159,33	51,77
S15	106	154,69	51,01
S16	111	149,63	50,69
S17	117	157,89	56,19
S18	121	155,07	55,99
S19	118	153,42	49,55
S20	111	151,13	59,02
S21	112	143,61	50,37
S22	105	136,76	49,27
S23	104	139,72	46,30
S24	98	135,92	52,43
S25	101	128,01	53,40
S26	99	127,60	48,49
S27	101	125,74	48,76
S28	95	123,84	52,52
S29	92	118,31	51,15
S30	91	115,38	56,71
S31	86	109,26	50,64
S32	88	105,52	52,80
S33	76	98,94	48,53
S34	81	105,15	51,52
S35	77	98,81	48,49
S36	76	98,09	54,38
S37	75	92,98	52,94
S38	71	97,91	57,90
S39	68	91,01	55,81
S40	68	92,03	57,45
S41	65	84,32	54,31
S42	60	80,20	56,62
S43	57	78,37	57,77

**Marque la différence significative ($p < 0,05$) dans la même colonne*

D’après la figure 12, il y avait trois phases au cours de la lactation : une phase ascendante ou phase de croissance qui a commencé la première semaine de vêlage puis la production journalière a augmenté rapidement pour atteindre un pic qui a coïncidé avec la 08^{ème} semaine. Une phase en plateau qui a duré presque cinq semaines et durant laquelle la production maximale et maintenue. Suivi d’une phase descendante qui est la plus longue débutant après la phase de persistance et s’est étalé jusqu’à la fin de la production.

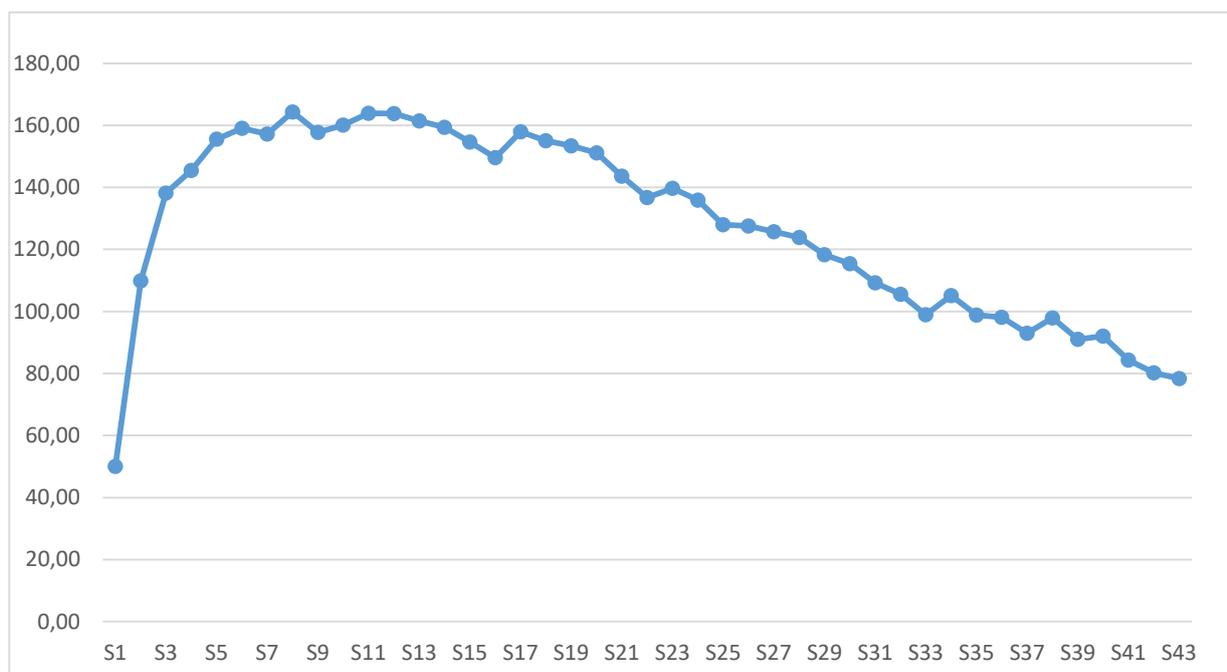


Figure 12: courbe de l’évolution de la production laitière par semaine de lactation.

1.1.2. Propriétés physico-chimiques du lait

Tableau 15: Les moyennes globales des paramètres enregistrées pour le lait de collecte durant une année.

Paramètres	Moyenne	Ecart type	Minimum	Maximum
T (°C)	4,76	1,00	2,50	8,00
pH	6,68	0,08	6,46	6,80
Acidité °D	16,92	0,27	16,00	17,00
Degré de Congélation	0,52	0,01	0,49	0,58
TP (%)	3,35	0,12	2,95	3,60
MS (%)	12,26	0,38	11,47	13,08
TB (%)	3,47	0,27	2,97	4,20

Dans ce travail, les résultats des tests physico-chimiques collectés auprès de la laiterie sont rapportés dans le tableau 16. La température du lait a varié entre 2,5 et 8°C avec une moyenne de 4,76±1,00°C, alors que le point de congélation a varié entre -0,49°C et -0,58°C. La moyenne du pH a été de 6,68±0,08 tandis que l'acidité du lait a été de 16,92±0,27°D. Quant aux taux butyreux a été de 3,47±0,27% et le taux protéique a été de 3,35±0,12%.

Tableau 16: Les taux butyreux, protéiques et de matière sèche mensuels moyens enregistrés pour le lait collecté durant une année

Mois	TP(%)	MS(%)	TB(%)
Janvier	3,38	12,54	3,74*
	±0,08	±0,34	±0,21
Février	3,34	12,37	3,64
	±0,04	±0,31	±0,25
Mars	3,34	12,14	3,33
	±0,10	±0,31	±0,19
Avril	3,23	12,02	3,45
	±0,10	±0,40	±0,31
Mai	3,22	11,98	3,40
	±0,10	±0,22	±0,16
Juin	3,30	12,11	3,37
	±0,07	±0,21	±0,25
Juillet	3,24	11,88	3,21
	±0,10	±0,06	±±0,14
Aout	3,36	12,06	3,22
	±0,12	±0,20	±0,14
Septembre	3,45	12,50	3,43
	±0,08	±0,34	±0,20
Octobre	3,57*	13,00*	3,72
	±0,06	±0,00	±0,20
Novembre	3,39	12,32	3,55
	±0,10	±0,24	±0,16
Décembre	3,39	12,22	3,58
	±0,06	±0,16	±0,14
Total	3,35	12,26	3,47
	±0,12	±0,38	±0,27

Marque la différence significative (p<0,05) dans la même colonne

D'après nos résultats, le mois a influencé significativement (p<0,05) les taux protéiques et butyreux de lait collecté. Les meilleurs TB ont été enregistrés pour les mois de Janvier et Octobre avec 3,74% et 3,72% respectivement, alors que les plus faibles étaient notés les mois de Juillet et Aout avec 3,24% et 3,36% respectivement. Pour le TP, le meilleur taux est enregistré le mois d'Octobre 3,57% et le minimum au mois de Mai 3,22%. Alors que le pH était significativement le plus élevé durant le mois de Décembre avec 6,76±0,04 bien que la

température de collecte était la plus élevée significativement ($p < 0,05$) le mois de Juillet avec $6,58 \pm 0,88^\circ\text{C}$.

Tableau 17: Les températures, pH, acidité et degré de congélation mensuels moyens enregistrés pour le lait collecté durant une année

Mois	T °C	pH	Acidité (°D)	Degré de Congélation (°C)
Janvier	3,91	6,75	16,79	-0,52
	$\pm 0,62$	$\pm 0,04$	$\pm 0,41$	$\pm 0,01$
Février	4,48	6,67	16,95	-0,53
	$\pm 0,51$	$\pm 0,07$	$\pm 0,22$	$\pm 0,01$
Mars	4,37	6,66	16,95	-0,53
	$\pm 0,67$	$\pm 0,08$	$\pm 0,22$	$\pm 0,01$
Avril	5,02	6,66	17,00	-0,52
	$\pm 0,66$	$\pm 0,11$	$\pm 0,00$	$\pm 0,01$
Mai	5,21	6,68	17,00	-0,52
	$\pm 0,63$	$\pm 0,07$	$\pm 0,00$	$\pm 0,01$
Juin	5,61	6,66	16,79	-0,53
	$\pm 0,98$	$\pm 0,06$	$\pm 0,43$	$\pm 0,00$
Juillet	6,58*	6,68	17,00	-0,52
	$\pm 0,88$	$\pm 0,05$	$\pm 0,00$	$\pm 0,01$
Aout	5,48	6,67	16,83	-0,53
	$\pm 1,42$	$\pm 0,05$	$\pm 0,39$	$\pm 0,01$
Septembre	4,65	6,61	17,00	-0,52
	$\pm 0,93$	$\pm 0,07$	$\pm 0,00$	$\pm 0,01$
Octobre	4,45	6,64	16,91	-0,53
	$\pm 0,40$	$\pm 0,04$	$\pm 0,30$	$\pm 0,00$
Novembre	4,87	6,65	17,00	-0,52
	$\pm 0,72$	$\pm 0,12$	$\pm 0,00$	$\pm 0,02$
Décembre	4,47	6,76*	16,90	-0,52
	$\pm 0,54$	$\pm 0,04$	$\pm 0,32$	$\pm 0,01$
Total	$4,76 \pm 1,00$	$6,68 \pm 0,08$	$16,92 \pm 0,27$	$-0,52 \pm 0,01$

*Marque la différence significative ($p < 0,05$) dans la même colonne

1.1.3. Relation entre les différents paramètres de production laitière

L'analyse du tableau ci-dessous, montre que la production laitière est fortement corrélée aux caractéristiques physico-chimiques du lait cela au corrélation négative ($r = -0,55$ et $r = -0,77$ et $r = -0,21$) avec la MS , TP , TB du lait respectivement, ceci signifie que ces dernières augmentaient relativement avec la diminution du niveau de production.

La production est légèrement corrélée avec le taux de pH ($r = 0,14$) ceci signifie que cette dernière augmentait légèrement avec l'augmentation du niveau de production.

Le taux butyreux semble présenter une corrélation positive et assez élevées avec la Matière Sèche ($r=0,78$) et avec le taux protéique ($r = 0,56$).

Tableau 18: Coefficients de corrélation entre les paramètres de la production laitière.

	PL	MS	TB	TP	T °C	pH	Acidité (°D)	Degré de Congélation (°C)
PL	-	-0,547	-0,214	-0,774	0,091	0,137	-0,020	-0,076
MS		-	0,781	0,910	-0,660	-0,143	-0,191	-0,212
TB			-	0,559	-0,778	0,291	-0,173	0,069
TP				-	-0,551	-0,174	-0,216	-0,277
T °C					-	-0,219	0,173	0,058
pH						-	-0,436	0,296
Acidité (°D)							-	0,433

1.2. DISCUSSION

Chez la vache laitière, la période de lactation et de gestation se superposent à partir du 4^e mois de la gestation, ce qui a un effet dépressif sur la persistance de la production de lait et peut limiter la durée de lactation (**Boichard., 2000**).

Dans ce travail, nous avons essayé d'estimer la variation de la production laitière avec la ration utilisée dans la ferme (lieu de l'étude) et l'influence qui peut avoir les différents facteurs comme la saison, le stade et le rang de lactation.

La production initiale des vaches a été de $10,86 \pm 5,76$ kg/vache/j, ce qui est inférieure à ce qui a été rapportés par (**Bouamra., 2011**) et (**Ghozlane., 2012**). La production maximale a été de $38,76 \pm 6,33$ kg/vache/j, ce qui est supérieure aux résultats rapportés par (**Merdaci et Chemmam., 2016**) pour les vaches Prim'Holstein au Nord-Est algérien et à ceux obtenus en France par (**Freret *et al.*, 2010**) qui enregistre des productions maximales dépassant les 30 kg de lait.

La production totale, pour nos vaches, a été de 4804,85 kg/vache. Ces valeurs sont supérieures à celles enregistrées par (**Bouraoui *et al.*, 2009**) et (**Ghozlane., 2012**) avec 4000 kg/vache. Par contre, les productions enregistrées, au Maroc au niveau de deux élevages en zone semi-aride, étaient nettement supérieures avec 7530 et 6210 kg/vache (**Sraïri et Mousili., 2014**) ainsi que celle enregistrée par (**Freret *et al.*, 2006**) en France où la production de lait est supérieure à 8000 kg par vache.

1.2.1. Effet de l'alimentation

Dans notre travail, la meilleure quantité de lait produite par les vaches a été enregistrée lorsque la ration distribuée était à base de trèfle durant la période printanière. Alors qu'on a constaté une chute de production durant les mois de Juillet et Aout sans enregistrer d'effet significatif statistiquement ce qui est en accord avec (**Fraser *et al.*, 2004**) qui rapportent que les valeurs nutritives apportées par les rations à base de luzerne et de trèfle sont très comparables et permet la couverture des besoins des vaches.

Par ailleurs, la moyenne de production la plus élevée a été de $20,66 \pm 1,99$ kg/vache/j enregistrée durant le mois d'avril tandis que les quantités les plus faibles ont été enregistrées durant les mois d'été et d'automne dont la moyenne la plus faible de $9,49 \pm 3,59$ kg/vache/j a été enregistrée durant le mois d'octobre.

L'introduction de petite quantité de fourrage 20 jours avant le vêlage et la distribution de l'aliment complémentaire a été précédemment recommandé par (Kaci., 2009). L'utilisation des fourrages et des concentrés en deuxième période de tarissement doivent être de même nature avant et après vêlage afin de développer la microflore ruminale et minimiser ainsi la perte de l'appétit en début de lactation. La ration distribuée au vache taries doit assurer la couverture des besoins d'entretien et de gestation (+8 kg de lait) (Araba., 2006).

1.2.2. Effet de la saison

Dans cette étude, la saison a eu un effet significatif ($p < 0,05$) sur les performances de la production laitière des vaches. On a constaté que les meilleures quantités de lait produites par vache et par jour étaient enregistrées durant le printemps avec une moyenne de $19,11 \pm 1,21$ kg/vache/j et les quantités les plus faibles ont été enregistrées durant l'automne avec une moyenne de $9,98 \pm 0,48$ kg/vache/j ce qui est en accord avec (West., 2003 ; Bonnefoy et Noordhuizen., 2011) qui rapportent que la productivité des vaches est affectée par la saison et les variations de température. Les meilleures quantités coïncident avec des climats tempérés et diminuent avec l'augmentation des températures, l'animal ayant des difficultés à perdre de la chaleur réduira la consommation des aliments et diminuera la production laitière ce qui se répercute sur les performances productives des vaches.

1.2.3. Effet du numéro et de la semaine de lactation

D'après nos résultats, le numéro de lactation n'avait aucun effet significatif sur la production laitière ($p > 0,05$). Par contre, la meilleure quantité produite a été enregistrée dans la deuxième lactation avec $20,44 \pm 4,87$ kg/vache/j et la production la plus faible a été marquée durant la première lactation avec $17,36 \pm 6,536$ kg/vache/j, alors que la quantité moyenne de production des multipares de cinq lactations a été de $19,15 \pm 5,969$ kg/vache/j.

D'autre part, la semaine de lactation a eu un effet significatif sur la production laitière ($p < 0,05$), où la production hebdomadaire par vache et par semaine de lactation a été la plus élevée durant la 8^e semaine avec $164,28 \pm 44,56$ kg/vache/semaine alors que la moyenne la plus basse a été enregistrée durant la 1^{er} semaine de lactation avec $50,07 \pm 31,10$ kg/vache/semaine.

(Legarto *et al.*, 2014) montre que, selon la race, les vaches en deuxième lactation produisent jusqu'à 2,3 kg de lait de plus que les primipares. Le même auteur rapporte que les vaches en 4^{ème} lactation produisent jusqu'à 1,8kg de lait de plus que les vaches en deuxième lactation, ce qui est incompatible avec nos résultats.

