



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
scientifique
Université Mohamed Chérif Messaadia – Souk Ahras
Institut des Sciences Agronomiques et Vétérinaires
Département des Sciences Vétérinaires



Thèse

Présentée pour l'obtention du diplôme de
Doctorat Es Sciences en Sciences Vétérinaires
Spécialité : **Zootchnie**
Option : **Biotechnologies et productions animales**

Titre

**Infertilité, infécondité et performances laitières chez les
bovins laitiers et élevés dans la région de Sétif**

Présentée par

CHACHA Faïçal

Devant le jury suivant

1	MAAZI MED CHERIF	Pr.	Univ. Souk Ahras	Président
2	MEKROUD ABD SLEM	Pr.	ISV. Constantine	Examineur
3	BOUAZIZ OMAR	Pr.	ISV. Constantine	Examineur
4	AISSI ADEL	Pr.	ISV. Batna	Examineur
5	BOUZEBDA Zoubir	Pr.	ISAV. Souk Ahras	Directeur
6	AFRI-BOUZEBDA Farida	Pr.	ISAV. Souk Ahras	Co-encadreur

Remerciements

Je remercie très sincèrement **BOUZEBDA Zoubir**

Professeur à l'université de Souk Ahras

De m'avoir guidé, encadré et formé pendant ces années de recherche.

Sa disponibilité et gentillesse m'ont donné l'envie et la confiance nécessaire pour continuer dans la recherche. Je le remercie aussi pour l'autonomie qu'il m'a laissée et pour m'avoir fait confiance.

À ma codirectrice de thèse madame **BOUZEBDA-AFRI Farida**

Professeure à l'université de Souk Ahras.

Pour son encouragement, ses conseils bienveillants et sa rigueur scientifique.

Qu'elle trouve ici l'expression de ma sincère reconnaissance et de ma profonde considération

À notre président de jury monsieur le professeur **MAAZI Med Cherif**

Professeur à l'université Souk Ahras

Qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury

Hommages respectueux

À notre jury de thèse

Monsieur **MEKROUD Abdesslam**

Professeur à l'université de Constantine

Qui nous a fait l'honneur de faire partie de notre jury de thèse.

Sincères remerciements

Monsieur **BOUAZIZ Omar**

Professeur à l'université de Constantine.

Qui nous a fait l'honneur d'accepter d'apprécier notre travail de thèse,

sincères remerciements

Monsieur **AISSI Adel**

Professeur à l'université de Batna

De nous faire honorer de sa présence et d'être parmi les membres et d'apprécier de par sa compétence ce travail.

Sincères remerciements

Mes remerciements s'adressent à tous les membres du laboratoire de

recherche «**biotechnologies et production animale**». Université de » Souk Ahras, ainsi que

mes collègues du centre de recherche en biotechnologie(Constantine), pour leurs soutiens, et aides.

Je remercie également l'ensemble des personnels des laboratoires d'Analyse biochimique de l'unité hospitalière d'Ain El Kebira.

La réalisation de cette thèse n'aurait pas été possible sans la collaboration des éleveurs de la région d'étude « Wilaya de Sétif », qu'ils trouvent ici toute ma gratitude.

Dédicaces

Je dédie ce travail à :

Ma très chère et douce mère qui m'a toujours apporté son amour

Mon cher père, qui m'a toujours soutenu

Ma femme Saïda

Mes chers enfants Mayar, Houdhaïfa et Maïssara

Ma sœur

Mes frères

Résumé

L'objectif de cette thèse est d'évaluer les performances de reproduction de 319 vaches laitières sélectionnées suite à une enquête rétrospective menée dans vingt exploitations laitières dont deux fermes-pilotes et ce à travers la première partie. La deuxième partie, est orientée vers l'analyse de l'état corporel et du profil biochimique des concentrations plasmatiques de substrats majeurs (urée, albumine, cholestérol total, glucose) et de minéraux (calcium, phosphore, magnésium) en relation avec les performances de reproduction. Cette dernière a été conduite en deux axes: la première, fut consacrée aux prélèvements sanguins collectés sur 135 vaches de race Montbéliarde (75 primipares et 60 multipares) à différents stades physiologiques (début de lactation, milieu de lactation et tarissement). Le second axe est consacré à l'étude de la période de transition (pré et postpartum) de 74 vaches montbéliardes et 25 vaches de race Fleckvieh. Par ailleurs, une évaluation de l'état corporel selon la grille d'Edmonson en prépartum et postpartum et des prélèvements sanguins au 1^{er}, 2^e et 3^e mois postpartum ont été réalisés. Les résultats obtenus, montrent que la conduite de la reproduction est le plus souvent mal maîtrisée, se traduisant par des performances en dessous des objectifs normalement admis dans les élevages rationnellement conduits. En effet, la majorité des paramètres relatifs à la reproduction est en dehors des normes généralement retenues, l'intervalle vêlage-vêlage (IV-V) affiche une moyenne de 400 jours dont plus de 50% des vaches au-delà de 400j, l'intervalle vêlage à la première saillie (IV-S1) et à la saillie fécondante (IV-SF) montrent des moyennes respectivement de 100 et 125 jours, avec plus de 50% des vaches exprimant un IV-S1 et IV-SF supérieur à 80j et à 110j respectivement. Le stade physiologique et la saison sont les facteurs les plus importants de variation de performances reproductives et des profils biochimiques. De plus, les résultats ont montré également une interaction significative entre les statuts nutritionnels avec certains paramètres de reproduction pendant la période post-partum. La réduction des taux sériques du glucose, le cholestérol total et l'urée et l'augmentation des taux de calcium et d'albumine sont significativement associés aux vaches ayant un long intervalle vêlage-première saillie et vêlage-saillie fécondante. D'autre part, une réduction des concentrations sanguines de magnésium et de phosphore et une augmentation du taux de calcium ont été enregistrées chez les vaches nécessitant +3 inséminations. De plus, il a été observé une influence négative, du glucose et du cholestérol total sur les paramètres reproductifs des vaches ayant mis bas en saison froide (hiver) ; cette influence est également observée pour l'urée chez les vaches ayant mis bas en saison de printemps, de même pour le calcium et le magnésium chez les vaches ayant mis bas en saison chaude (été). Ces résultats suggèrent que la nutrition durant le postpartum chez les vaches laitières estimées par l'état d'embonpoint et le profil métabolique, offrent une indication claire pour le suivi de la reproduction, et aide à expliquer en partie certains facteurs de faibles performances de reproduction tels que le taux de conception à la première insémination, l'indice coïtal et l'intervalle vêlage-saillie fécondante.

Mots clés : Fécondité, note d'état corporel, postpartum, profil biochimique, saison, vaches laitières.

Abstract

The aim of this thesis is to evaluate the reproductive performance of 319 dairy cows through a retrospective survey of more than 18 small holder farms and 2 big farms. For analysis of body condition and biochemical profile of the plasma concentrations of major substrates (urea, albumin, total cholesterol, glucose) and minerals (calcium, phosphorus, magnesium) in relation to reproductive performance. Was conducted on two axes: first, blood sampled of 135 Montbeliard cows (75 primiparous and 60 multiparous) and in different physiological stages (early lactation, middle and dry). Secondly, studies the monitoring of transition period (prepartum and postpartum) of 74 Montbeliard cows and 25 Fleckvieh. In which, blood sampled and body condition assessment according to Edmonson's notation; a month before calving and 3 times at one month interval in postpartum period was achieved. The results of this work, it appears that the conduct of reproduction is often poorly controlled, resulting in performance below objectives. Indeed, the majority of the parameters relating to the reproduction is outside the accepted norms, the calving interval (CI) displays an average 400 days of which more than 50% of the cows further than 400d, the interval calving to the first service (C1stSI) and to the conception (CCI) at means of 100 and 125 days, with more than 50% of cows expressing C1stSI and CCI greater than 80d and 110d respectively. The physiological stage and the season were the most important factors of variation of reproductive parameters and biochemical profile. Among other things, the results also showed a significant interaction between nutritional status with certain reproductive parameters during the postpartum period. Reduction in glucose, total cholesterol, and urea levels and increased calcium and albumin scores were significantly associated with cows having an elongated interval between calving to first service and to the conception. On the other hand, a reduction in blood levels of magnesium and phosphorus and an increase in calcium levels were recorded in cows requiring +3 inseminations. In addition, there was a negative influence of: glucose and total cholesterol on the reproductive parameters of cows fed in the cold season (winter), urea nitrogen in cows given birth in the spring season, and calcium and magnesium in cows calved in hot season (summer). These results suggest that postpartum nutrition in dairy cows estimated by body condition score and metabolic profiling provide a clear indication for monitoring reproduction. It helps to explain in part some factors of poor reproductive performance such as the conception rate at first insemination, the coital index and the calving conception interval.

Keywords: body condition score, dairy cows, fertility, biochemical profiling, postpartum, season.

الملخص

تتكون هذه الاطروحة من بحث عملي ينقسم إلى جزأين اثنين لدراسة عامل التغذية على مستوى خصوبة أبقار الحلوب بمزارع ولاية سطيف. قمنا فيها بمراقبة الأداء الإنجابي لأكثر من 319 بقرة حلوب عن طريق مسح استعراضى لأكثر من 20 مزرعة أبقار حليب ، منها مزرعتين نموذجيتين، تحليل ومتابعة درجة سمنة الجسم و التمثيل الغذائي عن طريق قياس تركيزات البلازما من الركائز الأساسية (ليوريا ،الألبومين، الكولسترول الكلي والجلوكوز) والمعادن (الكالسيوم، الفوسفور و المغنيسيوم) و تأثيرهم على أداء الخصوبة، أجريت على قسمين -أولا ، أخذ عينات دم لأكثر من 135 بقرة من سلالة المونبيليار بأعمار مختلفة ، في بداية إنتاج الحليب ، في الوسط وأثناء الغرز. ثانيا، لدراسة الفترة الانتقالية (قبل وبعد الولادة) ل 74 بقرة من سلالة المونبيليار و 25 من سلالة الفليكفي. تظهر نتائج هذا العمل أن مقاييس التكاثر غالبا ما يكون خاضعا للرقابة السيئة، مما يؤدي إلى أداء أقل من الأهداف. النتيجة، فإن معظم المعايير المتعلقة بالخصوبة تقع خارج المعايير المقبولة عموما. أظهرت النتائج تأثير كبير للحالة الغذائية للأبقار على الأداء التناسلي، انخفاض كبير لمستويات الجلوكوز ، الكلسترول ، المغنيزيوم و الفسفور في الدم يؤثر سلبا على معايير التكاثر. أيضا ، الحالة الفسيولوجية والمناخ هم أهم عوامل التباين في الأداء الإنجابي والبيوكيميائي للأبقار.

هذه النتائج تشير إلى أن التغذية بعد الولادة المقدره حسب التمثيل الكيميائي، توفر مؤشر واضح الرصد ومعالجه مشاكل الخصوبة في مزارع الأبقار الحلوب. وهو يساعد على تفسير بعض العوامل التي تؤدي إلى ضعف الخصوبة مثل معدل الحمل عند التلقيح الأول، المجال مابين الولادتين؛ التلقيح الاول و الحمل.

الكلمات المفتاحية: درجة سمنة الجسم، الخصوبة ، مرحلة ما بعد الولادة، الملف الأيضي، الحالة الفسيولوجية، المناخ ، سطيف

Table des matières

Introduction.....	i
I. Matériel et méthodes	1
I.1. Région d'étude.....	1
I.1.1. Situation géographique	1
I.1.1.1. la pédologie.....	2
I.1.1.2. l'hydrologie.....	2
I.1.1.3. Le climat	3
I.1.2. Les activités agricoles	5
I.1.2.1. La végétation.....	5
I.1.2.2. La répartition des terres :	5
I.1.2.3. La production animale	6
I.2. Outils méthodologiques	7
I.2.1. Choix des fermes.....	7
I.2.2. Conduite des troupeaux étudiés	7
I.2.3. Collecte des données.....	8
I.2.4. Evaluation de l'état corporel	8
I.2.5. Paramètres sanguins.....	9
I.2.5.1. Prélèvement du sang	9
I.2.5.2. Matériels utilisés pour le prélèvement et le transport des échantillons.....	10
I.2.5.3. Matériels de laboratoire	10
I.2.5.4. Méthodes de dosage	10
I.3. Démarches méthodologiques	11
I.3.1. Performances de reproduction	11
I.3.1.1. Matériel animal	11
I.3.1.2. Bilan de reproduction.....	11
I.3.1.3. Paramètres individuels de reproduction.....	11
I.3.1.4. Paramètres de reproduction du troupeau.....	12
I.3.1.5. Paramètres descriptifs de la mère.....	12
I.3.1.6. Traitement des données et critères utilisés.....	12
I.3.2. Interaction des profils biochimiques et performances de reproduction	12
I.3.2.1. Intervalle de référence de quelques paramètres biochimiques chez les vaches de race montbéliarde	12

I.3.2.2. Suivi de l'état corporel et paramètres biochimiques en période de postpartum en relation avec les performances de reproduction	13
I.4. Analyse statistique	14
I.4.1. Les variables étudiées	14
I.4.2. Les facteurs de variation	14
I.4.3. Méthodes statistiques	14

Résultats et discussion

Chapitre I: Etude des facteurs affectant les indicateurs des performances reproductives des vaches laitières dans la wilaya de Sétif

I.1.Résultats	16
I.1.1. Analyse descriptive	16
I.1.2. Performances moyennes de reproduction	17
I.1.3. Répartition des paramètres de reproduction.....	17
I.1.4. Facteurs de variation	18
I.1.4.1. Saison de vêlage.....	18
I.1.4.2. Mois de vêlage	19
I.1.4.3. La parité	21
I.1.4.4. Rang de lactation.....	22
I.1.4.5. Taille des exploitations	23
I.1.5. Intervalle entre deux saillies	24
I.2.Discussion	24
I.2.1. Intervalle vêlage- vêlage (IV-V).....	24
I.2.2. Intervalle vêlage – première saillie (IV-S1).....	25
I.2.3. Intervalle vêlage- saillie fécondante (IV-SF).....	26
I.2.4. Paramètres de fertilité	27
I.2.5. Facteurs de variation de la fécondité	28
I.2.5.1. Facteurs de variation de la fécondité des vaches	28
I.2.5.2. Facteurs de variation de la fertilité.....	30

Chapitre II: Changement de la note d'état corporel et des indices biochimiques chez les bovins laitiers de race montbéliarde: Influence de la parité et du stade physiologique ..

II.1.Résultats.....	32
II.1.1. Valeurs moyennes de la NEC et des indices biochimiques sanguins.....	32
II.1.2. Effet du stade de lactation sur la NEC et les indices biochimiques sanguins.....	32
II.1.3. Effet du stade de parité sur la NEC et les indices biochimiques sanguins	34

II.2. Discussion.....	35
Chapitre III: Effets de quelques métabolites sanguins sur les performances de reproduction des vaches de race Montbéliarde.....	41
III.1. Résultats	41
III.1.1. Évolution de l'état corporel.....	41
III.1.2. Paramètres de reproduction.....	41
III.1.3. Dynamique du changement et évolution des métabolites sanguins	42
III.1.4. Relation entre les métabolites nutritionnels et les performances de reproduction.....	43
III.1.5. Prévalence de déficit en minéraux :	45
III.1.5.1. Hypocalcémie subclinique	46
III.1.5.2. Hypomagnésimie subclinique	46
III.1.5.3. Hypophosphatémie subclinique	46
III.2. Discussion	46
III.2.1. Paramètres de reproduction.....	46
III.2.2. Relation entre les métabolites nutritionnels et les performances de reproduction.....	47
Chapitre IV: Évaluation de certains métabolites sanguins, de l'état corporel et des performances de reproduction chez la Montbéliarde et la Fleckvieh sous-climat semi-aride.....	51
IV.1. Résultats	51
IV.1.1. Moyennes des paramètres de reproduction, état corporel et production de lait... ..	51
IV.1.2. Dynamique du changement et évolution des métabolites sanguins.....	53
IV.2. Discussion	53
IV.2.1. Paramètres de reproduction.....	53
IV.2.2. Management du score d'état corporel.....	54
IV.2.3. Dynamique du changement et évolution des métabolites sanguins.....	55
IV.2.3.2. Cholestérol total	55
IV.2.3.3. Urée sanguine.....	56
IV.2.3.4. Albumine.....	57
IV.2.4. Dynamique de la variation et évolution des macro-minéraux sanguins	58
IV.2.4.1. Calcium	58
IV.2.4.2. Magnésium.....	60
IV.2.4.3. Phosphore	60
Chapitre V: Changement de l'état corporel et des indices biochimiques au cours du post-partum selon la saison de vêlage	62

V.1. Résultats	62
V.1.1. Moyenne des paramètres de reproduction en relation avec la saison de vêlage ...	62
V.1.2. Etat corporel, production de lait quotidien	62
V.1.3. Évolution des métabolites nutritionnels sanguins en fonction de la saison du vêlage	64
V.2. Discussion	69
V.2.1. Effet de la saison du vêlage sur la reproduction.....	69
V.2.2. Profil métabolique	70
V.2.2.1. Métabolisme énergétique	70
V.2.2.2. Métabolisme protéique	70
V.2.2.3. Métabolisme des minéraux.....	72
Conclusion générale, recommandations et perspectives.....	77

Table des figures

Figure 1. Carte des grandes zones géographiques de la région de Sétif	2
Figure 2. Carte des précipitations de la Wilaya de Sétif pendant la période (1970-2011).....	3
Figure 3. Courbe des températures durant l'année de 2014 de la wilaya de Sétif	4
Figure 4. Courbe des précipitations durant l'année de 2014 de la wilaya de Sétif.....	4
Figure 5. Carte d'occupation des terres de la région de Sétif.....	5
Figure 6. Diagramme de notation pour des vaches de type laitier	9
Figure 7. Strip plot des paramètres de reproduction.	17
Figure 8. Paramètres de reproduction en fonction de la saison de vêlage.....	19
Figure 9. Paramètres de reproduction en fonction du mois de vêlage	20
Figure 10. Paramètres de reproduction en fonction de la parité.....	21
Figure 11. Paramètres de reproduction en fonction du nombre de lactations	22
Figure 12. Paramètres de reproduction en fonction de la taille des exploitations.....	23
Figure 13. Intervalle entre deux saillies	24
Figure 14. Évolution de l'état corporel selon le stade physiologique	33
Figure 15. Evolution des concentrations de glucose et cholestérol total selon le stade physiologique	33
Figure 16. Evolution des concentrations de l'urée sanguine et albumine selon le stade physiologique	33
Figure 17. Évolution des concentrations plasmatiques en minéraux selon le stade physiologique	34
Figure 18. Dynamique du changement des métabolites sanguins affectant l'IV-S1 pendant les périodes post-partum (A1: <70j A2: [70-100j] A3:> 100j).....	43
Figure 19. Dynamique du changement des métabolites sanguins affectant l'IV-SF pendant les périodes post-partum (B1: <90j, B2: [90-110j], B3:> 110j)	44
Figure 20. Dynamique du changement des métabolites sanguins affectant l'IV-V pendant les périodes post-partum (C1: <380j, C2: [400-440j], C3:> 440j)	44

Figure 21. Dynamique du changement des métabolites sanguins affectant le nombre de services par conception pendant les périodes post-partum (1: 1 IA, 2: 2IA, 3:> 3IA) 45

Table des tableaux

Tableau 1. Origine et quantités des eaux superficielles et souterraines	2
Tableau 2. Répartition générale des terres de la wilaya de Sétif.....	6
Tableau 3. Les effectifs animaux DSA de Sétif	6
Tableau 4. Principaux critères d'appréciation de l'état corporel des vaches laitières.....	8
Tableau 5. Liste des paramètres biochimiques sanguins analysés	10
Tableau 6. Paramètres sanguins, méthodes analytiques et qualité des tests de laboratoire	11
Tableau 7. Statistiques descriptives (Données qualitatives)	16
Tableau 8. Performances moyennes de reproduction dans les élevages bovins laitiers enquêtés	17
Tableau 9. Répartition des paramètres de reproduction	18
Tableau 10. Résultats de l'ANOVA des paramètres de reproduction selon la saison de vêlage	18
Tableau 11. Résultats de l'ANOVA des paramètres de reproduction selon le mois de vêlage	19
Tableau 12. Résultats de l'ANOVA des paramètres de reproduction selon le mois la parité..	21
Tableau 13. Résultats de l'ANOVA des paramètres de reproduction selon le Rang de lactation	22
Tableau 14. Résultats de l'ANOVA des paramètres de reproduction selon la taille des exploitations	23
Tableau 15. Etat corporel et profil biochimique évalués chez les vaches montbéliardes	32
Tableau 16. Effet de parité sur l'évolution de la NEC et le profil biochimique	35
Tableau 17. Évolution de la NEC autour du vêlage	41
Tableau 18. Pourcentage de vaches selon le degré de perte de l'état corporel à 1 mois post-partum.....	41
Tableau 19. Paramètres de reproduction des vaches Montbéliardes dans la région semi-aride	42
Tableau 20. Paramètres biochimiques pendant la période post-partum chez les vaches montbéliardes	42

Tableau 21. Pourcentage des vaches qui présentent des taux en minéraux inférieurs au seuil	45
Tableau 22. Analyses descriptives selon la race.....	51
Tableau 23. Performances de reproduction comparée des vaches Montbéliardes etFleckvieh	52
Tableau 24. Évolution de la note d'état corporel et production du lait autour du vêlage	52
Tableau 25. Paramètres biochimiques au cours des trois premiers mois post-partum chez les deux races (Montbéliarde et Fleckvieh)	52
Tableau 26. Analyses descriptives en fonction de saison de vêlage	62
Tableau 27. Paramètres moyens de reproduction en relation avec la saison de vêlage	62
Tableau 28. Etat corporel, le mois suis le tarissement et durant le postpartum en rapport avec la saison	63
Tableau 29. Production de lait journalière et quantité de concentré durant le postpartum en rapport avec la saison	63
Tableau 30. Concentrations sériques moyennes des métabolites sanguins durant le postpartum en fonction de la saison de vêlage	64
Tableau 31. Concentrations sériques moyennes des minéraux durant le postpartum en fonction de la saison du vêlage.....	65
Tableau 32. Corrélations des constituants du sang, indices de reproduction, score d'état corporel et production de lati en différentes saisons	67
Tableau 33. Corrélations des constituants du sang en différentes saisons	68

Liste des abréviations

AGNE	: Acide gras non estérifié
Alb	: Albumine
AMV	: Aliment minéral vitaminé
BE	: Bilan énergétique
BHB	: β -Hydroxy-Butyrate
Ca	: Calcium
CHO T	: Cholestérol total
DSA	: Direction des services agricoles
EAC	: Exploitations agricoles collectives
EAI	: Exploitations agricoles individuelles
ECG	: Equin chorionique gonadotrophine
FSH	: Follicule Stimulating Hormone
g	: Symbole de gramme
GH	: Growth Hormone
GnRH	: Gonadotrophin Releasing Hormone
Ha	: Hectare
Hm³	: Hectomètre cube
IA	: Insémination artificielle
IA1	: Insémination première
IC	: Indice coïtal ou nombre de services par conception
IF	: Insémination fécondante
IGF	: Insulin-like Growth Factor
INRA	: Institut National de la Recherche agronomique
ITELV	: Institut technique d'élevage
IV-IA1	: Intervalle Vêlage-Insémination première
IV-IF	: Intervalle Vêlage-Insémination Fécondante
IV-O1	: Intervalle vêlage – première ovulation
IVS1	: Intervalle vêlage première saillie
IVSF	: Intervalle vêlage- saillie fécondante
IV-V	: Intervalle Vêlage-Vêlage
Kg	: Kilogramme
L	: Litre
LH	: Luteinizing Hormone
MAT	: Matière azotée totale
mg	: Symbole du milligramme
Mg	: Magnésium
mm	: Symbole de millimètre
mmol	: Symbole du milli mole
mL	: Symbole du millitre
MS	: Matière sèche
MSI	: Matière sèche ingérée
RL	: Rang de lactation

P	: Phosphore
PGF2α	: Prostaglandine
PP	: Postpartum
SAU	: Surface agricole utile
SAT	: Surface agricole totale
SNC	: Système nerveux central
THI	: Temperature humidity index
TRIA1	: Taux de réussite en première insémination
TRS1	: Taux de réussite en première saillie
UFL	Unité fourragère « Lait »

Introduction

Introduction

L'efficacité de la reproduction chez les vaches laitières est un facteur clé pour les producteurs de lait, et de nombreuses études ont identifié une diminution des performances de reproduction en tant que cause majeure de la perte d'efficacité de la production dans l'industrie laitière (**Löf, 2012**). Le nombre de vaches par ferme continue d'augmenter; les vaches sont de plus en plus nombreuses dans des stalles entravées et l'utilisation des systèmes de traites automatiques est en augmentation. Ces changements pourraient bien affecter les performances de reproduction.

À l'échelle internationale, de nombreuses mesures et indices permettent de surveiller les performances de reproduction des troupeaux laitiers (**Fetrow et al., 2007**) et peuvent être utilisés comme indicateurs de performance pour la fertilité et la reproduction. Ces indicateurs et indices sont utilisés pour la surveillance, le statut et les tendances des troupeaux de vaches laitières et constituent des outils importants pour les services de gestion des troupeaux. Ils peuvent être utilisés pour évaluer le statut de fécondité des troupeaux (et des vaches dans les troupeaux) et pour évaluer les contributions nécessaires pour améliorer ce statut.

La fertilité des vaches laitières est un paramètre multifactoriel et de nombreux facteurs influents sur les performances de reproduction. Ces facteurs incluent le mode de gestion (**Bielfeldt et al., 2006**), l'environnement (**Windig et al., 2005**), la génétique (**Roxstrom, 2001**), (**Butler, 2000**) l'état sanitaire, et enfin la nutrition laquelle est impliquée pour une grande part dans cette variation (**Fourichon et al., 2000**). Une reproduction réussie, commençant par l'oogenèse et se terminant par la naissance d'un veau, repose sur une dynamique physiologique complexe et résulte d'une chaîne d'événements. La reprise de la cyclicité ovarienne, de l'œstrus et de l'ovulation et tous les événements qui doivent précéder la conception, et l'échec à un stade donné entraînent l'échec de l'ensemble du processus (**Garnsworthy et al., 2008**). La reprise de la cyclicité ovarienne est un facteur déterminant essentiel de l'intervalle vêlage-vêlage (**Wattiaux, 2005**). L'apparition de la première ovulation post-partum est le résultat de l'élimination de la rétroaction négative, et de la restauration de la rétroaction positive, des œstrogènes modulant la sécrétion de la GnRH et, par conséquent, de l'activité ovarienne (**Fassi Fihri et al., 2005**).

La période d'attente volontaire est la période qui sépare le vêlage et le moment où l'on décide qu'une vache est prête pour la reproduction. Un nombre cible de jours après le vêlage est alors prescrit après lequel les vaches observées en chaleur sont alors inséminées. Cette période, qui permet aux vaches de reprendre une fonction ovarienne normale après le vêlage, peut varier en longueur entre les troupeaux et au sein de ceux-ci et peut influencer sur les performances de reproduction (**Morton, 2003; Miller et al., 2007**). Cependant, la durée de la période d'attente volontaire peut affecter indirectement les performances de reproduction, car des troubles du métabolisme et de la reproduction surviennent autour de la parturition ou en début de lactation (**Erb et al., 1984**). Par ailleurs, le taux de détection des chaleurs ou son efficacité est cruciale pour l'imprégnation des vaches (**Esslemont, 1993; Mayne et al., 2002**).

Il a été démontré que les troupeaux de haute valeur génétique ont un intervalle plus court du vêlage au premier service, et un taux de conception au premier service amoindri que celui des troupeaux de faible valeur génétique (**Windig et al., 2005**). **Windig et al. (2005)** ont également constaté que les troupeaux avec des rendements de production de lait faible ont des intervalles plus courts de vêlage à la première insémination, mais que, les vaches à forte production ont des intervalles plus longs à la première insémination. **Gröhn et Rajala-Schultz (2000)** ont observé que la production de lait cumulative sur 60 jours n'affectait que très peu la gestation et que les vaches les plus productives affichaient un taux de conception légèrement inférieur. La corrélation de MSI à la sélection pour la production de lait est d'environ la moitié (**Veerkamp et al., 1994**); par conséquent, l'augmentation de la consommation alimentaire ne compense que partiellement les besoins en énergie supplémentaires nécessaires à la production de lait, ce qui entraîne une plus grande mobilisation des tissus corporels. Il a été démontré que le score d'état corporel était à la fois phénotypiquement (**Buckley et al., 2003b**) et génétiquement (**Berry et al., 2003**) associé à la performance de reproduction. Les vaches génétiquement fortes productrices de lait ont tendance à avoir une NEC inférieure tout au long de la lactation (**Dechow et al., 2002**) et ont une plus grande variation du BCS en début de lactation que les vaches à faible potentiel de production de lait (**Buckley et al., 2000**).

Les troupeaux en stabulation libre ont montré une meilleure efficacité de reproduction (**Valde et al., 1997**), et des études ont démontré que l'intervalle entre le vêlage et la première ovulation et l'oestrus est plus court dans les stalles libres, permettant ainsi une insémination plus précoce dans ces troupeaux (**Petersson et al., 2006**). **Kruip et al., (2002)**, ont observé que la traite automatique est responsable dans l'allongement du nombre de jours avant la première insémination.

La performance reproductive est en partie influencée par la génétique et est souvent classée comme un «trait fonctionnel». Puisqu'il s'agit en partie d'un trait génétique, il est également héréditaire, bien que l'héritabilité des traits reproductifs soit généralement faible (< 5%) (**Berglund, 2008**). **Roxstrom, (2001)** a signalé des héritabilités de 0,003 à 0,04 pour divers caractères de reproduction. Cependant, des études ont révélé une variation génétique significative, de sorte que la sélection des caractères de reproduction est toujours possible, même si l'héritabilité de ces caractères est faible (**Philipsson et Lindhé, 2003**). Certaines estimations indiquent également une corrélation génétique défavorable entre le rendement laitier et l'efficacité de la reproduction (**Dematawewa et Berger, 1998; Roxstrom, 2001**), de sorte que la sélection pour la seule production laitière entraînera une détérioration des performances de reproduction. Cela s'est réalisé de plus en plus et de nombreux pays ont maintenant des indices de sélection dans leurs programmes de sélection qui prennent en compte à la fois la production et la reproduction (**Miglior et al., 2005**).

Plusieurs travaux chez le bovin laitier ont mis l'accent sur les effets de la sous-nutrition et des problèmes de disponibilité alimentaire sur l'expression des performances. Les résultats sont divers et parfois contradictoires. En effet, certains auteurs rapportent que la sous-nutrition affecte plutôt la production laitière que la reproduction (**Jilek et al., 2008**) bien que d'autres montrent son effet significatif sur la reproduction (**Samarütel et al.,**

2006 ; Nowak *et al.*, 2009). De plus, les effets de la période et la sévérité de la sous-nutrition sont encore discutés. Certaines études rapportent l'effet significatif de la sous-nutrition ante-partum (Chagas *et al.*, 2007 ; Singh *et al.*, 2009) et post-partum (Roche, 2007 ; Wathes *et al.*, 2007a ; Jilek *et al.*, 2008) sur l'expression des performances. Le peripartum représente un moment-clé dans la vie de la vache laitière. C'est une période qui s'étend de 3 semaines avant à 3 semaines après le vêlage. La transition de l'état de gestation et de non-lactation à celui de lactation se révèle trop souvent désastreuse pour la vache laitière. Le post-partum est une période cruciale sur le plan nutritionnel où toutes les vaches entrent en bilan énergétique négatif et la mobilisation des réserves corporelles est une adaptation physiologique courante en réponse aux besoins accrus de l'animal (Berry *et al.*, 2006). L'évolution des besoins nutritionnels dans les dernières semaines de gestation, les besoins utéro-placentaires d'une vache laitière représentent environ 30 % de l'énergie totale, 45 % du glucose et 72 % des acides aminés (Gerloff, 2000). Or les besoins de la mamelle pour des vaches Holstein hautes productrices requièrent plus de 90 % de l'apport en énergie et plus de 80 % de l'apport en protéines (Drackley, 1999).

La sous-nutrition pendant la période post-partum retarde la première ovulation et l'apparition du premier œstrus (Randel, 1990 ; Marie *et al.*, 1996), tandis que les conditions nutritionnelles les plus sévères produisent de véritables anoestrus. Plusieurs études ont montré que la sous-nutrition pendant la première phase de lactation s'accompagne de perturbations des concentrations plasmatiques et des hormones de reproduction (Westwood *et al.*, 2002 ; Mouffok *et al.*, 2011), de faible développement folliculaire (Fassi Fihri *et al.*, 2005) et de la mauvaise qualité des ovocytes (Jorritsma *et al.*, 2003). Buckley *et al.*, (2003a) ont rapporté qu'un bilan énergétique négatif sévère cause des troubles métaboliques et une baisse de la fertilité. Lucy *et al.*, (1991) ont observé que les vaches ovulant spontanément pendant la période post-partum ont un plus grand bilan énergétique. La capacité de la vache à produire de multiples ovulations, spontanément ou après un traitement de superovulation tel que pratiqué pour le transfert d'embryons, est sensible à la nutrition, les paramètres nutritionnels représentent 30% de la variabilité de la collecte d'embryons (Delacharlerie *et al.*, 1995). D'autre part, La réponse à un traitement de superovulation est affectée à la fois par la sous-nutrition et aussi, par la sur nutrition (Scarramuzzi and Murray, 1994).

Les mécanismes sous-jacents des effets nutritionnels sur la fonction de la reproduction sont nombreux et concernent aussi bien les niveaux centraux que périphériques. Le contrôle de la sécrétion de gonadotrophines, en particulier de LH, est évidemment impliqué dans une grande partie de ces actions (Schillo, 1992 ; Rusche *et al.*, 1993). La réponse de l'hypophyse à la GnRH peut également jouer un rôle. Au niveau périphérique, la capacité de sécrétion de stéroïdes par les follicules, le nombre et le développement des follicules ont été rapportés quant à la réponse aux facteurs nutritionnels (Grimard *et al.*, 1995 ; Gutierrez *et al.*, 1997).