Il y avait trois phases au cours de la lactation : une phase ascendante ou phase de croissance qui a commencé la première semaine de vêlage, puis la production journalière a augmenté rapidement pour atteindre un pic qui a coïncidé avec la 08ème semaine. Une phase en plateau qui a duré presque cinq semaines et durant laquelle la production maximale est maintenue. Suivi d'une phase descendante qui est la plus longue débutant après la phase de persistance et s'est étalé jusqu'à la fin de la production.

Les variations de la courbe de lactation expriment l'impact de l'environnement et du mode de conduite en plus d'un effet significatif de la saison de vêlage et de l'ordre de parité sur la production laitière qui a été observé par (**Madani et al., 2007**).

La courbe de lactation de nos vaches confirme les conclusions de (**Yennek., 2012**) qui a rapporté une évolution normale de la production laitière avec l'avancement des stades de la lactation et qui atteint son maximum durant le premier stade puis diminue à partir du deuxième stade et atteint son minimum à la fin du troisième stade, selon (**Coulon et al., 1995**) la quantité quotidienne du lait sécrétée continue de diminuer avec l'avancement de la lactation.

1.2.4. Propriétés physico-chimiques du lait

Dans ce travail, la température du lait a varié entre 2,5 et 8°C avec une moyenne de $4,76 \pm 1,00^\circ\text{C}$, alors que le point de congélation a varié entre $-0,49^\circ\text{C}$ et $-0,58^\circ\text{C}$. La moyenne du pH a été de $6,68 \pm 0,08$ tandis que l'acidité du lait a été de $16,92 \pm 0,27^\circ\text{D}$, le taux butyreux a été de $3,47 \pm 0,27\%$ et le taux protéique a été de $3,35 \pm 0,12\%$

D'après nos résultats, le mois a influencé significativement ($p < 0,05$) les taux protéiques et butyreux du lait collecté. Les meilleurs TB étaient enregistrés pour les mois de Janvier et Octobre avec 3,74% et 3,72% respectivement, alors que les plus faibles étaient notés les mois de Juillet et Aout avec 3,24% et 3,36% respectivement. Pour le TP, le meilleur taux est enregistré le mois d'octobre 3,57% et le minimum au mois de Mai 3,22%. Alors que le pH était significativement le plus élevé durant le mois de Décembre avec $6,76 \pm 0,04$ bien que la température de collecte était la plus élevé significativement ($p < 0,05$) le mois de juillet avec $6,58 \pm 0,88^\circ\text{C}$.

Selon (**Boujnane., 2010 ; Ennuyer et Laumonnier., 2013**) au fur et à mesure que la quantité de lait augmente, les taux TP et TB diminuent.

Dans ce travail, la relation entre les différents paramètres de production laitière étaient fortement corrélées, la production laitière est corrélée négativement ($r = -0,55$ et $r = -0,77$ et

$r = 0,21$) avec la MS , TP et TB du lait respectivement, ceci signifie que ces dernières augmentaient relativement avec la diminution du niveau de production, ce qui est en accord avec la bibliographie. La richesse en matières utiles varie en sens inverse de la quantité du lait produit (Agabriel *et al.*, 1990 ; Jouzier et Cohen-Maurel., 1995).

Alors que le taux protéique est en faible corrélation négative avec l'acidité ($r = -0,21$), quand le TP augmente dans la composition du lait, l'acidité de celui-ci se réduit légèrement, ce qui est hors de normes rapportées par (Mathieu., 1997).

2^e volet : ETUDE DES PARAMETRES DE LA REPRODUCTION DES VACHES, LA DISTRIBUTION DES VELAGES SELON LES MOIS DE L'ANNEE ET L'EVOLUTION DU POIDS DES VEAUX

2. RESULTATS

Dans le but d'évaluer la fertilité et la fécondité dans l'élevage, nous avons procédé à la mesure des paramètres suivants :

2.1.1. Critères de mesure de fertilité

2.1.1.1. Taux de réussite en 1^{ère} saillie ou insémination

Tableau 19: Répartition de taux de réussite en première saillie ou insémination pour les années 2016 au 2018

Année	N	TR 1 ^{ère} S/IA
2016	166	40,36%
2017	106	29,24%
2018	68	36,76%
Moyenne	113	35,45%

2.1.1.2. Taux des vaches nécessitant 03 saillies ou insémination et plus

Dans cet élevage, au cours de l'année 2016 près de 39% des vaches ont été inséminées 3 fois et plus, puis ce pourcentage diminue pour atteindre un taux de 22,05% dans l'année 2018, alors que la moyenne a été de 31,20%.

Tableau 20: Répartition de taux des vaches nécessitant 03 saillies ou inséminations et plus pour les années 2016, 2017 et 2018

Année	N	Le taux de vaches à 03 S/IA et +
2016	166	38,55%
2017	106	33,02%
2018	68	22,05%
Moyenne	113	31,20%

2.1.1.3. *Indice coïtal (IA/IAF)*

Les résultats obtenus entre 2016 et 2018 sont illustrés dans le tableau 21 ci-dessous. L'indice coïtal enregistré dans l'année 2016 a été de 2,37 puis il a diminué pour atteindre 2,06 en 2018.

Tableau 21: Répartition de l'indice coïtal entre 2016 et 2018

Année	N	Indice Coïtal
2016	166	2,37
2017	98	2,32
2018	68	2,06
Moyenne	113	2,29

2.1.2. Critères de mesure de fécondité

2.1.2.1. *Age au premier vêlage*

Les résultats sont notés dans le tableau ci-dessous. L'âge au premier vêlage moyen, dans cette étude a été de 33,52 mois.

Tableau 22: Age au premier vêlage des vaches.

	N	Moyenne	Ecart type	Minimum	maximum
Age au premier vêlage (mois)	197	33,52	3,65	20,17	44,27

2.1.2.2. *Intervalle entre vêlages*

Le tableau ci-dessous rapporte les intervalles entre les vêlages de 5 mise-bas. On a enregistré que le 1^{er} intervalle vêlage-vêlage a été significativement ($p < 0,05$) plus élevé.

Tableau 23: Les intervalles entre vêlages pour toutes les vaches.

Intervalles	N	Moyenne (j)	Ecart type	Minimum	Maximum
IVV1	178	486,46*	142,63	291	1157
IVV2	136	435,4	112,03	251	959
IVV3	39	416,74	81,67	320	598
IVV4	4	357,50	31,8	329	392

*Marque la différence significative ($p < 0,05$) dans la même colonne.

Tableau 24: Répartition de l'intervalle vêlage-vêlage

Année	N	IV-V	Ecart type	Minimum	Maximum
2016	166	494,80	130,92	261	959
2017	106	446,48	115,84	305	822
2018	68	392,63	61,61	322	598
Moyenne	332	466,34	124,31	261	959

2.1.2.3. Intervalle vêlage – première saillie ou insémination

Tableau 25: Répartition de l'intervalle vêlage – 1ère saillie ou insémination

Année	N	IV-1ère S/IA	Ecart type	Minimum	Maximum
2016	166	131,10	78,78	14	433
2017	106	67,75	39,23	22	353
2018	68	66,28	26,80	30	177
Moyenne	332	110,11	73,48	14	433

2.1.2.4. Intervalles vêlage – saillie ou insémination fécondante

Tableau 26: Répartition de l'intervalle vêlage – saillie ou insémination fécondante

Année	N	IV- S/IA F	Ecart type	Minimum	Maximum
2016	166	217,35	131,21	27	675
2017	106	158,95	113,14	30	542
2018	68	138,88	85,01	38	355
Moyenne	332	183,31	122,12	27	675

2.1.3. Distribution des vêlages selon les mois et le numéro de gestation

Dans ce tableau 27, figure plus des données rétrospectives collectées à partir des registres de l'élevage et qui concerne la distribution des vêlages au cours de cinq ans de 2015 au 2019 selon le mois de mise-bas.

Tableau 27: Distribution des vêlages selon les mois et le numéro de gestation

Mois	1 ^{ere} MB	2 ^e MB	3 ^e MB	4 ^e MB	5 ^e MB	Total
Janvier	5	19	18	6	1	49
février	4	10	10	3	0	27
Mars	2	6	9	2	0	19
Avril	2	9	5	2	0	18
Mai	8	18	13	4	0	43
Juin	24	5	12	3	0	44
Juillet	21	13	10	1	0	45
Aout	31	24	10	1	0	66
Septembre	71	20	10	5	0	106
Octobre	16	14	8	6	1	45
Novembre	2	13	10	4	1	30
Décembre	0	27	21	2	1	51
Total	186	178	136	39	4	543

La distribution des mises-bas selon le mois est rapportée dans le tableau 27 et illustrée dans la figure 13 ci-dessous, les premiers vêlages sont plus concentrés dans les mois de septembre (71 MB) et d'aout (31 MB) car le lot des 131 génisses acquises le mois de juin 2016 étaient gestantes entre le sixième et le septième mois. Par contre, nous avons observé que les deuxièmes et troisièmes mises-bas sont bien disperser dans les mois de l'année, car c'était l'objectif de l'équipe de gestion d'élevage pour assurer un mois moyen de lactation stable et par conséquence une production laitière stable.

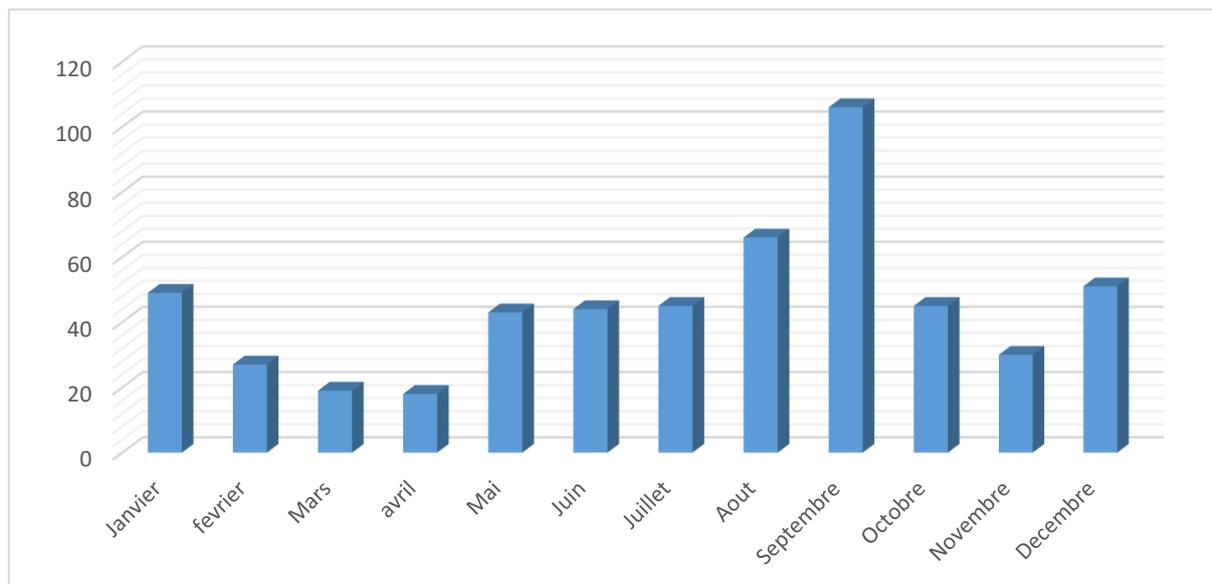


Figure 13: Distribution globale des naissances selon les mois de l'année.

Selon la figure ci-après et qui présente un histogramme de distribution des vêlages selon le numéro de mise bas, le nombre des vaches primipares a été de 180 vaches dont 98,88% ont réussi une deuxième mise-bas et 76,4% une troisième, alors que seulement 28,67% avaient arrivées jusqu'à une 4^{ème} mise-bas.

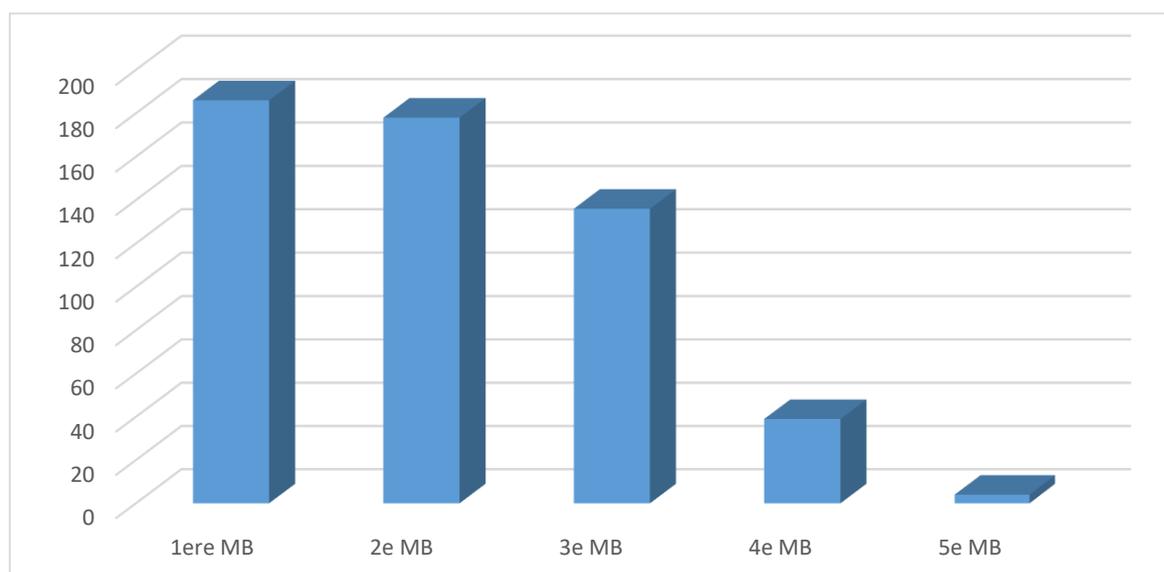


Figure 14: La distribution des vêlages selon le numéro de mise bas

2.1.4. Suivi de la croissance des veaux

Dans cette partie, nous avons suivi l'évolution du poids des veaux et l'influence de la saison et le sexe sur leurs croissances. Après cinq jours de séjour avec vos mères après la naissance, les veaux sont isolés et logés dans un lot jusqu'à l'âge de 03 mois, le régime alimentaire des veaux dans les différentes étapes de leurs vies est bien illustré dans le tableau 28.

Tableau 28: Régime alimentaire des veaux entre 0 et 6 mois d'âge.

REGIME ALIMENTAIRE		
Age/jours	Eau (L)	Poudre de lait (g)
1- 4j	Colostrum	
5-7j	1	130
2 ^{ème} semaine	1,25	162,5
3 ^{ème} à 7 ^{ème} semaine	1,5	195
8 ^{ème} semaine	01	130
9 ^{ème} semaine	0,6	100
10 semaines	Sevrage	
03 à 06 mois	Foin d'avoine et paille : à volonté Aliment (granulé) : à volonté	

Le tableau 29 et la figure 15 montrent l'évolution du poids des veaux selon leurs âges. Le GMQ dans les premiers six mois a été de l'ordre de 55g puis de 79g dans les six mois suivants.

Tableau 29: Evolution du poids des veaux selon l'âge

Age (Mois)	N	Moyenne (Kg)	Ecart type
0	91	49,73	6,12
1	67	58,81	8,16
2	42	72,00	11,70
3	47	95,09	22,19
4	29	119,07	26,04
5	20	131,60	22,23
6	19	169,16	31,82
7	7	182,00	33,83
8	8	221,38	46,02
9	3	222,67	19,63
10	7	246,43	33,62
11	2	273,50	37,48
12 et plus	19	411,53*	88,67
Total	361	108,20	91,20

Le poids moyen des veaux à la naissance a été de 49,73±6,12kg, les veaux commencent leurs croissances pour atteindre un poids de 169,16±31,82Kg au 6 mois puis un poids de 273,5±37,48Kg au onzième mois.

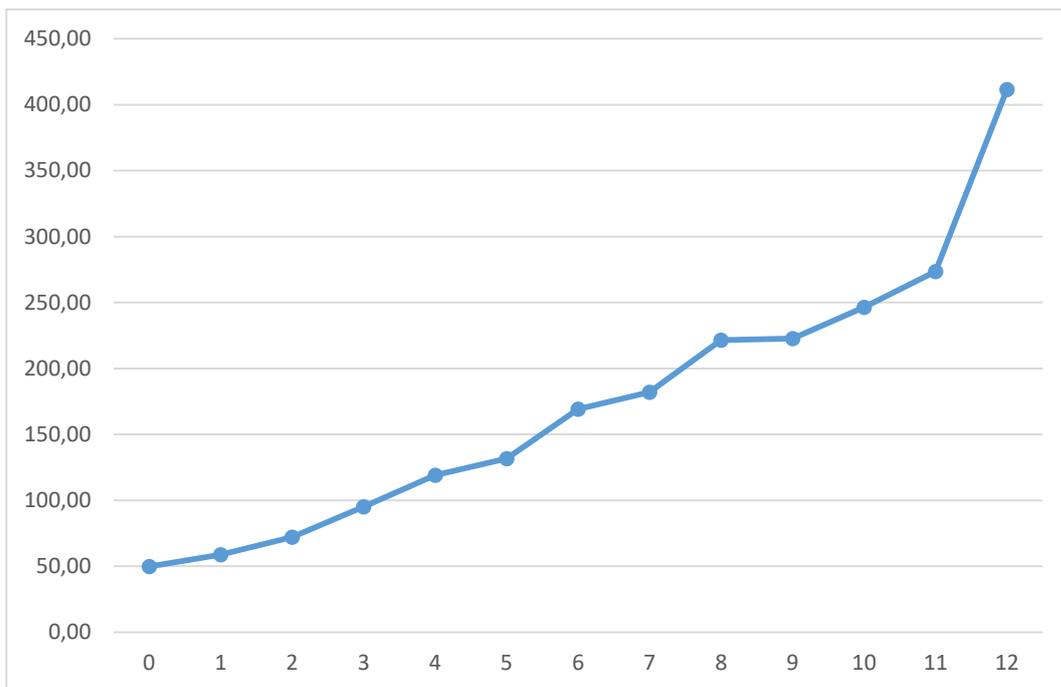


Figure 15: La courbe de croissance des veaux selon l'âge

2.1.4.1. *Effet de la saison de vêlage sur le poids à la naissance*

Nos résultats illustrés dans la figure 16 montrent que les meilleurs poids à la naissance des veaux et leurs gains moyens quotidiens ont été enregistrés dans les mois d'hiver et de printemps avec 52,5Kg et 51,10kg avec un GMQ de 0,53 et 0,58 kg respectivement.

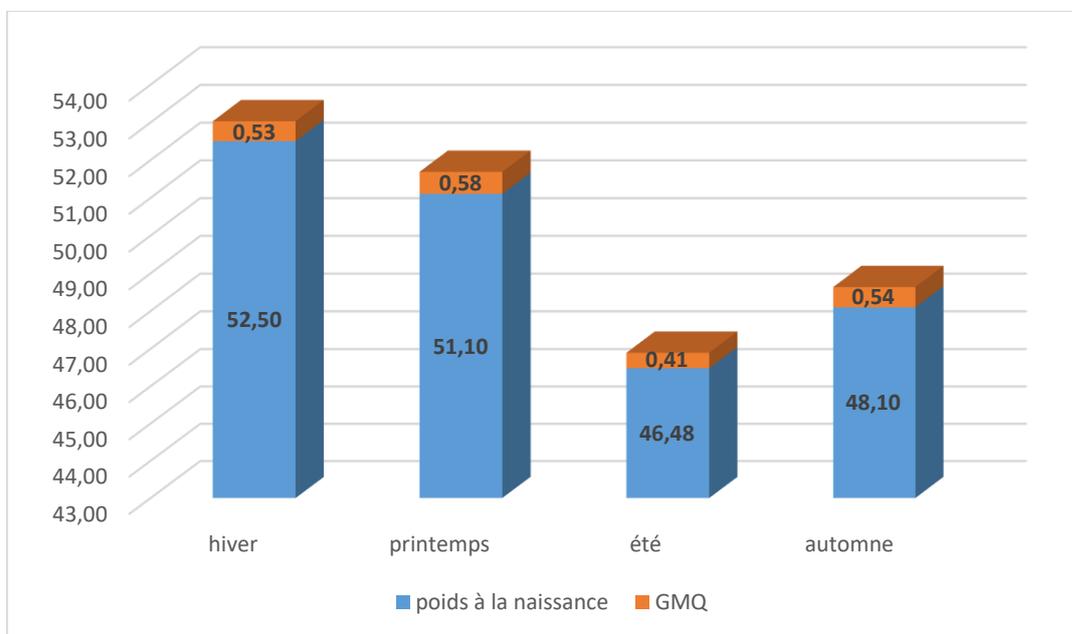


Figure 16: Influence de la saison de vêlage sur le poids à la naissance et sur le GMQ (0-6 mois)

2.1.4.2. Variation du poids des veaux et GMQ selon le sexe et la saison de vêlage

La variation du poids des veaux selon le sexe est présentée dans le tableau 30, qui montre une différence non significative entre les deux sexes, avec un poids moyen élevé chez les mâles avec $117,46 \pm 109,29\text{kg}$ contre $102,93 \pm 78,85\text{kg}$ chez les femelles.

Tableau 30: Variation du poids des veaux selon le sexe

Sexe	N	Moyenne (Kg)	Ecart type
Mâles	44	117,46	109,290
Femelles	61	102,93	78,845
Total	105	108,20	91,195

Par ailleurs, nous avons observé d’après la figure 17 que le poids à la naissance des mâles a été élevé à celui des femelles dans la saison printanière avec 51,29kg contre 51,05kg, mais en été et en automne, on a observé que les femelles avaient des poids plus élevés par rapport les mâles avec 47,89kg contre 45,69kg en été et 49kg contre 47,64kg en automne.

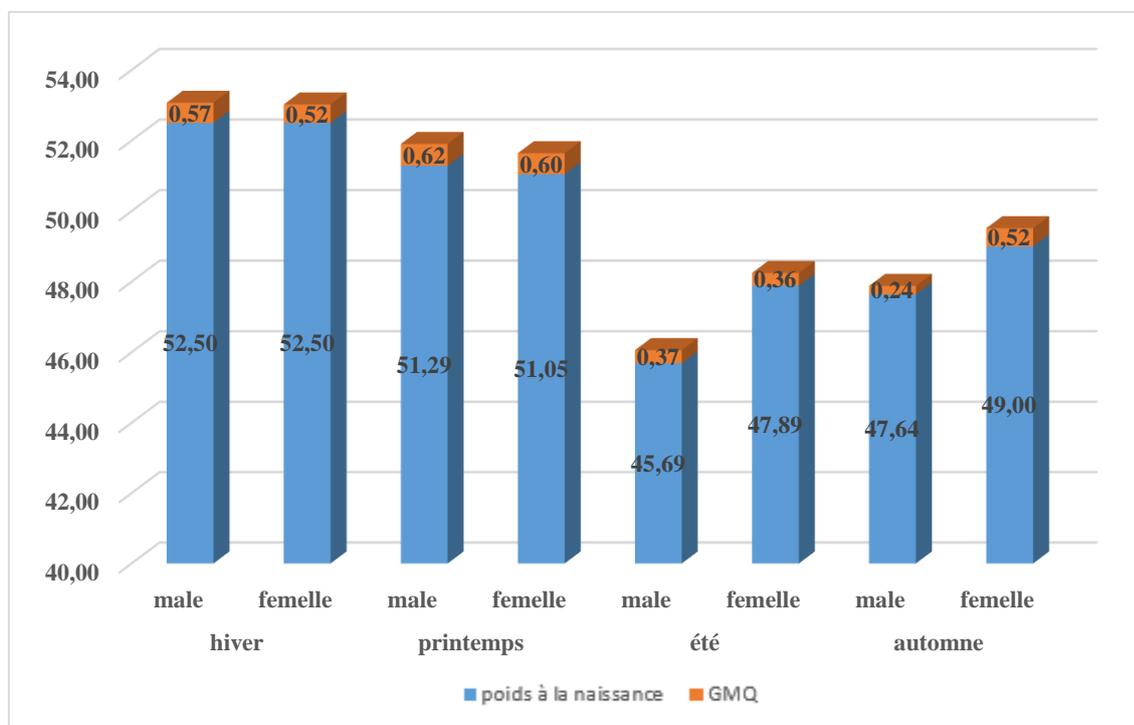


Figure 17: L’effet de sexe et la saison de vêlage sur le poids des veaux à la naissance.

2.2. DISCUSSION

Afin d'évaluer les performances de reproduction des vaches laitières de la race Montbéliard élevées dans la région d'Ain Defla, une analyse descriptive des paramètres de fertilité et fécondité de troupeau a été réalisée.

2.2.1. Paramètres de fertilité

2.2.1.1. *Taux de réussite en première saillie ou insémination*

D'après le tableau 19, on a constaté que le taux de réussite en première saillie ou insémination moyen des vaches, durant la période de l'étude, a été de 35,45% ce qui est en-dessous de la norme de 60% recommandée par (Cauty et Perreau., 2003) et ceux rapportés par (Grimard *et al.*, 2016), alors que (Allouche *et al.*, 2016) ont rapportés un TRIA1 de 76,5%.

Nos résultats se rapprochent de ceux de (Ben Salem *et al.*, 2007 ; Merdaci et Chemmam., 2016 ; Lucie *et al.*, 2015), cependant ils restent en-dessous des résultats rapportés par (Haddada., *et al.*, 2005) et (Ghozlane *et al.*, 2015).

Dans notre étude, le taux de réussite en première insémination a été meilleur en 2016 avec 40,36% car toutes les vaches étaient en première lactation et leur production laitière était faible. La légère amélioration de ce taux en 2018 peut être expliquée par l'intégration d'un vétérinaire inséminateur dans l'équipe de gestion de troupeau.

2.2.1.2. *Taux de vaches nécessitant 03 saillies ou inséminations et plus.*

Le taux des vaches nécessitant 03 saillies ou insémination et plus enregistré dans ce travail, a été de 31,20%, ce qui est similaire aux résultats rapportés par (Ben Salem *et al.*, 2007) mais toutes fois supérieur aux rapports de (Allouche *et al.*, 2016) et (Bouamra *et al.*, 2016) qui ne dépassent pas les 10%, et de (Ghozlane *et al.*, 2010). Par ailleurs, (Cauty et Perreau., 2003) avaient fixé un minimum de 15%. Il faut noter que ce taux reste acceptable dans le cas de nos élevages.

2.2.1.3. *Indice coïtal (IA/IAF)*

D'après les résultats obtenus dans les années de l'étude, l'indice coïtal enregistré dans l'année 2016 était plus élevé avec 2,37 puis il a diminué pour atteindre un taux 2,06 en 2018.

Nos résultats sont supérieurs par rapport à ceux obtenus par (**Bouamra et al., 2016**) et (**Allouche et al., 2016**) qui ont enregistré respectivement un indice coïtal de $1,41\pm 1,2$ et $1,28\pm 0,3$, mais se rapprochent des résultats de (**Ben Salem et al., 2007**) en Tunisie.

L'élévation de cet indice peut être tributaire des échecs de l'insémination et des facteurs qui entravent sa réussite comme la détection des chaleurs.

2.2.2. Paramètres de fécondité

2.2.2.1. Age au premier vêlage

L'âge moyen de la première mise-bas des 186 génisses suivies dans ce travail, a été de $33,52\pm 3,65$ mois. Ces résultats sont supérieurs à ceux rapportés par (**Haddada et al., 2005**) au Maroc où l'âge de la première mise-bas a été de 28,5 mois et inférieurs à ceux de (**Gbodjo et al., 2013**) en Côte d'Ivoire qui ont enregistré un âge moyen au 1^{er} vêlage de $37,0\pm 5,0$ mois alors que (**Etherington et al., 1991b**) a renseigné un âge plus de 27 mois.

L'âge idéal du premier vêlage est ordinairement accepté comme étant de 24 mois, renseigné par (**Gilbert et al., 2005**). Et selon (**Coleman et al., 1985**), les éleveurs laitiers bénéficient plus quand les vaches vêlant la première fois à 2 ans d'âge car les vaches âgées de plus de 27 mois au premier vêlage ont des faibles chances de conception que les vaches âgées de moins de 27 mois (**Maizona et al., 2004**), et selon (**Denis., 1978**), il propose comme objectif raisonnable pour toutes les races, un premier âge au premier vêlage à 30 mois.

2.2.2.2. Intervalle vêlage – vêlage

Dans cette étude, nous avons observé que l'intervalle vêlage-vêlage a diminué avec le temps, on a enregistré un intervalle de $392,63\pm 61$ jours en 2018 qui est proche de celui de (**Allouche et al., 2016**) à savoir 399 ± 41 jours ce qui est meilleur par rapport les intervalles enregistrés en 2016 et 2017 à savoir $494,80\pm 130$ jours et $446,48\pm 115$ jours respectivement. Ces résultats sont proches de ceux rapportés par (**Bouzebda et al., 2006 ; 2008**) et de (**Ben Salem et al., 2007**) en Tunisie, qui sont respectivement de 437 ; 461 et 476 jours.

Cependant, il reste supérieur au résultat de (**Madani et Far., 2002**) qui ont observé un intervalle de 375 jours. L'amélioration de l'intervalle vêlage-vêlage en 2018 est due d'une bonne suivie de troupeau en reproduction au cours de cette année par l'intégration de personnel qualifié.

2.2.2.3. *Intervalle vêlage – première saillie ou insémination*

Les intervalles moyens enregistrés dans la ferme entre 2017 et 2018 sont aux alentours de 67 jours ce qui est jugé idéale par rapport aux recommandations rapportés par (Cauty et Perrea., 2003) à savoir 40-60jours. Il est proche au résultat apporté par (Ghozlane *et al.*, 2015) dans la région de Ghardaïa qui est de 71,1j.

Au contraire, durant l'année 2016 nous avons enregistré un intervalle moyen de 131 jours. Ce résultat est bien inférieur aux objectifs et aux intervalles obtenus par (Merdaci et Chemmam., 2016) et (Grimard *et al.*, 2016) qui sont entre 74 et 76 jours chez les vaches Montbéliard, avoisine les résultats de (Bouamra *et al.*, 2016).

2.2.2.4. *Intervalle vêlage – saillie ou insémination fécondante*

En 2018, les vaches présentaient un délai de fécondation dépassant légèrement les normes avec $138,8 \pm 85$ jours, ce résultat reste proche des intervalles enregistrés dans les études de (Haddada *et al.*, 2005) au Maroc, de (Allouche *et al.*, 2016) en Algérie et de (Ben Salem *et al.*, 2007) en Tunisie .

Alors qu'en 2016, les vaches présentaient un IV-IAF le plus long avec $217,3 \pm 131$ qui est jugé très mauvais par rapport les normes, ce résultat reste très élevé celles trouvés par (Bouamra *et al.*, 2016) et (Kaouche-Adjlane *et al.*, 2016).

2.2.3. **Distribution des vêlages selon les mois et le numéro de gestation**

Dans cette étude, la concentration des vêlages, dans certains mois, a été tributaire du mois de l'acquisition des vaches. 38,2% des premiers vêlages ont été observés en septembre et 16,7% en aout qui sont les deux mois qui ont suivi l'arrivée du lot de 131 génisses gestantes en 6^{ème} et 7^{ème} mois au mois de juin 2016.

La distribution des deuxièmes et troisièmes vêlages de manière plus au moins égale entre les mois, a été suivant les objectifs de l'équipe de gestion de l'élevage pour assurer un mois moyen de lactation stable et par conséquence une production laitière stable durant l'année.

2.2.4. **Suivi de croissance des veaux**

Dans notre étude, le poids moyen des veaux qui sont en race Montbéliard à la naissance a été de $49,73 \pm 6,12$ kg, plus lourds que les veaux Holstein et Jersey avec $37,71 \pm 1,07$ kg et $22,51 \pm 1,27$ kg rapportés par (Olson *et al.*, 2009), et plus lourds que les veaux Montbéliard rapportés par (D'hour *et al.*, 1995) qui est de 41kg.