Le bilan énergétique est utilisé pour décrire la relation entre l'énergie alimentaire ingérée et celle utilisée. C'est la différence entre l'énergie nette ingérée et l'énergie nette nécessaire pour l'entretien, la production laitière, la croissance et l'activité physique (Lucy *et al.*, 1991 ; Ferguson, 1984). Le statut nutritionnel et le bilan énergétique des femelles peuvent être appréciés par la notation d'état corporel dont plusieurs méthodes ont été

standardisées (**Lowman et al. 1976 ; Mulvany, 1977; Wildman et al. 1982 ; Bazin, 1984 et Edmonson et al. 1989**). La notation de l'état corporel permet d'estimer le degré d'amaigrissement par l'inspection visuelle et par la palpation de certaines régions du corps (**Waltner et al. 1993 ; Popescu et al. 2009**). L'état corporel a été très largement utilisé pour appréhender les bilans énergétiques chez la vache laitière et beaucoup d'études ont cherché à établir une relation entre l'état corporel au vêlage, l'état corporel à l'insémination, ou la variation postpartum d'état corporel et les performances de reproduction, les résultats sont souvent contradictoires (**Tillard, 2007**). La notation de l'état corporel permet d'apprécier indirectement le statut énergétique d'un animal, par l'évaluation de son état d'engraissement superficiel. Cette méthode couramment employée à l'avantage d'être peu coûteuse en investissement et en temps. Sa fiabilité reste supérieure à celle de la pesée de l'animal, sujette à des variations suivant le poids des réservoirs digestifs et de l'utérus, mais aussi la production laitière (**Ferguson et al., 1994**). Ainsi, la notation de l'état corporel apparaît comme un moyen intéressant pour l'estimation de la quantité d'énergie métabolisable, stockée dans la graisse et les muscles, et de la mobilisation des réserves tissulaires (**Edmonson et al., 1989**). La notation de l'état corporel est largement utilisée pour évaluer l'état nutritionnel des vaches laitières, et il est suggéré que les poids perdus pendant les périodes pré- et post-partum peuvent affecter les performances de reproduction et augmenter la susceptibilité aux maladies post-partum (**Pryce et al., 2001**). Un taux plus élevé de perte de poids corporel indique un retard significatif (plus de 1 mois) dans la reprise du cycle œstral par rapport aux groupes ayant un taux de perte de poids corporel moyen ou faible (**Takaji et al., 2005**). Plusieurs études ont montré qu'un intervalle prolongé entre le vêlage et la première ovulation est associé à une perte extrême de l'état corporel en postpartum (**Pushpakumara et al., 2003, Taylor et al., 2003**). **Butler et Smith (1989)** ont observé que les vaches perdant une unité de la NEC subissent 15 jours de retard à la première ovulation et une réduction marquée du taux de conception comparées aux vaches perdant moins de 0,5 unité.

Une distinction a été faite par les chercheurs entre la note d'état corporel et le bilan énergétique (BE) au début de lactation. Pour **Baumgard et al., (2006)**, la plupart des vaches laitières entrent en bilan énergétique négatif après la parturition suite à la lactation. Cette situation est indépendante du potentiel génétique de production laitière. **Bukley et al., (2003b)** ont rapporté qu'un bilan énergétique négatif sévère provoque des troubles métaboliques et diminue la fertilité. Cependant, **Grimard et al., (2003)** ont observé une amélioration de la fertilité par la correction du bilan énergétique favorisée par une amélioration du niveau alimentaire même si la note d'état corporel reste faible. La relation entre le BE et les performances de reproduction a été bien étudiée. Pour **Banos et al., (2004)**, le bilan énergétique négatif est associé à des difficultés rencontrées par la vache pour recevoir et maintenir une gestation. Ces problèmes sont plus remarqués chez les vaches hautes productrices. **Royal et al., (2002)** ont rapporté que chez les vaches laitières, le bilan énergétique négatif est le résultat d'une forte activité des hormones qui régulent le métabolisme intermédiaire à travers la mobilisation des réserves corporelles. Cette activation perturbe et altère les flux des hormones de reproduction.

Le statut nutritionnel peut être également évalué par le suivi des concentrations sanguines de certains métabolites (**Tillard, 2007**). Le glucose, l'insuline, le cholestérol, les acides gras non estérifiés et les corps cétoniques pour le statut énergétique ; l'urée, l'ammoniac, les créatinines et l'albumine pour le statut azoté ; certains minéraux et l'activité enzymatique pour le dysfonctionnement hépatique. Ces médiateurs métaboliques influencent la fonction de la reproduction par leurs actions sur une ou plusieurs étapes de l'axe hypothalamo-hypophy-gonado-utérin par la stimulation ou l'inhibition des hormones intervenant dans l'activation de la croissance folliculaire (**Kafi et Mirzaei, 2010**), de la manifestation du comportement reproductif (**Kanuya et al. 2006**), de la réussite de la fécondation (**Phiri et al. 2007**) et du maintien de la gestation (**Yilmaz et al. 2011 ; Meza-Herrera et al. 2006**). De plus, les résultats de nombreux auteurs (**Balakrishnan et Balagopal, 1994; Qureshi, 1998**) suggèrent que les niveaux sanguins normaux de divers constituants biochimiques sont essentiels au fonctionnement normal de divers systèmes du corps, y compris le système reproducteur.

L'utilisation des paramètres sanguins pour évaluer l'état nutritionnel et métabolique des bovins laitiers est un concept introduit au cours des années 1970 (**Payne et al., 1970**). Plusieurs études suggèrent que cette méthode permet un suivi plus efficace de la santé des vaches laitières (**Eicher et al., 1999 ; Herdt, 2000 ; Tremblay, 1996 ; Whitaker, 2000**). Le test du profil métabolique (TPM) évalue les apports en énergie et en nutriments, la production de lait et les variables de reproduction dans les troupeaux (**Lee et al., 1978 ; Kronfeld et al., 1982**). L'utilisation de tels profils est cependant tributaire des situations spécifiques (race, système de production, gestion), et les paramètres métaboliques ne sont pas toujours révélateurs de l'état reproducteur du troupeau (**Parker et al., 1976**). Des valeurs de références appropriées doivent être considérées pour chaque situation donnée.

Le glucose est une molécule indispensable aux métabolismes énergétiques cellulaire, lipidique, fœtal, et à la production laitière (synthèse du lactose) (**Vagneur, 1992**). Chez les ruminants, l'essentiel du glucose sanguin provient de synthèse endogène. La néoglucogenèse fournit 93 % du glucose utilisé ; le foie en synthétise 85 % et les reins 8 %, à partir de substrats tels que le propionate, les acides aminés glucoformateurs, le glycérol et le lactate. Le propionate, acide gras volatil synthétisé exclusivement dans le rumen, fournit 30 à 55 % du glucose. Les proportions d'acétate, de propionate et de butyrate sont respectivement de 70, 20 et 10 % avec une ration à base de foin ; le pourcentage de propionate augmente avec la teneur en amidon. Les acides aminés glucoformateurs fournissent, après désamination, 25 % du glucose (**Brugère-Picoux, 1995**). L'alimentation n'apporte que 7 % du glucose utilisé par l'organisme, via des glucides échappant aux fermentations ruminales, qui s'ajoutent à l'amidon bactérien et au glycogène des protozoaires. Néanmoins, la glycémie dépend de la qualité et de la quantité des apports alimentaires, qui fournissent les substrats glyco-géniques, ainsi que du moment de la prise alimentaire, car la néoglucogenèse est maximale après les repas (**Bareille et Bareille, 1995**). La demande de glucose après le vêlage est principalement motivée par le besoin en énergie de la glande mammaire et par la synthèse de lactose, ce qui entraîne une baisse des taux de glucose et des concentrations d'insuline associées dans le sang (**Lucy, 2008**). Des associations claires avec les paramètres de reproduction ont été démontrées

dans les troupeaux expérimentaux, **Miettinen, (1990)** a observé une relation positive entre la glycémie et la performance de reproduction chez les vaches laitières. **Whitaker et al., (1993)** ont trouvé une meilleure prédiction des mêmes paramètres lorsque la valeur du glucose était mesurée au début de la période post-partum. Dans une étude portant sur 18 troupeaux laitiers en Suède (**Plym Forshell et al., 1991**), des valeurs élevées de glucose à la première insémination artificielle sont corrélées à des taux de gestation plus élevés. La disponibilité du glucose en tant que carburant énergétique pour les cellules du SNC ; pourrait servir de signal pour le statut métabolique sur le contrôle neuronal de la sécrétion de GnRH.

Concernant les médiateurs lipidiques, quand la consommation d'aliments ne répond pas aux exigences de la production laitière, il en résulte une mobilisation des réserves corporelles. Les taux élevés d'hormone de croissance et d'insuline en circulation font que les tissus adipeux mobilisent les triacylglycérols stockés, qui sont libérés dans le sang sous forme d'acides gras non estérifiés (AGNE) (**Drackley et Caroso, 2014**). L'augmentation des AGNE est utilisée comme source d'énergie, permettant à la vache de conserver du glucose pour la glande mammaire. Les acides gras non estérifiés peuvent être utilisés pour la synthèse du triacylglycérol mammaire (**Roche et al., 2013**) ou métabolisés pour être utilisés comme source d'énergie par les tissus non mammaires. Les AGNE circulants initient également une rétroaction pour réguler la lipolyse (**Sordillo et al., 2009**). En cas de succès, ce mécanisme homéorétique maintient un apport de glucose pour la synthèse du lait, et les AGNE sont métabolisés pour répondre aux besoins énergétiques sans accumulation excessive dans le sang (**Herd, 2000**). Lorsque la mobilisation lipidique est excessive ou commence prématurément, la capacité des hépatocytes à exporter des triglycérides synthétisés à partir d'AGNE réestérifiées est dépassée, ce qui entraîne une augmentation des concentrations sanguines d'AGNE et une accumulation de triglycérides dans le foie (**Sordillo et Raphael, 2013**). Parmi les vaches laitières à forte production, il est probable que certains triglycérides s'accumulent dans le foie au début de la lactation (**Overton et Waldron, 2004**). Cependant, une accumulation excessive (plus de 5% de triacylglycérol dans le foie) a pour résultat une stéatose hépatique ainsi qu'une capacité réduite de la gluconéogenèse, limitant le glucose disponible pour la production laitière (**Sordillo et Raphael, 2013**). De plus, l'absorption d'AGNE par le foie entraîne une augmentation de la production de corps cétoniques, un produit intermédiaire de l'oxydation des acides gras. Lorsqu'ils sont libérés dans le sang, les cétones peuvent être utilisées comme substrat énergétique par certains tissus. Cependant, lors d'une mobilisation excessive de graisse, la production de cétone dépasse l'élimination et les concentrations de cétone augmentent donc dans le sang (**Drackley et al., 2001**). Des concentrations des AGNE supérieures à 0,29 mEq / L avant le vêlage ou du bêta-hydroxybutyrate (BHB) supérieur à 10 mg / dL après la mise bas sont associées à des maladies ; rétention du placenta, métrite, cétose clinique et caillette déplacée (**Ospina et al., 2010**).

Le Cholestérol est le stérol le plus abondant dans les tissus animaux, et est la source de la plupart des stéroïdes. L'effet de l'apport alimentaire sur la cholestérolémie est variable selon les auteurs. **Kronfeld et al., (1982)** considèrent la concentration sérique en cholestérol comme étant l'indicateur des variations alimentaires le plus fiable parmi 17 paramètres

sanguins qu'il a étudié. Les teneurs plasmatiques en cholestérol augmentent lorsque la ration est riche en matières grasses protégées (**Beam et Butler, 1997**). Néanmoins, une association claire a été mise en évidence entre le taux de cholestérol post-partum et la fertilité des vaches (**Kappel et al., 1984**). Une cholestérolémie élevée due à une supplémentation en aliments riches en graisses pendant la période post-partum chez les vaches était associée à une augmentation du nombre de follicules de grande taille (**Wehrman et al., 1991**). La synthèse des stéroïdes par le follicule (**Wehrman et al., 1991**) ou par le corps jaune (**Ryan et al., 1992, Spicer et Francisco, 1998**) est activée dans de telles situations. En conséquence de ces effets ovariens, les taux élevés de cholestérol entraînent une meilleure collecte d'embryons chez les vaches super ovulées (**Balakrishnan et al., 1993**).

Les protéines plasmatiques regroupent les albumines (40-50 %), les globulines (40-50 %) et le fibrinogène. En pratique, les concentrations plasmatiques en albumine, en globulines, et en protéines totales sont mesurées et la concentration en fibrinogène en est déduite (**Poncet, 2002**). Les concentrations sanguines usuelles sont de 23-36 g/l pour les albumines, 30-40 g/l pour les globulines, 65-75 g/l pour les protéines totales ; la concentration plasmatique en fibrinogène est d'environ 7 g/l. Toutes ces protéines, synthétisées par le foie, servent également de marqueurs hépatiques (**Vagneur, 1992**). Les protéines totales ont comme source les apports protidiques alimentaires chez tous les mammifères (**Diarra, 1994**). Toutefois, les ruminants bénéficient d'une source endogène non moins importante représentée par les protéines microbiennes synthétisées par les bactéries du rumen à partir d'ammoniac (provenant des matières azotées) et d'acides aminés en présence d'énergie (**Rivière, 1991**). La protéosynthèse hépatique engendre aussi une importante quantité de protéines, notamment les protéines sanguines. Les bovins peuvent aussi avoir recours lors de besoins élevés ou de malnutrition à leurs propres protéines corporelles (**Chilliard et al., 1998**). Les protéines contribuent à l'homéostasie en assurant parallèlement d'autres fonctions : elles constituent la matière première, jouent le rôle de précurseur dans la synthèse d'hormones et d'enzymes, assurent le transport des substances endogènes et interviennent dans la régulation de la pression oncotique (**Abdellaoui, 1972**).

Les globulines varient de façon sensible avec l'apport alimentaire global, mais de façon peu spécifique avec l'apport azoté (**Kronfeld et al., 1982**). Leur concentration augmente avec l'âge (**Rowlands, 1980**). L'albumine est la plus importante forme d'emménagement des protéines (**Kaneko, 1989**). C'est une protéine synthétisée au niveau du foie. Elle sert au maintien de la pression oncotique et d'autres fonctions telles que le transport des hormones thyroïdiennes, les vitamines liposolubles, les acides gras libres, le calcium, et la bilirubine non conjuguée (**Sakkinen et al., 2005**). Ils peuvent servir de sources d'acides aminés, intervenant dans la régulation de la pression osmotique, dans le transport des ions, des acides gras, et des hormones (**Kaneko, 1989**). L'albuminémie peut être influencée par plusieurs facteurs notamment l'âge, le stade physiologique et la saison (**Hanston et Tumba, 1985**). En fait, l'effet de l'excès azoté sur l'albuminémie serait probablement décalé dans le temps. Ainsi, l'albuminémie est plus révélatrice des carences azotées que des excès (**Vagneur, 1992**). En définitive, les protéines plasmatiques ne permettent de déceler que des déséquilibres azotés très prononcés. De plus, de nombreux paramètres (pathologies, autres

déséquilibres alimentaires, parasitisme, troubles hépatiques...) sont susceptibles d'en faire varier les concentrations, si bien que ces marqueurs sont peu sensibles et peu spécifiques du statut azoté.

Il existe une relation entre l'urémie et le niveau protéique de la ration. L'urémie est aussi influencée par la nutrition énergétique et notamment le rapport protéo-énergétique de la ration (**Laizeau, 2003**). Les apports élevés en protéines (50% au-delà des besoins) ou à teneurs élevées en protéines facilement dégradables provoquent l'augmentation de l'urémie et la diminution de la glycémie (**Canfield et al., 1990**). L'urémie augmente linéairement avec la perte de poids au cours d'une épreuve de restriction alimentaire chez la génisse. En somme, l'urémie est un paramètre mixte dont les variations doivent être appréciées en fonction du statut énergétique. Les protéines et l'énergie sont deux facteurs très importants dans le maintien de la fonction de reproduction. L'action conjuguée de ces deux facteurs résulte de deux mécanismes : - d'un excès protéique, résulte la formation d'ammoniaque, puis d'urée. Ces produits sont toxiques, leur élimination et détoxification nécessitent de l'énergie et un déficit énergétique pourrait s'installer. - Quand le déficit énergétique est déjà installé, il y aurait mobilisation des protéines et /ou de graisses. Ce processus nécessite de l'énergie et donc aggravation du déficit énergétique. Ainsi chez la vache, la situation la plus confortable est celle qui correspondrait à un équilibre protéo-énergétique puisqu'il y a interdépendance entre énergie et protéine (**Owen, 1979**). L'urée produite est ensuite véhiculée vers les reins et la mamelle : elle est donc décelable dans le sang, l'urine et le lait. Dans le cadre d'un suivi de troupeau, la concentration de l'urée dans le sang ou dans le lait permet d'évaluer en temps réel le statut azoté de la vache, tandis que l'albuminémie et l'hématocrite révèlent les carences prolongées. Le dosage de l'urée joue le rôle de « sonnette d'alarme », indiquant qu'il faut revoir rapidement la composition azotée et énergétique de la ration (**Enjalbert, 1995**). En conséquence, L'urée sanguine chez une vache en bonne santé est un bon indicateur de l'équilibre entre les apports énergétiques et azotés de la ration (**Yokus et al., 2006**).

Beaucoup d'études ont exploré le rôle des déséquilibres azotés postpartum en comparant les performances obtenues avec différents niveaux d'apport en protéine dans des régimes iso caloriques. La grande majorité des travaux effectués mettent en évidence l'impact d'un excès azoté sur les performances de reproduction. En effet, l'apport d'un surplus de protéine dans la ration (au-delà des recommandations) en début de lactation est une pratique qui est largement répandue dans les élevages laitiers intensifs pour augmenter la production laitière (**Canfield et al., 1990; Elrod et Butler, 1993**). Bien que, les effets de l'excès ou de faible taux sanguin de protéines et de ses métabolites ne soient pas clairs, **Sinclair et al., (2000) et Armstrong et al., (2001)** ont signalé une réduction de la qualité des ovocytes lorsque les protéines alimentaires étaient augmentées, ce qui concorde avec la réduction du taux de conception (**Canfield et al., 1990**). Des valeurs élevées d'urémie sont associées à une augmentation des intervalles de vêlage au premier service ($r = 0,75$) et de vêlage à fécondation ($r = 0,63$) chez les vaches laitières (**Butler, 1998**). Cependant, des apports déficitaires en azote sont associés à une reprise différée de la cyclicité ovarienne et de l'allongement des intervalles vêlage insémination fécondante (**Carlsson, 1989 ; Seegers et**

Malher, 1996), et ce en relation avec une diminution de la sécrétion des hormones gonadotropes, de nature protéique (**Randel, 1990**).

Les niveaux des électrolytes sanguins sont de bons indicateurs dans l'évaluation de la croissance, la reproduction et l'allaitement chez les vaches laitières (**Samardzija et al., 2011**). Le calcium (Ca), le phosphore (P) et le magnésium (Mg) sont déterminants dans l'apparition des pathologies métaboliques conduisant à un syndrome de la vache couchée (fièvre du lait, hypomagnésimie ...) et à des troubles de la fertilité (**Kalaitzakis et al., 2010, Reinhardt et al., 2011**). Le corps de l'animal possède un système d'homéostasie hydro électrolytique finement réglé pour maintenir les concentrations sanguines de ces macro-minéraux. Les variations sanguines de leurs concentrations doivent être soigneusement interprétées puisqu'elles ne reflètent pas le statut alimentaire lorsque le système homéostatique fonctionne correctement.

La concentration plasmatique du calcium est très strictement régulée par différents mécanismes homéostatiques, le stockage ou la mobilisation du calcium osseux, la régulation de son absorption digestive et la réabsorption rénale. La calcémie reste sous contrôle endocrinien étroit et n'est pas affectée immédiatement par une variation des apports alimentaires (**Rowlands, 1980**). La relation entre apports calciques et fertilité est donc difficile à établir ou interpréter. Certaines études ont néanmoins montré l'impact négatif d'un déficit en calcium sur la réussite de l'IA (**Tillard, 2007**). Une fréquence accrue des kystes ovariens, des difficultés de vêlage, des rétentions placentaires, des retards d'involution utérine, des prolapsus utérins et des métrites ont également été rapportés (**Meschy, 1994 ; Reinhardt et al., 2011 ; Samardzija et al., 2011 ; Serieys, 1997**). Les excès de calcium alimentaires augmentent le pH intestinal et favorisent la formation de complexes minéraux peu solubles et peu digestibles. Ils se traduisent par une diminution de l'absorption intestinale du phosphore, du magnésium, du zinc, du cuivre, de l'iode et du manganèse (**Caple et Halpin, 1985; Danvin, 1988; Paragon, 1995; Payne, 1983; Rowlands, 1980**) et indirectement par un effet négatif sur la fertilité.

Le magnésium de l'organisme, essentiellement osseux, est difficilement mobilisable (**Payne, 1983**). Comme le calcium, il réduit l'irritabilité neuromusculaire et une baisse de sa concentration dans le sang entraîne des contractions musculaires spontanées ou de la tétanie (**Holtenius et al., 2008**). La concentration sanguine du magnésium est donc étroitement corrélée aux apports alimentaires (**Rowlands, 1980**). Un déficit des apports se traduit par une baisse du taux de réussite de l'IA (**Danvin, 1988; Paragon, 1995**), un allongement de l'intervalle V-If (**kappel et al., 1984a**) ou une fréquence plus élevée des retards d'involution utérine ou des rétentions placentaires (**Ingraham et al., 1987; Meschy, 1994; Paragon, 1995; Serieys, 1997**). Cependant, la supplémentation en magnésium ne se révèle pas systématiquement bénéfique (**Ingraham et al., 1987**), ce qui relativise l'impact de la carence.

La teneur du phosphore n'est pas soumise à un contrôle endocrinien aussi strict que celui de la calcémie, et sa concentration sanguine reflète assez correctement le niveau des

apports alimentaires (**Meschy, 2010**). Chez les bovins, il est prouvé qu'un régime de pré vêlage élevé en phosphore peut avoir un impact négatif sur l'homéostasie du calcium (**Barton et al., 1987**). Ainsi, le phosphore est majoritairement lié à des composés organiques pour former les phospholipides (**Arnaud, 2008 ; Bojovski, 2011**). En conséquence, la prédiction précise des exigences en P pour les ruminants est difficile. Une meilleure connaissance des facteurs de variation du phosphore plasmatique ou de la phosphatémie est nécessaire pour permettre l'utilisation des valeurs de ce paramètre comme des indicateurs de la biodisponibilité du phosphore alimentaire ou tout au moins du métabolisme et de l'état nutritionnel du phosphore chez les bovins laitiers. Le taux de la phosphatémie est influencé par des facteurs autres que celui de la teneur de la ration en phosphore. Les travaux de plusieurs chercheurs (**Forar et al., 1982 ; McAdam et O'Dell, 1982; Payne et Payne, 1987**) ont mis en évidence que le phosphore plasmatique varie, chez les bovins laitiers, en fonction de l'âge, de la production laitière, du stade physiologique, de la saison et de la race. Le phosphore plasmatique subit des variations selon le site du prélèvement et des méthodes analytiques utilisées et selon le moment de la journée. Une diminution des apports en phosphore induit généralement une baisse de la fertilité ou un allongement de la période d'anœstrus (**Meschy, 1994; Paragon, 1995; Payne, 1983; Pugh et al., 1985; Radostits et al., 1997; Youssef, 1989**). En revanche, certains auteurs n'observent aucune relation entre la phosphatémie et la fertilité (**Valk and Sebek, 1999; Wu and Satter, 2000**).

Toutefois, Les indicateurs biochimiques sanguins sont généralement sélectionnés de façon à permettre la détection de grands déséquilibres alimentaires susceptibles d'entraîner différentes pathologies (équilibre azote / énergie, statut minéral, fonctionnement hépatique) (**Poncet, 2002**). Pour effectuer le profil biochimique, des prélèvements de sang sont effectués sur des vaches en stades physiologiques différents ; en tarissement, début de lactation, milieu de lactation, et en fin de lactation (**Herd, 2000 ; Whitaker, 2000**).

Le cheptel bovin algérien est constitué de trois types distincts : *Bovin Laitier Moderne* « BLM », *Bovin Laitier Local* « BLL », *Bovin Laitier Amélioré* « BLA » (**Kharzat, 2006**). Le Bovin Laitier Moderne introduit principalement à partir d'Europe et comprend essentiellement les races Holstein, Montbéliarde, Normande et la Brune des alpes. Le Bovin Laitier Amélioré est un ensemble constitué de croisements entre la race locale et race importée (**Yakhlef et al., 2002**). L'élevage bovin laitier en Algérie continue à être soumis à un ensemble de contraintes qui freinent son essor. En amont, le système de production continue de souffrir du niveau technique limité des éleveurs, associé aux entraves climatiques et socio-économiques, qui sont l'origine de la faible productivité des élevages à base de populations locales (**Riahi, 2008**). Sur le plan technique, le problème majeur que rencontre la production laitière est liée à l'alimentation, où, l'insuffisance et la non-efficacité de l'alimentation ainsi que la mauvaise gestion des animaux constituent les principales contraintes de l'élevage laitier. Les techniques de rationnement sont aussi absentes sur terrain. Les vaches laitières importées, dont l'alimentation doit être adaptée aux performances laitières, reçoivent une ration distribuée indépendamment de leur stade physiologique ou de leur niveau de production tout le long de l'année (**Bouzida et al., 2010 ; Chacha, 2011 ; Kaouche et al., 2011**). L'alimentation se caractérise aussi par l'usage excessif des foin secs et du concentré au détriment des fourrages verts.

Les performances réalisées sont relativement modérées, les vaches laitières produisent moins de 3500kg dans les régions céréalières des hautes plaines semi-arides. La mise à la reproduction des génisses est tardive, elle va jusqu'à plus de 35mois (**Chacha, 2011, Mouffok, 2007 ; Mohammed Cherif, 2005**), alors que la fécondité est très variable, on note 400 jours d'intervalle entre vêlages en moyenne, mais avec une grande variance ; >50% des présentent un IV-V supérieur à 440j (**Bendiab, 2012 ; Chacha, 2011, Mouffok, 2007**). La saillie naturelle reste une pratique courante, même dans les régions où l'insémination artificielle est relativement utilisée (**Chacha, 2011, Mouffok, 2007**). Ce mode de saillie reste le choix préféré lorsque l'éleveur est incapable de détecter les vaches en chaleurs.

Les hauts plateaux céréalières semi-arides détiennent plus de 50% de la surface agricole algérienne et totalisent plus de 60% de la population bovine (**Abbas et al. 2005**). Notre étude a été conduite dans la wilaya de Sétif, qui constitue un échantillon représentatif de la région considérée. Cette région contribue actuellement d'une façon significative à l'approvisionnement national en lait cru. En effet, wilaya la de Sétif est classée à l'échelle nationale en tête en production et en collecte du lait (**Abbas et Mouffok, 2012**). De plus, les grands transferts hydrauliques dont la région a bénéficié et la création prochainement des périmètres irrigués vont certainement contribuer davantage au développement de cette filière.

L'étude de la relation entre l'alimentation et la reproduction ne peut donc se limiter à une vérification ponctuelle de l'adéquation entre les besoins nutritionnels et les apports alimentaires, mais doit prendre en compte les variations nutritionnelles au cours de l'intervalle de temps allant du vêlage à la fécondation. De ce fait, la combinaison des deux méthodes (NEC et TMP) peut être un déterminant efficace du statut nutritionnel des vaches permettant d'expliquer la variabilité des performances et de proposer des recommandations sur le plan alimentaire en vue d'améliorer les potentialités productives et reproductives des femelles laitières. Peu de travaux concernant le profil biochimique ont été réalisés sur les vaches importées (**Kayoueche, 2001 ; Metref, 2003 ; Mouffok, 2011**).

L'objectif de notre travail est axé dans un premier temps sur l'évaluation des performances de reproduction dans la région semi-aride ; (cas de wilaya de Sétif) et l'impact de la nutrition à travers l'analyse des paramètres sanguins et l'appréciation de l'état d'embonpoint sur la reproduction des vaches laitières de race Montbéliarde et Fleckvieh importée de régions tempérées en deuxième point.

Avec comme principaux axes :

- Réaliser une enquête rétrospective concernant le statut des paramètres de reproduction de 319 vaches à travers la wilaya de Sétif.
- Proposer des intervalles de référence de quelques paramètres biochimiques classiques chez les vaches laitières de race Montbéliarde du Nord-est algérien.
- Développer à travers une approche métabolique la relation entre l'aspect nutritionnel des vaches et l'expression des performances de reproduction.
- L'évolution du profil biochimique et l'état corporel durant le postpartum chez la Montbéliarde et la Fleckvieh.

- Le changement de l'état corporel et certains indicateurs biochimiques au cours du post-partum selon la saison de vêlage des vaches laitières.

Notre travail est articulé en trois grandes parties, la première partie consiste dans la description du matériel et méthode utilisés avec une présentation de la monographie de la région d'étude ». Les outils et les démarches méthodologiques conçus pour chaque étape sont exposés dans un second point.

Cinq chapitres sont consacrés pour la partie réservée aux résultats et à la discussion ; dont deux valorisés sous forme de deux articles scientifiques publiés alors qu'un troisième est soumis pour la publication dans des revues internationales.

Et enfin, la conclusion représentant la synthèse et la discussion de l'intégration de l'ensemble des travaux étudiés sera traitée en dernier lieu. Nous terminerons notre travail par des recommandations et des propositions pouvant apporter un éclaircissement quant à la problématique initialement posée au début de notre enquête et s'achèvera sur les perspectives attendues, en terme de développement comme en terme de recherche.

Matériels et Méthodes

I. Matériels et méthodes

I.1. Région d'étude

Les hauts plateaux céréaliers semi-arides détiennent plus de 50% de la surface agricole algérienne et totalisent plus de 60% de la population bovine. La wilaya de Sétif constitue un échantillon représentatif de la région considérée.

Cette région contribue actuellement d'une façon significative à l'approvisionnement national en lait cru. Compte tenu de son statut de Wilaya leader en matière de production laitière ; un nombre important de transformateurs s'est orienté vers ce pôle. Par ailleurs, la mise en place de réseaux de collecte est devenue une nécessité que les transformateurs ont développée. En effet, la région de Sétif est classée à l'échelle nationale en tête en production et en collecte du lait. Il est à noter que plus de 12% du lait produit et 22% du lait collecté en Algérie proviennent de cette région (**Abbas et Mouffok, 2012**). De plus, les grands transferts hydrauliques dont la région a bénéficié et la création prochainement des périmètres irrigués vont nécessairement contribuer au développement de cette filière.

Le travail que nous avons entrepris, a été réalisé dans 58 fermes d'élevage bovin dont deux ayant le statut de ferme pilote réparties au sein de 15 communes localisées au sud, au centre et au nord de la wilaya.

I.1.1. Situation géographique

La wilaya de Sétif est située entre 35,5 ° et 36,5 ° de latitude nord et entre 4,7 ° et 6 ° de longitude est. Elle se situe dans les hautes plaines de l'Est algérien. Elle occupe une position centrale et constitue un carrefour entouré de 6 wilayas. Au nord, elle est limitée par les wilayas de Bejaia et de Jijel, à l'Est par la wilaya de Mila, au sud par les wilayas de Batna et M'Sila et à l'Ouest par la wilaya de Bordj Bou-Argeridj. Son altitude est comprise entre 900 et 2000 m ; et sa superficie est de 6,549 km², ce qui correspond à 0,27% du territoire national. Le relief est relativement accidenté dans la partie nord et est dominé par des montagnes boisées (Figure 1). Cependant, il est plutôt plat au centre et au sud. Située dans la région semi-aride d'Algérie, la région de Sétif a longtemps été une région favorable à la culture des céréales et à l'élevage (**Mouffok, 2007**).

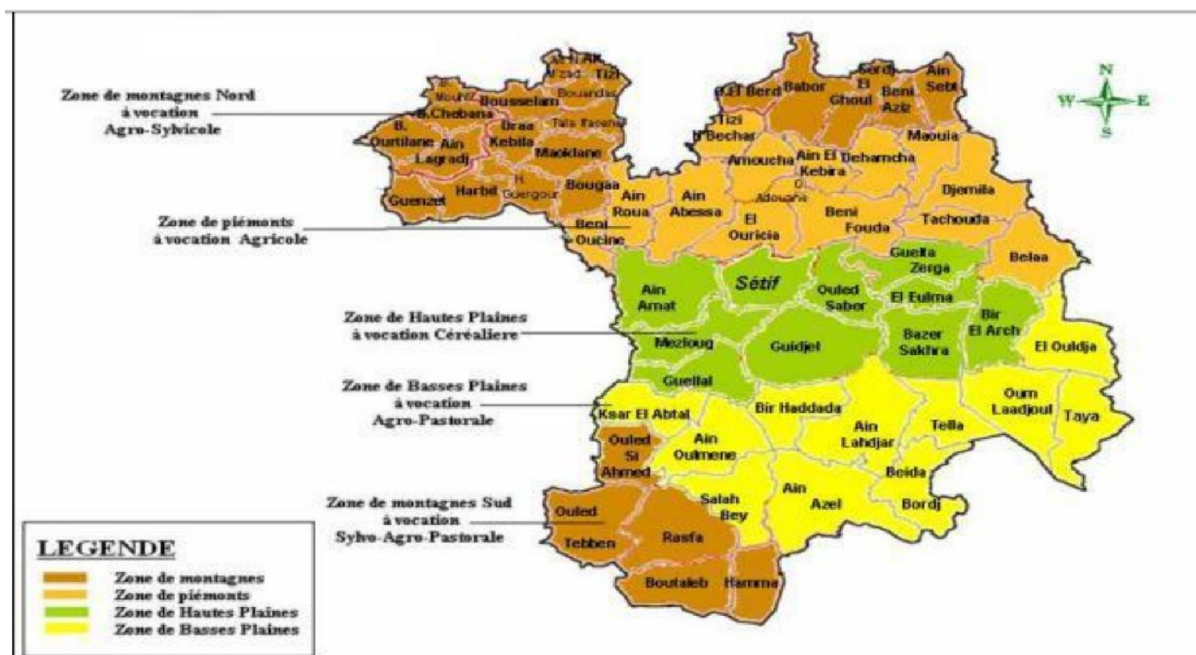


Figure 1. Carte des grandes zones géographiques de la région de Sétif (Mouffok, 2007)

I.1.1.1. la pédologie

La zone nord, plus réduite en surface, comporte majoritairement des sols peu ou pas calcaires, noirs, argileux, vertiques. La zone sud, plus importante en superficie, comporte des sols essentiellement calcaires avec, le plus souvent, des accumulations calcaires dures proches de la surface (Lahmer *et al.*, 1992).

I.1.1.2. l'hydrologie

Les cours d'eau sont tributaires de l'inégalité et de l'irrégularité des précipitations, ils sont généralement secs en été et en hiver, ils sont souvent en crue. Les principaux cours d'eau superficiels sont Oued Bousselem dans la partie nord et nord-ouest, Oued Dehamcha et Oued Menaâ dans la partie Nord-Est et Oued Ftissa et Ben Dhiab dans la partie sud de la région.

Tableau 1. Origine et quantités des eaux superficielles et souterraines (Direction d'hydraulique de Sétif, 2009).

	Origine	Quantités (Hm ³)
Eaux superficielles	Apport du Barrage (BBA)	22,07
	Petits barrages	3,80
	Retenues collinaires	4,69
	Fils d'eau	12,72
	Totales eaux superficielles	42,22
Eaux souterraines	Puits	19,40
	Forages	84,75
	Sources	10,90
	Totales eaux souterraines	115,05
Total		157,27

Il est à remarquer que l'agriculture mobilise des apports d'eau souterrains provenant des puits, des forages et des sources, dont le volume dépasse 115,05 Hm³ (Tableau 01).

I.1.1.3. Le climat

La wilaya se caractérise par un climat continental semi-aride, avec des étés chauds et secs et des hivers rigoureux. Les pluies sont insuffisantes et irrégulières à la fois dans le temps et dans l'espace ; la cartographie des précipitations de toute la période 1970-2011 montre un gradient nord-est / sud-ouest, avec une augmentation des précipitations vers le nord. L'étendue maximale des précipitations (900-1261 mm) est située à l'extrême nord, où l'altitude maximale est d'environ 2004 m dans la montagne Babor (**Ahmim et Moali, 2011**). Cette zone est directement exposée aux courants marins venant du nord, les précipitations annuelles enregistrant les taux les plus élevés (Figure 2).

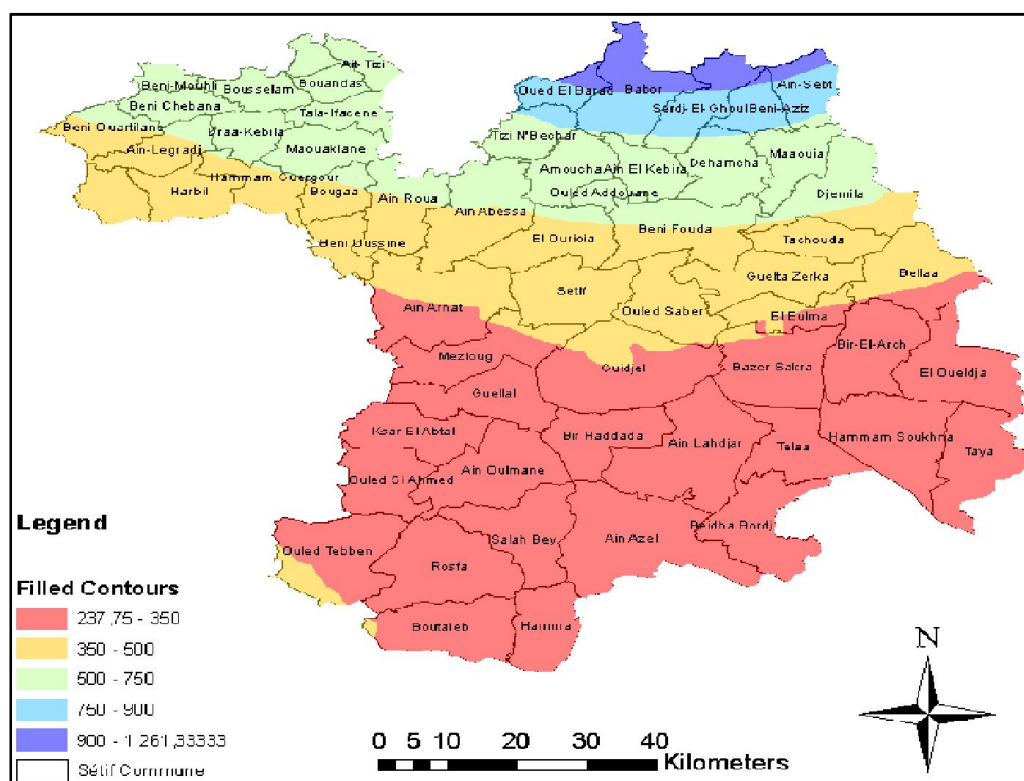


Figure 2. Carte des précipitations de la Wilaya de Sétif pendant la période (1970-2011) (**Rouabhi, 2017**)

La zone pluviométrique (750-900 mm) caractérise la partie des contreforts méridionaux de la chaîne de montagnes Babor et Beni Aziz, cette zone est souvent privée des flux maritimes venant du nord. L'amplitude des précipitations (500-750 mm) traverse la région d'ouest en est, à travers les montagnes de la petite Kabylie jusqu'aux municipalités de Maaouia et de Djemila. Les montagnes de Bouandas et Beni Ourthilane n'enregistrent pas le même niveau de précipitations que les montagnes de Babor, même si elles ont la même latitude. Ceci est probablement dû à l'altitude et aux facteurs de proximité de la mer. En effet, les trois premières franges de précipitations (900-1260 mm) (750-900 mm) et (500-750 mm) représentent les stades bioclimatiques subhumides. L'abaque de pluie (350-500 mm) favorable

Matériel et Méthodes

à la culture des céréales est répandu sur la majorité du centre et une petite partie de l'extrême sud, où la pluviométrie est principalement favorisée par les chaînes montagneuses de Boutaleb et El hodna du sud. La dernière étendue de précipitations (237-350 mm) couvre la majeure partie de la zone sud, souvent caractérisée par de grandes plaines s'étendant entre 700m et 900m d'altitude. Compte tenu de ce déficit pluviométrique annuel, le système agricole du sud repose principalement sur des activités agropastorales. Récemment, le système d'exploitation devient moins dépendant des cultures pluviales, il s'articule sur des cultures irriguées intensives et des cultures de serre menées par le système d'irrigation au goutte-à-goutte.

Lors de l'année de 2014, la température moyenne de 24.0 °C, le mois de juillet est le plus chaud de l'année(Figure 3). Le mois le plus froid enregistré dans l'année est janvier avec une température moyenne de 4.5 °C. La variation des précipitations entre le mois le plus sec et le mois le plus humide est de 47 mm (Figure4)

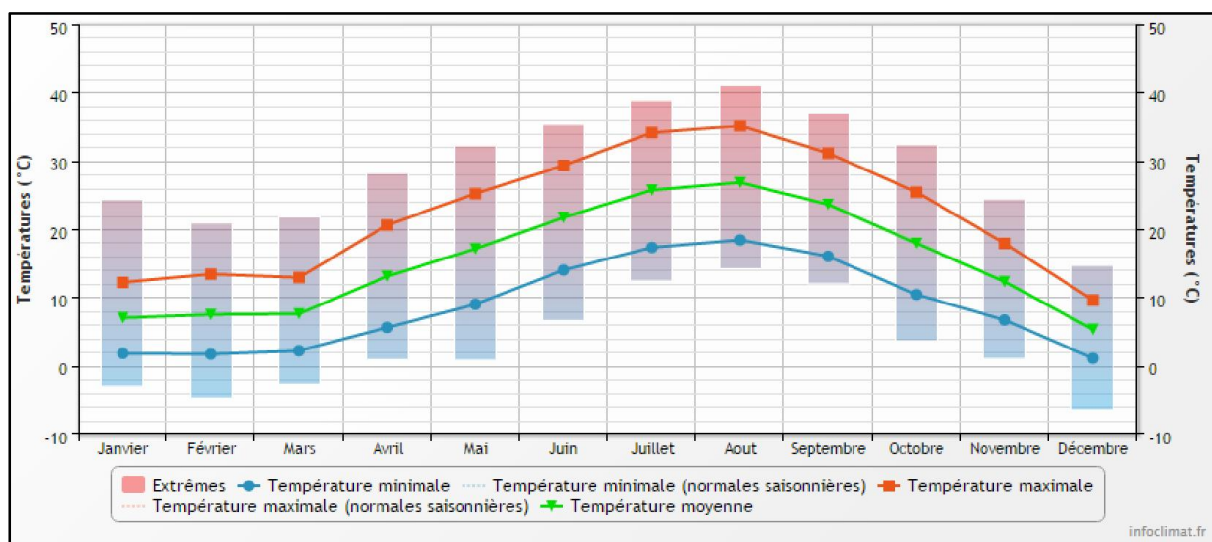


Figure 3. Courbe des températures durant l'année de 2014 de la wilaya de Sétif (Site : Infoclimat. fr)

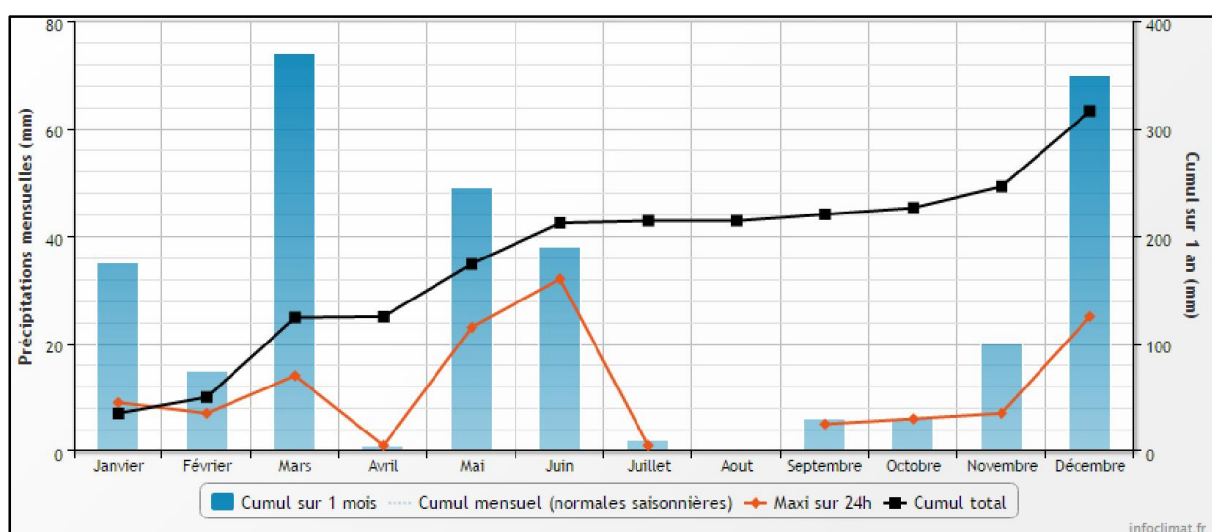


Figure 4. Courbe des précipitations durant l'année de 2014 de la wilaya de Sétif (Infoclimat. fr)

I.1.2. Les activités agricoles

I.1.2.1. La végétation

La barrière climatique des reliefs septentrionaux et l'altitude accentuent les contrastes et diversifient la végétation. On distingue sur les monts les forêts d'Alep de cèdre, le sapin de Numidie, le cyprès et le chêne vert et le chêne-liège. Par ailleurs, la zone montagneuse demeure une région de l'arboriculture notamment l'olivier et le figuier. Les hautes plaines sont le domaine de la céréaliculture et des cultures maraîchères. Par contre, la zone semi-aride inférieure, et compte tenu de la qualité saline de ses sols, la flore est généralement pauvre (Figure 5) (Kaabach et Mebrak, 2010).

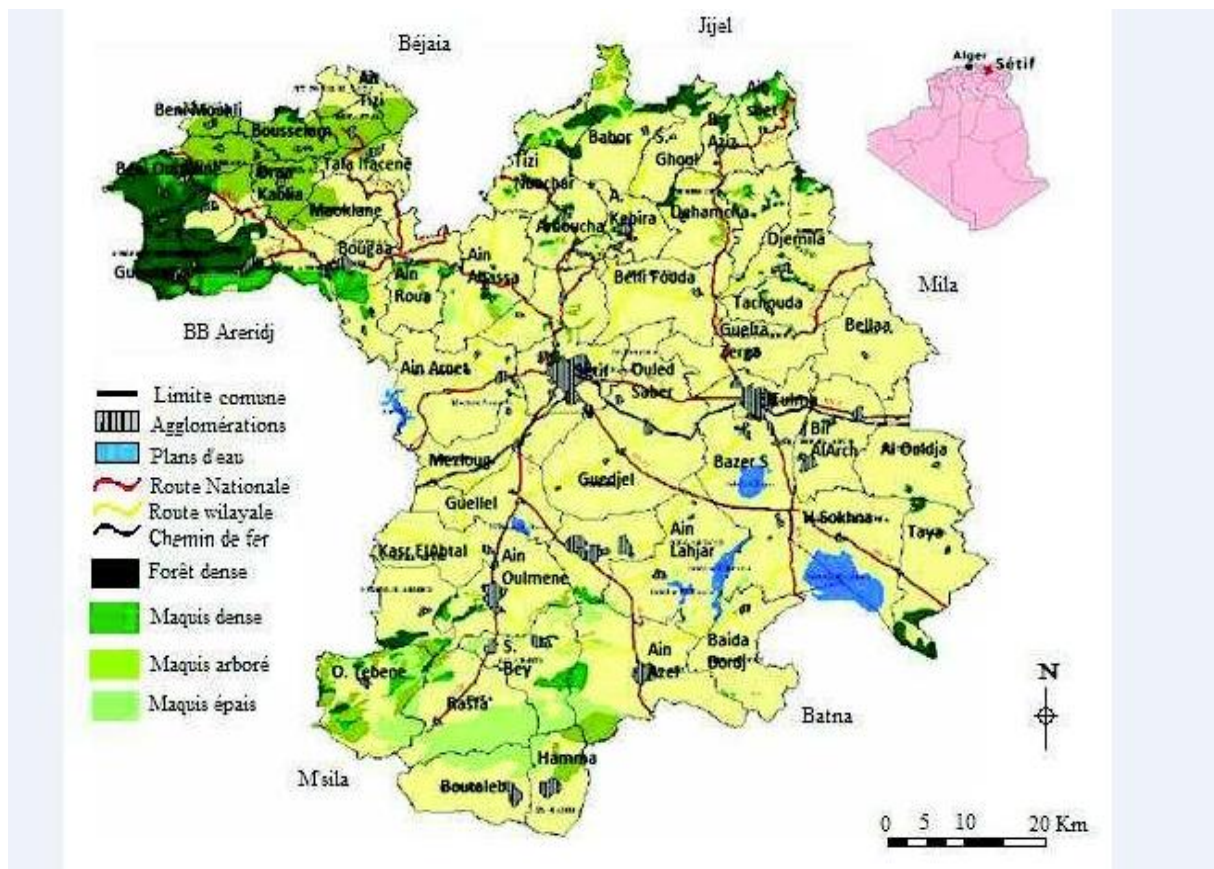


Figure 5. Carte d'occupation des terres de la région de Sétif (Djenba, 2015)

I.1.2.2. La répartition des terres :

La superficie agricole utile de la wilaya (SAU) est de 360 986 ha dont seulement 6,65% bénéficiant de l'irrigation (Tableau 2).

Matériel et Méthodes

Tableau 2. Répartition générale des terres de la wilaya de Sétif (DSA,2008).

Répartition			Superficie (ha)
Superficie Agricole Utile (SAU)	Terres labourables	Cultures herbacées	199 902
		Jachères	134 316
	Cultures permanentes	Prairies naturelles	1 957,50
		Vignobles	54,81
		Plantation d'arbres fruitiers (en masse)	24 756
		Arbres fruitiers (en isolés)	4 558
		Equiv. (HA)Non inclus dans la SAU	
Total SAU			360 986
Dont SAU irriguée			23 995
Pacages et parcours			57 778
Terres improductives des exploitations			41 084
Total des terres utilisées par l'agriculture (SAT)			459 848
Superficies forestières			100 016
Terres improductives non affectées à l'agriculture			95 100
Superficie totale de la wilaya (ST)			654 964

I.1.2.3. La production animale

L'élevage ovin dont l'alimentation dépend de la céréaliculture occupe la première place avec 468 880 têtes (Tableau 3). Il est suivi par l'élevage bovin dont l'effectif est évalué à 112 980 têtes, dont 61 485 vaches laitières, alors que l'élevage caprin est de type traditionnel. Celui-ci totalise un effectif estimé à 66 220 têtes, et est associé généralement aux troupeaux ovins.

La région de Sétif connaît ces dernières années un développement de l'élevage bovin relativement important par rapport à celui de l'ovin. Ce changement d'orientation est motivé par les changements climatiques ayant eu comme conséquence la dégradation de la qualité et de la productivité des parcours pastoraux du Sud, conduisant les choix des éleveurs vers l'intensification. Cette tendance est aussi encouragée par les politiques agricoles récentes basées sur les aides accordées à la mobilisation des ressources souterraines en eau (développement des forages). En effet, l'un des aspects de l'intensification est la conduite en vert de l'espèce fourragère utilisée pour l'alimentation des troupeaux de vaches laitières. Généralement la région de dépression Sud (moins de 300 mm) détient la majeure partie des superficies consacrées au fourrage conduit en irrigué et compte plus de la moitié du cheptel de vaches laitières importées et exploitées pour la production du lait.

Tableau 3. Les effectifs animaux (DSA, 2009)

Espèces	Effectif (en têtes)
Ovins	468 880
Bovins total	112 980
	Vaches laitières : 61485
Caprins	66 220
Équins	908

I.2. Outils méthodologiques

L'approche méthodologique mis en œuvre dans la présente étude a nécessité plusieurs outils notamment :

- Une enquête rétrospective portant sur les performances de reproduction des vaches laitières.
- Une étude du profil biochimique selon le stade physiologique des vaches laitières.
- Un suivi de l'état corporel et du profil biochimique en période de postpartum et ce en relation avec les paramètres de la reproduction des vaches laitières.

I.2.1. Choix des fermes

Le recrutement de ces exploitations repose sur: la disponibilité des données relatives au fonctionnement de l'élevage. Ainsi, sur la présence d'un personnel coopératif, connaissant parfaitement les conditions d'élevage propres à chaque exploitation.

De ce fait, Le nombre total des fermes ayant fait l'objet de nos investigations est 58 exploitations réparties comme suit :

- Deux fermes étatiques dites pilotes et dix-huit petites exploitations appartenant au secteur privé font partie du suivi et de l'enquête que nous avons réalisée quant aux performances de reproduction.
- Vingt-huit petites exploitations sont recrutées pour le suivi de profil biochimique selon le stade physiologique.
- Dix exploitations sont suivies quant à l'appréciation de l'étude de la période du post-partum.

I.2.2. Conduite des troupeaux étudiés

Le cheptel bovin des exploitations étudiées est composé majoritairement des animaux appartenant à la race montbéliarde et à un degré moindre par la race Fleckvieh et la race Holstein ainsi des individus métis issus de croisement.

Le mode de conduite des exploitations ayant fait l'objet de nos investigations est de type semi-extensif. Toutefois l'alimentation est différente d'une saison à une autre. En effet, en période hivernale, les ressources alimentaires diminuent, les troupeaux sont mis en bâtiments d'élevages recevant ainsi des fourrages grossiers (foin et paille) et des aliments concentrés (orge, son, maïs). En période printanière, les animaux exploitent les prairies naturelles et les jachères. La végétation spontanée qui y pousse est utilisée pour le pâturage. En période estivale lors de la récolte des céréales, une partie de la tige des céréales et les résidus des moissons sont consommés par les troupeaux.

Le mode de reproduction enregistré dans la majorité des exploitations est essentiellement basé sur la saillie naturelle, toutefois les gestionnaires de ces fermes ont recours à l'insémination artificielle quand il y a absence de taureaux.

Matériel et Méthodes

I.2.3. Collecte des données

Trois types de documents de suivi mis en place dans toutes les fermes constituent l'outil principal qui a permis l'alimentation de la base de données en informations.

- Le planning d'étable élément indispensable et dans lequel est porté quotidiennement les différents événements (saillie, vêlage, tarissement. etc.).
- La fiche individuelle sur laquelle sont mentionnées les données relatives aux femelles d'élevage.

La collecte de l'information est réalisée en collaboration avec les personnels des fermes qui ont mis à notre disposition tous les documents nécessaires pour cette tâche. Toutefois, il est à signaler que plus de la moitié des élevages ciblés ne possède pas de documents relatant les événements de leurs élevages.

I.2.4. Evaluation de l'état corporel

L'état corporel a été très largement utilisé pour appréhender les bilans énergétiques chez la vache laitière. Il est à noter que beaucoup d'étude sont cherché à établir une relation directe entre l'état corporel au vêlage, l'état corporel à l'insémination, ou la variation postpartum d'état corporel et les performances de reproduction.

La notation de l'état corporel permet d'apprécier indirectement le statut énergétique d'un animal, par l'évaluation de l'état d'engraissement superficiel. Cette méthode couramment employée à l'avantage d'être peu coûteuse en investissement et en temps. Sa fiabilité reste supérieure à celle de la pesée de l'animal, laquelle est sujette à des variations; suivant le poids des réservoirs digestifs et de l'utérus, mais aussi la production laitière.

Tableau 4. Principaux critères d'appréciation de l'état corporel des vaches laitières (Bazin, 1984).

NOTE	NOTE ARRIÈRE				NOTE DE FLANC	
	Pointe des fesses	Ligament sacro tubérale	Détroit caudal	Épine Dorsale	Pointe de la hanche	Apophyses vertébrales
5	Invisible	Invisible	Comblé	Invisible (dos plat)		
4	Peu visible	Peu visible	Presque comblé	À peine Visible		Épineuses repérables
3	Couverte	Bien visible	Limites planes	Visible, Couverte		Épineux visibles
2	Non couverte	Légèrement couvert	Légèrement creusé	Ligne Marquée	Crête invisible	Transverses à angle vif
1		En lame	Profond	Ligne irrégulière	Crête visible	Transverses séparées
0		Très saillant	Très creusé	Corps vertébral apparent		

Matériel et Méthodes

La note d'état corporel est attribuée à l'animal sur la base de l'apparence des tissus recouvrant des proéminences osseuses des régions lombaire et caudale (Tableau 4). Plus précisément, les zones anatomiques évaluées comprennent les processus transverses et épineux des vertèbres lombaires, les tubérosités iliaques (pointe de la hanche) et ischiatiques (pointe de la fesse), le détroit caudal, la base de la queue et la ligne du dos. La couverture tissulaire peut être estimée par la palpation et/ou l'inspection visuelle (Ferguson *et al.*, 1994).

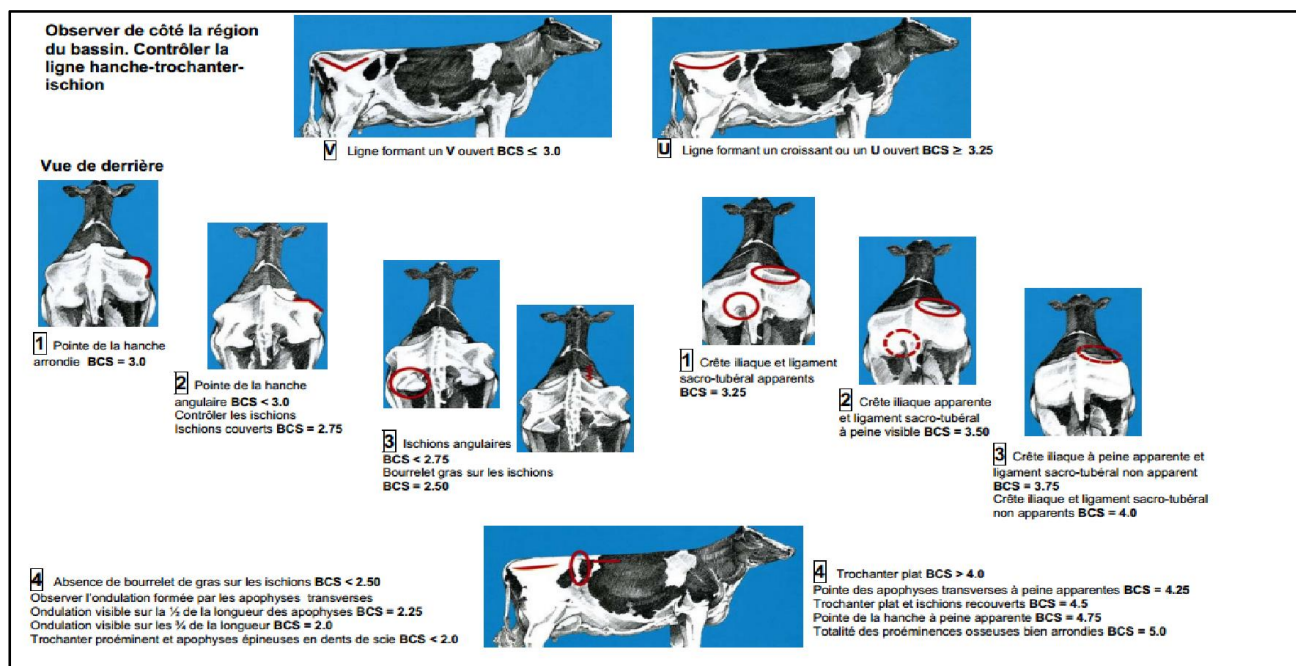


Figure 6. Diagramme de notation pour des vaches de type laitier (Edmonson, 1989)

Le système de notation le plus communément utilisé s'étale de 1 à 5 points : 1 pour vache cachectique, 2 pour maigre, 3 pour moyenne, 4 pour grasse et 5 pour très grasse, avec une précision de 0,25 unité (Figure 6) (Edmonson, 1989).

I.2.5. Paramètres sanguins

La notation d'état corporel est une méthode subjective pour évaluer les changements globaux du statut nutritionnel des femelles. Afin de mieux quantifier et apprécier biologiquement les profils nutritionnels, nous avons procédé à un suivi et à une analyse d'un certain nombre de métabolites sanguins. En effet, ces derniers reflètent le statut énergétique, et une appréciation des statuts azoté et minéral (Tableau 5), pour ce faire un dosage sur les plasmas des vaches a été initié.

I.2.5.1. Prélèvement du sang

Nous avons retenu un protocole de prélèvements qui permet d'obtenir suffisamment des données mais qui ne contraint pas trop l'éleveur. Nous avons donc opté pour un protocole avec trois prises de sang. Les prises de sang sont réalisées par moi-même. La première prise de sang était réalisée entre 20 et 30 jours post vêlage, les deux autres prises sont faites à un mois d'intervalle.

Matériel et Méthodes

Des échantillons de sang de 5 ml de volume sont pris de la veine coccygienne entre 08h00-10h00 (environ deux heures après l'alimentation et la traite). Ce temps de l'échantillonnage a été rigoureusement respecté pendant la période entière de l'étude.

Une identification minutieuse des vaches est portée sur une fiche signalétique individuelle (numéro de la vache, son stade physiologique, la date de prélèvement et le nom de l'exploitation). Immédiatement après le prélèvement, les tubes ont été placés dans une glacière et très rapidement acheminés au laboratoire pour être centrifugés à 5000 tours/minute pendant 5 minutes. Après centrifugation, le plasma est prélevé à l'aide d'une micropipette puis stocké dans de petits tubes stériles d'une contenance de 4 ml, est congelé à (-20°C) jusqu'au jour de l'analyse, généralement entre un et deux moi. Les dosages ont porté sur des paramètres biochimiques décrits ci-après :

Tableau 5. Liste des paramètres biochimiques sanguins analysés

Paramètres biochimiques	Unités
Glucose	g/l
Cholestérol total	g/l
Albumine	g/dl
Urée	g/l
Calcium (Ca)	mg/dl
Phosphore (P)	mg/dl
Magnésium (Mg)	mg/dl

I.2.5.2. Matériels utilisés pour le prélèvement et le transport des échantillons

- Tubes sous vide avec anticoagulant (héparine de lithium) de 4ml et des aiguilles.
- Glacière, plus des générateurs de froid (transportés les échantillons sous régime de froid (+4C°).

I.2.5.3. Matériels de laboratoire

- Micropipettes différents volumes (5 μ , 10 μ ...).
- Tubes secs 4ml.
- Portoirs.
- Centrifugeuses
- Spectrophotometer
- Glucomètres de type ACCU-CHEK (spécifier humaine)
- Des bandelettes ACCU-CHEK
- Réactifs pour différents tests

I.2.5.4. Méthodes de dosage

Les analyses a été faite au niveau du laboratoire biochimique de l'établissement hospitalier de Ain Elkebira. Wilaya de Sétif.

Matériel et Méthodes

Tableau 6. Paramètres sanguins, méthodes analytiques et qualité des tests de laboratoire

Paramètre	Méthode analytique	intra test variation (CV%)	Inter-test variation (CV%)
Urée	Méthode d'uréase et glutamate déshydrogénase GLDH	2.08	3.4
Albumine	Méthode vert de bromocrésol	1.41	1.99
Cholestérol total	Test colorimétrique enzymatique CHOP -PAP	2.08	2.56
Calcium	Colorimétrique: o-crésolphtaleinecomplexone	1.02	1.63
Magnésium	Méthode du bleu de xylydyle	1.30	2.83
Phosphore	Phosphomolybdate	0.77	1.41

Il est à signaler, que la concentration du glucose était immédiatement estimée après la collecte du sang et ce à l'aide d'un glucomètre de type ACCU-CHEK (spécifié humaine).

I.3. Démarches méthodologiques

I.3.1. Performances de reproduction

I.3.1.1. Matériel animal

Les informations qui ont fait le support de notre étude sont issues d'une enquête rétrospective menée auprès de 20 exploitations bovines. Parmi ce lot de fermes, deux ont le statut de ferme pilote (Laghmara Rabeh et Mekhloufi Aissa sises à Ain Arnet et à El Eulma) et 18 petites exploitations privées réparties sur plusieurs communes. Il est à constater que nous avons sélectionné ces fermes sur la base du degré de maîtrise et de gestion rationnelle de l'information zootechnique, notamment l'enregistrement tous les événements liés à la reproduction des vaches

Nous avons par la suite reconstitué, la carrière reproductive de 319 vaches laitières. L'enquête rétrospective comporte plusieurs données, toutefois seuls les paramètres servant comme indicateurs techniques de fertilité et de la fécondité ont été retenus et exploités, parmi ces critères, on peut citer l'intervalle vêlage-première insémination, l'intervalle vêlage-fécondation, l'intervalle vêlage première insémination-fécondation, l'intervalle vêlage vêlage-vêlage et le nombre d'inséminations par conception.

I.3.1.2. Bilan de reproduction

Les bilans de reproduction sont établis à partir des données collectées des fiches individuelles de chaque vache, et du planning d'étable. Les données de base sont : les dates de vêlages, les dates d'inséminations et les dates de naissance. Le bilan de reproduction est calculé sur une campagne limitée à 12 mois (période : 2013 à 2016), dans laquelle une femelle y est comptabilisée à partir d'un vêlage; tous les événements relatifs aux inséminations qui lui font suite sont pris en considération.

I.3.1.3. Paramètres individuels de reproduction

Lors de cette étude nous avons pris en considération des paramètres individuels liés directement à la reproduction, principalement l'intervalle vêlage – première saillie (IV.S1),

Matériel et Méthodes

l'intervalle vêlage – saillie fécondante (IV-Sf), l'intervalle première saillie– saillie fécondante (S1.Sf), la réussite en première insémination (%RS1).

Les intervalles entre deux saillies ou inséminations sont classés en 3 catégories: retour de chaleur régulier entre [18-24j [et saillie, retour en chaleur décalé entre [24-35j[et réinséminé et à la fin les vaches réinséminées à plus de 48 jours. Cette classification est une aide pour déterminer les causes du retour à la chaleur; mortalité embryonnaire précoce ou non fécondation, mortalité embryonnaire tardive, ou bien non fécondation et anœstrus.

I.3.1.4. Paramètres de reproduction du troupeau

Les paramètres de reproduction de l'élevage communément retenus, sont déduits des paramètres individuels, c'est-à-dire le pourcentage de vaches dont l'intervalle vêlage – première insémination est supérieur à 90 jours (%IV-S1>90 jours), le pourcentage de vaches dont l'intervalle vêlage – insémination fécondante est supérieur à 110 jours (%IV-Sf>110 jours), le taux de réussite en première insémination (%RS1), le pourcentage non gravides après 2 inséminations (%3S).

I.3.1.5. Paramètres descriptifs de la mère

Les paramètres que nous avons ciblés dans cet axe sont : le rang de lactation et la parité.

I.3.1.6. Traitement des données et critères utilisés

Une fois les données recueillies, celles-ci sont dépouillées afin d'éliminer les informations qui risquent de compromettre l'analyse. Par la suite, nous avons procédé à un traitement des données où les informations retenues sont transformées en critères de jugement permettant d'avoir un aperçu sur les niveaux de fertilité et de fécondité du troupeau.

I.3.2. Interaction des profils biochimiques et performances de reproduction

I.3.2.1. Intervalle de référence de quelques paramètres biochimiques chez les vaches de race montbéliarde

Cette étude a été conduite en 2015 sur 28 élevages laitiers de race montbéliarde. Nous avons considéré dans notre enquête un échantillonnage aléatoire représentant 20% par élevage. Un total de 135 vaches est alors pris en compte dans nos investigations.

Nous avons procédé en même temps aux prélèvements sanguins pour les dosages biochimiques à l'évaluation de l'état corporel des animaux (NEC). L'âge des vaches considérées varie entre 3 et 11 ans ; en très bon santé. La distribution a été faite en deux groupes selon le critère de parité (75 vaches primipares et 60 vaches multipares) et en trois groupes en fonction du stade physiologique : 59 vaches en début de lactation(entre 30 et 90 jours de lactation), 60 vaches en milieu de lactation (entre 90 et 180 jours de lactation) et 16 vaches en période de tarissement).

I.3.2.2. Suivi de l'état corporel et paramètres biochimiques en période de postpartum en relation avec les performances de reproduction

Cette étude a été conduite, dans 10 petites exploitations privées de vaches laitières (131 vaches); de races Montbéliardes, Fleckvieh, Holstein et vaches de croisement ; 88 vaches de race Montbéliarde, 31 vaches de race Fleckvieh, et 12 vaches issus de croisement.