Le poids des veaux a continué d'augmenter pour atteindre un poids de $169,16 \pm 31,82$ Kg au 6^e mois puis un poids de $273,5 \pm 37,48$ Kg au onzième mois ce qui est inférieur aux résultats de (D'hour *et al.*, 1995) à savoir 331 kg et 430kg au 6^{ème} et 11^{ème} mois.

(Linden *et al.*, 2009) et (Tao *et al.*, 2012) ont rapportés que les températures élevées avaient des effets négatifs sur la croissance fœtale et le poids à la naissance des veaux issus à la fois des multipares et des primipares. Ces résultats ont été confirmés par (Ware *et al.*, 2015) qui ont démontré que le poids corporel des nouveau-nés était plus faible pendant la saison estivale, ceci est bien semblable avec les résultats quand on a trouvé.

Selon (Trocon et Petit., 1989), il est essentiel de mentionner qu'il existe une très forte corrélation entre les performances de croissance atteintes entre 0 et 6 mois d'âge et le gabarit de la vache adulte. Tout retard de croissance dans le tout jeune âge est difficile à combler par la suite (Robelin., 1986). Il convient de viser et de maintenir une croissance élevée au cours de cette période critique, afin d'assurer une bonne stature des animaux.

(Radcliff *et al.*, 2000) ont aussi signalée l'importance de la croissance des veaux en tout jeune âge et son influence sur les futures performances laitières puisque la tranche d'âge comprise entre 3 et 10 mois coïncide avec une période de croissance de la glande mammaire par rapport à la croissance globale du reste du corps.

2.2.4.1. Saison de vêlage et le poids à la naissance

Nos résultats ont montrés que la saison de mise-bas avait une influence importante sur le poids et la taille à la naissance des veaux, son gain moyen quotidien ainsi que son poids au sevrage ce qui est en accord avec les rapports de (Kamal *et al.*, 2014).

Une étude récente menée par (Soberon *et al.*, 2012) a confirmé la relation étroite entre l'apport en nutriments et le taux de croissance avant et après le sevrage avec les performances laitières. La taille et le poids corporel des génisses sont des traits complexes.

Plusieurs facteurs peuvent influencer ces derniers en période pré-sevrage notamment la saison de vêlage, l'alimentation, le sexe, la race ainsi que les facteurs qui sont liés aux parents.

2.2.4.2. Variation du poids des veaux et GMQ selon le sexe et la saison de vêlage

Dans ce travail, le poids à la naissance des mâles a été supérieur à celui des femelles, ceci est similaire aux résultats rapportés par (Ware *et al.*, 2015) où les veaux femelles avaient des

poids corporels à la naissance faibles que ceux des veaux mâles et continuaient à avoir des poids moins importants tout au long de la période pré-sevrage, il en résulte des veaux mâles plus lourds au moment du sevrage par rapport aux femelles (**Przysucha *et al.*, 2007 ; Ware *et al.*, 2015**).

Dans notre étude, on a noté que la saison, avait un effet sur le poids des veaux à la naissance en termes de sexe ; les poids entre les deux sexes sont égaux en hiver, poids des mâles supérieurs aux poids des femelles en printemps, et les poids des femelles étaient plus élevés que ceux des mâles en été et en automne, selon (**Olson *et al.*, 2009**) le poids à la naissance est en relation avec la durée de gestation et plus la durée de gestation est plus longue plus les veaux sont lourds.

**3^e Volet : ETUDE DE L'INFLUENCE DE LA RETENTION
PLACENTAIRE, LES METRITES, LES MAMMITES ET LA NOTE DE
L'ETAT CORPOREL SUR LES PARAMETRES DE FECONDITE ET DE
FERTILITE**

3.1. RESULTATS

3.1.1. Effet des métrites et les retentions placentaires sur les paramètres de reproduction

Le tableau ci-dessous illustre les résultats obtenus, après le calcul des paramètres de fertilité et de fécondité des vaches en *post-partum* souffrant des métrites ou des rétentions placentaires en comparaison avec des vaches saines.

Tableau 31: Les paramètres de fertilité et de fécondité des vaches avec des rétentions placentaires, des métrites et saines

Etat des vaches	N	V-1 ^{ère} IA (J)	V-IAF (J)	IV-V (J)	TR 1IA (%)	3 IA et + (%)	IC
Saines	59	62	91	371	47,45	13,55	1,75
Métrites	50	85,1	177,65	460	36	26	2,06
Rétentions Placentaires	39	80	185	466	28,20	25,64	2,1

Dans notre étude, les vaches souffrantes de métrites ont eu un intervalle IV-1^{ère} IA de 85,1 jours alors que l'intervalle IA-IAF le plus élevé a été enregistré chez les vaches atteintes de rétention placentaire avec 185 jours, ce qui par conséquent prolongé leurs IV-V respectif.

3.1.1. Effet des périodes d'apparition de mammite sur les paramètres de reproduction des vaches

Le tableau 32 illustre les résultats obtenus après les calculs des paramètres de la fertilité et de la fécondité des vaches en *post-partum* souffrantes de mammites dans la période entre le vêlage et l'insémination artificielle et entre l'insémination artificielle et le diagnostic de gestation en comparaison avec des vaches saines.

Tableau 32: Effet du temps de l'apparition de mammite sur les paramètres de fertilité et de fécondité des vaches.

Vaches	N	V-1 ^{ère} IA (J)	V-IAF (J)	IV-V (J)	TR 1IA (%)	3 IA et + (%)	IC
Saines	59	62	91	371	47,45	13,55	1,75
Avant IA	22	75	163,35	444,16	13,63	45,45	2,77
Après IA	8	71,5	218,37	499	12,5	50	2,87

Selon nos résultats, l'apparition des mammites au *post-partum* et avant la première insémination, a eu un effet néfaste sur les performances de reproduction. L'IV-1^{ère} IA et IV-IAF ont été clairement plus long chez les vaches présentant des mammites dans cette période à savoir 75 jours et 163,35 jours avec 13j et 72j de plus respectivement, par rapport aux vaches cliniquement saines à savoir 62 jours et 91 jours. De plus, chez les vaches présentant une mammite, le TR en 1^{ère} IA a été très faible avec 13,63 % en comparaison avec les vaches saines avec 47,45%.

3.1.2. Effet de la NEC en première insémination sur la fécondité et la fertilité des vaches

Le tableau 33 ci-dessous illustre les paramètres de reproduction des vaches aux différents états d'engraissement à la première insémination (N=65). L'intervalle vêlage-insémination fécondante le plus long de 153 jours a été enregistré chez les vaches dont la NEC à la première insémination était entre 1,5 et 2 et le meilleur taux de réussite en 1^{ère} insémination de 35% a été marqué chez les vaches avec une NEC entre 3,5 et 4.

Tableau 33: Effet de la NEC en première insémination sur la fécondité et la fertilité des vaches.

NEC	N	V-1 ^{ère} IA (J)	V-IAF (J)	IV-V (J)	TR 1IA (%)	3 IA et + (%)	IC
1,5-2	11	59,77	153	438	9,09	27,27	2,33
2,5-3	34	56,37	145	418	17,65	38,23	2,32
3,5-4	20	62,45	140	424	35	20	2

3.1.3. Effet de la NEC des vaches au vêlage sur la fécondité et la fertilité

Le tableau 34 ci-dessous illustre l'effet de la note d'état corporel des 47 vaches au vêlage sur les paramètres de reproduction. L'intervalle vêlage-insémination fécondante de 178 jours et l'intervalle V-1IA de 72 jours ont été les plus longs et sont enregistrés chez les vaches dont la NEC au vêlage a été de 4,5 et 5 et le meilleur taux de réussite à la 1^{ère} insémination de 28.57% a été marqué chez les vaches avec une NEC entre 2,5 et 3.

Tableau 34: Effet de la NEC des vaches au vêlage sur la fécondité et la fertilité

NEC	N	V-1 ^{ère} IA (J)	V-IAF (J)	IV-V (J)	TR 1 ^{ère} IA (%)	3IA et + (%)	IC
2,5-3	14	67,36	121	404	28,57	42,85	2,29
3,5-4	21	59,1	176	465	14,28	52,38	2,6
4,5-5	12	71,83	178	466	25	33,3	2,33

Dans ce travail, nous avons remarqué que les vaches avec une NEC entre 2,5 et 3 au vêlage avaient les meilleurs intervalles V-V et IV-IAF de 404j et 121j respectivement.

3.2. DISCUSSION

3.2.1. Effet des métrites et les retentions placentaires sur les paramètres de reproduction

3.2.1.1. Métrite

D'après nos résultats, chez les vaches affectées par les métrites, on a enregistré une diminution du taux de conception en première insémination jusqu'à 36% et une augmentation des jours ouverts jusqu'à 177,65 jours a été observée, ces résultats sont comparables avec ceux rapportés par (Chbat., 2012 ; Fourichon *et al.*, 2000).

Les métrites induisent une réduction du taux de réussite en l'IA (Gilbert *et al.*, 2005 ; Leblanc *et al.*, 2002), une reprise différée de la cyclicité ovarienne (Nakao *et al.*, 1992) et un allongement des intervalles V-1IA et V- IAF (Gilbert *et al.*, 2005 ; Maizon *et al.*, 2004). Dans une méta-analyse, (Fourichon *et al.*, 2000) ont estimé que les métrites induisaient un allongement moyen de V- 1IA de 7,2 jours et un allongement moyen de V-IAF de 18,6 ou 27,7 jours.

3.2.1.2. Rétention placentaire

Dans notre étude, le taux de réussite en 1^{ère} insémination a été de 47,45% et de 28,20% respectivement pour les vaches saines, et celles à rétentions placentaires. (Fourichon *et al.*, 2000) ont montré que l'intervalle vêlage-insémination était plus long chez les vaches non délivrant comparativement aux vaches saines, de même, le taux de réussite en 1^{ère} insémination était de 64,4% et 50,7% respectivement pour les vaches saines, et celles à rétentions placentaires.

La rétention placentaire peut altérer l'involution utérine, augmenter le risque d'infection utérine et entraîner une détérioration des performances de reproduction des vaches atteintes (Fourichon *et al.*, 2000), ce qui explique dans notre étude la prolongation de l'intervalle entre le vêlage et l'insémination fécondante chez les vaches atteintes de rétention placentaire après la mise-bas par rapport les vaches saines.

En fin, la rétention placentaire entraine une diminution de la réussite en première insémination (Carvalho *et al.*, 2019) et un allongement des intervalles V-1IA et V-IAF (Maizon *et al.*, 2004).

3.2.2. Effet des périodes d'apparition des mammites sur les paramètres de reproduction des vaches

Selon nos résultats, l'apparition des mammites en *post-partum* et avant la première insémination, a eu un effet néfaste sur les performances de reproduction. L'IV-1^{ère} IA et IV-IAF ont été clairement plus long chez les vaches présentant des mammites dans cette période avec 75 jours et 163,35 jours (avec 13j et 72j de plus respectivement) par rapport aux vaches cliniquement saines à savoir 62 jours et 91 jours. De plus, chez les vaches présentant une mammite, le TR en 1^{ère} IA a été très faible à savoir 13,63 % en comparaison avec les vaches saines avec 47,45%.

Les vaches qui ont subi une mammite après l'insémination et avant le diagnostic de gestation avaient des performances de fertilité et de fécondité les plus faibles avec un IV-IAF de 218,37jours et le taux de vaches nécessitant trois inséminations et plus pour une insémination fécondante de 50%.

(Hansen *et al.*, 2004 ; Santos *et al.*, 2004) ont également montré que les mammites pouvaient avoir un impact sur le TR en 1^{ère} IA ou sur l'intervalle V-IAF lorsqu'elle survenait dans les 3 à 8 semaines suivant la 1^{ère} IA (entre la 1^{ère} IA et le diagnostic de gestation).

Nos résultats concordent avec ceux obtenus par (Nava-Trujillo *et al.*, 2010 ; Yang *et al.*, 2012). Ces résultats peuvent être expliqués par la fièvre enregistrée suite à des infections par des bactéries (Wenz *et al.*, 2001). En effet, l'exposition des ovocytes et des embryons au stress thermique (la température corporelle élevée) compromet la fécondation et le développement embryonnaire.

Par ailleurs, la fièvre peut déprimer l'appétit et aggraver ou prolonger la perte d'état corporel *post-partum* en prolongeant la durée du déficit énergétique et en retardant ainsi la reprise des cycles ovariens (Santos *et al.*, 2004).

Un autre mécanisme possible par lequel les mammites peuvent affecter la fertilité des vaches laitières est la libération des toxines bactériennes, qui pourraient induire la sécrétion de médiateurs de l'inflammation telle que la prostaglandine PGf2 α , et en conséquence une lutéolyse prématurée ou la mort de l'embryon (Huszenicza *et al.*, 2005).

Néanmoins, des études récentes ont montré que les mammites pouvaient altérer la maturation folliculaire lorsqu'elles présentaient au cours du cycle ovarien (Huszenicza *et al.*, 2005), ou exercer un impact négatif marqué sur la réussite en 1^{ère} IA lorsqu'elles apparaissaient

après l'1^{ère} IA, durant les premières semaines du développement embryonnaire (**Hansen et al., 2004 ; Santos et al., 2004**).

3.2.3. Effet de la NEC en première insémination sur la fécondité et la fertilité des vaches

Dans ce travail, les vaches ayant une NEC de 1,5 à 2 en première insémination avaient le taux de conception, l'IV-IAF et l'IV-V, les plus mauvais car selon (**Chagas et al., 2007**) l'association négative entre la NEC faible, en début de lactation, et les paramètres de reproduction sont liés à l'activité ovarienne retardée due aux pulsions de LH peu fréquentes, à la faible réponse folliculaire aux gonadotrophines et à la réduction des capacités fonctionnelles du follicule.

Le faible TR en 1^{ère} IA de 9,09% a été enregistré chez les vaches avec un état corporel entre 1,5 et 2 avec un intervalle vêlage-insémination fécondante le plus long qui est 153 jours. Selon (**Enjalbert., 2002**) la quantité de progestérone sécrétée par le corps jaune est faible et limitée chez les vaches qui ont subis un déficit énergétique, au moins jusqu'au cinquième cycle *post-partum*.

Le bilan énergétique faible associé avec un NEC faible peut selon (**Wathes et al., 2007**) altérer la capacité de l'utérus à se rétablir après le vêlage et par conséquent augmenter le temps de la première ovulation et réduire les taux de conception et le développement embryonnaire précoce. De plus, selon (**Butler., 2003**) il modifierait le profil de l'hormone lutéinisante en même temps que le glucose, l'insuline et l'IGF-I, ce qui limite la production d'œstrogène par les follicules dominants et selon (**Shrestha et al., 2004 ; Taylor et al., 2003**) Beaucoup des vaches laitières ne manifestent des chaleurs que si elles sont dans un bilan énergétique positif.

Dans ce travail, nous avons constaté que les vaches en mauvais état d'embonpoint en première insémination nécessitaient 8 et 13 jours de plus pour devenir gestantes, comparativement aux vaches avec un état corporel moyen (2,5 au 3) et (3,5 au 4) respectivement, ceci est inférieur aux résultats de (**Lopez-Gatius et al., 2003**) qui rapportent 12,2 et 24,1 jours pour devenir gravide respectivement pour les catégories (2,5 au 3) et (3,5 au 4). Le nombre de jours entre le vêlage et la fécondation est un bon indicateur des effets de la condition physique sur les performances de reproduction chez les vaches laitiers (**Lopez-Gatius et al., 2003**).

Le TR en 1^{ère} IA dans la catégorie des vaches avec un état d'embonpoint faible (1,5 à 2) a été, dans notre étude, le plus faible, ceci est similaire au résultat rapportés par (**Van Der**

Merwe et Stewart ., 2005) qui expliquent que les taux de conception sont diminués si les vaches avaient été saillies à des scores inférieurs à 2 sur une échelle de 5. Les vaches avec des faibles NEC en première saillie ont des taux de conception significativement plus faibles (**Patton et al., 2007**).

3.2.4. Effet de NEC au vêlage sur les paramètres de fécondité et de fertilité

Dans cette étude, à une NEC entre 2,5 et 3 au vêlage, les IV-V et IV-IAF ont été les meilleurs avec 404j et 121j respectivement, le taux de réussite en première insémination le plus élevé à savoir 28,67% et un meilleur indice de fécondation égal à 2,29.

Nos résultats sont proches avec l'objectif préconisé par (**Ferre., 2003**) à savoir une note de 3 à 4 au tarissement qui doit être préservée jusqu'au vêlage, en empêchant les gains et les pertes excessives de poids (**Domecq et al., 1997**). .

Les vaches vêlant avec une note moyenne de 2,5 à 3,0 ont beaucoup moins de saillies par conception que les vaches avec des notes fortes ou faibles (**Garnsworthy et Topps., 1982**).

On a observé un intervalle V- IAF nettement plus court de 121 j chez les vaches avec une NEC entre 2,5 et 3 au moment du vêlage en comparaison avec les vaches ayant une NEC élevée (plus de 3,5) nos résultats confirment les rapports de (**Garnsworthy et Topps., 1982 ; Lopez-Gatius et al., 2003**).

Selon (**Renquist et al., 2006**), la relation du score de l'état corporel au moment de la reproduction avec le taux de gestation, l'intervalle vêlage-vêlage, suggère que le maintien d'un score adéquat immédiatement avant, pendant et après la saison de reproduction peut être plus crucial pour maintenir une performance de reproduction correcte. En plus, la plupart des troubles sanitaires du *peripartum* comme les rétentions placentaires, les métrites et les mammites affectent les performances de reproduction chez la vache laitière (**Fourichon et al., 2000**).

Selon (**Kenny et al., 2002**), parmi les causes les plus communes associées aux infertilité sont les métrites et les rétentions placentaire. L'infection utérine a l'effet le plus important et le plus constant sur les performances de reproduction (**Fourichon et al., 2000**)

Le moment d'apparition des mammites semble être un élément important à prendre en compte pour appréhender leurs conséquences sur la reproduction et comprendre leur mécanisme d'action. Selon (**Huszenicza et al., 2005**), les mammites peuvent retarder la reprise

de cyclicité *postpartum* et allonger l'intervalle V-1^{ère} IA, lorsqu'elle apparait avant la première ovulation, et altérer la maturation folliculaire et allonger le cycle ovarien lorsqu'elle surviennent au cours du cycle ovarien (**Huszenicza *et al.*, 2005 ; Moore *et al.*, 1991**). Les intervalles V-1^{ère} IA ou V-IAF sont prolongés et le taux de réussite de la première insémination diminué lorsqu'un premier cas de mammite survient avant la 1^{ère} IA (**Santos *et al.*, 2004 ; Schrick *et al.*, 2001**).

Conclusion

Conclusion

Les différents facteurs intervenant dans la réussite de tout élevage laitier et sa rentabilité sont très liés et entremêlés. Le suivi d'un troupeau de vaches laitières depuis leur importation comme génisses plaines et sur une durée de trois années consécutives nous a permis de faire les conclusions suivantes :

Concernant l'analyse de l'influence des facteurs de l'environnement où les vaches vivent sur la productivité de lait dans un élevage dans la wilaya de AIN DEFLA, a révélé une influence du stade de lactation et le rang de lactation des vaches sur la quantité de lait produite par vache.

D'autre part, l'analyse du système alimentaire des vaches en lactation et le changement de fourrage n'a pas montré une différence significative car les rations étaient toutes équilibrées et couvraient les besoins des vaches en entretien et en production.

Les paramètres de la production laitière, enregistrées dans la ferme, ont mis en évidence que le pic de lactation est atteint vers la huitième semaine.

Concernant le taux butyreux et taux protéique, les analyses ont montré une corrélation négative avec la production laitière.

Après l'analyse des différents paramètres de la reproduction des vaches, les meilleurs paramètres de fécondité et de fertilité ont été observés durant l'année 2018 tandis que les plus faibles étaient enregistrés en 2017 ce qui implique clairement l'impact de la gestion sur les paramètres de la reproduction dans l'élevage bovin laitier.

Le suivi de la croissance des veaux, dans cet élevage, a démontré l'effet de la saison de vêlage sur le poids à la naissance et le gain moyen quotidien des veaux de la sorte que les veaux nés en hiver avaient un meilleur poids dès la naissance.

L'étude de l'influence des pathologies du *post-partum* à savoir les métrites, les rétentions placentaires et les mammites dans les périodes entre le vêlage et l'insémination artificielle et entre l'insémination et le diagnostic de gestation, sur les performances de reproduction des vaches, a bien montré l'effet de ces maladies sur la perturbation des paramètres de reproduction.

Dans cette étude, les vaches qui ne représentaient aucune de ces pathologies avaient des performances en reproduction meilleures. Alors que les vaches qui avaient subi une mammite dans la période entre l'insémination et le diagnostic de gestation avaient une fertilité et une fécondité réduites.

Le suivi de l'état d'embonpoint au vêlage et en première insémination a démontré qu'une NEC entre 2,5 à 3 au vêlage permettait aux vaches d'avoir une meilleure fertilité et une meilleure fécondité.

Il ressort, également, de cette étude que le suivi de la variation de l'état corporel, des femelles bovines péri parturientes, est une importance capitale pour connaître les résultats de la reproduction.

De ce fait, pour un meilleur rendement des élevages bovins laitiers et en tenant compte de nos conclusions, nous recommandons ce qui suit :

- Amélioration de l'état d'hygiène des bâtiments d'élevage, ceci est nécessaire pour diminuer les infections bactériennes à l'origine des mammites.
- Prolonger les périodes d'évaluation de la NEC aux différents stades physiologiques des vaches afin de mieux gérer pour améliorer l'efficacité de la gestion alimentaire.
- Pour le système de renouvellement de cheptel, il est nécessaire de bien contrôler la croissance des veaux et leur état de santé afin d'assurer la production des génisses capables de démarrer une vie productive.

Références

bibliographiques

Références bibliographiques**A**

1. **Agabriel, C., Coulon, J. B., Journal, C., & De Rancourt, B. (2001).** Composition chimique du lait et systèmes de production dans les exploitations du Massif central. *Productions Animales*, 14(2), pp.119-128. <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2001.14.2.3733>
2. **Ahmadzadeh, A., Frago, F., Shafii, B., Dalton, J. C., Price, W. J., & McGuire, M. A. (2009).** Effect of clinical mastitis and other diseases on reproductive performance of Holstein cows. *Animal Reproduction Science*, 112(3-4), pp.273-282. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2008.04.024>
3. **Ajili, N., Rekik, B., Ben Gara, A., & Bouraoui, R. (2007).** Relationships among milk production, reproductive traits, and herd life for Tunisian Holstein-Friesian cows. *African Journal of Agricultural Research*, 2 (2), pp.047-051.
4. **Akrain, F., Nicot, M.C., Weill, P., & Enjalbert, F. (2006).** Effects of preconditioning and extrusion of linseed on the ruminal biohydrogenation of fatty acids. 2. In vitro and in situ studies, *Anim.Res.* (55), pp.261-271.
5. **Akrain, F., Nicot, M. C., Juaneda, P., & Enjalbert, F. (2007).** Conjugated linolenic acid (CLnA), conjugated linoleic acid (CLA) and other biohydrogenation intermediates in plasma and milk fat of cows fed raw or extruded linseed. *Animal*, 1(6), pp.835-843. <https://doi.org/10.1017/S175173110700002X>
6. **Alais, C., Linden, G., & Miclo, L. (2004).** Biochimie Alimentaire, 5ème Ed. Paris : Dunod, 520p (162-164).
7. **Allouche, L., Madani, T., Mechmeche, M., Sersoub, L., & Bouchemal A. (2016).** Performance de reproduction et de production des vaches de race Montbéliarde croisées avec un taureau de race Blanc Bleu Belge en Algérie. *Rencontres Recherches Ruminants*, 23, pp128-128.
8. **Amenu, B., & Deeth, H. C. (2007).** The impact of milk composition on cheddar cheese manufacture. *Australian Journal of Dairy Technology*, 62(3), p171.
9. **Amory, J. R., Barker, Z. E., Wright, J. L., Mason, S. A., Blowey, R. W., & Green, L. E. (2008).** Associations between sole ulcer, white line disease and digital dermatitis and the milk yield of 1824 dairy cows on 30 dairy cow farms in England and Wales from February 2003-November 2004. *Preventive Veterinary Medicine*, 83(3-4), pp.381-391. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2007.09.007>

10. **Araba, A. (2006).** L'alimentation de la vache laitière : pour une meilleure qualité du lait, comment augmenter les taux butyreux. *Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA*, N° 142, Institut Agronomique et Vétérinaire, Hassan II, Rabat. [L'alimentation de la vache laitière \(studylibfr.com\)](#)
11. **Aubadie-Ladrix M., (2005).** Non-délivrance et mérites chez la vache laitière. *Point Vét*, 259, pp 42-45.
12. **Auldist, M. J., Coats, S., Sutherland, B. J., Mayes, J. J., Mcdowell, G. H., & Rogers, G. L. (1996).** Effects of somatic cell count and stage of lactation on raw milk composition and the yield and quality of Cheddar cheese. *Journal of Dairy Research*, 63(2), pp.269-280. <https://doi.org/10.1017/s0022029900031769>

B

13. **Badinand, F., Bedouet, J., Cosson, J.p. Hanzen, Ch. (2000).** Lexique des termes de physiologie et pathologie et performances de reproduction chez les bovins. *Ann. Med.Vet.*, 144, 289-301 <http://hdl.handle.net/2268/12795>
14. **Badinand, F. (1983).** Relations fertilité – niveau de production – alimentation. In: Particularité nutritionnelles des vaches à haut potentiel de production. *Bull. Tech. C.R.Z.V.* Theix, I.N.R.A. (53), pp. 73-83.
15. **Bauman, D. E., Harvatine, K. J., & Lock, A. L. (2011).** Nutrigenomics, rumen-derived bioactive fatty acids, and the regulation of milk fat synthesis. *Annual Review of Nutrition*, 31(1), pp.299-319. <https://doi.org/10.1146/annurev.nutr.012809.104648>
16. **Bauman, D. E., & Griinari, J. M. (2003).** Nutritional regulation of milk fat synthesis. In *Annual Review of Nutrition*, (23), pp.203-227. <https://doi.org/10.1146/annurev.nutr.23.011702.073408>
17. **Ben Salem, M., Bouraoui, R & Chebbi, I. (2007).** Tendances et identification des facteurs de variation des paramètres de reproduction chez la vache laitière en Tunisie. *Rencontres Recherches Ruminants*, (14), pp.371.
18. **Bewley, J. M., PAS., & Schutz, M. M. (2008).** Review: An interdisciplinary review of body condition scoring for dairy cattle. *The Professional Animal Scientist*, 24, pp.507–529.
19. **Boichard, D. (2000).** Production et fertilité chez la vache laitière. Travail, *Commission Bovine*, INRA, Station de Génétique Quantitative et Appliquée, pp.33-34.
20. **Bonnefoy, J.M & Noordhuizen, J. (2011).** Maîtriser le stress thermique chez la vache laitière, *bulletin des GTV - n°60*, pp.77-86.

21. **Bony, J., Contamin, V., Gousseff, M., Metais, J., Tillard, E., Juanes, X., Decruyenaere, V., & Coulon, J. B. (2005).** Facteurs de variation de la composition du lait à la Réunion. *Productions Animales*, 18(4), pp.255-263. <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2005.18.4.3531>
22. **Bouamra, M. (2011).** Etude de l'influence de la production laitière sur les performances de reproduction des vaches laitières. *Mémoire de Magister*. ENSV (Alger), p.117.
23. **Bouamra, M., Ghozlane, F., & Ghozlane, M. K. (2016).** Facteurs influençant les performances de reproduction de vaches laitières en Algérie. *Livestock Research for Rural Development*, 28(4).
24. **Boudjenane, I. (2010).** La courbe de lactation des vaches laitières et ses utilisations, Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, *l'espace vétérinaire N°92*, pp.9-11.
25. **Bouraoui, R., Rekik, B., & Gara, A. B. (2009).** Performances de reproduction et de production laitière des vaches Brunes des Alpes et Montbéliardes en région subhumide de la Tunisie. *Livestock Research for Rural Development*, 21(12).
26. **Bouzebda, F., Guellati, M.A., & Grain, F. (2006).** Evaluation des paramètres de la gestion de la reproduction dans un élevage du Nord Est algérien. *Sciences et Technologie C– N°24*, pp.13-16.
27. **Bouzebda, Z., Bouzebda-Afri, F., Guelatti, M.A., & Meharzi, M.N. (2008).** Enquête sur la gestion de la reproduction dans des élevages Laitiers bovins de l'est algérien. *Sciences et Technologie C – N°27*, pp.29-36.
28. **Bouzida, S., Ghozlane, F., Allane, M., Yakhlef, H., Abdelguerfi, A. (2010).** Impact du chargement et de diversification fourragère sur la production des vaches laitières dans la région de Tizi-ouzou (Algérie). *Fourrages*, 204, pp. 269-275.
29. **Bruhn, J. C., & Franke, A. A. (1977).** Monthly Variations in Gross Composition of California Herd Milks. *Journal of Dairy Science*, 60(5). [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(77\)83921-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(77)83921-0)
30. **Brunner, J. R. (1981).** Cow Milk Proteins: Twenty-Five Years of Progress. *Journal of Dairy Science*, 64(6) pp.1038-1054. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(81\)82682-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(81)82682-3)
31. **Bryant, M. P., & Robinson, I. M. (1961).** Studies on the Nitrogen Requirements of Some Ruminant Cellulolytic Bacteria. *Applied Microbiology*, 9(2), pp.96-103. <https://doi.org/10.1128/aem.9.2.96-103.1961>
32. **Butler, W. R., & Smith, R. D. (1989).** Interrelationships Between Energy Balance and Postpartum Reproductive Function in Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science*, 72(3), pp. 767-783. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(89\)79169-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(89)79169-4)

33. **Butler, W. R. (2003).** Energy balance relationships with follicular development ovulation and fertility in postpartum dairy cows. *Livestock Production Science*, 83(2–3), pp.211-218. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(03\)00112-X](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(03)00112-X)
34. **Butler, W. R. (2005).** Relationships of Negative Energy Balance with Fertility. *Advances in Dairy Technology*, (17), pp.35-46.
35. **Bylund, G. (1995).** Dairy Processing Handbook. In *Tetra Pak Processing Systems* (Vol. G3) p346.
36. **Byrne, T. J., Santos, B. F. S., Amer, P. R., Martin-Collado, D., Pryce, J. E., & Axford, M. (2016).** New breeding objectives and selection indices for the Australian dairy industry. *Journal of Dairy Science*, 99(10), pp.8146-8167. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10747>

C

37. **Carvalho, M., Peñagaricano Peñagaricano, F., Santos, J., Devries, T., McBride, B. et Ribeiro, E. (2019).** Effets à long terme de la maladie clinique post-partum sur la production laitière, la reproduction et l'abattage des vaches laitières. *Journal of Dairy Science*, 102(12), pp.11701-11717.
38. **Cauty, & Perreau, J.M. 2003.** La conduite du troupeau laitier. Paris : *France Agricole*.
39. **Chagas, L. M., Bass, J. J., Blache, D., Burke, C. R., Kay, J. K., Lindsay, D. R., Lucy, M. C., Martin, G. B., Meier, S., Rhodes, F. M., Roche, J. R., Thatcher, W. W., & Webb, R. (2007).** Invited review: New perspectives on the roles of nutrition and metabolic priorities in the subfertility of high-producing dairy cows. In *Journal of Dairy Science* , 90(9), pp. 4022-4032. <https://doi.org/10.3168/jds.2006-852>
40. **Chaiyabutr, N., Faulkner, A., & Peaker, M. (1980).** The utilization of glucose for the synthesis of milk components in the fed and starved lactating goat in vivo. *Biochemical Journal*, 186(1), pp. 301-308. <https://doi.org/10.1042/bj1860301>
41. **Chassagne, M., Barnouin, J., & Faye, B. (1996).** Epidémiologie descriptive de la rétention placentaire en système intensif laitier en Bretagne. *Veterinary Research*, 27(4/5).
42. **Chbat, Ch., (2012).** Comparaison des pratiques et des résultats de reproduction des vaches laitières au Liban et en France, thèse. Docteur Vétérinaire, *vetagro sup campus vétérinaire de Lyon*, pp.108.
43. **Chenais, F., Brunshwig, P.H., & Meffe, N. (1994).** Maitrise des taux butyreux et protéique du lait. Effets des pratiques alimentaires et incidences économiques pour l'éleveur. *Rencontre Recherche Ruminants*, 1, pp. 91-96.