Après l'annulation des sujets qui présentent des données insuffisantes ; telles que les : maladies chroniques (mammites, boiteries et métrites), ou des sujets morts ou vendus avant l'achèvement de notre suivi. On a été retenu 74 vaches de race Montbéliarde (24 primipares et 50 multipares) dont le rang de lactation (RL) en moyenne est de 2.33 (1 à 5). Les mises bas sont réparties comme suit : 13 vaches mises-bas à la saison d'automne (oct-déc), 24 vaches à la saison d'hiver (janv. -mars.), 17 en printemps (avr-juin) et 20 en été (juil-sept). 25 vaches de race Fleckvieh (10 primipares et 15 multipares) (RL=1.8) (1 à 4). Qui ont mis-bas pendant la saison d'hiver en nombre de 20 et 5 vaches l'ont vèlées en printemps.

Le suivi de ces animaux s'est étalé sur une période de 4 mois, dont un mois en prépartum et 3 mois en postpartum.

➤ **Mesure de l'état corporel et de la production de lait**

L'évaluation de la note d'état corporel(NEC) a été réalisée en fonction de l'état de la gestation. En effet fait, la première appréciation de ce paramètre a été faite à un mois avant le vêlage, correspondant à la phase de tarissement (NEC T). Par ailleurs, trois autres jugements ont été conduits, le premier à un mois après le vêlage (NEC 1), et le second deux mois après le vêlage (NEC 2), et enfin à trois mois après le vêlage (NEC 3). La différence entre (NEC T et NEC1) correspond au score d'état corporel perdu au cours du premier mois suivant le vêlage (NEC P). La quantité de lait produite quotidiennement était enregistrée sur la feuille de production de la ferme à chaque visite (PL1, PL 2 et PL 3).

➤ **Prélèvements sanguins et mesure des profils biochimiques**

Des échantillons de sang pour l'analyse biochimique ont été prélevés une fois par mois pendant les trois mois post-partum des groupes de vaches sélectionnés 2-3 heures après l'alimentation du matin.

➤ **Paramètres de reproduction retenus**

Les paramètres que nous avons pris en considération pour la quantification du profil de la reproduction des animaux sont au nombre de huit, ces derniers ont un lien direct avec la carrière reproductive des vaches; il s'agit de :

- ❖ Intervalle vêlage à la première saillie (IV-S1).
- ❖ Intervalle vêlage à la saillie fécondante (IV-SF)
- ❖ Intervalle de vêlage-vêlage (IV-V).
- ❖ Indice coïtale (IC).

- ❖ Intervalle saillie 1 à saillie fécondante (S1-Sf).
- ❖ Taux de réussite au 1 service, à 3 services et plus.
- ❖ Taux de réussite à 70, 90 et 110 jours.
- ❖ Taux de IV-V<380j et IV-V> 440j.

I.4. Analyse statistique

I.4.1. Les variables étudiées

Lors de nos investigations, nous avons considéré un certain nombre de variables, lesquelles sont intimement liées à la reproduction des femelles, nous mentionnerons :

- Les paramètres de reproduction,
- Les paramètres sanguins biochimiques, cités précédemment,
- La note d'état corporel (NEC).

I.4.2. Les facteurs de variation

La reproduction des vaches est tributaire de divers facteurs de variations, à cet effet seront pris en considération, les facteurs qui ont une grande part de cette variation, il s'agit de :

- Le stade physiologique
- La parité
- La saison
- Les performances de reproduction

I.4.3. Méthodes statistiques

Les résultats ont été évalués statistiquement grâce aux logiciels XLSTAT version 2014.

- Le test t-de student a été utilisé pour déterminer les différences de la NEC et les concentrations plasmatique des paramètres sanguins entre les vaches multipares et primipares.
- La relation entre les différents paramètres étudiés a été vérifiée par le test de signification des coefficients de corrélations de Spearman et de Pearson ($P < 0,05$).
- Une analyse de variance à un facteur (ANOVA) a été utilisée pour déterminer l'effet du stade physiologique, saison et performance de reproduction sur les paramètres sanguins biochimiques, et de la NEC. Il est à signaler que les significations *, **, *** ont été attribuées lorsque $p < 0,05$, $p < 0,01$ et $p < 0,001$.
- Des corrélations ont été appliquées pour voir la relation entre les métabolites sanguins et les paramètres de reproduction en différentes saisons.
- Les résultats sont formulés sous forme de moyen \pm écart type

Résultats et Discussion

Chapitre I: Etude des facteurs affectant les indicateurs des performances reproductives des vaches laitières dans la wilaya de Sétif

I.1.Résultats

I.1.1. Analyse descriptive

Les exploitations qui ont l’objet de notre enquête ont dans leur majorité un effectif de vaches compris entre 7 et 20 et ce dans les fermes privées, au contraire dans les élevages dit fermes-pilotes ces effectifs d’animaux varient entre 20 et 31 individus. Par ailleurs, le rang de lactation de ces vaches se situe entre 1 et 4 lactations, avec une moyenne comprise entre 2,7 lactations. De plus parmi le nombre total des vaches, nous constatons que 102 femelles sont primipares, contre 217 multipares. Par ailleurs, plus de 60% des vaches ont mis bas entre l’automne et l’hiver (Tableau 7).

Tableau 7. Statistiques descriptives (Données qualitatives)

Echantillon	Nb. de vaches	Nb. de modalités	Modalité	Effectif par modalité	Fréquence par modalité (%)
Exploitation	319	2	Pilote	126	39,49
			Privé	193	60,5
RL	319	4	1	102	31,97
			2	62	19,43
			3	113	35,42
			4	42	13,16
Saison	319	4	Hiver	108	33,85
			Automne	91	28,52
			Printemps	58	18,18
			Eté	62	19,43
Mois de vêlage	319	12	Janvier	45	14,1
			Février	31	9,71
			Mars	31	9,71
			Avril.	23	7,21
			Mai	17	5,32
			Juin	20	6,27
			Juillet	21	6,58
			Août	22	6,89
			Septembre	18	5,64
			Octobre	30	9,4
			Novembre	23	7,21
			Décembre	38	11,91

Résultats et Discussion

I.1.2. Performances moyennes de reproduction

L'analyse descriptive des performances moyennes de reproduction (Tableau 8) révèle que les vaches laitières élevées dans les hautes plaines sétifiennes expriment une moyenne de 98 ± 96 jours post-partum lors de leurs premières inséminations (IV-S1). Cependant, l'intervalle vêlage – saillie fécondante (IV-SF) a lieu à 120 ± 56 jours post-partum. L'intervalle entre vêlages successifs (IV-V) est de l'ordre de 400 ± 56 jours. Par ailleurs, l'indice coïtal (IC) affiche un score moyen de $1,56 \pm 1,01$ inséminations.

Tableau 8. Performances moyennes de reproduction dans les élevages bovins laitiers enquêtés

Paramètres	Nombre des vaches	Min	Max	Moyenne	E T	Var (n-1)
IV-S1 j	319	20	241	98,96	47,78	2283,01
IV-SF j	319	23	315	120,38	56,89	3237,17
IV-V j	319	311	595	399,79	56,39	3180,78
S1-SF j	319	00	252	21,42	41,94	1759,09
IC	319	1	6	1,56	1,01	1,02

Min : minimum ; max : maximum ; ET : écart-type ; Var : variance

I.1.3. Répartition des paramètres de reproduction

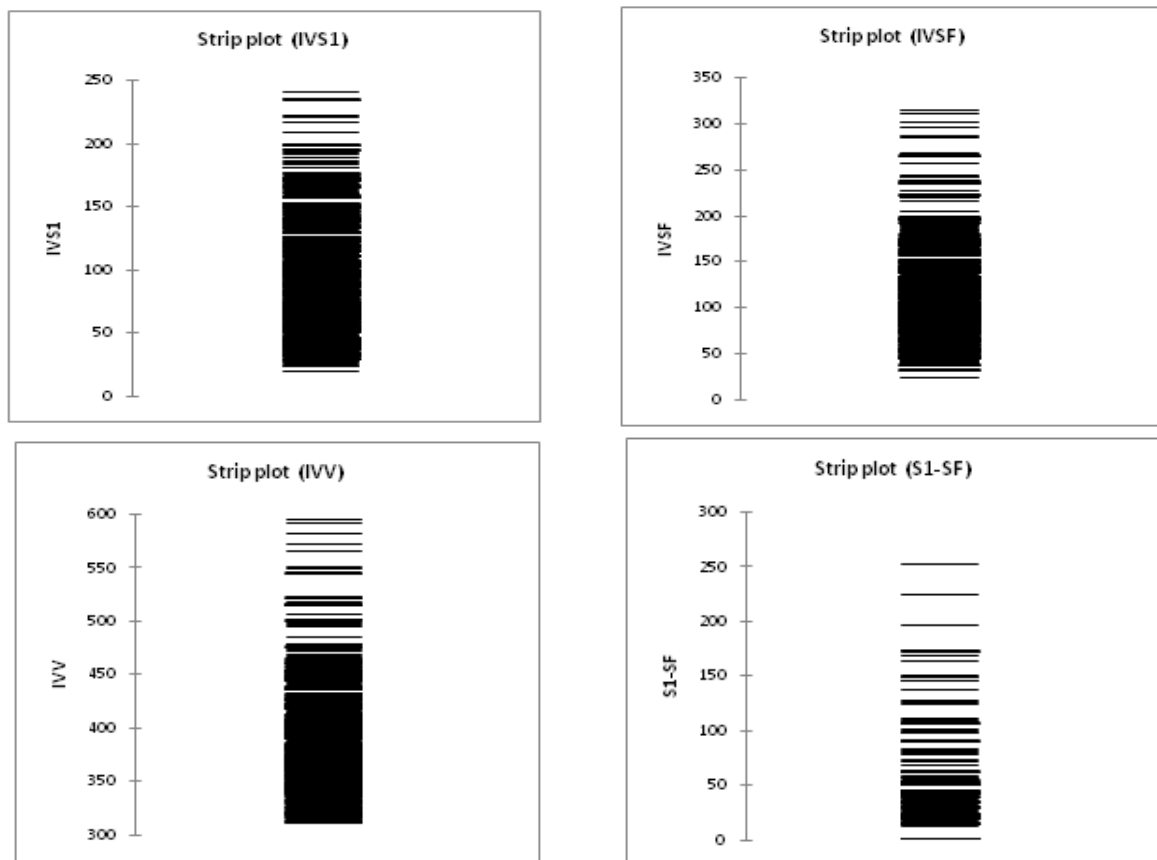


Figure 7. Strip plot des paramètres de reproduction.

Résultats et Discussion

À la lecture des résultats consignés dans le tableau 9, on observe que plus de la moitié des vaches (51%) ont été inséminées qu'après plus de 90j, lors de la première insémination, par ailleurs, ce même score est constaté dans l'intervalle vêlage insémination fécondante, lequel intervalle est au-delà de 110j. Il est à noter que 45% des vaches expriment un intervalle entre deux mises- bas successives supérieur à 400 jours. Toutefois, la lecture de ces résultats montre que la fertilité est relativement bonne. En effet, 66% des vaches sont observées gestantes après une seule insémination, et seulement moins de 15% des vaches nécessitent plus de 3 inséminations.

Tableau 9. Répartition des paramètres de reproduction

Répartition	nombres	Pourcentage (%)
%IVS1<60j	73	23
%IVS1 60-90j	82	26
%IVS1>90j	164	51
%IVSf<80j	81	25
%IVSf 80-110	77	24
%IVSf>110j	161	51
%IVV<380j	135	42
%IVV 380-400j	41	13
%IVV>400j	143	45
%RS1	213	66
%≥3S	44	14

I.1.4. Facteurs de variation

Les résultats des performances de reproduction obtenus font apparaître une variabilité importante (coefficient de variation >50% pour l'ensemble des paramètres étudiés). Cette variabilité a fait l'objet d'une investigation plus profonde afin de déceler les causes de celle-ci. La saison de vêlage, le rang de lactation ou la parité et la taille des exploitations (conduite d'élevage différente) ; sont autant de facteurs qui agissent plus ou moins sur la reproduction et qui ont fait l'objet de nos investigations.

I.1.4.1. Saison de vêlage

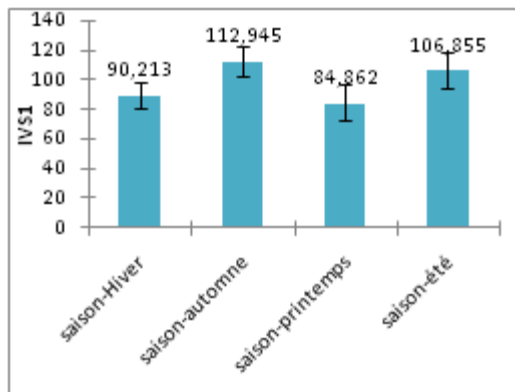
Tableau 10. Résultats de l'ANOVA des paramètres de reproduction selon la saison de vêlage

	IVS1	IVSF	IVV	S1-SF	IC
F	6,358	2,535	2,714	2,138	2,462
Pr > F	0,000	0,057	0,045	0,095	0,063

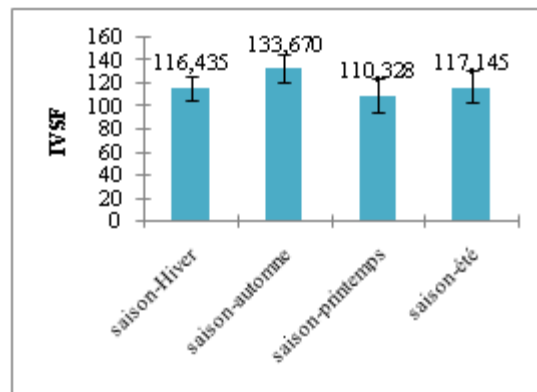
La saison de vêlage agit significativement sur la première insémination et l'intervalle vêlage-vêlage ($p < 0.05$), et faiblement significatif sur la conception et le nombre d'inséminations par fécondation. Il est à signaler que les vaches ayant vêlé en automne et en été présentent un IV-S1 plus allongé (Figure 8a). Par ailleurs, l'intervalle vêlage- vêlage est

Résultats et Discussion

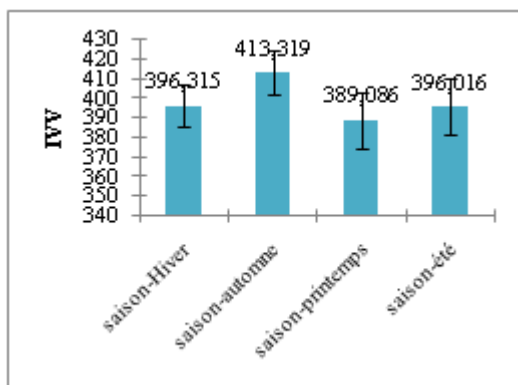
plus long chez les vaches mettant bas en automne (Figure 8c). L'IC est plus élevé en hiver (1.75 vs 1.32) qu'en été (Figure 8d). Toutefois, on peut signaler que les meilleurs intervalles sont enregistrés lorsque les vaches vèlent au printemps.



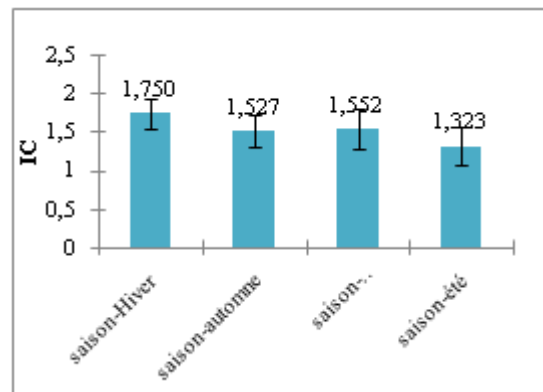
(a) : Intervalle vêlage première saillie en fonction de la saison de vêlage



(b) : Intervalle vêlage saillie fécondante en fonction de la saison de vêlage



(c) : Intervalle vêlage-vêlage en fonction de la saison de vêlage



(d) : Indice coïtal en fonction de la saison de vêlage

Figure 8. Paramètres de reproduction en fonction de la saison de vêlage

I.1.4.2. Mois de vêlage

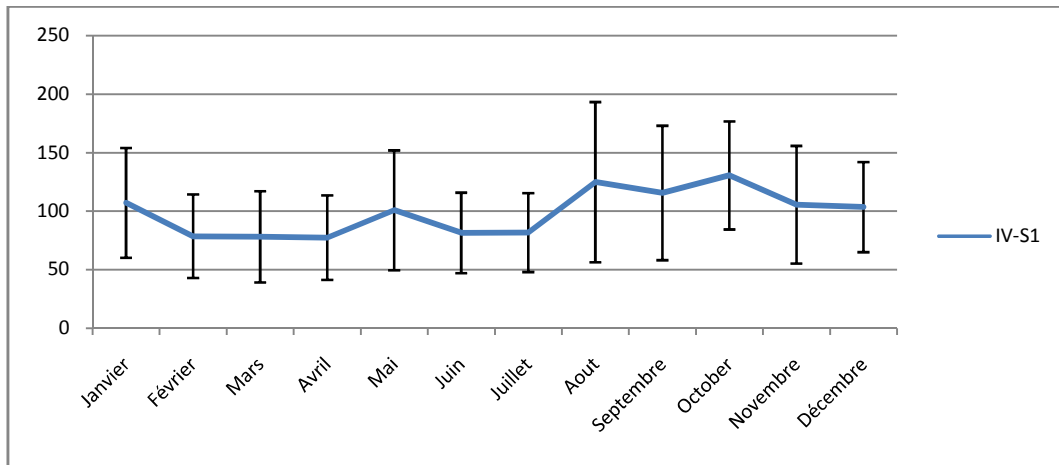
Tableau 11. Résultats de l'ANOVA des paramètres de reproduction selon le mois de vêlage

	IVS1	IVSF	IVV	S1-SF	IC
F	4,681	2,624	2,765	1,133	1,372
Pr > F	< 0,0001	0,003	0,002	0,334	0,185

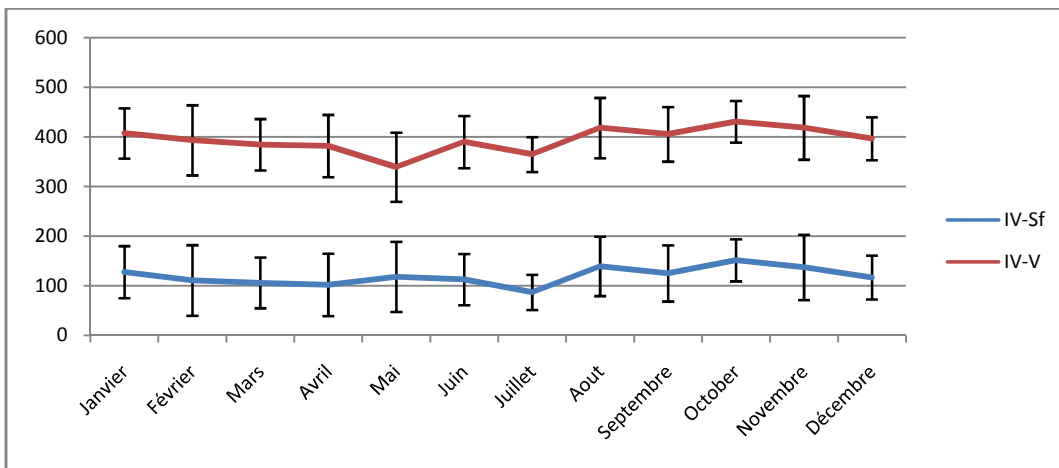
L'étude de variation des performances de reproduction selon le mois de vêlage montre des changements d'une manière très significative ($p < 0,01$) sur tous les paramètres sauf pour l'indice coïtal. En effet, l'IV-S1 est plus long chez les vaches dont la mise bas a eu lieu durant les mois d'août, de septembre et d'octobre (Figure 9a). Cependant, l'intervalle vêlage-conception et l'intervalle entre deux mises bas sont le plus allongés ($> 125j$ et $> 400j$) chez les

Résultats et Discussion

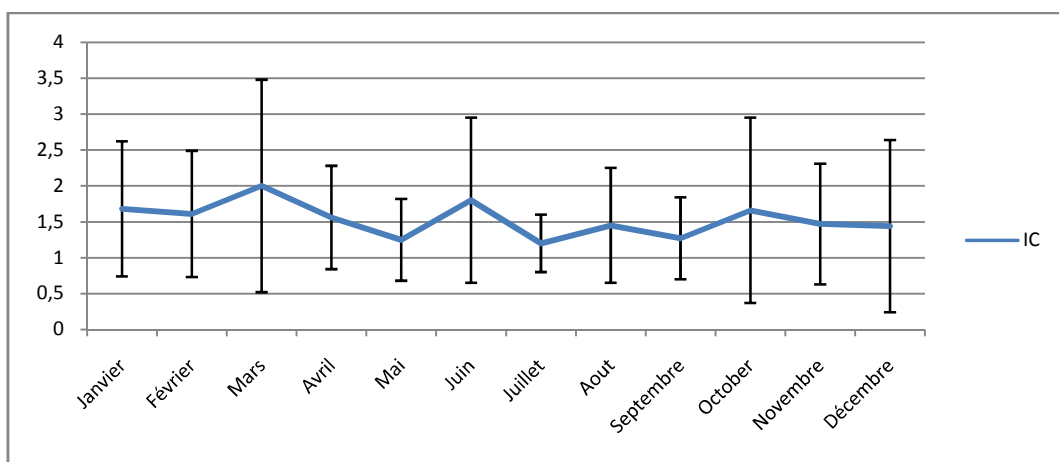
vaches dont la parturition s'est déroulé au courant des mois de janvier, et entre la période allant du mois d'août au mois de novembre (Figure 9b).



(a) : Intervalle vêlage première saillie en fonction du mois de vêlage



(b) : Intervalle vêlage saillie fécondante et intervalle vêlage- vêlage en fonction du mois de vêlage



(c) : Indice coïtale en fonction du mois de vêlage

Figure 9. Paramètres de reproduction en fonction du mois de vêlage

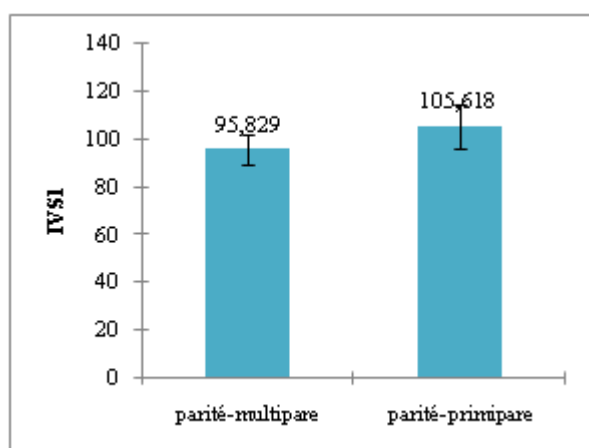
Résultats et Discussion

I.1.4.3. La parité

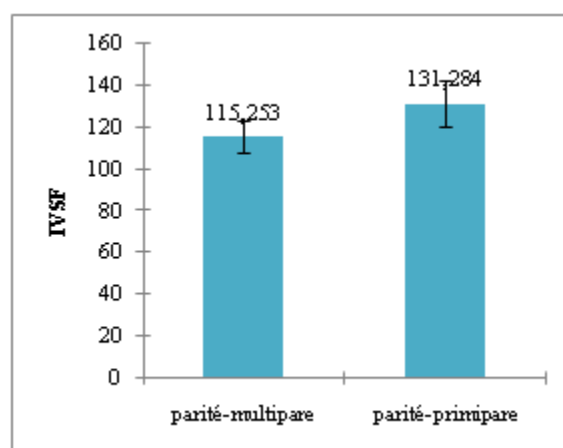
Tableau 12. Résultats de l'ANOVA des paramètres de reproduction selon le mois la parité

	IVS1	IVSF	IVV	S1-SF	IC
F	2,929	5,588	6,122	1,540	0,049
Pr > F	0,088	0,019	0,014	0,216	0,825

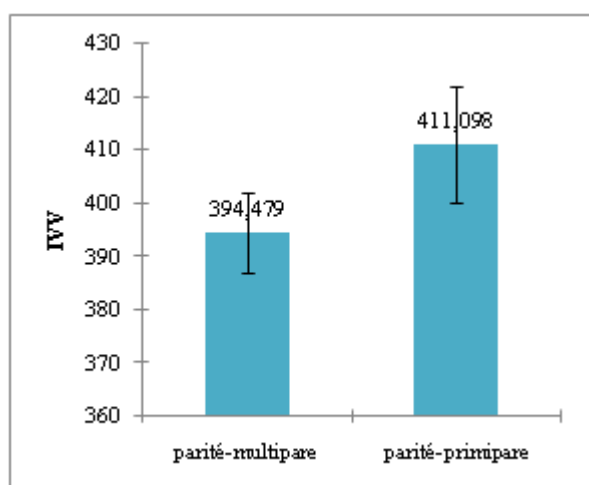
Lorsqu'on fait la lecture relative à la parité, l'on s'aperçoit que les intervalles vélage-conception et intervalles entre deux vélages successifs sont significativement plus long ($p < 0.05$) chez les primipares contrairement aux femelles multipares (Figure 10) (131 vs 115 et 411 vs 394 respectivement).



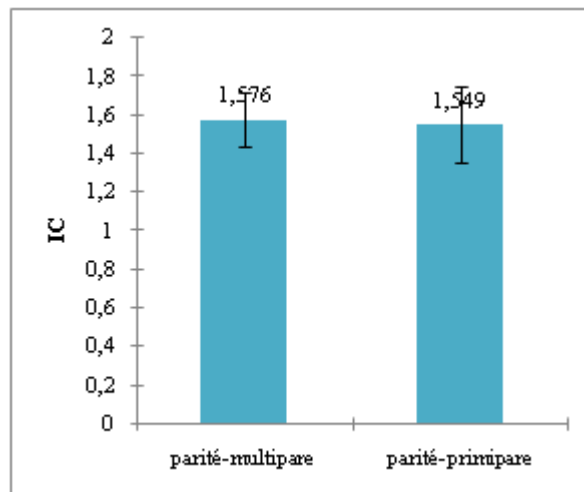
(a) : Intervalle vélage première saillie en fonction de la parité



(b) : Intervalle vélage saillie fécondante en fonction de la parité



(c) : Intervalle vélage- vélage en fonction de la parité



(d) : Indice coïtale fonction de la parité

Figure 10. Paramètres de reproduction en fonction de la parité

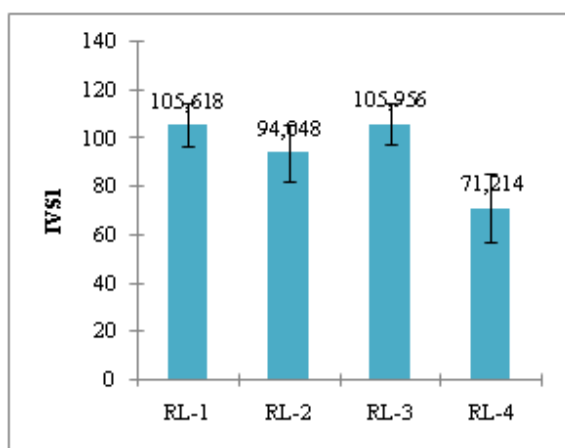
Résultats et Discussion

I.1.4.4. Rang de lactation

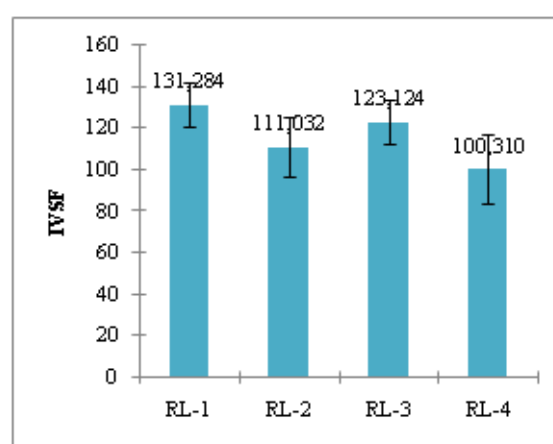
Tableau 13. Résultats de l'ANOVA des paramètres de reproduction selon le Rang de lactation

	IVS1	IVSF	IVV	S1-SF	IC
F	6,754	3,730	4,427	1,442	1,523
Pr > F	0,000	0,012	0,005	0,231	0,208

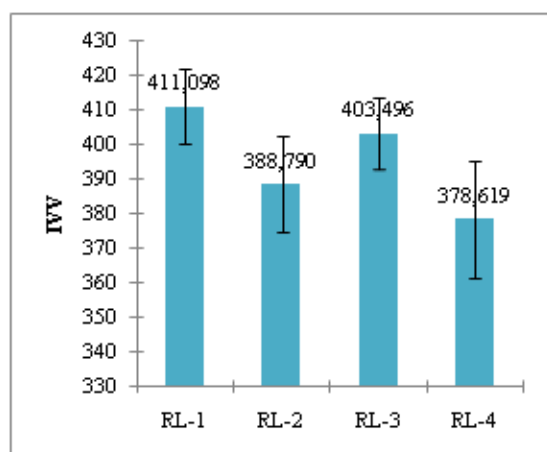
Si l'on analyse le nombre de lactations produit par vache, on constate que les performances les meilleures sont observées chez les femelles les plus âgées et dont le rang de lactations est situé au-delà de 4 lactations. Par ailleurs, il est à signaler que pour ce groupe de vaches, il a été remarqué que ces dernières expriment respectivement des intervalles IV-S1, IV-SF et IV-V de 71 jours, 100 jours et 378j (Figures 11c).



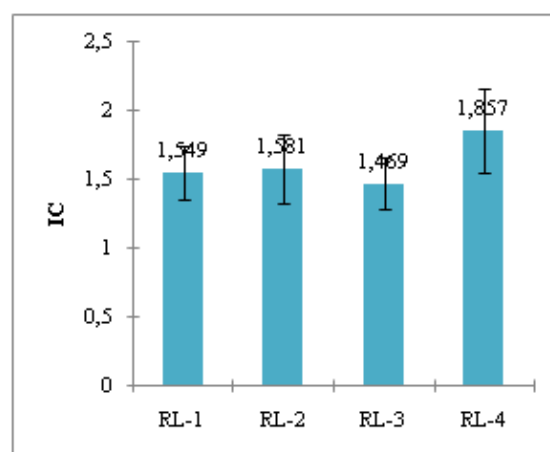
(a) : Intervalle vêlage première saillie en fonction du nombre de lactations



(b) : Intervalle vêlage saillie fécondante en fonction du nombre de lactations



(c) : Intervalle vêlage- vêlage en fonction du nombre de lactations



(d) : Indice coûtale en fonction du nombre de lactations

Figure 11. Paramètres de reproduction en fonction du nombre de lactations

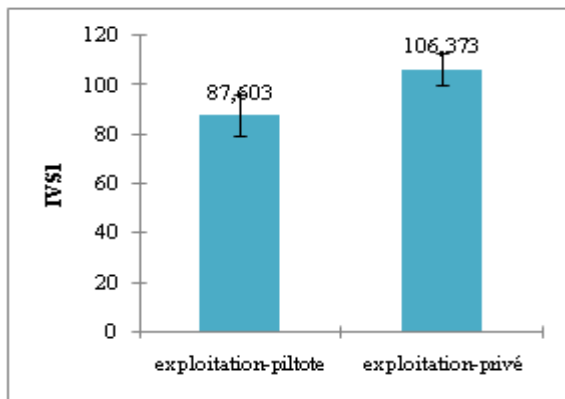
Résultats et Discussion

I.1.4.5. Taille des exploitations

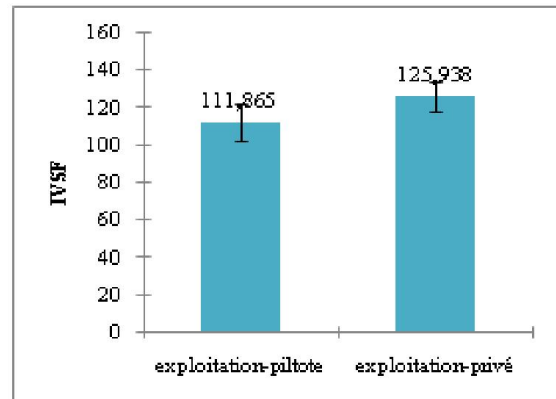
Tableau 14. Résultats de l'ANOVA des paramètres de reproduction selon la taille des exploitations

	IVS1	IVSF	IVV	S1-SF	IC
F	12,177	4,718	3,891	0,956	9,215
Pr > F	0,001	0,031	0,049	0,329	0,003

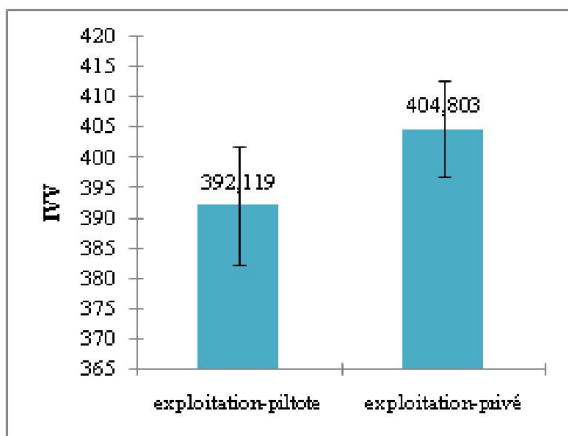
Il est à signaler que les fermes pilotes, présentent de meilleurs moyens dans la gestion de leurs exploitations, notamment dans la détection des chaleurs et la saillie. Ce constat se traduit, par des effets favorables quant aux performances de la reproduction (Figure 12), observés dans la réduction des IV-S1, IV-SF et IV-V respectivement 19, 14 et 12 jours. Cependant, ces exploitations expriment un indice coûtal moyen de 1.77 relativement élevé par rapport aux fermes privées (1.77 vs 1.44).