44. **Chen, B., Lewis, M. J., & Grandison, A. S. (2014).** Effect of seasonal variation on the composition and properties of raw milk destined for processing in the UK. *Food Chemistry*, 158, pp.216-223. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.02.118>
45. **Chilliard, Y., Glasser, F., Ferlay, A., Bernard, L., Rouel, J., Martin, B., Martin, C., Enjalbert, F., & Schmidely, P. (2010).** Que peut-on attendre des pratiques d'élevage pour améliorer la qualité nutritionnelle des matières grasses du lait bovin et caprin. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 45(6), pp.310-139. <https://doi.org/10.1016/j.cnd.2010.06.003>
46. **Clark, J. H., Klusmeyer, T. H., & Cameron, M. R. (1992).** Microbial Protein Synthesis and Flows of Nitrogen Fractions to the Duodenum of Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 75(8), pp.2304-2323. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(92\)77992-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(92)77992-2)
47. **Coleman, D. A., Thayne, W. V., & Dailey, R. A. (1985).** Factors Affecting Reproductive Performance of Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 68(7), pp.1793-1803. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(85\)81029-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(85)81029-8).
48. **Coulon, J. B. (1991).** Facteurs de variation du taux protéique du lait de vache en exploitation : réflexions à partir de résultats d'enquêtes. *INRAE Productions Animales*, 4(4), pp.303-309. <https://doi.org/10.20870/productions-animales.1991.4.4.4344>
49. **Coulon, J. B., & Remond, B. (1991).** Réponses de la production et de la composition du lait de vache aux variations d'apports nutritifs. *INRAE Productions Animales*, 4(1), pp.57-65. <https://doi.org/10.20870/productions-animales.1991.4.1.4317>
50. **Coulon, J. B., Pérochon, L., & Lescourret, F. (1995).** Modelling the effect of the stage of pregnancy on dairy cows' milk yield. *Animal Science*, 60(3), pp.401-408. <https://doi.org/10.1017/S1357729800013278>
51. **Courtet, L.F. (2010).** Qualité nutritionnelle du lait de vache et de ses acides gras. Voies d'amélioration par l'alimentation. *Thèse doctorat*, ENV Alfort, p.122.
52. **Craplet, C. (1973).** Traité d'élevage moderne : la vache laitière. *Vigot Frères*, paris, p.484.
53. **Cuvelier, C., Cabaraux, J. F., Dufrasne, I., Istasse, L., & Hornick, J. L. (2005).** Production, digestion et absorption des acides gras chez le ruminant. In *Annales de Médecine Veterinaire*, 149(1), pp49-59.

D

54. **Danfær, A., Tetens, V., & Agergaard, N. (1995).** Review and an experimental study on the physiological and quantitative aspects of gluconeogenesis in lactating ruminants. *Comparative Biochemistry and Physiology -- Part B: Biochemistry And*, 111(2), pp.201-210. [https://doi.org/10.1016/0305-0491\(94\)00242-M](https://doi.org/10.1016/0305-0491(94)00242-M)

55. **Deaville, E. R., Givens, D. I., & Blake, J. S. (2004).** Dietary supplements of whole linseed and vitamin E to increase levels of α -linolenic acid and vitamin E in bovine milk. *Animal Research*, 53(1), pp. 3-12. <https://doi.org/10.1051/animres:2003044>
56. **Delacroix, M. (2000).** Maladies des bovins, troisième édition. Paris : *Editions France Agricole*, pp312- 341 et 346-351.
57. **Denis, J.P., & Thiongane, A. I. (1978).** Influence d'une alimentation intensive sur les performances de reproduction des femelles zébu Gobra au C.R.Z. de Dahra (Sénégal). *Revue d'élevage et de Médecine Vétérinaire Des Pays Tropicaux*, 31(1), p85. <https://doi.org/10.19182/remvt.8182>
58. **DePeters, E. J., & Cant, J. P. (1992).** Nutritional Factors Influencing the Nitrogen Composition of Bovine Milk: A Review. *Journal of Dairy Science*, 75(8), pp.2043-2070. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(92\)77964-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(92)77964-8)
59. **Derivaux, J., Beckers, J.F & Ectors, F. (1984).** L'anoestrus du post-partum. *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift, Faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Gent*, 53(3), pp. 215-229. <http://hdl.handle.net/2268/2235>
60. **Dhiman, T. R., Satter, L. D., Pariza, M. W., Galli, M. P., Albright, K., & Tolosa, M. X. (2000).** Conjugated linoleic acid (CLA) content of milk from cows offered diets rich in linoleic and linolenic acid. *Journal of Dairy Science*, 83(5), pp.1016-1027. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(00\)74966-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(00)74966-6)
61. **D'hour, P., Petit, M., Pradel, P. & Garel, J. (1995).** Evolution du poids et de la production laitière au pâturage de vaches allaitantes salers et limousines dans deux milieux. *Rencontres Recherches Ruminants*, (2), pp.105-108.
62. **Disenhaus, C., Kerbrat, S & Philipot, J.M. (2002).** La production laitière des 3 premières semaines est négativement associée avec la normalité de la cyclicité chez la vache laitière. *Rencontres Recherches Ruminants*, (9), pp. 147-150.
63. **Domecq, J. J., Skidmore, A. L., Lloyd, J. W., & Kaneene, J. B. (1997).** Relationship between Body Condition Scores and Conception at First Artificial Insemination in a Large Dairy Herd of High Yielding Holstein Cows. *Journal of Dairy Science*, 80(1), pp.113-120. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)75918-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)75918-6)
64. **Dudouet, C. (2004).** la production des bovins allaitants, Ed. *France agricole*, paris, p380.

E

65. Edmonson, A. J., Lean, I. J., Weaver, L. D., Farver, T., & Webster, G. (1989). A Body Condition Scoring Chart for Holstein Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 72(1), pp.68-78. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(89\)79081-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(89)79081-0)
66. Eicher, R., Bouchard, E., & Bigras-Poulin, M. (1999). Factors affecting milk urea nitrogen and protein concentrations in Quebec dairy cows. *Preventive Veterinary Medicine*, 39(1), pp.53-63. [https://doi.org/10.1016/S0167-5877\(98\)00139-1](https://doi.org/10.1016/S0167-5877(98)00139-1) .
67. Enjalbert, F. (1998) Alimentation et reproduction chez les bovins. Journées nationales de GTV. Tours. France. *Bulletin des GTV*. (598), pp.21-25.
68. Enjalbert, F. (2002) : Relation entre alimentation et fertilité : Actualités. *Point Vét.* Vol 33. N°227. Juillet - Août 2002, pp. 46-50.
69. Enjalbert, F., Eynard, P., Nicot, M. C., Troegeler-Meynadier, A., Bayourthe, C., & Moncoulon, R. (2003). In vitro versus in situ ruminal biohydrogenation of unsaturated fatty acids from a raw or extruded mixture of ground canola seed/canola meal. *Journal of Dairy Science*, 86(1), pp.351-359. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73613-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73613-3)
70. Ennuyer, M & Laumonier, G. (2013). Vade-mecum de gestion de l'élevage bovin laitier. Paris : Éd. Med'com, pp 17-49 et 72.
71. Espinasse, R., Disenhaus, C., & Philipot, J. M. (1998). Délai de mise à la reproduction, niveau de production et fertilité chez la vache laitière. *Rencontres Recherches Ruminants*, 5(I), pp 79-82.
72. Etherington, W.G., Marsh, W.E., Fetrow, J., Weaver, L.D., Seguin, B.E., & Rawson, C.L. (1991b). Dairy herd reproductive health management: evaluating dairy herd reproductive performance - part I. *Compendium Continuing Education. Pract. Vet.*, 13 (9), pp.1491-1503.

F

73. Faverdin, P., M'Hamed, D., & Vérité, R. (2003). Effects of metabolizable protein on intake and milk production of dairy cows independent of effects on ruminal digestion. *Animal Science*, 76(1), pp.137-146. <https://doi.org/10.1017/s135772980005339x>
74. Ferre, D. (2003). Méthodologie du diagnostic à l'échelle du troupeau, application en élevage bovin laitier, *thèse de docteur vétérinaire*, Université Paul-Sabatier, Toulouse, p.164.
75. Foisseau, J., Selin, I., Vergonzanne, G., Leborgne, M., Tanguy, J. and Montméas, L., 2013. Reproduction Des Animaux D'élevage. Dijon: *Éducagri*, pp179.

76. **Fourichon, C., Seegers, H., Bareille, N., & Beaudeau, F. (1999).** Effects of disease on milk production in the dairy cow: A review. In *Preventive Veterinary Medicine*, 41(1), pp.1-35. [https://doi.org/10.1016/S0167-5877\(99\)00035-5](https://doi.org/10.1016/S0167-5877(99)00035-5).
77. **Fourichon, C., Seegers, H., & Malher, X. (2000).** Effect of disease on reproduction in the dairy cow: A meta-analysis. *Theriogenology*, 53(9), pp.1729-1759. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(00\)00311-3](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(00)00311-3).
78. **Fox, P. F., Uniacke-Lowe, T., McSweeney, P. L. H., & O'Mahony, J. A. (2015).** Dairy Chemistry and Biochemistry. In *Dairy Chemistry and Biochemistry*, p584. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-14892-2>.
79. **Fraser, J., McCartney, D., Najda, H., & Mir, Z. (2004).** Yield potential and forage quality of annual forage legumes in southern Alberta and northeast Saskatchewan. *Canadian Journal of Plant Science*, 84(1), pp 134-155. <https://doi.org/10.4141/P02-100>
80. **Freret, S., Ponsart, C., Rai, D. B., Jeanguyot, N., Paccard, P., & Humblot, P. (2006).** Facteurs de variation de la fertilité en première insémination et des taux de mortalités embryonnaires en élevages laitiers Prim'Holstein. *Rencontres Recherches Ruminants*, (13), pp 281-284.
81. **Freret, S., Gatién, J., Salvetti, P., Humblot, P., Paccard, P., & Ponsart, C. (2010).** Pratiques d'alimentation entre le vêlage et l'insémination, gestion du tarissement et production laitière en élevages Prim'Holstein : effets sur la fertilité. *Rencontres Recherches Ruminants*, (17), p 167. [3R - Modle Communication courte \(journees3r.fr\)](http://www.journees3r.fr)

G

82. **Gallo, L., Carnier, P., Cassandro, M., Mantovani, R., Bailoni, L., Contiero, B., & Bittante G. (1996).** Change in Body Condition Score of Holstein Cows as Affected by Parity and Mature Equivalent Milk Yield. *Journal of Dairy Science*, (79), pp.1004-1015.
83. **Garnsworthy, P. C. & Topps, J. H. (1982).** The effect of body condition of dairy cows at calving on their food intake and performance when given complete diets. *Animal Production*, (35), pp. 113-119.
84. **Gbodjo, Z.L., Sokouri, D.P., N'goran, K.E., & Soro, B. (2013).** Performances de reproduction et production laitière de bovins hybrides élevés dans des fermes du «Projet Laitier Sud» en Côte d'Ivoire. *Journal of Animal Plant Sciences*, (19), pp.2948-2960.
85. **Gelé, M., Minery, S., Astruc, J.M., Brunshwig, P., Ferrand-Calmels, M., Lagriffoul, G., Larroque, H., Legarto, J., Leray, O., Martin, P., Miranda, G., Palhière, I., Trossat, P., Brochard M., (2014).** Phénotypage et génotypage à grande échelle de la composition

fine des laits dans les filières bovine, ovine et caprine. Dossier, *INRA Prod. Anim.*, 27(4), pp.255-268.

86. **Ghozlane, M. K., Atia, A., Miles, D., & Khellef, D. (2010).** Insémination artificielle en Algérie: étude de quelques facteurs d'influence chez la vache laitière. *Livestock Research for Rural Development*, 22(2).
87. **Ghozlane, M. k. (2012).** Stratégies alimentaires : effets sur les performances de production et reproduction de la vache laitière (cas de la ferme de démonstration de l'ITELV Baba Ali). *Mémoire de Magister*, ENSV Alger. p 94.
88. **Ghozlane, M.k., Temim, S., & Ghozlane, F. (2015).** Performances zootechniques de la race Holstein en condition aride de Ghardaïa (Algérie). *Rencontres Recherches Ruminants*, (22), pp. 350-350.
89. **Ghozlane, M.K., (2018).** Stratégie alimentaire au péripartum dans les élevages bovins laitiers en Algérie : impact sur les performances zootechniques. *Thèse de Doctorat Vétérinaire*, ENSV, Algérie. p1.
90. **Gilbert, R.O., Shin, S.T., Guard, C.L., Erb, H.N., & Frajblat, M. (2005).** Prévalence de l'endométrite et de ses effets sur la performance reproductive des vaches laitières. *Theriogenology*, (64), pp.1879-88.
91. **Glasser, F., Ferlay, A., & Chilliard, Y. (2008).** Oilseed lipid supplements and fatty acid composition of cow milk: A meta-analysis. *Journal of Dairy Science*, 91(12), pp.4687-4703. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-0987>
92. **Gonthier, C., Mustafa, A. F., Ouellet, D. R., Chouinard, P. Y., Berthiaume, R., & Petit, H. V. (2005).** Feeding micronized and extruded flaxseed to dairy cows: Effects on blood parameters and milk fatty acid composition. *Journal of Dairy Science*, 88(2), pp.748-756. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72738-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72738-7)
93. **Gourreau, J.M & Bendali, F. (2008).** Maladies des bovins, *édition France agricole*, pp.232-508.
94. **Graves, E.R. (2003).** Qualité de vie pour la production et la reproduction des vaches laitières, *symposium sur les bovins laitiers*, CRAAQ, L'Université d'État de Pennsylvanie, Pennsylvanie, États-Unis.
95. **Grimard, B., Richard, C., Le Guienne, B., Humblot, P., & Ponter, A.A. (2005).** Relations entre bilan énergétique, production d'ovocytes et d'embryons in vitro en début de lactation et fertilité chez la vache laitière. *Rencontres Recherches Ruminants*, (12), p. 174.