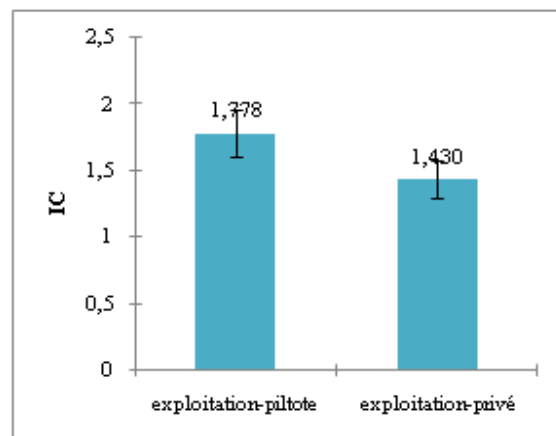
(a) : Intervalle vêlage en fonction de la taille des exploitations



(b) : Intervalle vêlage saillie fécondante en fonction de la taille des exploitations



(c) : Intervalle vêlage- vêlage en fonction de la taille des exploitations



(d) : Indice coûtale en fonction de la taille des exploitations

Figure 12. Paramètres de reproduction en fonction de la taille des exploitations

I.1.5. Intervalle entre deux saillies

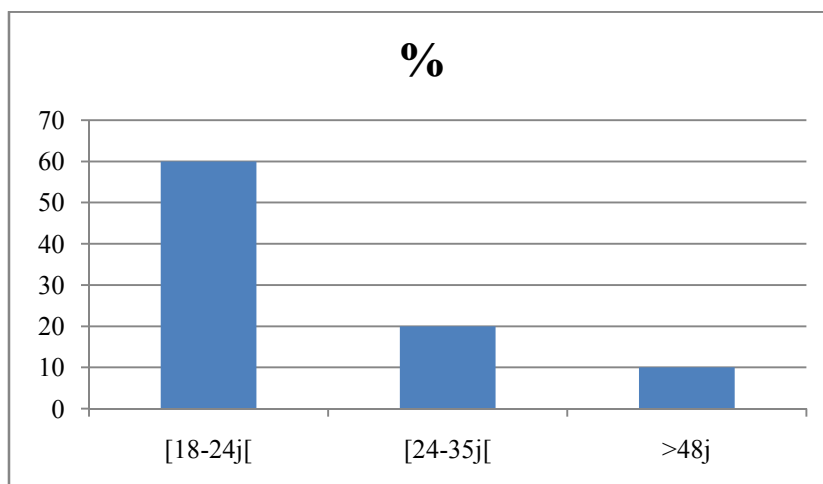


Figure 13. Intervalle entre deux saillies

L'analyse des résultats de l'intervalle entre saillies ou inséminations artificielles (Figure 13) montre que 60% des vaches retournent régulièrement en chaleurs entre 18 et 24 jours après la précédente saillie, contre seulement 20% des vaches entre 24 et 35 jours et 10% au-delà de 48 jours. Toutefois, l'intervalle entre la première saillie et la saillie fécondante est en moyenne de 21.42 ± 41.91 jours.

I.2. Discussion

I.2.1. Intervalle vêlage- vêlage (IV-V)

A la lumière des résultats, que nous avons enregistrés au niveau des exploitations qui ont fait l'objet de nos travaux, il ressort dans un premier temps que les intervalles entre vêlages successifs sont compris entre 311 et 595 jours. Avec une moyenne de 400 jours. Il est à signaler, que cette valeur est légèrement inférieure à la moyenne nationale (409 jours) rapportée d'une part par **Adem, (2003)** et d'autre part par **Mouffok, (2007)**, ce dernier auteur constate dans ces travaux une moyenne de l'ordre de 413 ± 100 jours dans les 4 fermes-pilotes dans la même région d'étude (Sétif). Les mêmes scores ont été rapportés par **Madani, (2000)** et **Guerra, (2008)**. En effet, ces auteurs ont observé dans cette région des intervalles vêlage-vêlage exprimant des valeurs variant entre 375 et 397 jours chez des animaux de race montbéliarde, des valeurs tout à fait correctes comparativement à nos résultats. Cependant, **Smara et al., (2014)**, décrivent un intervalle moyen de 375j de 170 vaches élevés dans 28 petites exploitations de la même région d'étude, des scores tout à fait convenables par rapport à la moyenne constatée dans nos travaux.

De plus, **Bouzebda (2007)** rapportent un intervalle largement supérieur à nos résultats dans six Wilayas de l'est-algérien dans des cheptels constitué par la race Prim Holstein, l'intervalle vêlage- vêlage rapporté est entre 407 jours et 460 jours. **Bouzebda et al., (2006)**, dans une exploitation situées dans la même région constatent des intervalles moyens

compris entre 422 jours et 464 jours, soit une moyenne considérée de 449 jours, dans une étude similaire, **Bouzebda et al., (2003)** constatent des valeurs moyennes dans deux élevages de la région (Est-algérien) de l'ordre de 434,66 jours et 461 jours. **Kaouche et al., (2016)** rapportent des intervalles de 436 à 523j avec une moyenne de l'ordre de 460j. De même, **Ouakli et Yakhlef, (2003)** dans la Mitidja indiquent un intervalle entre deux vêlages de l'ordre de 435 jours. **Messioud, (2003)** révèle une moyenne de ce paramètre de 472 jours observée dans des élevages situés dans la wilaya de Guelma. Il est à remarquer que les valeurs décrites par ces auteurs ont été enregistrées sur des vaches laitières de race frisonne pie noir ou de race holstein. **Sraïri et Kessab, (1998)** ont observé dans des élevages marocains des intervalles vêlages-vêlages relativement des scores constatés dans nos travaux. En effet, ces auteurs constatent des valeurs de ce critère variant entre 346,90 jours et 442,8 jours, avec un intervalle moyen de 391 jours. **Lucy, (2001)** rapporte que chez les vaches laitières hautement productrices l'intervalle entre vêlages est plus long, en effet ce dernier montre un intervalle de 416 jours.

L'autre constat que nous avons enregistré en ce qui concerne ce critère, montre que plus de 45% de vaches laitières enquêtées expriment des intervalles entre vêlages supérieurs à 400 jours, compromettant ainsi l'objectif généralement admis dans des élevages laitiers (<15%). Par ailleurs, 42% des femelles présentent un intervalle inférieur à 380j. Ces résultats corroborent ceux constatés par **Senoussi, (2004)**. Au contraire, pour **Mouffok, (2007)**, 48% des intervalles entre mises bas successives affichent moins de 380 jours (12,5 mois), ces valeurs sont relativement proches des nôtres. Toutefois, 15% des valeurs exprimées pour ce critère dépassent 15 mois. **Bouzebda et al., (2003)** rapporte un pourcentage de 60,39% des animaux qui expriment des intervalles de plus de 400 jours. Ainsi, un pourcentage de l'ordre de 53.23% en 2007 (**Bouzebda, 2007**). Par ailleurs, selon **Granados-Chapatte et al., (2002)**, en Wallonie, 67% des élevages expriment des intervalles compris entre 380 jours et 420 jours, et 14% des intervalles au-delà de 400 jours. Toutefois, une étude réalisée, par **Poncet, (2002)**, dans des élevages bovins laitiers de l'île de la Réunion, montre que l'intervalle moyen entre vêlages est de 434 ± 90 jours, avec, 56% des vaches, expriment un intervalle vêlage-vêlage supérieur à 400 jours, les résultats obtenus par cet auteur sont relativement supérieurs ce que nous avons obtenu. **Wattiaux, (2005)** estime un idéal d'un intervalle entre vêlages, se situant autour d'un an, des intervalles trop courts, inférieurs à 330 jours, sont à proscrire, des intervalles supérieurs à 400 jours sont franchement mauvais.

I.2.2. Intervalle vêlage – première saillie (IV-S1)

Lorsqu'on analyse les scores observés pour ce paramètre et ce sur l'ensemble des fermes considérées, on se rend compte que ce dernier montre une grande variation. En effet, il a été enregistré des valeurs comprises entre 20 jours et 240 jours, toutefois avec une moyenne de 98 jours. De plus, on observe que 23% des vaches ont été saillies la première fois avant 60j, contre plus de 50% des effectifs des vaches laitières l'ont été après 90j.

Selon **Mouffok, (2007)**, les vaches laitières élevées en région semi-aride, notamment la zone de Sétif reçoivent leur première saillie à 98 ± 63 jours postpartum. Cet auteur, constate

dans son étude, un intervalle vêlage 1ère saillie inférieur à 40 jours pour 13% des femelles et moins de 80 jours pour 50% des vaches. En revanche, plus de 27% des premières saillies ont lieu après 120 jours post-partum, ces scores sont relativement proche de nos résultats. De même, **Sraïri et Baquasse, (2000)**, observent pour ce même critère, dans les élevages marocains un score moyen de $104,3 \pm 32$ jours. Les travaux réalisés, dans la région Nord-est algérien par, **Ghoribi et al., (2005)** et **Bouzebda et al., (2006)** font ressortir des résultats inférieurs à nos résultats. Ces auteurs donnent des intervalles moyens pour ce critère compris entre 70 et 80 jours, **Bouzebda (2007)** trouve une moyenne de l'ordre de 85j. Néanmoins sur des vaches appartenant à la race Holstein. Cependant, (**Kaouche et al., 2016**) aperçoivent un intervalle plus long de moyenne de 157j avec 58% au-delà de 90j.

Argente et Jullo, (2002) et **Kiers et al., (2006)** constatent sur des élevages laitiers en France des intervalles moyens de 76 et 81 jours. Ainsi, **Poncet, (2002)**, donne une valeur moyenne de 79 ± 35 jours, dont 38% des animaux exprimant un intervalle (IVS1) supérieur à 80 jours, par rapport aux valeurs admises. Au Canada, **Hayes et al., (1992)**, rapportent que seul 0,8% des vaches sont inséminées avant 50j et 76% avant 100j post-partum. Au Corée de sud, (**Kim and jeong, 2019**) trouvent un intervalle de moyenne de 91j sur plus de 700 vaches étudiés.

I.2.3. Intervalle vêlage- saillie fécondante (IV-SF)

L'analyse globale des résultats obtenus dans notre enquête et relatifs à ce critère fait ressortir, que les valeurs enregistrées sont très éloignées des normes généralement admises. En effet, la moyenne constatée pour ce paramètre est de 120 jours.

Ces valeurs sont proches de celles rapportées par ; **Far, (2002)** et **Mouffok, (2007)** dans la même région d'étude. **Rachid, (2003)** dans le cadre des élevages suivis par le Circuit d'Information zootechnique (C.I.Z) dans plusieurs wilayas (Blida, Tipaza, Tizi Ouzou, Sétif, Constantine et Guelma). **Fetni, (2007)**, dans la région Est de l'Algérie, **Desarménien et al., (2002)** dans les Pays de la Loire (France) et **Argente et Jullo, (2002)** à Château-Thierry (France), ces auteurs rapportent des intervalles entre 110 et 125 jours. Cependant, **Guerra, (2008)**, constate dans la même zone d'investigation un intervalle de 102 jours, ce qui inférieur aux valeurs constatées lors de notre enquête. En Tunisie, plusieurs chercheurs **Ajili et al., (2007)** ; **Ben Salem et al., (2009)** ont observé des intervalles de fécondité supérieurs à 140 jours.

Ainsi, cet intervalle est largement inférieur à celui obtenu par **Ghozlane et al., (2006)** dans la région d'Annaba (158 jours en moyenne). **Ghoribi et al., (2005)**, **Bouzebda et al., (2006)** et **Bouzebda, (2007)** dans une étude réalisée dans la région Nord-est de l'Algérie donnent respectivement des intervalles moyens de 162,5 jours 160,33 jours et entre 134,83 jours et 181,25 jours. (**Kaouche et al., 2016**) entrevoient un intervalle de 189j, dont 57% au-delà de 110j.

Poncet, (2002) dans son enquête réalisée dans l'Ile de la Réunion observe des intervalles moyens de 136 ± 77 jours. Au Maroc, **Sraïri et Baquasse, (2000)** et **Sraïri et El**

Khattabi (2001) rapportent un intervalle de 136 jours chez la race Frisonne élevée dans les périmètres irrigués. L'ensemble des résultats observés par ces auteurs sont plus ou moins supérieurs à ceux constatés dans notre étude. (**Kim and jeong, 2019**), apportent un intervalle de 141j chez la Holstein.

Par ailleurs il est à signaler que le pourcentage moyen des vaches exprimant un intervalle vêlage saillie fécondantes supérieur à 110 jours est de 51% et ce pour l'ensemble des fermes. Ce score est relativement proche de celui rapporté par **Poncet, (2002)** qui donne un pourcentage de 52% dans une étude réalisée sur les élevages de la Réunion. Par ailleurs, nos résultats comparés à ceux observés par **Bouzebda et al., (2006)** et **Bouzebda, (2007)** sont relativement peu éloignées, ces auteurs avancent des scores respectivement de l'ordre de 59,44% et 57.54%. Cependant, selon **Mouffok, (2007)**, 15% des fécondations ont lieu à moins de 50 jours post-partum, 50% à moins de 100 jours et une partie des fécondations, estimée à 16%, n'a pu avoir lieu qu'après cinq mois post-partum (150 jours). Au Canada, **Hayes et al., (1992)** ont noté que chez la race holstein seuls 4% des femelles sont fécondées avant 50 jours post-partum et 57% avant 100 jours, alors qu'au Royaume Unis, 73% des vaches ont été observées gestantes entre 40 et 120 jours postpartum (**Tillard, 2007**).

I.2.4. Paramètres de fertilité

Le taux moyen de réussite en première insémination (TR-S1) est de 66% pour toutes les vaches objet de nos investigations. Les résultats enregistrés dans cette enquête sont bien meilleurs que les objectifs assignés par certains auteurs, notamment **Weaver (1986)**, **Klingborg (1987)**, **Etherington et al., (1991)** et **Seegers et Malher (1996)**, ces derniers considèrent un objectif convenable quand ce dernier est compris entre 40 à 60%. Par ailleurs, les niveaux réalisés dans les élevages enquêtés corroborent les scores recommandés par **Wattiaux (2005)**, pour cet auteur un pourcentage $\geq 60\%$ pour ce paramètre témoigne d'une bonne fertilité des élevages.

Il est à remarquer que nos résultats comparés à ceux obtenus par **Mouffok (2007)** et dans la même région d'étude, sont relativement bas. En effet, cet auteur, constate que plus de 77% des fécondations sont obtenues au 1^{er} service. Toutefois, les scores enregistrés, par **Bouzebda (2007)** dans 6 exploitations se situant dans le nord-est de l'Algérie et par **Ghoribi et al., (2005)** dans deux exploitations situées dans la région est de l'Algérie sont nettement inférieurs aux scores constatés dans notre étude. En effet, ces auteurs, observent respectivement des taux moyens de 37,45% de 27% et 22%.

La comparaison de nos résultats avec ceux des auteurs étrangers consultés, notamment ceux de **Poncet, (2002)**, laisse apparaître un taux moyen de réussite en première insémination artificielle de 29% contre 48%, de succès en saillie naturelle, par ailleurs **Kiers et al., (2006)** donnent un score moyen de 40,5%, **Argenteet Julio, (2002)** observent des taux de réussite en première saillie de 47,70%. **Buckley et al., (2003a)** décrivent un taux de réussite en première insémination égale à 49% dans les élevages irlandais, même taux décrivent par (**Kim and jeong, 2019**) au Corée de sud. Au Canada, **Hayes et al.,(1992)**, trouvent un taux de 60%. Ces

résultats sont plus ou moins faibles par rapport à ceux rapportés dans nos investigations, à l'exception des travaux de Hayes et al au Canada qui sont relativement proches

Le pourcentage des vaches nécessitant trois inséminations et plus, observé dans notre étude est de 14% ce niveau est dans l'objectif <15 % cité par **Watiaux, (2005)**. Toutefois, elle est relativement supérieur comparé au score constaté par **Mouffok, (2007)** et **Smara et al., (2014)** dans la région de notre étude, en effet, ces derniers rapportent des pourcentages inférieurs à (11%).

Cependant, ce taux comparé avec ceux des auteurs consultés, notamment, **Fetni, (2007)**, qui constate un pourcentage de 29,41%, **Bouzebda et al., (2006)** 32%, **Bouzebda, (2007)** 27,17%, et **Ghoribi, (2000)**, ce dernier note dans deux fermes situées à Constantine, des taux de l'ordre de 40% et 45%, sont nettement meilleurs .

De même, **Kiers et al.,(2006)** trouvent 28,60%, **Argenteet Julio, (2002)** 29%, **Désarménien et al., (2002)** donnent 20%. Par ailleurs, **Poncet, (2002)**, observe un pourcentage moyen de 12,50% et **Degien, (2004)** trouve un taux de l'ordre de 7,25%. Il faut toutefois noter que les résultats enregistrés dans notre étude sont dans la fourchette des normes admises.

Enfin, l'analyse des résultats de l'indice coïtal, montre un score moyen pour toutes les exploitations de l'ordre de 1,56. La même tendance a été décrite par **Madani et Far, (2002)**, **Mouffok, (2007)** et **Smara et al., (2014)** dans la même région de notre enquête.

Les résultats relatifs au nombre de saillies par gestation dans la région nord- est algérien observés par, **Hamza et Khadri, (1997)**, **Bouzebda et al., (2006)**, **Bouzebda, (2007)** et **Fetni, (2007)**, laissent apparaître des scores variés de 1,86 à 2,64. Par contre, **Ghoribi et al., (2005)** donnent des indices moyens de 4,33 et de 4,4.

De plus, **Poncet, (2002)**, constate dans des élevages de l'Ile de la Réunion un indice de 2,37, **Argente et Jullo, (2002)** et **Degien, (2004)** dans des élevages en France enregistrent des indices de 2,06 et 1,78 respectivement, **Kiers et al., (2006)** quant à eux donnent, un indice coïtal de 2, **Sraïri et Baqasse, (2000)** observe dans des exploitations laitières au Maroc des indices moyens de 2,41. Les indices observés par l'ensemble de ces auteurs sont largement supérieurs à l' indice moyen observé dans nos investigations, hormis celui révélé par (**Kiers et al., 2006**) qui semble proche du niveau constaté dans nos travaux.

I.2.5. Facteurs de variation de la fécondité

I.2.5.1. Facteurs de variation de la fécondité des vaches

L'analyse de la variance montre que les paramètres de fécondité des vaches laitières élevées dans la région de Sétif sont significativement influencés par les facteurs environnementaux (saison et taille de la ferme), et par les facteurs liés à l'animal (l'âge et parité).

Résultats et Discussion

Plusieurs études en régions chaudes (Mexique, Vietnam, Ethiopie, Venezuela et Malawi) rapporté par : (**Vaccaro *et al.*, 1999** ; **Osorio-Arceet and Seguera-Correa, 2002** ; **Trach, 2003** ; **Tadesse et Dessie, 2003** ; **Chagunda *et al.*, 2004**) démontrent le comportement reproductif des races exotiques élevées sous conditions difficiles, se traduisant par des intervalles prolongés. Dans les pays tempérés, la fécondité varie selon la région, le niveau de production, le pays et la race. Les intervalles vêlage-fécondation et vêlage-vêlage sont plus courts en Europe (**Banos *et al.*, 2004** ; **Glover, 2001**) qu'aux États-Unis (**Dechow *et al.*, 2001** ; **Kearney *et al.*, 2004**) (130 et 410j contre 154j et 434j respectivement), la race jersiaise présente de meilleure performance que la race Holstein (**Silva *et al.*, 1992**), ces auteurs décrivent des intervalles de 87, 116 et 394j contre 95, 124 et 401j pour IV-IA1, IV-IAf et IV-V respectivement.

Une étude similaire faite par **Mouffok, (2007)**, dans la même région que la nôtre, constate que, la ferme, l'année de vêlage, la génération animale et l'âge sont les facteurs les plus déterminants ($p < 0,001$), la saison et l'ordre de vêlage sont sans effet, ou bien à faible effet ($p < 0,05$) sur la variabilité des paramètres de fécondité. Les performances de fécondité sont meilleures au niveau des exploitations disposant plus de superficies fourragères et moins exposées au stress thermique (**Mouffok, 2007**). Dans les pays tempérés, les performances de fertilité se sont dégradées durant les vingt dernières années (**Lindhe, 2001** ; **Washburn *et al.*, 2002**), mais à des niveaux faibles. Cette dégradation, plus remarquée chez les races holsteins, est probablement liée à la sélection pour la production du lait (**Roman *et al.*, 1999** ; **Veerkamp *et al.*, 2001** ; **Dematawewa et Berger, 1998**).

De ce fait, la fécondité des vaches considérées dans cette étude, est faiblement affectée par la saison de vêlage $p < 0.05$ pour l'IV-V. En effet, c'est en automne que l'on a enregistré des mauvaises performances, cette situation peut être due à la proximité de la période de la mise à la reproduction en hiver. Les animaux sont tenus en stabulation, cet état de fait se traduit par une faible détection des chaleurs; de plus il y a un manque en quantité et en qualité de l'alimentation.

Dans la littérature consultée, l'effet de la saison de vêlage sur les performances de reproduction est controversé. **Magaña et Segura-Correa, (2001)** ont observé des intervalles entre mises-bas plus longs en saison pluvieuse chez la race brune suisse introduite au Mexique. En Egypte, chez la bufflesse et au Botswana, la race locale Tswana, la fécondité est meilleure pour les vêlages de la saison sèche, et les intervalles entre mises bas plus courts (**Aziz *et al.*, 2001** ; **Madibela *et al.*, 2001**). Par ailleurs, **Pryce *et al.*, (2000)** ont montré qu'au Royaume Uni et en Ireland, les femelles vêlant dans la période de janvier à mai réalisent les intervalles entre mises bas les plus longs. En revanche, aux États-Unis, les races Holstein et jersiaise réalisent de faibles performances en été (**Silva *et al.*, 1992**; **Ray *et al.*, 1992** ; **Campos *et al.*, 1995**). D'autres auteurs rapportent que la saison de vêlage n'a pas d'effet sur les performances de reproduction (**Vaccaro *et al.*, 1999** ; **Reksen *et al.*, 1999** ; **Chagunda *et al.*, 2004**).

Cette variabilité entre ferme et saison peut être expliquée par le niveau de l'état corporel des animaux au moment des inséminations et ses conséquences sur le bilan énergétique. La relation entre le bilan énergétique et les performances de reproduction a été l'objet de plusieurs travaux (**Herd et Sprott, 1996 ; Pryce *et al.*, 2000 ; Pryce *et al.*, 2002 ; Veerkamp *et al.*, 2001**) et aussi par (**Mouffok, 2014**), pour **Banos *et al.*, (2004)**, un bilan énergétique négatif est associé aux difficultés rencontrées chez la vache à concevoir et maintenir le fœtus. Dans les conditions climatiques de la région de Sétif, les femelles peuvent reconstituer leurs réserves corporelles durant la saison de pâturage (printemps et début de l'été). En outre, la faible production du lait en été exercé moins de pression sur la mobilisation des réserves corporelles et les aider ainsi à améliorer les niveaux de fécondité des animaux.

I.2.5.2. Facteurs de variation de la fertilité

La lecture des paramètres relatifs à la fertilité des animaux et issus de l'enquête que nous avons menée laisse apparaître des fluctuations significatives (lesquelles fluctuations sont tributaires des facteurs environnementaux, notamment la saison et la ferme) ce constat est surtout noté pour l'IV-S1.

L'effet ferme a été bien décrit par plusieurs auteurs, notamment, **Buckley *et al.*, (2003b)**, **Chagunda *et al.*, (2004)**, **Silva *et al.*, (1992)** et enfin **Domecq *et al.*, (1991)**, ces auteurs attribuent, cette variabilité entre fermes aux modes d'inséminations, de détection des chaleurs, et enfin le mode de l'alimentation.

Il est à remarquer, dans notre investigation, que la fertilité est dépendante des variations climatiques inter annuels et des fluctuations entre saisons. En effet, des intervalles allongés entre la mise bas et la première insémination sont observés chez les vaches dont le part a eu lieu durant l'été et l'automne. La variabilité inter annuels s'explique par l'action du climat sur le niveau de production et de stocks fourragers et leurs conséquences sur l'état corporel des animaux. Les fortes variations entre saisons, particulièrement entre les saisons sèches (été et l'automne) et les autres saisons, montrent un impact du stress thermique sur la fertilité, confirmant ainsi les observations de (**Silva *et al.*,1992, Campos *et al.*,1995**). **Bagnato et Oltenacu, (1994)** ont noté qu'en Italie, les vaches vêlant en saison sèche et chaude ont de faibles performances de reproduction, reflétées par un IC élevé et un IV-S1 important (12 jours de réduction de l'intervalle vêlage à la première insémination, 0,32 plus de services par conception et 4,8 semaines de plus du vêlage à la fécondation). **Silva *et al.*, (1992)** rapportent que les intervalles vêlage première saillie sont plus courts en saison froide (89j) qu'en saison chaude (96j) et attribuent ces niveaux au stress thermique, **Gillund *et al.*, (2001)** observent dans les pays scandinaves de meilleures performances pour les vêlages d'été traduit par un gain de 10 à 14 j par rapport à ceux d'hiver.

Dans nos conditions d'élevage, la coïncidence de la période de reconstitution des réserves corporelles avec la période de forte disponibilité fourragère permet aux vaches vêlant en fin d'hiver et printemps d'avoir de meilleures performances, qui se traduisent par un repos post-partum relativement court et un taux de non-retour en chaleurs élevé. Une meilleure

Résultats et Discussion

alimentation en cette saison favorise la correction du statut énergétique partiellement négative durant la première période post-partum. Cette correction influe positivement sur les paramètres de fertilité en augmentant la taille des follicules ovulatoires, le nombre des follicules ovariens et la concentration des hormones de reproduction (**Staples *et al.*, 1998**). **Dechow *et al.*, (2002)**, **Loeffler *et al.*, (1999)** et **De Vries *et al.*, (2000)** rapportent que le bilan énergétique négatif au début de la lactation, surtout pour les animaux mal nourris, en phase de tarissement, conduit l'animal à mobiliser ces réserves corporelles et par voie de conséquence augmenter ainsi les incidences de désordres métaboliques et un affaiblissant la fertilité.

La fertilité des femelles est sous la dépendance aussi du repos post-partum. Une mise à la reproduction précoce diminue sensiblement la possibilité de la réussite de l'insémination. **Berry *et al.*, (2003)** rapportent que les économies réalisées en réduisant l'intervalle vêlage-1ère saillie sont perdues à cause des difficultés de réussite de la 1ère insémination.

Chapitre II: Changement de la note d'état corporel et des indices biochimiques chez les bovins laitiers de race montbéliarde: Influence de la parité et du stade physiologique

II.1.Résultats

II.1.1. Valeurs moyennes de la NEC et des indices biochimiques sanguins

Les moyennes générales de la note d'état corporel et des paramètres biochimiques sanguins des vaches étudiés (n=135) sont résumées dans le tableau 15. La moyenne de la NEC est de $3,38 \pm 0,55$ avec des valeurs extrêmes de 2-4.5. Les concentrations plasmatiques en substrats suivants : glucose, cholestérol total, urée et albumine sont de : $0,64 \pm 0,08$ g/l, $1,29 \pm 0,41$ g/l, $0,15 \pm 0,04$ g/l et $2,72 \pm 0,56$ g/dl, respectivement. D'autre part, les concentrations des minéraux : calcium, magnésium et phosphore sont de $89,27 \pm 13,42$ mg/l, $20,3 \pm 5,6$ mg/l et $43,2 \pm 22,1$ mg/l respectivement.

Tableau 15. Etat corporel et profil biochimique évalués chez les vaches montbéliardes

Variable	N	Min	Max	Moyenne	ET
NEC	135	2	4,5	3,38	0,55
Glucose g/l	135	0,31	0,84	0,64	0,08
Cholestérol total g/l	135	0,56	2,96	1,29	0,41
Urée g/l	135	0,09	0,3	0,15	0,04
Albumine g/dl	135	1,26	3,95	2,72	0,56
Calcium mg/l	135	52,47	123,88	89,27	13,42
Magnésium mg/l	135	0,91	42,0	20,3	5,6
Phosphore mg/l	135	10	106,2	43,2	22,1

N : nombre ; Min : minimum ; max : maximum ; ET : écart-type.

II.1.2. Effet du stade de lactation sur la NEC et les indices biochimiques sanguins

Les figures 14–17 indiquent l'effet du stade de lactation sur l'état corporel et les différents paramètres biochimiques explorés. Il est apparu que la note de l'état corporel et la concentration plasmatique des paramètres biochimiques varient significativement en fonction du stade de lactation. De faibles valeurs de l'état corporel sont observées en début de lactation puis ils évoluent progressivement jusqu'au tarissement (Figure 14).

Le glucose est différencié significativement de $0,6 \pm 0,09$ g/l au début de lactation à $0,66 \pm 0,07$ g/l au tarissement (Figure 15). Concernant le cholestérol total, de faibles variations sont affichées entre le début et le milieu de lactation ($1,19 \pm 0,38$ et $1,46 \pm 0,42$ g/l respectivement), puis chute significativement à un score de $0,99 \pm 0,23$ g/l au tarissement (Figure 15).

La concentration d'urée et des albumines sont peu variables le long de la lactation ($0,14 \pm 0,03$ à $0,16 \pm 0,05$ g/l et $2,68 \pm 0,49$ à $2,76 \pm 0,51$ g/dl respectivement) (Figure 16).

Résultats et Discussion

Quant aux trois minéraux, le calcium, le phosphore et le magnésium, des valeurs élevées sont enregistrées en début de lactation puis diminuent en milieu de lactation et au tarissement (Figure 17). Pour des taux de $90,06 \pm 14$ mg/l, $89,71 \pm 31,36$ mg/l et $84,75 \pm 11,65$ mg/l pour le calcium, $49,65 \pm 27,88$ mg/l, $39,31 \pm 15,36$ mg/l et $34,14 \pm 11,56$ mg/l pour le phosphore et $22,01 \pm 6,49$ mg/l, $19,43 \pm 4,58$ mg/l et $17,9 \pm 3,92$ mg/l pour le magnésium.

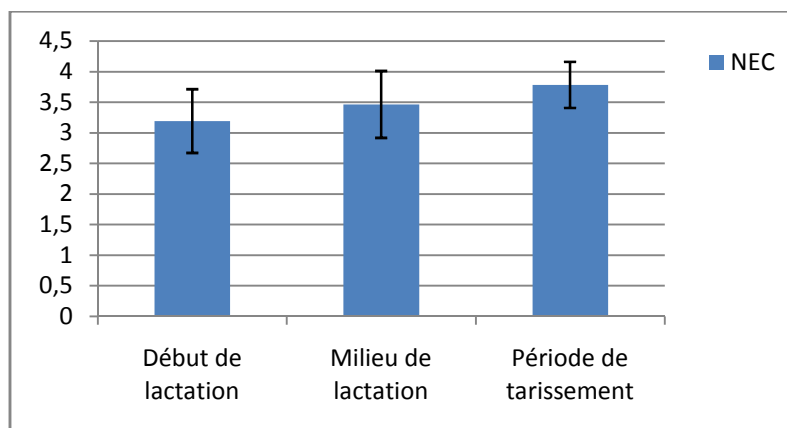


Figure 14. Évolution de l'état corporel selon le stade physiologique

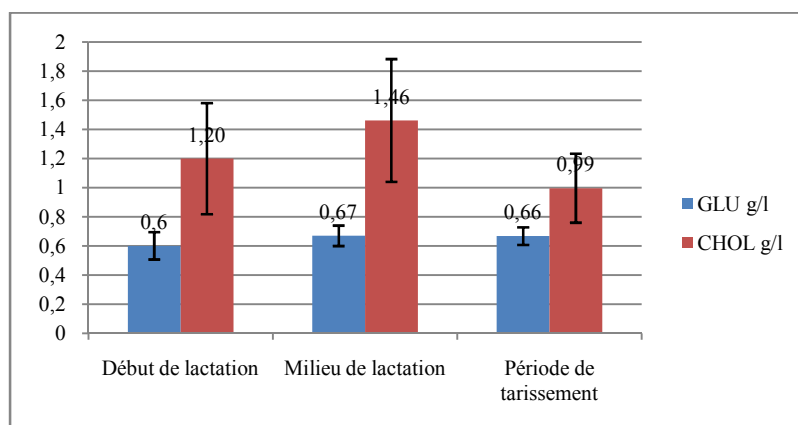


Figure 15. Evolution des concentrations de glucose et cholestérol total selon le stade physiologique

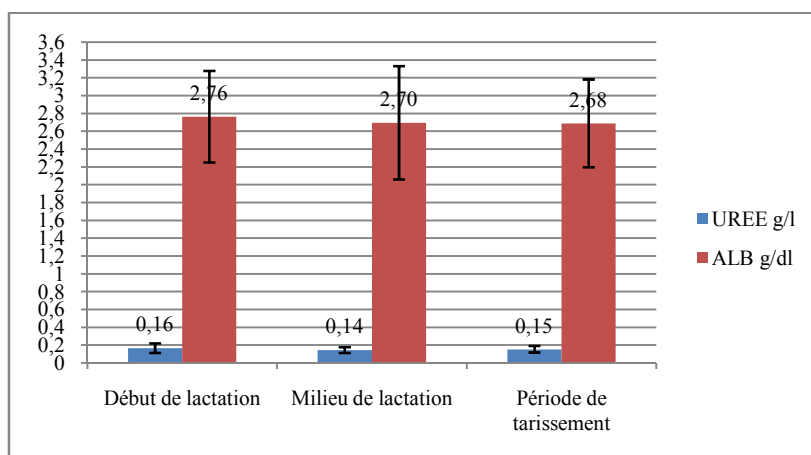


Figure 16. Evolution des concentrations de l'urée sanguine et albumine selon le stade physiologique

Résultats et Discussion

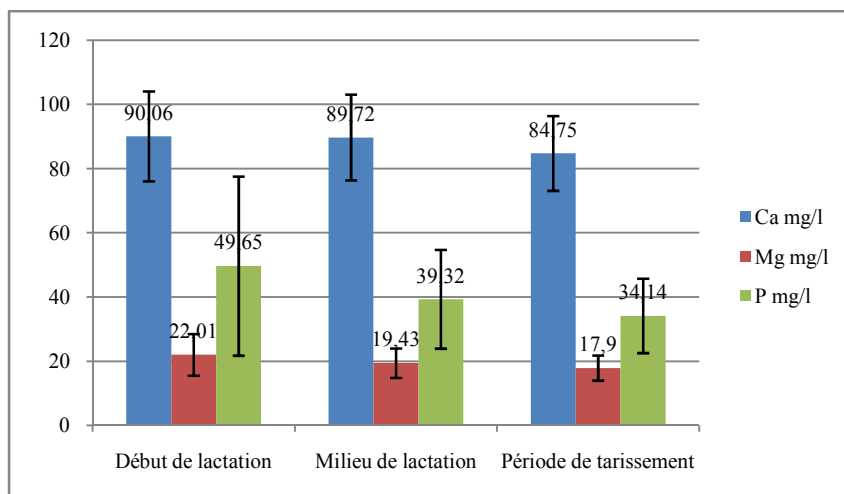


Figure 17. Évolution des concentrations plasmatiques en minéraux selon le stade physiologique

II.1.3. Effet du stade de parité sur la NEC et les indices biochimiques sanguins

Selon le tableau 16, il est apparu que les vaches multipares ont un score moyen de la NEC ($3,50 \pm 0,55$) significativement supérieur par rapport à celui des primipares ($3,28 \pm 0,53$) ($P < 0,05$).