96. Grimard, B., Chuiton, A., Coignard, M., De Boyer Des Roches, A., Mounier L., Veissier, I., & Bareille, N. (2016). Existe-t-il une relation entre bien-être et performances de reproduction chez la vache laitière ?, *Rencontres Recherches Ruminants*, 23, pp. 117-120.
97. Gunay, A., & Gunay, U. (2008). Effects of clinical mastitis on reproductive performance in Holstein cows. *Acta Veterinaria Brno*, 77(4), pp.555-560. <https://doi.org/10.2754/avb200877040555>
98. Gustafsson, A. H., & Palmquist, D. L. (1993). Diurnal Variation of Ruminal Ammonia, Serum Urea, and Milk Urea in Dairy Cows at High and Low Yields. *Journal of Dairy Science*, 76(2), pp.475-484. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(93\)77368-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(93)77368-3)

H

99. Haddada, B., Grimard, B., El Aloui Hachimi, A., Najdi J., Lakhdissi, H., Ponter, Aa., & Mialot, J.p. (2005). Performances de reproduction des vaches laitières natives et importées dans la région du Tadla (Maroc). *Rencontres Recherches Ruminants*, (12), pp.173.
100. Hanzen, C. H., Houtain, J. Y., Laurent, Y., & Ectors, F. (1996). Influence des facteurs individuels et de troupeau sur les performances de reproduction bovine. *Annales de Médecine Veterinaire*, 140(3), pp.195-210.
101. Hanzen, Ch. (2008). Physiologie de la glande mammaire et du trayon de la vache laitière. *Cours Faculté de Médecine Vétérinaire*, Service de Thériogénologie des animaux de production. Université de Liège, 49 p.
102. Hanzen, Ch. (2009). L'infertilité dans l'espèce bovine: un syndrome Année 2008-2009. *Cours, université de Liège-Belgique*. 29 p. [R16 Infertilite bovine 2009 \(ulg.ac.be\)](http://R16%20Infertilite%20bovine%202009%20(ulg.ac.be))
103. Hanzen, C., Theron L., & Rao, A S. (2013). Gestion de la reproduction dans les troupeaux bovins laitiers, *RASPA*, (11), pp. 91-105. <https://orbi.uliege.be/handle/2268/152344>
104. He, M., & Armentano, L. E. (2011). Effect of fatty acid profile in vegetable oils and antioxidant supplementation on dairy cattle performance and milk fat depression. *Journal of Dairy Science*, 94(5), pp.2481-2491. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3755>
105. Heck, J. M. L., van valenberg, H. J. F., Dijkstra, J., & van Hooijdonk, A. C. M. (2009). Seasonal variation in the Dutch bovine raw milk composition. *Journal of Dairy Science*, 92(10), pp.4745-4755. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2146>
106. Heuer, C., Schukken, Y. H., & Dobbelaar, P. (1999). Postpartum body condition score and results from the first test day milk as predictors of disease, fertility, yield, and culling in commercial dairy herds. *Journal of Dairy Science*, 82(2), pp.295-304. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(99\)75236-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75236-7)

107. **Heuzé, V., Tran, G., Boudon, A., Bastianelli, D., & Lebas, F. (2016).** Berseem (*Trifolium alexandrinum*). Feedipedia, a programme by *INRA, CIRAD, AFZ and FAO*. <https://www.feedipedia.org/node/248>
108. **Hulsen, J. (2006)** Signes de pied. Guide pratique pour des onglons en bonne santé. *Roodbont editions*, Zutphen (ND), 40p.
109. **Huszenicza, G., Jánosi, S., Kulcsár, M., Kóródi, P., Reiczigel, J., Kátai, L., Peters, A. R., & De Rensis, F. (2005).** Effects of clinical mastitis on ovarian function in post-partum dairy cows. *Reproduction in Domestic Animals*, 40(3), pp.199-204. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2005.00571.x>

J

110. **Jouzier, X. & Cohen-Maurel, E. (1995).** Manuel De Référence Pour La Qualité Du Lait. Paris: *FNPL*. p.206

K

111. **Kaci, S. (2009).** Effets des conditions d'élevage sur la production et la reproduction de la vache laitière en début de lactation, *mémoire Magister en Sciences Agronomiques*, Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie - Alger Algérie, pp.24 -26.
112. **Kamal, M. M., Van Eetvelde, M., Depreester, E., Hostens, M., Vandaele, L., & Opsomer, G. (2014).** Age at calving in heifers and level of milk production during gestation in cows are associated with the birth size of Holstein calves. *Journal of Dairy Science*, 97(9), pp.5448-5458. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-7898>.
113. **Kaouche-Adjlane, S., Habi, F., Benhacine, R., & Ait El Hadi, A. (2016).** Etude de quelques paramètres zootechniques de reproduction et de lactation chez des troupeaux de bovins laitiers de la région Est d'Algérie. *Livestock Research for Rural Development*, 28(4).
114. **Kelton, D.F., Petersson, C., Leslie, K.E., & Hensen, D. (2001).** Associations between clinical mastitis and conception on Ontario dairy farms, In : National Mastitis Council Annual Meeting Proceedings, pp 228-229
115. **Kenny, D. A., Humpherson, P. G., Leese, H. J., Morris, D. G., Tomos, A. D., Diskin, M. G., & Sreenan, J. M. (2002).** Effect of elevated systemic concentrations of ammonia and urea on the metabolite and ionic composition of oviductal fluid in cattle. *Biology of Reproduction*, 66(6), pp.1797-1804. <https://doi.org/10.1095/biolreprod66.6.1797>

116. Kohiruimaki, M., Hiromichi, O., Tomohito, H., Kayoko, K., Machiko, M., Takaaki, A., Daisaku, D., & Seiichi, K. (2006). Evaluation by Weight Change Rate of Dairy Herd Condition. *J. Vet. Med. Sci.* 68(9), pp.935-940.

L

117. Lapierre, H., Lobley, G. E., Ouellet, D. R., Doepel, L., & Pacheco, D. (2007). Amino acid requirements for lactating dairy cows: reconciling predictive models and biology. *Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers Dpt. Anim. Science*, Cornell University, Ithaca New York, pp 39-59.
118. LeBlanc, S. J., Duffield, T. F., Leslie, K. E., Bateman, K. G., Keefe, G. P., Walton, J. S., & Johnson, W. H. (2002). Defining and diagnosing postpartum clinical endometritis and its impact on reproductive performance in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 85(9), pp.2223-2236. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74302-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74302-6)
119. Leblanc, S. (2010). Assessing the association of the level of milk production with reproductive performance in dairy cattle. In *Journal of Reproduction and Development*. 56(Issue SUPPL), pp.1-7. <https://doi.org/10.1262/jrd.1056S01>.
120. Legarto, J., Gelé, M., Ferlay, A., Hurtaud, C., Lagriffoul, G., Palhière, I., Peyraud, J. L., Rouillé, B., & Brunshwig, P. (2014). Effets des conduites d'élevage sur la production de lait, les taux butyreux et protéique et la composition en acides gras du lait de vache... *INRAE Productions Animales*, 27(4), pp.269-282. <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2014.27.4.3073>
121. Linden, T. C., Bicalho, R. C., & Nydam, D. V. (2009). Calf birth weight and its association with calf and cow survivability, disease incidence, reproductive performance, and milk production. *Journal of Dairy Science*, 92(6), pp.2580-2588. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1603>
122. Linzell, J. L. (1972). Mechanism of Secretion of the Aqueous Phase of Milk. *Journal of Dairy Science*, 55(9), pp. 1316-1322. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(72\)85670-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(72)85670-4)
123. Lopez, H., Satter, L. D., & Wiltbank, M. C. (2004). Relationship between level of milk production and estrous behavior of lactating dairy cows. *Animal Reproduction Science*, 81(3-4), pp.209-223. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2003.10.009>
124. López-Gatius, F., García-Ispuerto, I., Santolaria, P., Yániz, J., Nogareda, C., & López-Béjar, M. (2006). Screening for high fertility in high-producing dairy cows. *Theriogenology*, 65(8), pp.1678-1689. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2005.09.027>

125. **Lucie, M., Roger, A., Rouille, B., Delaby, L., & Clarys, L. (2015).** Performances de reproduction de deux systèmes laitiers conduits en deux périodes de vêlages groupés espacés de 6 mois. *Rencontres Recherches Ruminants*, 22, p 217.
126. **Lucy, M. C. (2001).** Reproductive Loss in High-Producing Dairy Cattle: Where Will It End? *Journal of Dairy Science*, 84(6), pp.1277-1293. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(01\)70158-0](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(01)70158-0)
127. **Lundy, F. P., Block, E., Bridges, W. C., Bertrand, J. A., & Jenkins, T. C. (2004).** Ruminant biohydrogenation in Holstein cows fed soybean fatty acids as amides or calcium salts. *Journal of Dairy Science*, 87(4), pp.1038-1046. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73249-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73249-X)

M

128. **Madani, T., & Far, Z. (2002).** Performances de races bovines laitières améliorées en région semi-aride algérienne. *Rencontres Recherches Ruminants*, 9, p 121.
129. **Madani, T., Mouffok, C.E & Yakhlef, H. (2007).** Effet de la saison de vêlage et de la parité sur la variabilité de la forme de la courbe de lactation chez la vache laitière en conditions semi-aride. *Rencontres Recherches Ruminants*, 14, pp. 427.
130. **Maizon, D. O., Oltenacu, P. A., Gröhn, Y. T., Strawderman, R. L., & Emanuelson, U. (2004).** Effects of diseases on reproductive performance in Swedish Red and White dairy cattle. *Preventive Veterinary Medicine*, 66(1-4), pp.113-126. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2004.09.002>
131. **Mathieu, J. (1997).** Initiation à la physiocochimie du lait (guides technologiques des IAA). *Ed Techniques Et Documentation*, Paris, pp.181-192.
132. **Mcdougall, S. (2006).** Reproduction performance and management of dairy cattle. *Journal of Reproduction and Development*, 52(1), pp.185-194. <https://doi.org/10.1262/jrd.17091>
133. **Merdaci, L., & Chemmam, M. (2016).** Evolution comparée des performances de vaches laitières Prim'Holsteins et Montbéliardes au Nord-Est algérien. *Livestock Research for Rural Development*, 28(2).
134. **Meissonnier, É., & Mayer, É. (1994).** Le tarissement modulé : impacts sur la conduite du troupeau et la santé des vaches laitières. *Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France*, 2, p.163. <https://doi.org/10.4267/2042/64035>
135. **Meyer, C., & Denis, J. P. (1999).** Elevage de la vache laitière en zone tropicale. *Editions Quae*, p314.

136. Meyer C ., 2002 .Etat corporel et production chez les bovins (fiches techniques), cirad/Gret/Ministère des Affaires Etrangères, *Mémento de l'agronome (cdrom n°1)*, p 5.
137. Meziane, R., Niar, A., Smadi, M., Meziane, T & Maamache, B. (2012). Etude comparative de différents protocoles thérapeutiques des métrites cliniques bovines dans la région de Batna (Est algérien), *Rencontres Recherches Ruminants*, 19, pp 352-352.
138. M'hamdi, N., Aloulou, R., Brar, S. K., Bouallegue, M., & Hamouda, B. (2010). Phenotypic and genetic parameters of reproductive traits in Tunisian Holstein cows. *Biotechnology in Animal Husbandry Biotehnologija u Stocarstvu*, 26, pp.5-6. <https://doi.org/10.2298/bah1006297m>
139. Mosley, S. A., Mosley, E. E., Hatch, B., Szasz, J. I., Corato, A., Zacharias, N., Howes, D., & McGulre, M. A. (2007). Effect of varying levels of fatty acids from palm oil on feed intake and milk production in holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 90(2), pp.987-993. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(07\)71583-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(07)71583-7)
140. Mostert, B. E., Theron, H. E., & Kanfer, F. H. J. (2003). Derivation of standard lactation curves for South African dairy cows. *South African Journal of Animal Sciences*, 33(2). <https://doi.org/10.4314/sajas.v33i2.3758>
141. Mustafa, A. F., Chouinard, P. Y., & Christensen, D. A. (2003). Effects of feeding micronised flaxseed on yield and composition of milk from Holstein cows. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83(9), pp.920-926. <https://doi.org/10.1002/jsfa.1430>

N

142. National Research Council. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. *Natl. Acad. Sci.*, Washington, DC.
143. Nakao, T., Moriyoshi, M., & Kawata, K. (1992). The effect of postpartum ovarian dysfunction and endometritis on subsequent reproductive performance in high and medium producing dairy cows. *Theriogenology*, 37(2), pp 341-349. [https://doi.org/10.1016/0093-691X\(92\)90192-T](https://doi.org/10.1016/0093-691X(92)90192-T)
144. Nava-Trujillo, H., Soto-Belloso, E., & Hoet, A. E. (2010). Effects of clinical mastitis from calving to first service on reproductive performance in dual-purpose cows. *Animal Reproduction Science*, 121(1–2), pp.12-16. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2010.05.014>
145. Nilforooshan, M. A., & Edriss, M. A. (2004). Effect of age at first calving on some productive and longevity traits in Iranian Holsteins of the Isfahan province. *Journal of Dairy Science*, 87(7), pp.2130-2135. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)70032-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)70032-6)

O

146. **Olson, K. M., Cassell, B. G., McAllister, A. J., & Washburn, S. P. (2009).** Dystocia, stillbirth, gestation length, and birth weight in Holstein, Jersey, and reciprocal crosses from a planned experiment. *Journal of Dairy Science*, 92(12), pp.6167-6175. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2260>
147. **Opsomer, G., Coryn, M., Deluyker, H., & De Kruif, A. (1998).** An Analysis of Ovarian Dysfunction in High Yielding Dairy Cows after Calving Based on Progesterone Profiles. *Reproduction in Domestic Animals*, 33(3-4), pp.193-204. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.1998.tb01342.x>
148. **Organisation Des Nations Unies Pour L'alimentation et L'agriculture (FAO), 1998.** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine, Collection FAO: Alimentation et nutrition, 1998, n° 28, ISBN 92-5-20534-6.
149. **Otz, P. (2006).** Le suivi d'élevage en troupeau bovin laitier : approche pratique, *thèse de docteur vétérinaire*, ENV de Lyon, p112.

P

150. **Palmquist, D. L., & Jenkins, T. C. (1980).** Fat in Lactation Rations: Review. In *Journal of Dairy Science*, 63(1), pp.1-14. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(80\)82881-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(80)82881-5)
151. **Palmquist, D. L., Denise Beaulieu, A., & Barbano, D. M. (1993).** Feed and Animal Factors Influencing Milk Fat Composition. *Journal of Dairy Science*, 76(6), pp.1753-1771. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(93\)77508-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(93)77508-6)
152. **Patton, J., Kenny, D. A., McNamara, S., Mee, J. F., O'Mara, F. P., Diskin, M. G., & Murphy, J. J. (2007).** Relationships among milk production, energy balance, plasma analytes, and reproduction in holstein-friesian cows. *Journal of Dairy Science*, 90(2), pp 649-658. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(07\)71547-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(07)71547-3)
153. **Petit, H. V. (2002).** Digestion, milk production, milk composition, and blood composition of dairy cows fed whole flaxseed. *Journal of Dairy Science*, 85(6), pp.1482-1490. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74217-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74217-3)
154. **Petit, H. V., Germiquet, C., & Lebel, D. (2004).** Effect of feeding whole, unprocessed sunflower seeds and flaxseed on milk production, milk composition, and prostaglandin secretion in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 87(11), pp.3889-3898. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73528-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73528-6)

155. **Piantoni, P., Lock, A. L., & Allen, M. S. (2013).** Palmitic acid increased yields of milk and milk fat and nutrient digestibility across production level of lactating cows. *Journal of Dairy Science*, 96(11), pp.7143-7154. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6680>
156. **Pisulewski, P. M., Rulquin, H., Peyraud, J. L., & Verite, R. (1996).** Lactational and Systemic Responses of Dairy Cows to postprandial Infusions of Increasing Amounts of Methionine. *Journal of Dairy Science*, 79(10), pp.1781-1791). [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(96\)76546-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(96)76546-3)
157. **Poncet, J. (2002).** Etude des facteurs de risque de l'infertilité dans les élevages bovins laitiers de l'île de la réunion : Influence de l'alimentation sur la reproduction. *Thèse docteur vétérinaire*. ENV Toulouse, p.146.
158. **Przysucha, T., Grodzki, H., & Slósarz, J. (2007).** The impact of the body weight of the cow, the order and season of calving and the sex and weight of the calf at birth on the results of the rearing of the salers track. *Medycyna Weterynaryjna*, 63(3), pp357-359.
159. **Pursley, J. R., Wiltbank, M. C., Stevenson, J. S., Ottobre, J. S., Garverick, H. A., & Anderson, L. L. (1997).** Pregnancy Rates Per Artificial Insemination for Cows and Heifers Inseminated at a Synchronized Ovulation or Synchronized Estrus. *Journal of Dairy Science*, 80(2), pp295-300. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)75937-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)75937-X)
160. **Pursley, R., & Mrtins, J. P. (2011).** Enhancing Fertility of Lactating Dairy Cows, *Michigan Dairy Review*, 16(2), pp. 1-24. <https://www.canr.msu.edu/uploads/234/76583/fertility.pdf>