Toutefois, les valeurs moyennes des paramètres biochimiques sanguins sont comparables pour les deux catégories et aucun effet significatif de la parité n'est observé, à cet égard (Tableau 16) si l'on considère le stade physiologique, on constate que la NEC n'affiche pas de différence significative entre les primipares et la multipare que durant le début de lactation ($P < 0,05$) ($3,37 \pm 0,55$ vs $3,06 \pm 0,46$).

Pendant le milieu de lactation, aucun effet significatif de parité n'est observé sur la NEC et l'ensemble des paramètres sanguins. Au cours du tarissement, la concentration plasmatique en urée et en magnésium est plus élevée chez les primipares par rapport aux multipares ($0,18 \pm 0,03$ vs $0,12 \pm 0,01$ g/l et $19,1 \pm 3,0$ vs $16,6 \pm 4,5$ mg/l respectivement, $P < 0,05$), en revanche les concentrations en albumine et en phosphore sont significativement élevées chez les multipares ($3,07 \pm 2,22$ vs $2,29 \pm 0,35$ g/dl et $43,6 \pm 6,8$ vs $24,6 \pm 5,9$ mg/l respectivement, $P < 0,05$).

Résultats et Discussion

Tableau 16. Effet de parité sur l'évolution de la NEC et le profil biochimique

	NEC& constitutions biochimiques	Primipares		Multipares		Primipares x multipares P
		n	M±ET	n	M±ET	
Vaches totales	NEC	75	3,28±0,53	60	3,50±0,55	p<0,05
	Glu g/l	75	0,65±0,07	60	0,63±0,10	p>0,05
	Chol tôt g/l	75	1,34±0,43	60	1,22±0,38	p>0,05
	Urée g/l	75	0,15±0,04	60	0,15±0,05	p>0,05
	Alb g/dl	75	2,66±0,57	60	2,79±0,55	p>0,05
	Ca mg/l	75	91,31±13,52	60	86,76±13,08	p>0,05
	P mg/l	75	39,24±20,18	60	48,19±22,76	p>0,05
	Mg mg/l	75	21,04±5,91 ^a	60	19,57±5,18	p>0,05
Début de lactation	NEC	27	3,06±0,46 ^{a**}	24	3,37±0,55	p<0,05
	Glu g/l	27	0,61±0,06 ^{a*}	24	0,57±0,11 ^{a*}	p>0,05
	Chol tôt g/l	27	1,26±0,40 ^{a*}	24	1,1±0,33 ^{a*}	p>0,05
	Urée g/l	27	0,16±0,05 ^a	24	0,16±0,05 ^a	p>0,05
	Alb g/dl	27	2,70±0,57	24	2,84±0,41	p>0,05
	Ca mg/l	27	90,95±12,75	24	88,75±15,85	p>0,05
	P mg/l	27	44,9±25,9 ^b	24	56,4±29,8	p>0,05
	Mg mg/l	27	22,9±6,6 ^a	24	20,6±6,2	p>0,05
Milieu de lactation	NEC	32	3,41±0,53 ^b	28	3,52±0,56	p>0,05
	Glu g/l	32	0,67±0,06 ^b	28	0,66±0,07 ^b	p>0,05
	Chol tôt g/l	32	1,53±0,43 ^{b*}	28	1,38±0,39 ^b	p>0,05
	Urée g/l	32	0,14±0,03 ^b	28	0,14±0,03 ^a	p>0,05
	Alb g/dl	32	2,71±0,61	28	2,67±0,67	p>0,05
	Ca mg/l	32	92,28±14,66	28	86,88±11,35	p>0,05
	P mg/l	32	36,5±14,2 ^b	28	42,4±16,2	p>0,05
	Mg mg/l	32	19,4±0,50 ^b	28	19,5±0,41	p>0,05
Tarisement	NEC	8	3,68±0,34 ^b	8	3,87±0,40	p>0,05
	Glu g/l	8	0,66±0,07 ^b	8	0,67±0,05 ^b	p>0,05
	Chol tôt g/l	8	0,96±0,18 ^{c*}	8	1,02±0,29 ^{a*}	p>0,05
	Urée g/l	8	0,18±0,03 ^c	8	0,12±0,01 ^b	p<0,05
	Alb g/dl	8	2,29±0,35	8	3,07±0,22	p<0,05
	Ca mg/l	8	89,16±13,65	8	80,35±7,75	p>0,05
	P mg/l	8	24,6±5,9 ^a	8	43,6±6,8	p<0,05
	Mg mg/l	8	19,1±3,0 ^b	8	16,6±4,5	p<0,05

Lettres différentes sur la même colonne indique différence significative à <0.05, * à p<0.01 ** à p<0.001

II.2.Discussion

L'objectif de cette approche est d'établir un constat sur l'évolution des conditions corporelles et du statut biochimique sanguin chez le bovin laitier de race montbéliarde et ce selon la parité (primipares et multipares) et les stades de lactation (début, milieu et tarissement). Tous les animaux de cette étude proviennent d'une région semi-aride au nord-est de l'Algérie. Des études similaires et antérieures ont rapporté que le stade de lactation est l'une des causes importantes de variation des concentrations de métabolites sanguins chez les vaches laitières et donc les variations enregistrées au cours des différentes phases physiologiques (Vazquez-Anon *et al.*, 1994 ; Yaylak *et al.*, 2009).

La valeur moyenne de la NEC obtenu dans cette étude fait ressortir que les vaches laitières de race montbéliarde importées sont bien adaptées au climat semi-aride. Ainsi, la note de l'état corporel affiche de score significativement plus élevé au milieu de lactation et au tarissement par rapport au début de lactation, un constat décrit par la plupart des

Résultats et Discussion

auteurs (**Banos et al., 2004 ; Beam et Butler, 1999 ; Berglund , 2008 ; Berry et al., 2006**). Cependant, la différence de la NEC entre primipares et multipares est constatée au début de lactation, en effet, les vaches montbéliardes âgées acquièrent une adaptation régulière par rapport aux primipares.

La valeur moyenne de la concentration sanguine en urée observée dans nos investigations ($0,15 \pm 0,04$ g/l) est relativement proche des scores physiologiques rapportés par **Brugère-Picoux, (1995)** (0.1-0.25 g/l). Néanmoins, elle est inférieure à celle décrite par **Verrielle et Bedouet, (1999), Sevinc et al., (2002)** (0.2-0.36 g/l) en Turquie et en France. Par ailleurs, elle est également inférieure à celle constatée dans la région de Constantine dans les mêmes conditions climatiques que la région de notre étude (**Kayoueche, (2001), Boudebza, (2002), Metref, (2003)** chez race Holstein et **Mouffouk, (2011)** dans la région de Sétif chez la race Montbéliarde et où ces auteurs signalent respectivement des valeurs de 0.25, 0.3, 0.2 et 0.19 g/l . Cela suggère l'influence d'une multitude de facteurs interdépendants, notamment l'apport en protéines alimentaires, la composition en acides aminés diététiques, l'apport protéique par rapport aux besoins, la fonction hépatique et rénale, la dégradation des tissus musculaires, la quantité de glucides et la dégradabilité du rumen (**Harris, 1995 ; Westwood et al., 2000**).

La concentration de l'urée en début de lactation est significativement élevée par rapport aux autres stades de lactation ($P < 0.05$). Plusieurs études antérieures ont révélé un effet significatif de la lactation sur la concentration d'urée sanguine (**Hanton et Tumba, 1985 ; Tillard, 2007**). **Poso et Lindberg, (1994)** ont révélé une baisse de la concentration d'urée après la parturition, ce qui concorde avec notre résultats. De même, le profil de variations de l'urémie ressemble à celui décrit par **Poncet, (2002)** chez la race Holstein élevée dans la région de l'île de la Réunion ; soit une diminution significative juste après la parturition puis commence à rétablir les valeurs usuels, pour cet auteur, il a signalé des taux de l'ordre de $0,27$ g / l au vêlage, puis avait diminué de manière significative pour atteindre $0,2$ g / l le premier mois.

Toutefois, il a noté que pendant le tarissement, les primipares présentent une urémie plus élevée par rapport aux multipares ($P < 0.05$) (0.18 vs 0.12 g/l). Durant le tarissement, l'amélioration des activités métaboliques particulièrement l'augmentation du catabolisme protéique au détriment de la synthèse protéique et la haute disponibilité de glucose pour l'oxydation augmentent la production d'urée (**Bell, 1995**).

Toutefois, si l'on considère l'ensemble des vaches selon le nombre de lactations, les différences de la concentration plasmatique en urée apparaissent non significatives ($P > 0,05$). Cela diffère du constat de **Payne et Payne, (1987)** qui rapportent une tendance à l'élévation de l'urémie chez les vaches plus âgées (0.35 g/l contre 0.3 g/l), expliquée par les différences dans le métabolisme des protéines.

L'albumine a une demi-vie relativement courte et peut refléter des problèmes de carence en protéines sur une période d'un mois ou deux **Brugère-Picoux, (1995)**. La

Résultats et Discussion

concentration plasmatique moyenne en l'albumine signalée dans nos travaux est proche des valeurs rapportées par **Brugère-Picoux, (1995)** (23-36 g/l).

Les fluctuations observées au cours de lactation sont faibles et non significatives. Selon, **Poncet, (2002)**, l'albuminémie au vêlage est comprise entre 33 et 35 g/l et reste quasiment constante au cours de la première moitié de la lactation. Certaines études ont noté la diminution des concentrations sériques de l'albumine avec la progression de la lactation. Cela peut s'expliquer par des besoins maternels en protéines pour la traite et la formation des immunoglobulines (**Cavestany et al., 2005 ; Roubies et al., 2006 et Mohri et al., 2007**).

Pendant le tarissement, la valeur plasmatique de l'albumine est significativement élevée chez les vaches multipares par rapport aux primipares ($3,07 \pm 0,22$ vs $2,29 \pm 0,35$ g/dl). Cette situation est identique à celle constatée par (**Rossato et al., 2001**) ($34,4 \pm 2,6$ vs $31,6 \pm 5,8$ g/l) à des taux supérieurs que nous avons trouvé. Indiquant que le métabolisme des protéines peut révéler une meilleure adaptation des vaches âgées au changement de la production de lait et la gestation.

Les niveaux de la glycémie des vaches au milieu et à la fin de lactation sont significativement élevés par rapport au début de lactation ($0,66 \pm 0,06$ g/l et $0,67 \pm 0,07$ g/l vs $0,6 \pm 0,09$ g/l). Des résultats similaires sont obtenus par (**Rossato et al., 2001**) chez la race Holstein ($0,56$ vs $0,51$ g/l). La chute de la glycémie après la mise bas est due à l'exploitation d'une grande quantité de glucose sanguin au niveau de la glande mammaire pour la synthèse du lactose (**Kapple et al., 1984 ; Nale, 2003**). Ce constat est confirmé par l'établissement sanguin du glucose en péripartum chez les vaches holsteins élevé dans l'Arabie saoudite (**Abdul-Aziz et Al-Mujalli, 2008**).

En parallèle à la grande demande en glucose pour la lactation en post-partum, deux facteurs contribuent à la chute de la glycémie; la faible ingestion alimentaire après le vêlage et la grande fermentation des carbohydrates alimentaire dans le rumen. Il convient de mentionner que la plupart des travaux antérieurs ont montré qu'il y avait une diminution entre 8 et 18% de la concentration de glucose entre le dernier mois de gestation et le premier mois de lactation (**Poncet, 2002 ; Slanina et al., 1992**).

Cependant, divers auteurs ont indiqué que l'augmentation du taux de glucose pendant la gestation est associée au stress et à l'augmentation de la sécrétion de glucocorticoïdes et d'épinéphrine qui stimulent la glycogénolyse dans le foie (**Hill et al., 1984 et Swenson, 1993**). La présente étude n'a pas montré une différence significative de la glycémie selon l'âge des vaches. Un résultat similaire a été rapporté par **Radostits et al., (2000)**. Or, **Rossato et al., (2001)** indiquant que les vaches plus âgées ont tendance à maintenir l'homéostasie de glucose, principalement pendant le pic de lactation. Selon **Von Knegsel et al., (2005)**, les faibles taux de glucose plasmatique sont associés à une diminution des performances de reproduction.

Le taux moyen du cholestérol total sanguin est de $1,29 \pm 0,41$ g/l. Cette valeur se trouve dans la marge physiologique citée par **Brugère-Picoux, (1995)** (0.8 - 1.30 g/l). Par ailleurs, le

Résultats et Discussion

niveau du cholestérol est maximal au milieu de la lactation par rapport au début et au tarissement ($P < 0,05$) (1.46 vs 1.2 et 0.99 g/l respectivement).

L'augmentation constante de la concentration plasmatique en cholestérol après le vêlage a été signalée chez les vaches laitières en Egypte et au Brésil (**Souza et Junior, 2009 ; Alejandra et al., 2011 ; Eman et al., 2014**). L'accroissement physiologique du cholestérol dans le sang des vaches en lactation est dû à la mobilisation d'acides gras suite à la sécrétion de glucagon et à l'augmentation de la concentration de lipoprotéines plasmatiques (**Cavestany et al., 2005**). La supplémentation en acides gras essentiels du régime alimentaire des vaches a été aussi signalée à l'origine d'une hypercholestérolémie (**Alejandra et al., 2011**). En effet, la cholestérolémie est d'autant plus élevée (20-25%) quand la vache est grasse au vêlage et qu'elle perd beaucoup de l'état corporel en post-partum (**Beam et Butler, 1997, Ruegg et al., 1992**).

Ainsi, un état de foie gras peut être à l'origine d'une cholestérolémie faible dans les premières semaines du post-partum (**Steen, 2001 ; Van den Top et al., 2005**). En effet, l'augmentation du cholestérol au cours de la lactation conjointement avec la synthèse intensive des stéroïdes a été rapportée dans plusieurs études (**Bösö et al., 2000 ; Pysera et Opalka, 2000**). Par ailleurs, nos données indiquent également qu'il y avait une légère diminution du taux de cholestérol sérique avec la progression de la gestation. La diminution du taux de cholestérol est probablement attribuée au rôle de la stéroïdogénèse ovarienne (**Giannetto and Piccione, 2009**) et à une diminution de l'alimentation associée à des altérations du métabolisme lipidique (**Drackley, 2002**).

Les niveaux des électrolytes sanguins sont de bon indicateur dans l'évaluation de la croissance, la reproduction et l'allaitement chez les vaches laitières (**Samardzija et al., 2011**). Le calcium (Ca), le phosphore (P) et le magnésium (Mg) sont déterminants dans l'apparition des pathologies métaboliques conduisant à un syndrome de la vache couchée (fièvre du lait, hypomagnésimie) et à des troubles de la fertilité (**Kalaitzakis et al., 2010, Reinhardt et al., 2011**). Le corps de l'animal possède un système d'homéostasie hydro électrolytique finement réglé pour maintenir les concentrations sanguines de ces macros minérales. Les variations sanguines de leurs concentrations doivent être soigneusement interprétées puisqu'elles ne reflètent pas le statut alimentaire lorsque le système homéostatique fonctionne correctement.

Les résultats de la présente étude indiquent que les vaches laitières de race montbéliarde présentent une concentration plus élevée du calcium en début de la lactation par rapport au reste de la lactation. Toutefois ce paramètre ne montre pas de variations significatives entre les trois périodes de la lactation. Les moyennes générales de la calcémie sont comparables à celles décrites par **Brugère-Picoux, (1995)** (92-124) mg/l).

La variation du Ca en fonction du stade physiologique décrit pour les vaches laitières est constatée par plusieurs auteurs qui notent une baisse de la calcémie au début de la lactation, puis une élévation au fur et à mesure que le stade de lactation progresse. Selon, **Poncet, (2002)** la calcémie au vêlage est supérieure ou égale à 110 mg/l. Elle diminue

Résultats et Discussion

pendant le premier mois de lactation (90 mg /l). Puis elle augmente pendant les mois suivants, pour revenir à sa valeur ante partum. **Shonka-Martin et al., (2019)** signalent des taux de 95 ± 7.55 mg/l le jour du vêlage et diminuent à 63 ± 8 mg / l 30 jours après la mise bas chez la Holstein aux États-Unis. Cependant, **Chacha, (2011)** signale des taux plus faibles ; de 80 mg/l aux 61 mg/l après vêlages chez les vaches de race Montbéliarde à Sétif. Ces résultats pourraient être dus à une diminution de l'absorption des métabolites précurseurs gastro-intestinaux, pertes excessives de ces derniers dans l'urine et le colostrum (**Poncet, 2002 ; Goff, 2004 ; Shonka-Martin et al., 2019**).

En effet, chaque litre de colostrum exige de 1,0 à 2,0 g de calcium (**Sevinc et al., 1997**). Ainsi, le décubitus apparaît pour les vaches lorsque la calcémie est inférieure à 67 mg/l (**Radostits et al., 1997**) et que le risque de fièvre de lait augmente de 5% pour chaque kilogramme de lait supplémentaire. Au cours de notre investigation, nous avons observé que les vaches âgées ont tendance à avoir une calcémie plus faible. Selon, **Rosol et Chew (1995)** cet état de fait justifie une efficacité réduite de l'absorption intestinale du calcium se traduisant par un risque élevé dans l'apparition de l'hypocalcémie chez les femelles âgées.

Bien que les concentrations de phosphore ne soient pas aussi étroitement réglementées que le calcium, les deux sont étroitement liées aux concentrations plasmatiques de PO_4 régulées directement par $1,25 (OH) 2 D_3$ et indirectement par la boucle de rétroaction négative PTH/calcium (**Goff, 1999**). Chez les bovins, il est prouvé qu'un régime de pré vêlage élevé en phosphore peut avoir un impact négatif sur l'homéostasie du calcium (**Barton et al., 1987 ; Arnaud, 2008 ; Bojovski, 2011**).

Notre étude montre une différence significative de la phosphatémie selon le stade de lactation. Ce paramètre est maximal en début de lactation par rapport au milieu de lactation ($49,65 \pm 27,88$ mg/l vs $39,31 \pm 15,36$ mg/l) et au tarissement ($34,14 \pm 11,56$ mg/l). Ces résultats confirment le déficit important en phosphore durant la période de tarissement. Cependant, des résultats rapportées par **Bires et al., (2003) ; Hejlasz, (1985) ; Kovac et al., (2003) ; Zdelar-Tuk et al., (2003)**, montrent des niveaux faibles de P au milieu de la lactation.

En revanche, certains auteurs signalent que les taux sériques du phosphore sont nettement plus faibles en début de lactation (**Poncet, 2002 ; Taylor, 2009**) ; la diminution des niveaux plasmatique en phosphore pourrait être due à la nécessité de la synthèse du colostrum (**Rook et Thomas, 1983 ; Szenci et al., 1994**) et au métabolisme accru des glucides. La perte soudaine de phosphore du corps se produit chez les vaches en post-partum lorsque 0,8-1,9 g de phosphore par litre de colostrum est dépensé.

D'autre part, **Grünberg et al., (2009)** ont constaté que l'hypophosphatémie est présente dans le sang chez les vaches de race Holsteins hautement productives tout au long de la période post-partum. Bien que (**Reinhardt et al., 2011**) pensent que l'hypophosphatémie permet un bon métabolisme du glucose qui empêcherait la cétose immédiatement de s'installer après le vêlage. Les taux sériques du phosphore dans notre étude ont une tendance à être faibles chez les vaches primipares par rapport aux multipares. Contrairement à ceux trouvés par (**Rossato, 2001**) (53 vs 47 mg/l) ; mais toutefois en période de tarissement.

Résultats et Discussion

Néanmoins, les problèmes métaboliques de vaches laitières plus âgées rapportés par d'autres auteurs (**Kaneko *et al.*, 1997**) peuvent être liés à des rendements laitiers plus élevés plutôt qu'à un plus grand nombre de lactations.

Le magnésium, comme le calcium, réduit l'irritabilité neuromusculaire et une baisse de sa concentration dans le sang entraîne des contractions musculaires spontanées ou de la tétanie (**Holtenius, 2008**). Ainsi, le magnésium est essentiel à la fonction enzymatique dans chaque voie métabolique majeure. Il joue également un rôle important dans l'homéostasie du calcium. Les résultats de cette étude indiquent que les niveaux de magnésium les plus faibles sont enregistrés chez les vaches au stade de tarissement ($17,9 \pm 3,92 \text{ mg/l}$) et que les valeurs les plus importantes sont notées durant le post-partum ($22,01 \pm 6,49 \text{ mg/l}$). Notre résultats sont similaires à celles observés par **Nejra et Josip, (2012)** chez les vaches de race Holstein en Turquie et sont différentes à celles trouvées par **Poncet, (2002)** et **Taylor, (2009)** dans l'île de la Réunion. Il est à constater, que contrairement aux valeurs enregistrées du Ca et du P, les niveaux du Mg sont plus élevés chez les vaches primipares que les multipares. Globalement, les niveaux de la magnésémie obtenus dans cette étude sont considérés comme des valeurs normalement admises (**Brugère-Picoux, (1995)**) ($19\text{-}27 \text{ mg/l}$).

Chapitre III: Effets de quelques métabolites sanguins sur les performances de reproduction des vaches de race Montbéliarde

III.1. Résultats

Nos résultats sont consignés dans les tableaux 17 à 21 et les figures 18 à 21.

III.1.1. Évolution de l'état corporel

Le score d'état corporel a diminué significativement au premier mois post-partum $NEC = 3.28$ ($p < 0,01$) (tableau 17). La récupération de la note de l'état corporel a été constatée au 3e mois de lactation avec $3,60 \pm 0,4$ ($p < 0,05$). Ainsi, 74% des vaches avaient perdu plus de 0,5 point dans la quantification du BCS et ce au cours du premier mois post-partum (Tableau 18).

Tableau 17. Évolution de la NEC autour du vêlage

	<i>n</i>	Moyenne	Ecart type
NEC T	74	3,92 ^a	0,38
NEC1	74	3,28 ^b	0,53
NEC2	74	3,28 ^b	0,45
NEC3	74	3,60 ^c	0,46
Effet intra sujet		**	

Tableau 18. Pourcentage de vaches selon le degré de perte de l'état corporel à 1 mois post-partum

Degré de perte de BCS	Nombre	%
Faible (<0.5)	19	26
Elevé(>0.75)	20	27
Moyen [0.5-0.75]	35	47

III.1.2. Paramètres de reproduction

Les moyennes des paramètres de la reproduction notamment ; l'IV-S1, l'IV-SF, la S1-Sf, l'IV-V ont exprimé des valeurs respectives de: 102 jours, 125 jours, 23,5 jours et enfin , 402 jours quant à l'IC ce dernier montre un score moyen de 1,62 (Tableau 19). Par ailleurs, il est à noter que seulement 26% des vaches ont été considérées gestantes à 70 jours contre 41% de observées gravides 110 jours. De plus, 58% des femelles étaient gestantes après une seule insémination et 13,5% ont eu besoin de 3 inséminations et plus.

Résultats et Discussion

Tableau 19. Paramètres de reproduction des vaches Montbéliardes dans la région semi-aride

Paramètres	Moyenne	Ecart type
IV-S1 (j)	102	46
IV-SF(j)	125	59
S1-Sf (j)	24	44
IV-V (j)	402	57
IC	1.62	0.88
Taux de réussite S1 (%)	58	
Taux des vaches +3S (%)	13.5	
Taux de réussite à 70 j (%)	26	
Taux de réussite à 90 j (%)	31	
Taux de réussite à 110 j (%)	41	
Taux IV-V < 380j (%)	50	
Taux IV-V > 440j (%)	19	

III.1.3. Dynamique du changement et évolution des métabolites sanguins

A la lumière de la lecture des taux sériques des métabolites énergétiques, on observe une élévation significative et ce du premier mois de lactation jusqu'au troisième (Tableau 20). En effet, les scores affichés sont respectivement de $0,61 \pm 0,07$ à $0,66 \pm 0,03$ g / l pour le glucose et de $1,21 \pm 0,38$ à $1,51 \pm 0,4$ g / l pour le cholestérol total.

Les concentrations plasmatiques de l'urée et de l'albumine sont constatés stables, les niveaux de ces derniers oscillent, respectivement entre de $0,18 \pm 0,06$ à $0,17 \pm 0,06$ g / l et entre $2,84 \pm 0,46$ à $2,86 \pm 0,57$ g/dl. Les valeurs moyennes du calcium, enregistrent quant à eux des scores relativement stables, de l'ordre de $8,4 \pm 1,62$ à $8,7 \pm 1,2$ mg /dl. Par ailleurs, le magnésium et le phosphore ont montré une diminution significative au troisième mois à de $2,16 \pm 0,6$ vs $1,97 \pm 0,38$ mg / dl pour le premier élément et de $4,96 \pm 2,46$ vs $4,00 \pm 1,7$ mg / dl pour le second.

Tableau 20. Paramètres biochimiques pendant la période post-partum chez les vaches montbéliardes

Constantes biochimiques	1 ^{er} mois PP		2 ^{ème} mois PP		3 ^{ème} mois PP	
	Moyenne	Ecart type	Moyenne	Ecart type	Moyenne	Ecart type
Glucose g/l	0,61 ^a	0,07	0,65 ^b	0,07	0,66 ^b	0,03
Cholestérol total g/l	1,21 ^a	0,38	1,49 ^b	0,51	1,51 ^b	0,4
Urée g/l	0,18	0,06	0,17	0,05	0,17	0,06
Albumine g/dl	2,84	0,46	2,73	0,54	2,86	0,57
Calcium mg/dl	8,40	1,62	8,42	1,22	8,70	1,20
Magnésium mg/dl	2,16 ^a	0,60	2,20 ^a	0,52	1,97 ^b	0,38
Phosphore mg/dl	4,96 ^a	2,46	4,93 ^a	2,40	4,00 ^b	1,70

Différentes lettres sur la même ligne indiquent une différence significative à $p < 0.05$.

III.1.4. Relation entre les métabolites nutritionnels et les performances de reproduction

L'analyse de l'impact de l'état nutritionnel sur les paramètres de reproduction des vaches a montré un effet significatif sur au moins un des paramètres de reproduction étudiés. En effet, le glucose, le cholestérol total et l'urée sont significativement plus bas chez les vaches présentant une extension de IV-S1 durant le premier mois PP pour le glucose et l'azote uréique sanguin, et pendant le deuxième mois PP pour le cholestérol total. En parallèle, le calcium et l'albumine ont montré des niveaux significativement élevés au cours du premier et deuxième mois (Figure 18).

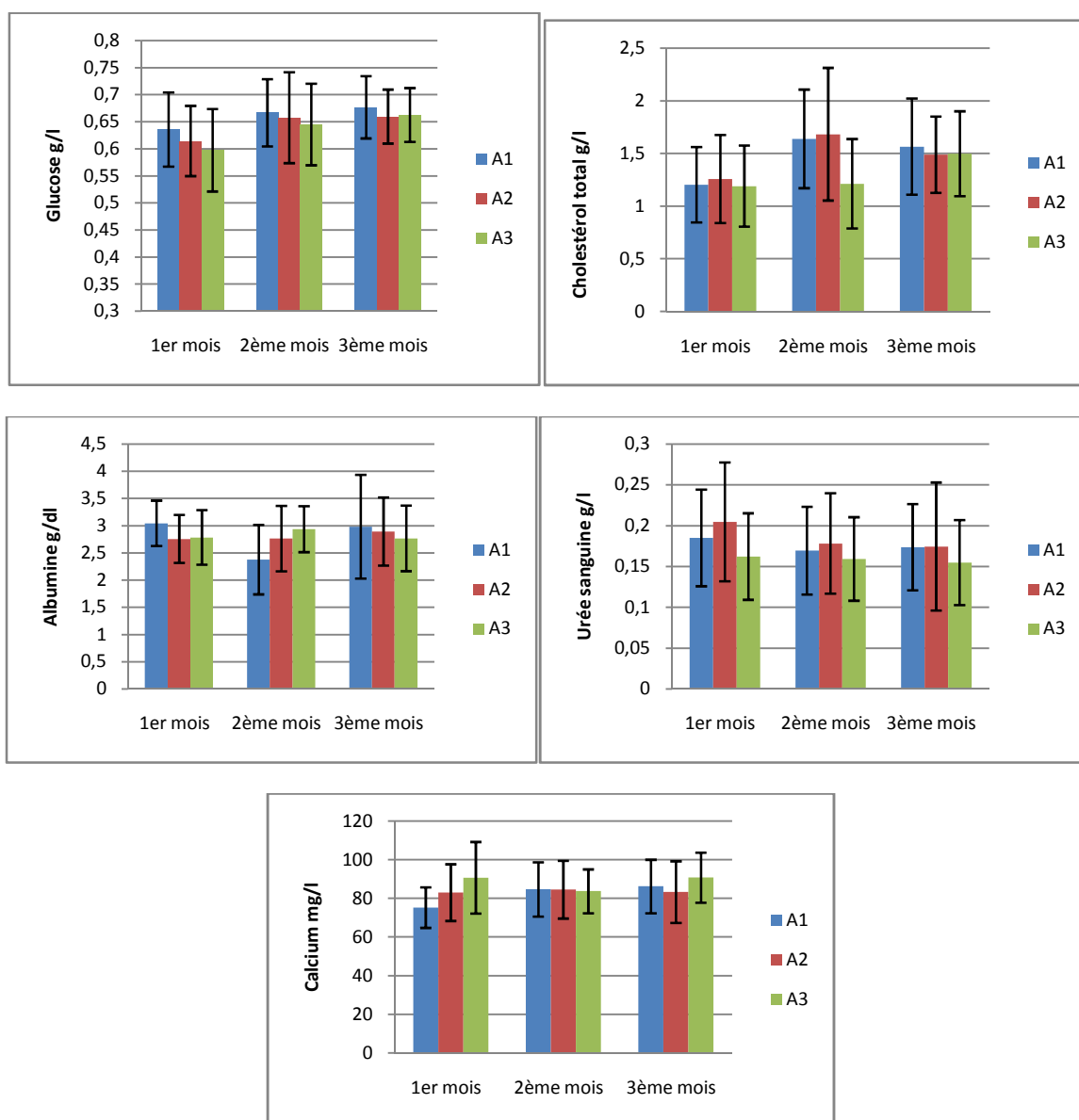


Figure 18. Dynamique du changement des métabolites sanguins affectant l'IV-S1 pendant les périodes post-partum (A1: <70j A2: [70-100j] A3: > 100j)

Résultats et Discussion

De plus, il a été constaté que les taux de cholestérol total et l'urée ont exprimé des valeurs significativement plus faibles chez les vaches qui présentèrent un allongement de l'IV-Sf au cours de deuxième et troisième mois PP respectivement (Figure 19).

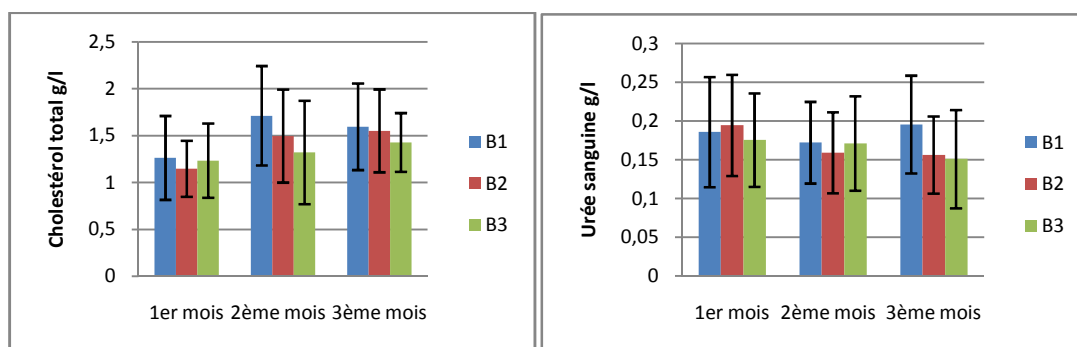


Figure 19. Dynamique du changement des métabolites sanguins affectant l'IV-SF pendant les périodes post-partum (B1: <90j, B2: [90-110j], B3: > 110j)

La figure 20 montre une concentration significativement plus élevée au deuxième mois PP pour l'albumine chez les vaches présentant un allongement de l'intervalle vêlage – saillie fécondante.

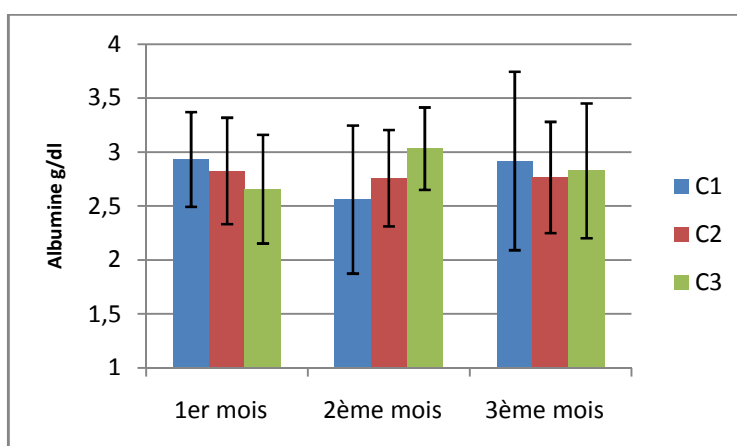


Figure 20. Dynamique du changement des métabolites sanguins affectant l'IV-V pendant les périodes post-partum (C1: <380j, C2: [400-440j], C3: > 440j)

Les concentrations de l'urée, de magnésium et de phosphore étaient faibles ($p < 0,05$) pendant le premier et deuxième mois postpartum pour l'urée et le Mg, le deuxième et troisième mois de lactation pour le P chez les vaches nécessitant trois inséminations et plus (Figure 21). Par ailleurs, le taux de calcium est observé plus élevé ($p < 0,05$) au cours du troisième mois PP chez ces vaches.

Résultats et Discussion

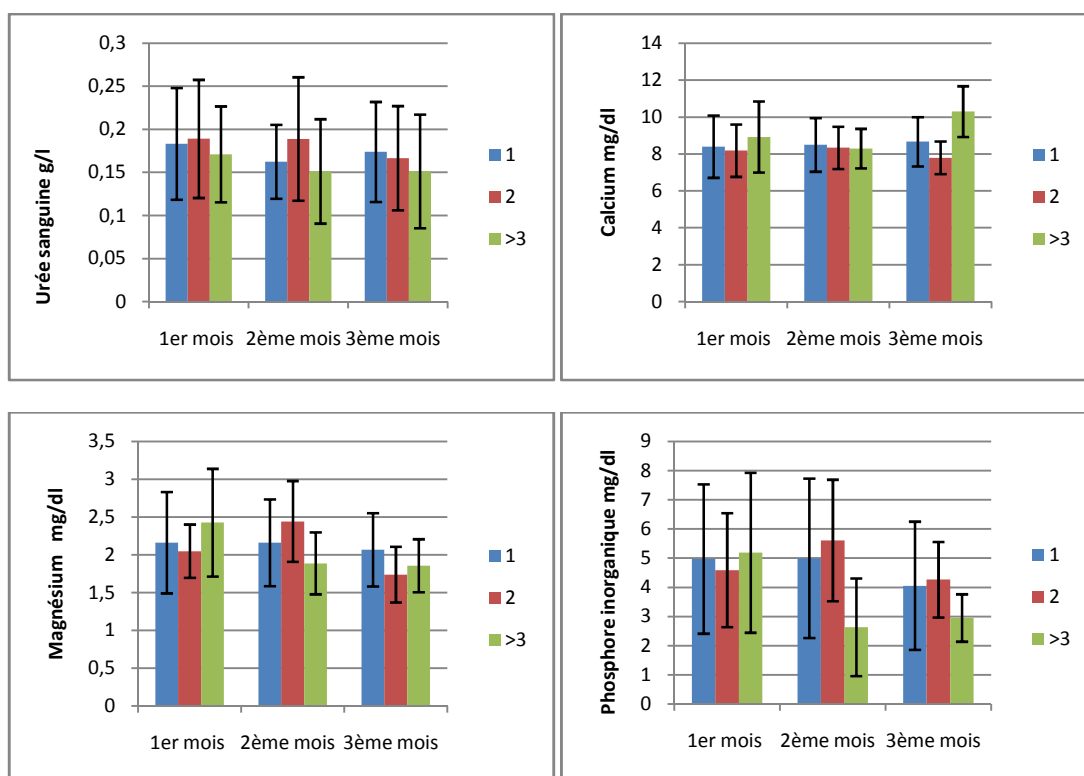


Figure 21. Dynamique du changement des métabolites sanguins affectant le nombre de services par conception pendant les périodes post-partum (1: 1 IA, 2: 2IA, 3: > 3IA)

III.1.5. Prévalence de déficit en minéraux :

Dans ce point, nous mettons en évidence la situation des cas de déficit en Ca, Mg et P durant la période de l'étude. Pour l'analyse des résultats, nous avons pris en compte les valeurs de 74 vaches. Il est admis qu'une vache est en situation de déficit de l'un de ces minéraux si celle-ci présente une valeur inférieure au seuil fixé (Puls, 1994 ; Reinhardt *et al.*, 2011) (Tableau 21).

Tableau 21. Pourcentage des vaches qui présentent des taux en minéraux inférieurs au seuil

	% des vaches							
	1 ^{er} mois		2 ^{ème} mois		3 ^{ème} mois		Global	
	Seuils	Primipares	Multipares	Primipares	Multipares	Primipares		Multipares
Ca mg/l	<75	33.33	43.75	17.4	30.9	21.73	23.33	28.4
	<80	33.33	52.08	43.4	47.6	34.78	36.66	41.30
Mg mg/l	<15	12.5	12.5	4.34	12	26	10.34	13
	<17	12.5	20.83	4.34	23.8	34.78	20.69	19.5
P mg/l	<35	29.16	39.58	43.4	30.9	39.13	46.66	38.15

III.1.5.1. Hypocalcémie subclinique

Sur les 74 vaches prélevées, 29 ont présenté une calcémie inférieure à 75 mg/l, soit un pourcentage de 38% durant le premier mois PP, la moyenne est de 28% dans les trois mois PP. Toutefois, le pourcentage des multipares atteintes d'hypocalcémie est supérieur à celui des primipares (33% contre 24%).

Si on augmente le seuil à 80 mg/l, le nombre de vaches souffrant d'hypocalcémie subclinique augmente, on perçoit un pourcentage moyen de 41%. 43% l'était en premier mois. De plus, les multipares sont plus prédisposées à l'hypocalcémie par rapport aux primipares (45% contre 37%).

III.1.5.2. Hypomagnésémie subclinique

Sur les 74 vaches prélevées, 9 ont présenté une magnésémie inférieure à 15 mg/l, soit un pourcentage de 12% durant le premier mois PP, la moyenne est de 13% dans les trois mois PP.

Si on considère le seuil à 17 mg/l, le nombre de vache souffrant d'hypomagnésémie subclinique augmente à 13, soit une prévalence de 17% au 1^{er} mois PP et 19% en moyenne.

III.1.5.3. Hypophosphatémie subclinique

Au seuil de 35 mg/l, plus de 38% des vaches présentant un déficit en P dans les trois premiers mois PP. l'incidence est plus marquée durant le troisième mois (44%).

III.2. Discussion

III.2.1. Paramètres de reproduction

L'étude des paramètres de la reproduction de la race montbéliarde dans la région de Sétif a montré des performances plus au moins éloignées de l'objectif généralement assigné soit, l'obtention d'un veau par vache et par an (**Wattiaux, (2005)**). Nos résultats sont relativement proches de ceux observés dans l'extrême est de l'Algérie **Bouzebda et al.,(2003)** chez des vaches de race Holstein

De plus, les observations enregistrées dans nos investigations révèlent des résultats voisins de ceux constatés dans des conditions proches de notre (**Sraïri et Baqasse, 2000**) au Maroc, et ceux enregistrés dans les pays tempérés (**Gillund et al., 2001, Pryce et al., 2001; Veerkamp et al., 2001**) Norvège, Royaume-Uni et Pays-Bas. Toutefois, des intervalles proches de ceux observés par **Mouffok et al., (2011)** (IV-V plus de 409j) dans la même région de notre étude. Selon **Dutta et al., (1988)**, l'anoestrus et le repeat breeding affectent négativement les performances reproductives des vaches et causent d'importantes pertes économiques pour les producteurs laitiers.

III.2.2. Relation entre les métabolites nutritionnels et les performances de reproduction

Dans notre étude, le taux moyen sérique du glucose a évolué de manière significative du premier au troisième mois après le part. Le même constat a été décrit par la plupart des auteurs notamment, **Butler et al., (2006)**, **Graber et al., (2010)** en Royaume-Uni et Italie. Par ailleurs, **Mouffok et al., (2011)** ont observé des niveaux similaires sur des vaches de race montbéliarde dans la même région qui a fait l'objet de nos investigations.

Les résultats relatifs à la moyenne de la concentration du glucose observée, sur les animaux sujets de notre travail est significativement plus faible, au cours du premier mois post-partum chez les vaches qui présentent des intervalles vêlage première insémination prolongés. Plusieurs études ont associé un bilan énergétique (BE) négatif à des intervalles vêlage -première ovulation prolongés (**Butler et al., 1981**, **Canfield et al., 1990** ; **Staples et al., 1998**).

La glycémie semble être l'un des nutriments essentiels affectant la cyclicité chez les animaux d'élevage et un niveau minimum de 60 mg/ml est nécessaire pour maintenir les processus physiologiques du corps (**Ijaz Ahmad et al., (2004)**). **Nadiu et Rao, (1982)** et **Dutta et al., (1988)** ont rapporté qu'un taux sérique de glucose significativement plus faible chez les vaches semble être responsable d'un anoestrus prolongé que chez les animaux cycliques. **Mouffok et al., (2011)** ont montré que les vaches ont de meilleures performances lorsqu'elles ont des concentrations de glycémie de l'ordre de 0,60 à 0,62 g/l que quand elles expriment des valeurs de 0,58 g/l.

Le cholestérol est le stérol le plus abondant dans les tissus animaux, et est la source de la plupart des stéroïdes, en particulier la progestérone **Ruegg et al., (1992)**. Le niveau enregistré dans nos résultats en ce qui concerne cet élément laisse apparaître des scores significativement faibles au cours du premier mois post partum. Ces résultats corroborent ceux contenus dans les travaux de **Butler et al., (2006)** réalisés sur des vaches de la race holstein en Italie, de **Graber et al., (2010)** chez les vaches Brown Swiss et Fleckvieh en Suisse et de **Mouffok et al., (2011)** dans la race montbéliarde.

La cholestérolémie au cours du deuxième mois après le part, a montrée des scores inversés à l'expression de l'intervalle vêlage première insémination et au vêlage-conception, la même constatation a été rapportée par (**Kappel et al., 1984b**) au Royaume Uni et par (**Mouffok et al., 2011**) à Sétif. **Beam et Butler, (1997)** et **Villa-Godoy et al., (1988)** ont décrit que pendant un déficit énergétique, il y avait une réduction de la stéroïdogenèse et donc une diminution des concentrations circulantes de progestérone et d'œstrogène, causant la détérioration des performances reproductrices chez la race Holstein au Royaume Uni. Cependant, des concentrations élevées du cholestérol plasmatique en post-partum, comme cela a été observé dans d'autres études (**Aeberhard et al., 2001**), reflètent les changements dans le métabolisme des lipides et des stéroïdes pendant la diminution des pertes de poids corporel.

Résultats et Discussion

Il est à noter que, lors de nos observations, une altération de toutes les performances de reproduction chez les vaches présentant une carence en azote a été constatée ($<0,15$ g / l). Par ailleurs, les résultats enregistrés dans ce travail sont en accord avec ceux de **Miettinen, (1990)**, **Wolter, (1992)** et **Tillard, (2007)** la Finlande, France et Ile de la Réunion; et avec ceux de décrits par **Mouffok et al., (2011)**, ces auteurs ont observé que les vaches exhibant de meilleures performances exprimaient des niveaux de concentrations oscillant entre 0,19 et 0,21 g / l. Toutefois, Selon **Cheng et al., (2015)**, les concentrations trop élevées ($> 0,35$ g/l) et trop faibles ($<0,1$ g/l) de l'urée plasmatique ont associées à une baisse de la fertilité.

De plus, la concentration moyenne d'urée sanguine a légèrement changé au cours du post-partum, ce qui, d'accord avec **Butler et al., (2006)** et **Graber et al., (2010)**. Cependant, **Tillard, (2007)** et **Mouffok et al., (2011)** ont signalé que la concentration d'azote uréique du sang augmentait significativement au cours du premier mois de lactation et diminuait par la suite.

L'albumine a une demi-vie relativement courte et peut refléter des problèmes de carence protéique sur une période d'un mois ou deux (**Vagneur, 1992**). Les changements dans les concentrations d'albumine plasmatique dans la présente étude sont similaires à ceux rapportés par **Blum et al., (1983)**, **Aeberhard et al., (2001)** et **Graber et al., (2010)**, qui n'ont trouvé aucun changement significatif dans la concentration plasmatique d'albumine durant le début de lactation. Les résultats consignés dans notre étude, ont montré une augmentation significative de la concentration sérique de l'albumine chez les vaches exprimant un IV-Sf de plus de 120 jours et un intervalle de vêlage-vêlage de plus de 440j, ces constats sont concordants avec ceux rapportés par **Randel, (1990)** et **Ijaz Ahmad et al., (2004)** chez la race Holstein au Royaume Uni et vaches croisées au Pakistan. Toutefois, **Van Saun, (2004)** constate que les vaches pouvant maintenir des concentrations sériques d'albumine $\geq 3,5$ g / dl sont moins susceptibles d'exprimer une maladie post-partum.

Il est normalement admis que le début de lactation exige une demande soudaine et élevée en Ca ++ et P, lesquels sont vitaux pour la synthèse des ingrédients laitiers. Certaines vaches présentent une diminution marquée des taux sanguins de Ca ++ et de P en début de lactation, pouvant atteindre des niveaux critiques ($<1,5$ mmol / L), se traduisant par une hypocalcémie, laquelle entraîne une diminution de l'excitabilité neuromusculaire, et enfin aboutissant à la fièvre de lait et une parésie puerpérale (**Sharma et al., 2006**). **Puls, (1994)** a recommandé la classification des valeurs sanguines pour le Ca, le Mg et le P chez les vaches laitières sur la base de leurs concentrations comme déficientes, à <75 mg / l, <15 mg / l et <35 mg / l pour Ca, Mg et P respectivement). Cependant, **Reinhardt et al., (2011)** acquièrent des seuils <80 mg / l pour le Ca et <17 mg / l pour le Mg.

Il ressort qu'à la lecture de nos résultats que 38% des vaches ayant fait l'objet de notre étude sont déficitaires en calcium (<75 mg / l) et ce durant le premier mois après la mise-bas, contre 25% en deuxième mois post partum et enfin 23% parmi elles le sont en troisième mois après le vêlage. Par ailleurs, nos résultats ramenés à ceux de **Reinhardt et al., (2011)**, expriment un taux de 45.5%, 43%, et 36% respectivement aux 1^{er}, 2^{ème} et 3^{ème} mois après le

part **Astruc, (2018)** obtient une prévalence de 28,7% au seuil 80 mg/l sur 115 vaches des races Montbéliarde et Holstein en France dans la première semaine PP. Cependant, (**Reinhardt et al., 2011 ; Caixeta et al., 2017**) signalent une prévalence de 45-50% à seuil 80 mg/l dans les troupeaux holsteins américains, pour **Rodríguez et al.,(2017)**, ce pourcentage passe à 75% pour un seuil à 85mg/L toujours chez la race Holstein aux Etats Unis. Selon **Weaver et al., (2016)**, l'hypocalcémie subclinique aggrave le déficit énergétique et entraîne une perte de production de lait de 14%. Selon les résultats consignés dans de nombreuses études , un rang de lactation élevé est un facteur de risque à l'hypocalcémie (**Reinhardt et al., 2011 ; Astruc, 2018**). Dans cette étude, il y a une différence significative de la prévalence de l'hypocalcémie subclinique entre les primipares et les multipares.

Cependant, lorsqu'on considère les valeurs du magnésium, l'on se rend compte que 16% des vaches de notre investigation expriment des taux inférieurs à 17 mg/l durant le premier mois PP, 14% des vaches durant le deuxième mois et 28% de totale des vaches de notre étude durant le troisième mois. En comparant nos résultats à ceux trouvés en France par **Astruc, (2018)** (3,5%), nous constatons une prévalence plus élevée de l'hypomagnésémie dans notre troupeau. **Trumeau, (2014)** rapporte de pourcentage >10% des vaches ayant un déficit en Mg comme seuil d'alerte dans le troupeau. L'hypomagnésimie était un facteur de risque pour l'hypocalcémie. Une vache présentant une hypomagnésémie subclinique au vêlage présente un risque deux fois plus élevé d'être en hypocalcémie subclinique (**Astruc, (2018)**).

Dans notre étude, les vaches avec des niveaux élevés de Ca durant le premier mois post partum expriment des IV-S1 plus allongés et nécessitent plus de trois inséminations pour être fécondé, ce qui concorde avec **Zollner et al., (2001)**. Par ailleurs, **Poppe et Velkeniers, (2003)** admettent qu'une hyperprolactinémie altère la sécrétion pulsatile de la GnRH et, par voie de conséquence, interfère avec l'apparition de l'ovulation

Il est à constater que en ce qui concerne, les taux moyens de phosphore et de magnésium, ces derniers sont vus significativement plus bas chez les vaches nécessitant trois inséminations et plus. Cette situation est également décrite par de nombreux, notamment **Meschy, (1994), Paragon, (1995), Tillard, (2007)** chez la race Holstein au France et Ile de la Réunion et **Youssef, (1989)** chez les vaches locale au Trinidad et Tobago. **Paragon, (1995)** et **Poncet, (2002)** ont rapporté qu'une carence en magnésium est associée à une diminution de réussite de l'insémination au France et Ile de la réunion chez la race Holstein.

Entre autre, 35% des vaches de notre étude présentent des taux déficitaire en phosphore (<35mg/l) durant le premier mois PP, 33% en deuxième mois et 43% durant le troisième mois. En conséquence, un faible taux de réussite de l'insémination représenté par un indice coïtal élevé est observé chez les vaches présentant un déficit en phosphore. **Osmond, (2007)** a constaté un effet similaire chez les vaches Holstein élevées dans la région semi-aride de l'Afrique du Sud. **Sathisk Kumar, (2003)** rapporte un indice coïtale égale à 3,7 chez des vaches locales en Inde présentant une carence en phosphore, par rapport à un indice de 1,3 chez des vaches supplémentées en phosphore. Le retard de la puberté, chaleurs silencieuses

Résultats et Discussion

ou irrégulières, l'échec de l'IA, l'allongement de l'intervalle vêlage-vêlage et la mort de l'embryon due au manque de tonus musculaire font partie des manifestations cliniques importantes présentées par animaux provenant de zones carencées en phosphore (**Chaudhary et Singh, 2004**). Entre autre, une alimentation pauvre en P (4% de P dans le supplément minéral) affectait négativement les performances de reproduction chez les bovins en pâturage dans une région à climat chaud du centre de la Floride (**Espinoza et al., 1991**). Au contraire, certains auteurs n'ont observé aucune relation entre le phosphore sérique et la fertilité (**Ingraham et al., 1982, Larson et al., 1980**) aux États-Unis d'Amérique chez la race Holstein.

Chapitre IV: Évaluation de certains métabolites sanguins, de l'état corporel et des performances de reproduction chez la Montbéliarde et la Fleckvieh sous-climat semi-aride

IV.1. Résultats

IV.1.1. Moyennes des paramètres de reproduction, état corporel et production de lait

Cette partie concerne le suivi du profil biochimique au cours des trois premiers mois post-partum, concerne deux races; la race Montbéliarde et la race Fleckvieh, dont la mise bas a eu lieu entre le mois de décembre et le mois de mai (Tableau 22).

Tableau 22. Analyses descriptives selon la race

Race	Nombre	%	RL
Montbéliarde	35	58.33	2.27
Fleckvieh	25	41.66	1.8

Les résultats relatifs aux paramètres liés à la performance de reproduction, le score d'état corporel et la production de lait sont consignés dans les tableaux 23 et 24.

Lors de nos constatations, il ressort que les vaches appartenant à la race Fleckvieh ont exprimé de meilleurs niveaux de performances que les animaux de race montbéliarde élevés dans une même région à savoir une zone semi-aride. L'intervalle de vêlage- vêlage, qui est un paramètre synthétique de la performance de reproduction, a montré des scores plus courts ($p < 0,05$) chez les animaux de race Fleckvieh. En effet, le nombre moyen de jours concernant cet intervalle est de 377j contre 410 jours pour les femelles montbéliardes (Tableau 23).

La note d'état corporel aperçue pendant la période du tarissement semble significativement plus élevée ($p < 0,01$) chez les animaux de race Fleckvieh, ces dernières expriment une note moyenne de 4,17 contre 3,87 pour les individus de race montbéliarde. Toutefois, il faut signaler que les valeurs moyennes exprimées par les deux groupes de femelles sont tout à fait acceptables. En revanche, les vaches de race Montbéliarde mobilisent plus de graisses au cours du premier mois post part ($p < 0,05$), reflété par une perte 0,7 point de la NEC contre 0,46 chez les animaux de race Fleckvieh (Tableau 24).

Le pic de production de lait est enregistré lors du deuxième mois pour les vaches de race Montbéliarde (17,80 l), au contraire ce niveau est observé au premier mois (16 l) pour les femelles Fleckvieh. En revanche, la moyenne du lait produit au troisième mois, par les vaches montbéliardes était significativement plus élevée ($p < 0,05$) que celle des femelles Fleckvieh (Tableau 24).

Résultats et Discussion

Tableau 23. Performances de reproduction comparée des vaches Montbéliardes et Fleckvieh

Paramètres de Reproduction	n	Race Montbéliarde Moyenne±ET	N	Race Fleckvieh Moyenne±ET	P
IV-S1	35	110.2±49.6	25	83.6±28.9	*
IV-SF	35	137±60.9	25	99.8±49.2	*
IV-V	35	414±58	25	377±48.9	*
IC	35	1.63±0.72	25	1.48±0.62	ns
S1-Sf	35	27.2±47.3	25	16.4±38.5	*

Tableau 24. Évolution de la note d'état corporel et production du lait autour du vêlage

paramètres	n	Montbéliarde Moyenne±ET	n	Fleckvieh Moyenne±ET	P
NECT	35	3.87±0.37	25	4.17±0.27	**
NEC 1	35	3.17±0.5	25	3.71±0.45	**
NEC 2	35	3.27±0.48	25	3.45±0.56	ns
NEC 3	35	3.64±0.54	25	3.9±0.28	ns
NECP	35	0.7±0.41	25	0.46±0.28	*
variation intra sujet		p<0.01		ns	
Production de lait 1 (L)	35	14.4±6.27	25	16±6.3	ns
Production de lait 2 (L)	35	17.8±4.83	25	15.8±6.65	ns
Production de lait 3 (L)	35	16.7±4.85	25	13.5±5.25	*
variation intra sujet		**		ns	

NEC: note d'état corporelle, ET: écart type, * $p < 0.05$, * * $p < 0.01$ et ns : non significatif

Tableau 25. Paramètres biochimiques au cours des trois premiers mois post-partum chez les deux races (Montbéliarde et Fleckvieh)

Métabolites sanguins	Périodes	n	Race Montbéliarde Moyenne±ET	N	Race Fleckvieh Moyenne±ET	P x races
Glucose g/l	1 ^{er} mois	35	0.6±0.07	25	0.62±0.07	ns
	2 ^e mois	35	0.65±0.08	25	0.65±0.07	ns
	3 ^e mois	35	0.67±0.05	25	0.64±0.03	ns
	Px périodes		***		*	
Cholestérol total g/l	1 ^{er} mois	35	1.2±0.34	25	1.09±0.4	ns
	2 ^e mois	35	1.41±0.46	25	1.71±0.54	*
	3 ^e mois	35	1.52±0.33	25	1.63±0.57	ns
	Px périodes		**		**	
Urée g/l	1 ^{er} mois	35	0.18±0.06	25	0.16±0.05	ns
	2 ^e mois	35	0.15±0.05	25	0.19±0.06	*
	3 ^e mois	35	0.15±0.04	25	0.16±0.09	ns
	Px périodes		**		*	
Albumine g/dl	1 ^{er} mois	35	2.84±0.5	25	2.74±0.36	ns
	2 ^e mois	35	2.64±0.6	25	3.04±0.51	*
	3 ^e mois	35	2.81±0.71	25	2.86±0.4	ns
	Px périodes		ns		ns	
Calcium mg/dl	1 ^{er} mois	35	8.73±1.72	25	7.93±1.23	ns
	2 ^e mois	35	8.63±1.25	25	8.3±1.27	ns
	3 ^e mois	35	9.27±1.4	25	7.94±0.96	*
	Px périodes		ns		ns	
Magnésium mg/dl	1 ^{er} mois	35	2.22±0.55	25	1.93±0.76	ns
	2 ^e mois	35	2.24±0.55	25	1.83±0.45	ns
	3 ^e mois	35	1.84±0.44	25	2.17±0.31	ns
	Px périodes		*		ns	
Phosphore mg/dl	1 ^{er} mois	35	5.03±2.04	25	4.87±3.53	ns
	2 ^e mois	35	4.98±2.66	25	3.77±2.1	ns
	3 ^e mois	35	3.93±1.75	25	3.07±2.18	ns
	Px périodes		ns		ns	

* : $p < 0.05$, * * : $p < 0.01$, * * * : $p < 0.001$, ET: écart type et ns : non significatif

IV.1.2. Dynamique du changement et évolution des métabolites sanguins

Les changements dans les concentrations sériques des métabolites sanguins chez les vaches durant les trois premiers mois de lactation sont répertoriés dans le tableau 25.

Pour les vaches Montbéliardes, l'analyse de variance à sens unique a montré une augmentation significative des taux sériques des métabolites énergétiques ($p < 0,01$ et $p < 0,001$) entre le premier et le troisième mois de lactation. Avec des concentrations comprises entre $0,60 \pm 0,07$ et $0,67 \pm 0,05$ g / l pour le glucose et entre $1,20 \pm 0,34$ et $1,52 \pm 0,33$ g / l pour le cholestérol total. Une diminution significative de l'urée ($p < 0,01$) et de magnésium ($p < 0,05$) a été constaté avec des niveaux oscillant entre $0,18 \pm 0,06$ et $0,15 \pm 0,04$ g / l et entre $2,22 \pm 0,55$ et $1,84 \pm 0,44$ mg / dl respectivement.

La même tendance est relevée pour les métabolites de statut énergétique des vaches Fleckvieh à des concentrations moyennes de $0,62 \pm 0,07$ à $0,64 \pm 0,03$ g / l et de $1,09 \pm 0,4$ à $1,63 \pm 0,57$ g / l pour le glucose et le cholestérol total respectivement. Cependant, une augmentation significative a été enregistré ($p < 0,05$) de l'azote uréique du sang au cours du deuxième mois après le part, ces éléments expriment des niveaux variant respectivement de $0,16 \pm 0,05$ et de $0,19 \pm 0,06$ g / l.

Le test de Student entre les deux groupes de vaches, a montré des niveaux moyens plus élevés ($p < 0,05$) du cholestérol total, de l'urée, de l'albumine dans le deuxième mois post part, et une teneur en calcium plus faible ($p < 0,05$) au troisième mois après vêlage chez les vaches Fleckvieh que chez les vaches Montbéliardes (1.71 ± 0.54 vs 1.41 ± 0.46 g/l, 0.19 ± 0.06 vs 0.15 ± 0.05 g/l, 3.04 ± 0.51 vs 2.64 ± 0.6 g/dl et 7.94 ± 0.96 vs 9.27 ± 1.4 mg/dl successivement) (Tableau 18). Aucune différence significative n'a été enregistrée entre les deux races concernant le magnésium et le phosphore.

IV.2. Discussion

IV.2.1. Paramètres de reproduction

Il est bien connu que l'allongement de l'intervalle vêlage - première saillie soit généralement dû à une prolongation de la période d'anœstrus (**Chebel *et al.*, 2006**) ou à une augmentation du nombre des saillies par fécondation (**Badinga *et al.*, 1985 ; Gilbert *et al.*, 2005 ; Bahonar *et al.*, 2009**). La première saillie ou l'insémination artificielle doit avoir lieu dans les 85 jours après le part afin de respecter l'objectif d'un veau par vache et par an (**Wattiaux, 2005**)

Les résultats de cette étude ont révélé de faibles performances de reproduction des vaches de race Montbéliarde par rapport aux vaches Fleckvieh. En effet, les vaches Fleckvieh ont présenté une IV-S1 et IV-SF significativement plus courtes ($P < 0,01$) que les vaches montbéliardes. **Semara *et al.*, (2014)** ont constaté un IV-S1 de 74j chez la race montbéliarde contre 65j chez la race Fleckvieh avec $p < 0,05$ dans la même zone de notre étude. Toutefois,

les résultats de ces auteurs sont légèrement plus bas que les niveaux obtenus dans nos investigations.

Cependant, nos résultats sont proches de ceux constatés par **Bouamra et al., (2017)** dans la région de la Mitidja sur la race Montbéliarde et Holstein à des intervalles de 88j et 115 pour l'IV-S1 et IV-Sf, et **Aggoun et al., (2016)** dans la région de Sétif au sein des animaux issus de races importées, notamment Montbéliarde, Holstein et Fleckvieh à des valeurs comprises entre 95j et 122j pour le paramètre IV-S1et IV-SF.

IV.2.2. Management du score d'état corporel

La notation de l'état corporel est largement utilisée pour évaluer l'état nutritionnel des vaches laitières, et il est suggéré que les poids perdu pendant les périodes pré- et post-partum peuvent affecter les performances de reproduction et augmenter la susceptibilité de celles-ci aux maladies post-partum (**Pryce et al., 2001**).

L'appréciation de cet élément (NECP), laisse apparaître que les résultats obtenus en ce qui concerne ce dernier un score nettement élevé chez les femelles de race Montbéliarde que chez les vaches appartenant à la race Fleckvieh. Cet état de fait est synonyme d'une mobilisation accrue des réserves de graisses chez les sujets montbéliardes. De ce fait, Les résultats de (**Chapel et al., 2016**) ont montré que les vaches de race Holstein dont la NEC était élevé avant le prépartum et celles ayant un score d'état corporel perdu $> 0,75$ point après le vêlage ont connu une augmentation significative de la lipomobilisation par rapport aux vaches ayant une NEC optimal (3,5–3,75) au vêlage et avec NECL $\leq 0,75$. Ainsi, Il a été constaté que toutes les vaches présentant une NEC élevée et ayant la NECP supérieure à 0,75 point au cours de la période de transition avaient un NEFA élevée, ce qui conduit à la cétose subclinique (**Ospina et al., 2010**). **Kupczyński et al., (2011)** ont signalé chez la race Fleckvieh en Pologne une perte de 0.8 point chez les vaches qui présentent une NEC supérieure à 4 avant parturition, et moins de 0.3 point chez celles qui ont une note inférieure à 4 au tarissement. Cependant, (**Pire et al., 2015**) ont montré des scores de perte d'état corporel de l'ordre de 1,4 contre 1,03, ce qui représente une différence significative entre les races Holstein et Montbéliarde en France. Avec production de lait journalier de 24.7kg pour la première race contre 21.8 kg pour la seconde .

La NEC à la parturition peut avoir une incidence directe sur la production laitière, sur la fertilité et sur la santé des vaches (**Boisclair et al., 1986, Treacher et al., 1986, Markusfeld et al., 1997**). **Crowe, (2008)** admet que le facteur essentiel pour optimiser la reprise de l'ovulation reste inmanquablement, une nutrition appropriée durant le prépartum afin que la perte de l'état d'embonpoint en post-partum soit limitée à $< 0,5$ unité. En fait, un taux plus élevé de perte de poids corporel indiquait un retard significatif (plus de 1 mois) dans la reprise du cycle œstral par rapport aux groupes ayant un taux de perte de poids corporel moyen ou faible (**Takaji et al., 2005**). Plusieurs études ont montré qu'un intervalle prolongé entre le vêlage et la première ovulation est associé à une perte extrême de l'état corporel en postpartum (**Pushpakumara et al., 2003, Taylor et al., 2003**). De plus, La corrélation de

MSI à la sélection pour la production de lait est d'environ la moitié (**Veerkamp et al., 1994**); par conséquent, l'augmentation de la consommation alimentaire ne compense que partiellement les besoins en énergie supplémentaires nécessaires à la production de lait, ce qui entraîne une plus grande mobilisation des tissus corporels. Il a été démontré que le score d'état corporel était à la fois phénotypiquement (**Buckley et al., 2003b**) et génétiquement (**Berry et al., 2003**) associé à la performance de reproduction.

IV.2.3. Dynamique du changement et évolution des métabolites sanguins

IV.2.3.1. Glucose

La moyenne sérique du glucose enregistrée sur l'ensemble des femelles ayant été l'objet de notre étude a montré une évolution acceptable en comprenant les niveaux rapportés par plusieurs auteurs, notamment, (**Whitaker et al., 1983**), **Bruger-Picoux (1995)** et **Kraft et Dürr (2005)**. Ainsi, les niveaux du glucose dans le sang augmentent significativement du premier au troisième mois post-partum et ce chez les individus des deux races. Les résultats observés dans la présente étude sont similaires à ceux de nombreux auteurs, tels **Butler et al., (2006)**, **Graber et al. (2010)**, **Odhiambo et al., (2013)** et enfin **Teama et Gad (2014)**. Ces derniers ont rapporté que le niveau du glucose régresse dans le sang des vaches laitières après le part et atteint des scores minimums lors de la première semaine de mise-bas, puis augmente progressivement. Par ailleurs, nos résultats corroborent les observations de **Mouffok et al., (2011)** (de 0.59 à un mois PP à 0.66 g/l à 3 mois PP), chez les vaches de race Montbéliardes dans la même région. Néanmoins, (**Kalem et al., 2018**) trouvent des valeurs de glycémie inchangé (0.66 g/l à 15j PP au 0.65 g/l à 52j PP) chez vaches montbéliardes élevés au Mitidja. 0.68 g/l a un moi PP étaient signalé par **Baldacim et al., (2018)** chez les Montbéliardes au grec. Toutefois, des valeurs de l'ordre de 0.61±0.13g/l à un mois PP chez les vaches de race Fleckvieh au Pologne rapporté par **Kupczyński et al., (2011)**.

L'hypoglycémie en période de transition peut être attribuée d'une part à plusieurs changements hormonaux, notamment lors de la régulation de la parturition et l'initiation de la lactation, et d'autre part, pour l'adaptation du métabolisme à ces événements (**Ingvarstsen, 2006** et **Gross et al., 2011**).

Blum et al., (1985) ont signalé des taux élevés de glucose lors du 37^e jour de lactation, chez les vaches recevant un régime riche en concentré comparativement aux vaches à faible niveau d'énergie. Cependant, certains auteurs (**Garverick et al., 2013**) ont noté une élévation de la glycémie au cours de la première semaine après la mise-bas.

IV.2.3.2. Cholestérol total

La concentration du cholestérol total dans le plasma sanguin oscille entre 120 et 220 mg / dl (**Mc Donald et al., 2002**), ces niveaux sont semblables à ceux enregistrés dans notre travail, ces résultats sont aussi proches de ceux décrits par d'autres auteurs, en l'occurrence (**Țăranu et al., 2010**) (0.62-1.93 g/l), (**Bruger-Picoux, 1995**) (0.8-1.3 g/l). Certains auteurs constatent une diminution du cholestérol sérique avant le vêlage, puis une augmentation de ce

dernier 3 mois après le vêlage ce niveau atteint des valeurs de 1.25 ± 0.02 g/l pour **Kappel et al., (1984b)** et pour **Douglas et al., (2006)** des scores de 1.59 g/l chez la Holstein. Selon, **Douglas et al., (2006)** il est aisé d'observer des concentrations plus faibles de cholestérol chez les animaux soumis à une alimentation restreinte en raison d'une MSI plus faible.