R

161. **Radcliff, R. P., Vandehaar, M. J., Chapin, L. T., Pilbeam, T. E., Beede, D. K., Stanisiewski, E. P., & Tucker, H. A. (2000).** Effects of diet and injection of bovine somatotropin on prepubertal growth and first-lactation milk yields of Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 83(1), pp23-29. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(00\)74850-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(00)74850-8)
162. **Raggio, G., Lemosquet, S., Lobley, G. E., Rulquin, H., & Lapierre, H. (2006).** Effect of casein and propionate supply on mammary protein metabolism in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 89(11), pp. 4340-4351. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72481-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72481-X)
163. **Renquist, B. J., Oltjen, J. W., Sainz, R. D., & Calvert, C. C. (2006).** Relationship between body condition score and production of multiparous beef cows. *Livestock Science*, 104(1–2), pp147-155. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2006.04.004>

164. **Robelin, J. (1986).** Bases physiologiques de la production de viande : croissance et développement des bovins. In Production de viande bovine (ed. D Micol). *INRA publications*, Paris, France, pp. 35–60.
165. **Rodriguez, L.A., Stallings, C.C., Herbein, J.H., & McGilliard M. L. (1997).** Effect of degradability of dietary protein and fat on ruminal, blood, and milk components of jersey and Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 80(2), pp. 353-363.
166. **Ruegg, P.L. (1991).** Body condition scoring in dairy cows: Relationships with production, reproduction, nutrition and health. *The Compendium North America Edition*, 13 (8), pp.1309-1313.
167. **Rulquin, H., Pisulewski, P. M., Vérité, R., & Guinard, J. (1993).** Milk production and composition as a function of postruminal lysine and methionine supply: a nutrient-response approach. *Livestock Production Science*, 37(1–2), pp.69-90. [https://doi.org/10.1016/0301-6226\(93\)90065-P](https://doi.org/10.1016/0301-6226(93)90065-P)
168. **Rulquin, H. (1992).** Intérêts et limites d'un apport de methionine et de lysine dans l'alimentation des vaches laitières. *INRAE Productions Animales*, 5(1), pp 29-36. <https://doi.org/10.20870/productions-animales.1992.5.1.4219>

S

169. **Sangsritavong, S., Combs, D. K., Sartori, R., Armentano, L. E., & Wiltbank, M. C. (2002).** High feed intake increases liver blood flow and metabolism of progesterone and estradiol-17 β in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 85(11), pp.2831-2842. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74370-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74370-1)
170. **Sannes, R. A., Messman, M. A., & Vagnoni, D. B. (2002).** Form of rumen-degradable carbohydrate and nitrogen on microbial protein synthesis and protein efficiency of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 85(4), pp.900-908. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74148-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74148-9)
171. **Santos, J. E., Cerri, R. L., Ballou, M. A., Higginbotham, G. E., & Kirk, J. H. (2004).** Effect of timing of first clinical mastitis occurrence on lactational and reproductive performance of Holstein dairy cows. *Animal Reproduction Science*, 80(1–2), pp.31-45. [https://doi.org/10.1016/S0378-4320\(03\)00133-7](https://doi.org/10.1016/S0378-4320(03)00133-7)
172. **Sauvant, D. & Bas, P. (2001).** La digestion des lipides chez le ruminant. *INRAE Productions Animales*, 14(5), pp.303-310. [10.20870/productions-animales.2001.14.5.3754](https://doi.org/10.20870/productions-animales.2001.14.5.3754)
173. **Sauvant, D. (2005).** Principes généraux de l'alimentation animale. *Polycopié*, INA PARIS-GRIGNON, 147 p. https://www.dphu.org/uploads/attachements/books/books_2457_0.pdf

174. **Scholz, H. (1990a)**. Evaluation of the nutrient supply using indicators within the animal (cattle). *Übersichten zur Tierernährung*, 18(2), pp.137-164.
175. **Shrestha, H. K., Nakao, T., Higaki, T., Suzuki, T., & Akita, M. (2004)**. Resumption of postpartum ovarian cyclicity in high-producing Holstein cows. *Theriogenology*, 61(4). [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(03\)00233-4](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(03)00233-4)
176. **Schrick, F. N., Hockett, M. E., Saxton, A. M., Lewis, M. J., Dowlen, H. H., & Oliver, S. P. (2001)**. Influence of subclinical mastitis during early lactation on reproductive parameters. *Journal of Dairy Science*, 84(6), pp1407-1412. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)70172-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)70172-5)
177. **Schwab, C. G. (1996)**. Rumen-protected amino acids for dairy cattle: Progress towards determining lysine and methionine requirements. *Animal Feed Science and Technology*, 59(1-3 SPEC. ISS.), pp.87-101. [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(95\)00890-x](https://doi.org/10.1016/0377-8401(95)00890-x)
178. **Sheehy, M.R., Fahey, A.G., Aungier, S.P.M., Carter, F., Crowe, M.A., & Mulligan, F.J. (2017)**. « A comparison of serum metabolic and production profiles of dairy cows that maintained or lost body condition 15 days before calving », *Journal of Dairy Science*, 100(1), pp. 536-547.
179. **Sheldon, M., & Dobson, H. (2004)**. Santé utérine post-partum chez les bovins. *Anim. Reprod. Sci.* 82-83, pp. 295–306.
180. **Schröder U. J. & Staufenbiel R. (2006)**. Invited review : Methods to Determine Body Fat Reserves in the Dairy Cow with Special Regard to Ultrasonographic Measurement of Backfat Thickness. *J. Dairy Sci.* 89, pp.1-14.
181. **Soberon, F., Raffrenato, E., Everett, R. W., & Van Amburgh, M. E. (2012)**. Prewaning milk replacer intake and effects on long-term productivity of dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 95(2), pp.783-793. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4391>
182. **Socha, M. T., Putnam, D. E., Garthwaite, B. D., Whitehouse, N. L., Kierstead, N. A., Schwab, C. G., Ducharme, G. A., & Robert, J. C. (2005)**. Improving intestinal amino acid supply of pre- and postpartum dairy cows with rumen-protected methionine and lysine. *Journal of Dairy Science*, 88(3), pp. 1113-1126. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72778-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72778-8)
183. **Soest Van, P.J. (1987a)**. Lipids, In: nutritional ecology of the ruminant. *Comstock Publishing Associates*, Ithaca, London, pp.260-275.
184. **Soita, H. W., Meier, J. A., Fehr, M., Yu, P., Christensen, D. A., McKinon, J. J., & Mustafa, A. F. (2003)**. Effects of flaxseed supplementation on milk production, milk fatty

acid composition and nutrient utilization by lactating dairy cows. *Archives of Animal Nutrition*, 57(2), pp.107-116. <https://doi.org/10.1080/0003942031000107334>

185. **Soltner, D. (2001)**. Zootechnie général Tome I .la reproduction des animaux d'élevage. *édition Sciences et Technique Agricole*, p244.
186. **Sraïri, M. T., & Mousili N. (2014)**. Effets de la conduite zootechnique sur les performances de deux élevages bovins laitiers en zone semi-aride au Maroc. *Nature & Technologie. B-Sciences Agronomiques et Biologiques*, (10), pp50-55.
187. **Sterk, A., Johansson, B. E. O., Taweel, H. Z. H., Murphy, M., van Vuuren, A. M., Hendriks, W. H., & Dijkstra, J. (2011)**. Effects of forage type, forage to concentrate ratio, and crushed linseed supplementation on milk fatty acid profile in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 94(12), pp.6078-6091. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4617>

T

188. **Tao, S., Monteiro, A. P. A., Thompson, I. M., Hayen, M. J., & Dahl, G. E. (2012)**. Effect of late-gestation maternal heat stress on growth and immune function of dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 95(12), pp.7128-7136. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5697>
189. **Taylor, V. J., Cheng, Z., Pushpakumara, P. G. A., Beever, D. E., & Wathes, D. C. (2004)**. Relationships between the plasma concentrations of insulin-like growth factor-I in dairy cows and their fertility and milk yield. *Veterinary Record*, 155(19), pp.583-588. <https://doi.org/10.1136/vr.155.19.583>
190. **Troccon, J. L., & Petit, M. (1989)**. Croissance des génisses de renouvellement et performances ultérieures. *INRAE Productions Animales*, 2(1) pp.55-64. <https://doi.org/10.20870/productions-animales.1989.2.1.4400>
191. **Tulloh, N. M. (1966)**. Physical studies of the alimentary tract of grazing cattle. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 9(4), pp.999-1008. <https://doi.org/10.1080/00288233.1966.10429360>
192. **Taylor, V. J., Beever, D. E., Bryant, M. J., & Wathes, D. C. (2003)**. Metabolic profiles and progesterone cycles in first lactation dairy cows. *Theriogenology*, 59(7). [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(02\)01225-6](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(02)01225-6)

V

193. **Vallet, A. (2000)**. Maladies nutritionnelles et métaboliques. In : Maladies des bovins. *Ed.France. Agric*, pp 254-257 et 540.

194. **Van der Merwe, B.J. & Stewart, P.G. (2005).** Condition scoring of dairy cows. *dairying in kwazulu-natal*, Cedara Agricultural Development Institute [cover_dairying in kwazulu-natal.pdf](http://www.kzndard.gov.za/cover_dairying_in_kwazulu-natal.pdf) ([kzndard.gov.za](http://www.kzndard.gov.za))
195. **Vasconcelos, J. L. M., Sangsritavong, S., Tsai, S. J., & Wiltbank, M. C. (2003).** Acute reduction in serum progesterone concentrations after feed intake in dairy cows. *Theriogenology*, 60(5), pp.795-807. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(03\)00102-X](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(03)00102-X)
196. **Verite, R., & J. L. Peyraud., 1989.** Protein: the PDI system. In: Ruminant Nutrition: recommended allowances and feed tables (R. Jarrige ed) John Libbey. INRA. Paris. France, pp.33-48.

W

197. **Wallemacq, H., Girard, B., Lekeux, P., & Bureau, F. (2010).** La vaccination contre les mammites à *Staphylococcus aureus* chez la vache laitière. *Annales de Medecine Veterinaire*, 154(1), pp16-29.
198. **Ware, J. V., Franklin, S. T., Jackson, J., McAllister, A. J., & Cassell, B. G. (2015).** Genetic and environmental effects on early growth and performance in purebred Holstein, Jersey, and reciprocal crossbred calves. *Journal of Dairy Science*, 98(2), pp.1255-1260. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8056>
199. **Warnick, L. D., Janssen, D., Guard, C. L., & Gröhn, Y. T. (2001).** The effect of lameness on milk production in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 84(9), pp.1988-1997. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)74642-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)74642-5)
200. **Wathes, D. C., Fenwick, M., Cheng, Z., Bourne, N., Llewellyn, S., Morris, D. G., Kenny, D., Murphy, J., & Fitzpatrick, R. (2007).** Influence of negative energy balance on cyclicity and fertility in the high producing dairy cow. *Theriogenology*, 68(SUPPL. 1), pp.S232-S241. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2007.04.006>
201. **Weill, P., Schmitt, B., Chesneau, G., Daniel, N., Safraou, F., & Legrand, P. (2002).** Effects of introducing linseed in livestock diet on blood fatty acid composition of consumers of animal products. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 46(5), pp.182-191. <https://doi.org/10.1159/000065405>
202. **Wenz, J. R., Barrington, G. M., Garry, F. B., McSweeney, K. D., Dinsmore, R. P., Goodell, G., & Callan, R. J. (2001).** Bacteremia associated with naturally occurring acute coliform mastitis in dairy cows. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 219(7), pp.976-981. <https://doi.org/10.2460/javma.2001.219.976>

203. **West, J. W. (2003).** Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 86(6). [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73803-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73803-X)
204. **Whay, H. R., Waterman, A. E., & Webster, A. J. F. (1997).** Associations between locomotion, claw lesions and nociceptive threshold in dairy heifers during the peri-partum period. In *Veterinary Journal*, 154(2), pp. 155–161. [https://doi.org/10.1016/S1090-0233\(97\)80053-6](https://doi.org/10.1016/S1090-0233(97)80053-6)
205. **Wheeler, B. (1996).** Guide d'alimentation des vaches laitières. Fiche technique. *Ontario Milk Producer. Guide d'alimentation des vaches laitières (gov.on.ca)*.
206. **Wiltbank, M., Lopez, H., Sartori, R., Sangsritavong, S., & Gümen, A. (2006).** Changes in reproductive physiology of lactating dairy cows due to elevated steroid metabolism. *Theriogenology*, 65(1), pp.17-29. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2005.10.003> .
207. **Wolter, R. (1997).** Alimentation de la vache laitière. *Éditions France Agricole*. 3ème édition. 255-257p.

Y

208. **Yang Li Yang., Xiao Shan Li., Bing Zhuang Yang., Yu Zhang., Xiu Fang Zhang., Guang Sheng Qin & Xian Wei Liang. 2012.** *Afr. J. Biotechnol.*10, pp2574-2580.
209. **Yennek, N. (2012).** Effet des facteurs d'élevage sur la production et la qualité du lait de vache en régions montagneuses, *Mémoire de Magister*, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 70p.

ANNEXES STATISTIQUES

ANOVA saison

Production					
	Somme des carrés	ddl	Carré moyen	F	Sig.
Intergroupes	4181,424	3	1393,808	133,065	0,000
Intragroupes	3812,764	364	10,475		
Total	7994,187	367			

Comparaisons multiples :

Variable dépendante:

LSD saison

(I) saison		Différence moyenne (I-J)	Erreur standard	Sig.	Intervalle de confiance à 95 %	
					Borne inférieure	Borne supérieure
1	2	-4,50458*	0,45833	0,000	-5,4059	-3,6033
	3	-0,33376	0,52331	0,524	-1,3629	0,6953
	4	4,72137*	0,53615	0,000	3,6670	5,7757
2	1	4,50458*	0,45833	0,000	3,6033	5,4059
	3	4,17083*	0,45637	0,000	3,2734	5,0683
	4	9,22596*	0,47104	0,000	8,2997	10,1523
3	1	0,33376	0,52331	0,524	-0,6953	1,3629
	2	-4,17083*	0,45637	0,000	-5,0683	-3,2734
	4	5,05513*	0,53448	0,000	4,0041	6,1062
4	1	-4,72137*	0,53615	0,000	-5,7757	-3,6670
	2	-9,22596*	0,47104	0,000	-10,1523	-8,2997
	3	-5,05513*	0,53448	0,000	-6,1062	-4,0041

*. La différence moyenne est significative au niveau 0.05.

ANOVA

		Somme des carrés	ddl	Carré moyen	F	Sig.
T	Intergroupes	85,703	11	7,791	13,425	0,000
	Intragroupes	100,978	174	0,580		
	Total	186,681	185			
Ph	Intergroupes	0,315	11	0,029	5,977	0,000
	Intragroupes	0,839	175	0,005		
	Total	1,154	186			
acidité	Intergroupes	1,151	11	0,105	1,448	0,156
	Intragroupes	12,646	175	0,072		
	Total	13,797	186			
congelation	Intergroupes	0,003	11	0,000	2,790	0,002

	Intragroupes	0,017	167	0,000		
	Total	0,020	178			
TP	Intergroupes	1,260	11	0,115	15,485	0,000
	Intragroupes	1,295	175	0,007		
	Total	2,555	186			
Est	Intergroupes	13,642	11	1,240	15,746	0,000
	Intragroupes	13,784	175	0,079		
	Total	27,426	186			
TB	Intergroupes	5,688	11	0,517	11,886	0,000
	Intragroupes	7,613	175	0,044		
	Total	13,300	186			

ANOVA sexe

poids

	Somme des carrés	ddl	Carré moyen	F	Sig.
Intergroupes	17614,832	1	17614,832	2,125	0,146
Intragroupes	2976351,406	359	8290,672		
Total	2993966,238	360			

ANOVA age

poids

	Somme des carrés	ddl	Carré moyen	F	Sig.
Intergroupes	2831590,925	17	166564,172	351,849	0,000
Intragroupes	162375,313	343	473,397		
Total	2993966,238	360			

Test t

Valeur de test = 0

	t	ddl	Sig. (bilatéral)	Différence moyenne	Intervalle de confiance de la différence à 95 %	
					Inférieur	Supérieur
IVV1	44,534	177	,000	484,39888	462,9337	505,8641
IVV2	41,024	137	,000	429,08696	408,4042	449,7697
IVV3	31,866	38	,000	416,74359	390,2684	443,2188
IVV4	22,487	3	,000	357,50000	306,9051	408,0949