Il est constaté dans notre étude, que le taux de cholestérol sanguin augmente considérablement jusqu'au troisième mois après le vêlage. Toutefois, des taux significativement plus élevés chez la Fleckvieh par rapport à la montbéliarde sont relevés dans notre travail et cela dans le deuxième mois PP. Nos résultats sont similaires à ceux rapportés par **Mouffok et al., (2011)** ($1-1.4$ g/l) chez la race Montbéliarde de la même région. Cependant, **Lefter et al., (2019)** rapportent des valeurs moyennes de l'ordre de 0.88g/l en milieu de lactation chez les multipares de race montbéliarde en Roumanie. **Kupczyński et al., (2011)** montrent une valeur moyenne de 2.08 ± 0.44 g/l chez la Fleckvieh en postpartum. De plus, **Graber et al., (2010)** chez les vaches Brown Swiss et Fleckvieh en Suisse exposent des valeurs allant de 1.65 à 2.2 g/l de un mois à 3 mois postpartum.

Kim et Suh, (2003) ont rapporté que la concentration du cholestérol total est plus faible au premier mois de lactation chez les vaches présentant une perte importante de l'état corporel ($165 \pm 5,3$ mg / dl) que dans le groupe avec une perte modérée ($183 \pm 5,8$ mg / dl). De plus, **Mimoune et al., (2017)** rapportent des valeurs moyennes de 1.52 g/l chez les vaches de races différentes comme: la race Holstein, la race Montbéliarde et la race Fleckvieh au niveau de la Mitidja. Il est à signaler que ces vaches présentent des follicules persistants quand la valeur du cholestérol est 1.36 g/l chez les vaches cycliques. Cependant, des concentrations de 1.12 ± 0.03 g/l contre 1.26 ± 0.09 g/l chez les vaches cycliques et non cyclique sont signalées par **Guzel et Meltem, (2014)** chez la Holstein en Turquie .

De plus (**Kappel et al., 1984b ; Mouffok et al., 2011**) admettent que la cholestérolémie au cours du deuxième mois post-partum est inversement liée intervalle vêlage-première insémination et au vêlage à la conception. **Beam et Butler, (1997)** et **Villa-Godoy et al., (1988)** ont constaté qu'un déficit énergétique, se traduit par une réduction de la genèse des stéroïdes et donc une régression des concentrations circulantes de progestérone et d'oestrogènes, se soldant par la détérioration des performances reproductives.

IV.2.3.3. Urée sanguine

L'appréciation de l'urée sanguine est importante dans la pratique de l'élevage laitier, sa connaissance nous renseigne sur l'adéquation du régime alimentaire et son efficacité quant à son utilisation de l'azote chez les femelles laitières et offre une idée sur l'examen du statut protéique des rations servies aux animaux (**Elrod et Butler, 1993**).

Dans l'étude réalisée, les taux sériques de l'azote uréique expriment des niveaux se situant dans les limites physiologiques normales (**Țăranu et al., 2010**) ($0.1-0.25$ g/l) et (**Whitaker et al., 1983**) ($0.1-0.3$ g/l). Cette constatation est semblable pour les deux races exploitées. Néanmoins, des taux significativement élevés sont vus chez la race Fleckvieh dans le deuxième mois PP. Cependant, (**Kalem et al., 2018**) affichent des valeurs voisines de 0.27

g/l dans les trois premiers mois PP chez des vaches exploitées dans la Mitidja. Par ailleurs, (**Mouffok et al., 2011**) annoncent des taux proches de 0.2 g/l chez les vaches présentant une meilleure performance de reproduction. **Kupczyński et al., (2011)** signalent des taux (0.34±0.07 g/l) au premier mois PP chez la Fleckvieh élevée en Pologne. **Adjolo et al., (2019)** rapportent une valeur de l'ordre de 0.29 g/l chez les vaches croisées (Sanga X Friesan pie noire) au Ghana en postpartum. Par ailleurs, **Useni et al., (2018)** constatent un taux au postpartum de 0.31 g/l chez la Holstein élevée en Afrique du Sud, **Morales et al., (2016)** signalent un niveau de 0.27 g/l en système de pâturage au Chili.

Les résultats enregistrés dans nos travaux laissent apparaître une diminution de la concentration moyenne d'urée sanguine et ce pendant la période post-partum, ce constat est observé par **Butler et al., (2006)** et **Graber et al., (2010)**. Cependant, **Tillard, (2007)** et **Mouffok et al., (2011)** ont signalé que la concentration moyenne de l'azote uréique du sang augmente significativement au cours du premier mois de lactation et diminue par la suite. Ainsi, **Seifi et al., (2007)** ont signalé une augmentation de l'azote uréique au 21^e jour post-partum chez les vaches laitières.

Nombreux auteurs en particulier, au **Laven et Drew (1999)** en Nouvelle-Zélande, **Miettinen, (1990)** au Finlande, **Cheng et al., (2015)** et **Wathes et al., (2007b)** au Royaume-Uni, ont observé que les niveaux (faibles ou élevés) des concentrations d'urée en circulation sont associés à une baisse de fertilité chez les vaches laitières ; de plus il ont noté que la fonction de reproduction est altérée dès que les concentrations d'urée sont inférieures à 0.14 g/l chez la race Holstein. **Ali et al., (2014)** ont rapporté qu'un groupe de vaches laitières de la population locale au Pakistan non gravides présentait des taux d'urée sanguine comparativement plus faibles que ceux d'un groupe de vaches gestantes.

Kaur et Arora, (1995) ont rapporté qu'une faible teneur en urée peut refléter un manque d'ammoniac dans le rumen résultant d'un apport en protéines insuffisant. Selon ces auteurs, les faibles apports dus à un manque d'azote sont connus de longue date chez les ruminants et ont été particulièrement bien étudiés avec des fourrages à faible teneur en azote.

IV.2.3.4. Albumine

L'albumine a une demi-vie relativement courte et peut refléter des problèmes de carence protéique sur une période de deux mois (**Vagneur, 1992**). Les variations dans les concentrations d'albumine plasmatique dans la présente étude sont comparables chez les deux races exploitées ; néanmoins, avec des taux moyens plus élevés chez la Fleckvieh dans le deuxième PP.

Ainsi, ces valeurs sont dans les intervalles physiologiques rapportées par de nombreux consultés notamment **Brugère-Picoux, (1995)** (23-36 g/l), (**Țăranu et al., 2010**) (25- 38 g/l)

De faibles variations selon le stade physiologique sont constatées chez les deux races. De plus, cette faible variation est corroborée aux constatations de **Anderson et Rings, (2009)** (37.7- 39.2 g/l) chez nombreuses races notamment ; Holstein, Montbéliarde et Normande.

Roussel *et al.*, (1982) (32 à 36 g/l) chez la race Jersey et **Graber *et al.*, (2010)** (39 à 40 g/l) chez la race Holstein, ces derniers n'ont constaté aucun changement significatif en ce qui concerne la concentration plasmatique d'albumine pendant les premiers mois post-partum, néanmoins à des taux supérieurs à ceux que nous avons signalé dans notre travail. Par ailleurs, **Kupczyński *et al.*, (2011)** apportent des taux de l'ordre de 30.80 ± 2.41 g/l chez la Fleckvieh dans le premier mois PP. **Adjolo *et al.*, (2019)** avance une valeur moyenne d'environ de 33.6 g/l chez les vaches croisées (Sanga X Frisian). Des troubles de la reproduction sont rapportés chez les vaches de race Holstein avec des valeurs inférieures à 25 g / l (**Van Saun, 2000**).

L'hypoalbuminémie est liée à une diminution de la biosynthèse hépatique due à la présence de corps cétoniques dans les hépatocytes et à une diminution de l'utilisation d'albumine dans la gluconéogenèse près de la parturition (**Samanc *et al.*, 2011**).

Les taux sériques de glucose, de cholestérol total, d'albumine et d'urée sont des indicateurs de la fonction hépatique (**Sevinc *et al.*, 2003 ; Djoković *et al.*, 2011 ; Chamberlin *et al.*, 2013**); leur diminution laisse supposer une infiltration de graisse dans le foie. Dans cette étude, les taux de glucose, du cholestérol total, de l'albumine et de l'urée sont significativement plus bas chez les vaches montbéliardes que chez les vaches Fleckvieh, cette situation est synonyme d'une perte importante de l'état corporel après parturition chez les vaches montbéliardes que la Fleckvieh. Les changements possibles dans la fonction hépatique peuvent avoir un effet néfaste sur la reproduction (**Radojica *et al.*, 2015**). De plus, selon **Chacha *et al.*, (2018)**, les faibles taux de glucose et de cholestérol total en début du post-partum sont associés à des intervalles de vêlage - saillie 1 et vêlage – saillie fécondante plus longs chez les vaches montbéliardes élevées dans la région de Sétif .

IV.2.4. Dynamique de la variation et évolution des macro-minéraux sanguins

IV.2.4.1. Calcium

Le contrôle des concentrations sanguines de Ca est essentiel pour maintenir la contractilité musculaire normale, la transmission de l'influx nerveux et la fonction immunitaire. Néanmoins, les contrôles homéostatiques en début de lactation pourraient ne pas empêcher les baisses de la concentration de Ca pendant la première semaine après la mise bas. La quantité de Ca sécrétée dans le colostrum le jour du vêlage est presque 8 à 10 fois supérieur à la quantité totale de Ca dans le sérum d'une vache laitière (**Goff, 2004**). En fait, des enquêtes menées aux États-Unis indiquent que 25, 41, 42,49, 51 et 54% des vaches de la 1^{re} à la 6^e lactation sont hypocalcémiques à la première semaine (**Reinhardt *et al.*, 2011**).

De plus, (**Martinez *et al.*, 2012**) attribuent le risque à une vache de développer une métrite à cause d'un faible taux de Ca sérique est de e 75,3%. Les vaches avec des rétentions placentaires ont une fonction neutrophile réduite (**Kimura *et al.*, 2002**). Les réserves intracellulaires et le flux de Ca^{2+} en réponse à l'activation cellulaire sont réduits dans les lymphocytes des vaches laitières atteintes de fièvre de lait (**Kimura *et al.*, 2006**). L'ensemble, ces données suggèrent que le statut de Ca est lié à la fonction des cellules immunitaires et joue

Résultats et Discussion

un rôle dans le risque de maladies utérines des vaches laitières. Les vaches souffrant de maladies utérines sont sujettes à un retard de l'ovulation post-partum, à une réduction du taux de réussite de l'IA (**Santos et al., 2010a ; Chapinal et al., 2012 ; Martinez et al., 2012**). Par ailleurs, le calcium semble affecter indirectement la reproduction chez les animaux par son influence sur la capacité de l'animal à utiliser d'autres oligo-éléments et sur certains systèmes enzymatiques (**Barui et al., 2015**).

Les résultats consignés dans nos travaux, laissent apparaître que l'élément calcium est inscrit dans les limites acceptables de ceux des auteurs consultés, notamment **Puls, (1994)** (67 – 90 mg/l), **Țăranu et al., (2010)** (80-114 mg/l). Toutefois, nos résultats restent inférieurs à ceux décrits par **Brugère-Picoux, (1995)** (92-124 mg/l). Il est à signaler que **Puls, (1994)** définit comme déficitaires des taux <60 mg/l. Au contraire, **Radostit et al.,(1997)** admettent des valeurs <75 mg/l comme étant carence, alors que **Goff et al., (1996)** proposent des scores <80 mg/l. Cependant, **Reinhardt et al., (2011)** signalent un seuil minimal de 90 mg / l chez la race Holstein, toutes les vaches avec un taux de calcium <90 mg / l sont exposées au risque d'hypocalcémie subclinique. De plus, ces derniers auteurs ont constaté que 80% des vaches Holstein aux États-Unis (échantillon de 1400 vaches) expriment une concentration de Ca <90 mg / l au cours de la première semaine de PP.

Les résultats relatifs à la production quotidienne de lait obtenus dans la présente étude sont nettement plus élevés chez la race Montbéliarde au cours du troisième mois de lactation ($16,7 \pm 4,85$ vs $13,5 \pm 5,25$ L); que ceux enregistrés chez les vaches de la race Fleckvieh au cours de la même période, coïncidant avec des taux de Ca bas chez ces dernières femelles. Ce constat est en accord avec les observations faites par **Chapinal et al., (2011)**. En effet, ces derniers constatent une corrélation positive entre la concentration du Ca avec la quantité de lait produite au cours des 150 premiers jours de lactation chez la race Holstein. De plus, **Chapel et al., (2016)** indiquent des valeurs supérieures de calcium à 9 mg/dl chez toutes les vaches dont le score d'état corporel avant la mise bas est supérieur ou inférieur à 3.5 point, cette valeur est considérée comme une limite proposée par **Chapinal et al., (2012)** laquelle valeur est synonyme d'une réduction de la probabilité de fécondation à la première IA chez la Holstein aux Etas Unis.

Lorsqu'on analyse les résultats décrits dans notre étude l'on remarque de ces derniers sont relativement similaires à ceux des auteurs consultés dans la littérature. En effet, **Mouffok (2011)** cite des valeurs comprises entre 79 et 83 mg / l un mois avant et après le vêlage chez des vaches de race Montbéliarde situées dans la même région que notre étude. De même, **Lefter et al., (2019)** décrivent un taux de 83.7 mg/l en milieu de lactation ;chez des vaches appartenant à la race Montbéliarde et élevées au Roumanie. Par ailleurs, **Baldacim et al., (2018)** rapportent des valeurs 8,10 mg / dl à la parturition, 8,35 mg / dl à la première semaine et 8,30 mg / dl à la deuxième semaine postpartum chez des femelles montbéliardes en Grèce ; ces concentrations moyennes étaient inférieures au seuil de (8,50 mg / dl) établi par **Goff, (2004)** chez la race Holstein en période de transition. Cependant, des valeurs moyennes de 89 mg / l ont été observées après la troisième semaine. **Baruit et al., (2015)** ont constaté des niveaux de $84 \pm 3,13$ mg / l au cours du premier mois après la parturition chez des vaches

croisées (Jersey X Sahawil) au Bangladesh. De plus, (**Roussel et al., 1982**) signalent des valeurs comprises entre 87 et 110 mg / l) chez des vaches de race Jersey et ce pendant les deux mois après le vêlage. **Kronqvist, (2011)** constate une moyenne de 89 mg/l une semaine après vêlage chez la race rouge suédoise. Toutefois, **Kida et al., (2003)** et **Yotov et al., (2014)** rapportent des taux moyens > 105 mg / l au cours des 150 premiers jours de lactation chez la Holstein au Japon et en Bulgarie.

IV.2.4.2. Magnésium

Le passage du magnésium du rumen au sang est régulé d'une part par des moyens mécaniques, mais également par un contrôle hormonal moins efficace que dans le cas du contrôle de l'absorption du calcium (**Kronqvist, 2011**). Si l'absorption du magnésium par l'alimentation est insuffisante, la vache n'a aucune possibilité de mobiliser le magnésium stocké dans les os ; et une absorption adéquate est donc nécessaire pour maintenir les niveaux de magnésium dans les cellules et dans le liquide extracellulaire. De plus, le transport de magnésium entre les compartiments extracellulaire et intracellulaire est affecté par le stress (**Ali et al., 2006**) et il a été démontré que les hormones liées au stress, notamment l'adrénaline, diminuent le niveau du magnésium plasmatique. L'augmentation des taux d'insuline dans le plasma est également associée à une diminution de la concentration de magnésium.

Le taux moyen du magnésium observé, (1.93-2.2 mg/dl) chez les deux races qui ont fait l'objet de notre étude est relativement voisin des niveaux enregistrés par de nombreux auteurs et ce pendant la période post partum. En effet, **Roussel et al., (1982)** donnent des valeurs comprises entre 20-et 35 mg/l, **Puls, (1994)** quant à lui constate des niveaux variant entre 18 et 35 mg/l, **Brugère-Picoux, (1995)** signale des scores oscillant entre 19 et 27 mg/l, toute fois avec une moyenne de 22 mg/l et enfin **Țăranu et al., (2010)** remarquent des niveaux compris entre 15-29 mg/l.

Le taux de magnésium ionisé dans le plasma fournit une mesure plus précise du statut en magnésium (**Arnaud, 2008**). En effet, selon **Puls, (1994)** des taux <11 mg/l sont le témoin d'un état de déficit chez la vache laitière. Cependant, **Mayland, (1988)** suggère un niveau légèrement supérieur, ce dernier considère qu'une valeur <16 mg/l est un seuil pour diagnostiquer une hypomagnésémie subclinique.

De plus, nos résultats sont comparables à ceux constatés par ; (**Lefter et al., 2019**) (2.2 mg/dl) chez la Montbéliarde et **Kronqvist, (2011)** 1.93 mg/dl chez la race rouge suédoise. Par ailleurs nos niveaux sont plus ou moins bas que ceux observés par ; **Kida et al., (2003)** (2.4 mg/dl) et **Anderson et Rings, (2009)** (2.5 mg/dl), chez la race Holstein au début du post-partum.

IV.2.4.3. Phosphore

Le phosphore est essentiel au transfert de l'énergie , notamment par l'adénosine triphosphate, et son insuffisance pourrait entraver le phénomène de fécondation. Les niveaux

Résultats et Discussion

bas de cet élément, peuvent être à l'origine de mortalité embryonnaire précoce, se soldant par le syndrome de repeat- breeding et d'anoestrus (**Kumar et al., 2010**).

La lecture des résultats relatifs à la phosphatémie dans les deux groupes de vaches que nous avons ciblées dans notre travail montre des niveaux se situant dans les limites des valeurs rapportées par divers auteurs. En effet, **Roussel et al. ,(1982)** donnent des niveaux compris entre 45 et 80 mg/l, **Puls, (1994)** constate des scores variant entre 45 et 60 mg/l, quant à **Brugère-Picoux, (1995)** ce dernier, observe des valeurs oscillant entre 36 et 72 mg/l ; enfin **Țăranu et al.,(2010)** signalent des niveaux se situant entre 56 et 80 mg/l. Il est à remarquer que **Puls, (1994)** définit un état de déficit lorsque l'on enregistre chez la vache laitière des valeurs inférieures 40 mg/l. Par ailleurs, **Radostits et al., (1997)** quant à lui suggèrent des taux compris entre 15 et 35 mg/l comme étant un risque de carence.

La concentration moyenne du phosphore inorganique révélée au cours de notre étude en postpartum est proche de celle constatée par **Lefter et al., (2019)**, ces auteurs enregistrent une valeur moyenne de 32.4 mg/l, chez des vaches de race Montbéliarde. Par ailleurs, nos résultats sont également voisins, des niveaux obtenus par **Yotov et al., (2014)**, ces derniers constatent des scores moyens de 34.84 ± 7.77 mg/l, chez des femelles de race Holstein pendant le premier qui suit le part . Cependant, lorsqu'on compare nos résultats à ceux des auteurs, comme **Baruit et al., (2015)** et **Kida et al., (2003)** durant la même période, les niveaux obtenus dans notre étude sont beaucoup plus bas. En effet, ces auteurs signalent respectivement des scores de 64 ± 3.11 mg/l et 54 mg/l.

Chapitre V: Changement de l'état corporel et des indices biochimiques au cours du post-partum selon la saison de vêlage

V.1. Résultats

V.1.1. Moyenne des paramètres de reproduction en relation avec la saison de vêlage

Cette partie concerne le suivi du profil biochimique au cours des trois premiers mois post-partum, concerne la race Montbéliarde, en fonction de la saison de vêlage (Tableau 26).

Tableau 26. Analyses descriptives en fonction de la saison de vêlage

Saison	Nombre de vaches	%	RL
Automne	13	17.56	2.07
Hiver	24	32.43	1.87
Printemps	17	23	2.29
Été	20	27	3.1

L'analyse descriptive des performances de reproduction en fonction de la saison de vêlage (Tableau 27) révèle que les vaches laitières élevées dans la Wilaya de Sétif réalisent leur première saillie (IV-S1) en moyenne 80 et 87 jours post-partum pour celles qui mettent bas en printemps et en été, au contraire on enregistre 118 jours post-partum pour celles qui mettent bas en automne et hiver ($p < 0.05$). Par ailleurs, nous avons observé des intervalles vêlages-saillie fécondante de 100 jours et de 108 pour des mises-bas qui ont eu lieu respectivement au printemps et en été. De plus intervalles moyens entre vêlages expriment des valeurs de 379 jours pour des vaches qui vêlent au printemps et 384 jours pour celles qui mettent bas en été. Toutefois, il est à constater que ces deux paramètres (IV-SF et IVV) sont significativement plus élevés (145 jours et 421 jours) chez les vaches dont la mise bas se déroule en automne et hiver ($P > 0.05$). Il est à remarquer que le paramètre nombre des inséminations par gestation et l'intervalle saillie1- saillie fécondante ; ne se traduit d'aucun effet significatif de la saison au cours de cette étude.

Tableau 27. Paramètres moyens de reproduction en relation avec la saison de vêlage

Paramètres	Automne	Hiver	Printemps	Été	P
IV-S1(j)	118,84±50,23	118,6±55,88	80,41±28,39	87,95±28,30	$p < (0,05)$
IV-SF(j)	136,46±67,61	150,72±72,46	100,64±43,62	108,20±40,70	$p < (0,05)$
IVV(j)	414,13±57,74	426,12±68,56	379,47±42,80	384,95±41,23	$p < (0,05)$
IC	1,43±0,43	1,58±0,70	1,52±0,80	1,50±0,51	$p > (0,05)$
S1-Sf (j)	17,62±45,56	26,73±53,48	20,23±35,80	20,25±30,06	$p > (0,05)$

V.1.2. Etat corporel, production de lait quotidien

En ce qui concerne, l'effet de la saison de vêlage sur la note d'état corporel perdu ; les résultats de la présente étude n'ont pas révélé d'effets significatifs (Tableau 28). La chute est estimée à 0.55 ± 0.23 point dans le cas où les mises-bas se passent en été. Les vêlages qui ont lieu en hiver expriment des pertes de l'ordre de 0.82 ± 0.76 , les vêlages d'automne montrent

Résultats et Discussion

des pertes de 0.61 ± 0.40 point et enfin ceux qui se déroulent à la saison de printemps affichent des scores de 0.73 ± 0.38 .

Tableau 28. Etat corporel, le mois suis le tarissement et durant le postpartum en rapport avec la saison

paramètres	Saison	-30j Prépartum	30j PP	60j PP	90j PP	P*periode
NEC	Automne	$3,92 \pm 0,35$	$3,43 \pm 0,46$	$3,54 \pm 0,43$	$3,98 \pm 0,42$	0,001
	Hiver	$3,88 \pm 0,39$	$3,19 \pm 0,56$	$3,18 \pm 0,50$	$3,4 \pm 0,36$	0,006
	Printemps	$3,88 \pm 0,47$	$3,14 \pm 0,5$	$3,29 \pm 0,47$	$3,77 \pm 0,53$	0,01
	Eté	$3,98 \pm 0,29$	$3,43 \pm 0,46$	$3,23 \pm 0,51$	$3,35 \pm 0,61$	0,48
	P*saison	0,86	0,45	0,24	0,03	
Intensité de la NEC perdu	Automne		$0,61 \pm 0,40$			
	Hiver		$0,82 \pm 0,76$			
	Printemps		$0,73 \pm 0,38$			
	Eté		$0,55 \pm 0,23$			
	P*saison		0,38			

La dynamique de la variation de l'état corporel, qui se situe entre le tarissement et le troisième mois post-partum, montre une allure descendante visible au cours du premier mois qui suit la mise-bas. Cette régression est suivie par une reprise, qui s'installe à partir du deuxième et du troisième après le part (Tableau 28). Il a été constaté, que cette situation demeure faible jusqu'au troisième mois après la mise-bas et ce pour les vêlages ayant lieu en saison estivale. Toutefois, il est à noter que la quantité distribuée du concentré est relativement réduite durant le printemps et ce durant le premier mois après la parturition.

Tableau 29. Production de lait journalière et quantité de concentré durant le postpartum en rapport avec la saison

paramètres	Saison	30j PP	60j PP	90j PP	P*periode
Production de lait quotidien (kg)	Automne	$13,61 \pm 4,31$	$17,02 \pm 4,52$	$17,08 \pm 5,97$	0,001
	Hiver	$10,52 \pm 2,88$	$15,38 \pm 4,23$	$13,89 \pm 4,96$	0,001
	Printemps	$19,35 \pm 7,45$	$20,35 \pm 4,80$	$17,1 \pm 4,32$	0,28
	Eté	$16,9 \pm 4,5$	$17,67 \pm 4,67$	$17,16 \pm 3,78$	0,86
	P*saison	0,0001	0,01	0,14	
Quantité de concentré (kg)	Automne	$8,9 \pm 1,3$	$8,00 \pm 1,81$	$8,75 \pm 1,54$	0,59
	Hiver	$7,56 \pm 1,56$	$8,71 \pm 1,76$	$7,78 \pm 1,8$	0,24
	Printemps	$7,23 \pm 1,88$	$9,12 \pm 1,02$	$8,54 \pm 0,93$	0,01
	Eté	$8,8 \pm 1,36$	$9,06 \pm 1,28$	$9,33 \pm 1,30$	0,53
	P*saison	0,003	0,24	0,057	

Les vaches dont les vêlages qui se déroulent pendant la saison de printemps, expriment une bonne moyenne quant à la production laitière, cette situation est également vérifiée pour le pic moyen de la lactation. Ainsi, un effet bénéfique hautement significatif a été observé chez les vaches qui mettent bas au cours de cette saison, comparativement aux femelles qui vêlent pendant le reste de l'année (Tableau 29).

Résultats et Discussion

V.1.3. Évolution des métabolites nutritionnels sanguins en fonction de la saison du vêlage

La dynamique de la variation des métabolites sanguins durant les trois premiers mois après le part en relation avec la saison du vêlage, laisse apparaître un effet significatif ($P < 0.05$, $P < 0.01$ et $P < 0.005$) pour tous les paramètres sanguins étudiés.

La concentration sérique moyenne du glucose est significativement faible au cours du premier mois après le part ($0,57 \pm 0,05$ g/l, $P < 0.05$) et ce pour les mise-bas qui ont eu lieu en automne (Tableau 30). En ce qui concerne, le taux du cholestérol sérique, celui-ci est faiblement dépendant des variations saisonnières. Toutefois, une augmentation très significative de son niveau est observée du début au troisième mois de lactation ($p < 0,01$) chez les vaches qui vêlent en hiver, ainsi que pour les mises-bas se déroulant en été ($p < 0.05$). La plus faible valeur de la cholestérolémie au cours du 3^{ème} mois post partum est observée lors des parturitions qui se déroulent au printemps ($P < 0.05$).

Tableau 30. Concentrations sériques moyennes des métabolites sanguins durant le postpartum en fonction de la saison de vêlage

paramètres	Saison	30j PP	60j PP	90j PP	P*periode
Glucose (g/l)	Automne	0,57±0,05	0,61±0,07	0,66±0,05	0,001
	Hiver	0,60±0,09	0,66±0,07	0,67±0,05	0,001
	Printemps	0,63±0,06	0,67±0,09	0,68±0,03	0,01
	Eté	0,63±0,06	0,66±0,05	0,63±0,05	0,15
	P*saison	0,046	0,18	0,16	
Cholestérol total (g/l)	Automne	1,13±0,3	1,35±0,5	1,63±0,45	0,002
	Hiver	1,2±0,43	1,39±0,41	1,47±0,32	0,02
	Printemps	1,15±0,42	1,48±0,53	1,2±0,29	0,07
	Eté	1,34±0,33	1,71±0,73	1,67±0,38	0,04
	P*saison	0,23	0,17	0,04	
Urée sanguine (g/l)	Automne	0,15±0,04	0,14±0,03	0,14±0,04	0,21
	Hiver	0,16±0,05	0,14±0,03	0,15±0,04	0,19
	Printemps	0,18±0,07	0,15±0,05	0,13±0,05	0,09
	Eté	0,23±0,06	0,23±0,03	0,24±0,05	0,73
	P*saison	0,0001	0,0001	0,0001	
Albumine (g/dl)	Automne	2,57±0,51	2,83±0,50	3,07±0,48	0,57
	Hiver	2,8±0,50	2,78±0,49	2,7±0,62	0,68
	Printemps	2,95±0,41	2,29±0,68	2,26±0,58	0,002
	Eté	2,94±0,40	3,06±0,33	3,37±0,62	0,05
	P*saison	0,11	0,001	0,003	

En ce qui concerne le taux sérique de l'urée et de l'albumine (Tableau 30), nous avons enregistré pour ces deux paramètres, un effet saisonnier très remarquable. En effet, chez les vaches ayant mis bas durant le printemps une faible ($p < 0.01$) concentration de l'albuminémie ($2,26 \pm 0,58$ g/dl) a été observée. Par contre celles qui ont mis bas en période estivale affichent des concentrations ascendantes qui atteignent le maximum au cours du troisième mois après le

Résultats et Discussion

part ($3,37 \pm 0,62$ g/dl, $p < 0,01$). Quant au taux moyen de l'urée sanguine, il est resté relativement stable tout le long de la période d'étude, ($0,23 \pm 0,06$ à $0,24 \pm 0,05$ g/l, $P > 0,005$) chez les femelles ayant mis bas pendant l'été. Cependant, les valeurs de l'urémie après le vêlage d'automne sont significativement ($P < 0,001$) les plus basses et demeurent constantes ($0,14 \pm 0,04$ à $0,15 \pm 0,04$ g/l) entre le 30^{ème} et le 90^{ème} jour après le part.

Tableau 31. Concentrations sériques moyennes des minéraux durant le postpartum en fonction de la saison du vêlage

paramètres	Saison	30j	60j	90j	P*periode
Calcium (mg/dl)	Automne	8,21±1,4	8,64±1,62	9,45±1,33	0,045
	Hiver	9,67±1,48	8,50±1,20	9,04±0,34	0,13
	Printemps	8,31±1,20	9,06±1,37	9,17±0,93	0,13
	Eté	7,15±1,16	7,45±0,45	7,08±0,40	0,46
	P*saison	0,0001	0,005	0,0001	
Phosphore inorganique (mg/dl)	Automne	7,39±2,63	4,62±2,82	2,85±1,18	0,001
	Hiver	4,72±2,74	3,57±2,5	3,45±1,77	0,01
	Printemps	2,48±1,32	4,84±1,68	3,79±1,29	0,001
	Eté	5,65±0,88	7,12±1,88	6,50±1,50	0,005
	P*saison	0,0001	0,001	0,001	
Magnésium (mg/dl)	Automne	2,17±0,43	2,02±0,55	1,97±0,39	0,01
	Hiver	2,31±0,67	2,13±0,51	1,67±0,34	0,001
	Printemps	1,62±0,40	1,9±0,35	2,35±0,31	0,0001
	Eté	2,45±0,47	2,7±0,43	2,18±0,47	0,02
	P*saison	0,0001	0,001	0,0001	

L'étude de la concentration sérique des électrolytes sanguins chez les vaches en rapport avec la saison de vêlage a révélé que le niveau du calcium est resté stable du premier mois au troisième mois de la lactation. Cependant, nous avons enregistré des niveaux très significativement faibles lors de la saison estivale ($p < 0,01$ et $< 0,001$) (Tableau 31).

L'analyse des observations faites quant à ces paramètres, laisse apparaître trois tendances relatives à l'évolution du phosphore en post-partum et ce en fonction de la saison de mise-bas (Tableau 31). En effet, la concentration de cet élément décroît du premier au troisième mois post-partum ($7,39 \pm 2,63$ à $2,85 \pm 1,18$ mg/dl, $P < 0,001$) et ($4,72 \pm 2,74$ à $3,45 \pm 1,77$ mg/dl, $P < 0,01$) chez les vaches dont les mises-bas se déroulent en automne et en hiver respectivement.

Une élévation progressive ($5,65 \pm 0,88$ à $7,12 \pm 1,88$ mg/dl) est annoncée du premier au deuxième mois ($p < 0,01$). Une stabilisation est alors observée aux valeurs moyennes de $6,50 \pm 1,50$ mg/dl, lors des mises-bas d'été. Une augmentation est remarquée ($2,48 \pm 1,32$ à $4,84 \pm 1,68$ mg/dl), ($p < 0,01$) du premier au deuxième mois se terminant par une décroissance ($3,79 \pm 1,29$ mg/l) durant le troisième mois post part et ce pour les vaches ayant mis bas au printemps. De plus, il a été constaté, des taux très significativement élevés ($p < 0,001$) chez les

Résultats et Discussion

vaches qui ont vêlé durant la saison de l'été contrairement aux vaches dont la parturition a eu lieu durant les autres saisons.

La lecture relative aux niveaux moyens du magnésium, montre une élévation relativement importante ($p < 0.001$) chez les vaches ayant mis bas durant la saison estivale ($2,45 \pm 0,47$ et $2,7 \pm 0,43$ mg/dl) contrairement aux femelles ayant vêlé au printemps ($1,62 \pm 0,40$ et $1,9 \pm 0,35$ mg/dl) et ce dans les deux premiers mois postpartum (Tableau 31). La même tendance a été observée quant à l'évolution du magnésium et du phosphore. En effet, nous enregistrons une diminution ($p < 0.01$) du premier au troisième mois après le part et ce chez les vaches qui ont vêlé en période d'automne et d'hiver ($2,17 \pm 0,4$ à $1,97 \pm 0,4$ mg/dl et $22,31 \pm 0,67$ à $1,67 \pm 0,34$ mg/dl, successivement), contre une augmentation pour celles dont le part a eu lieu au printemps (de $1,62 \pm 0,40$ à $2,35 \pm 0,31$ mg/dl). De plus une augmentation significative a été enregistrée ($p < 0.001$) du premier au troisième mois de lactation. De plus, nous avons noté une élévation puis une régression, néanmoins des taux plus ou moins élevés durant les vêlages d'été ($2,45 \pm 0,47$, $2,7 \pm 0,43$ et $2,18 \pm 0,47$ mg/dl) du premier deuxième et troisième mois après le part ont été signalés ($p < 0.05$).

Concernant le rapport entre les éléments biochimiques sanguins, au cours des différentes saisons d'une part, et d'autre part selon le stade du post-partum avec la quantité de lait produite, l'état corporel et la quantité de concentré dans la ration (Tableau 32), nous avons trouvé des corrélations significativement positives entre la production laitière et IV-V en automne et avec IV-S1 en été, pendant le premier mois après le vêlage. Cette corrélation est également observée, avec la quantité de concentré en automne et en hiver durant le troisième mois de lactation, et avec la NEC en deuxième mois de lactation des vêlages d'été. En outre, la production laitière est significativement corrélée aux valeurs ; l'urée et le magnésium en automne, le phosphore et le calcium en hiver et le glucose au printemps et en été. Cependant, nous avons trouvé une corrélation particulièrement négative entre la production de lait et l'urée au troisième mois post-partum des vêlages estivaux.

En ce qui concerne le score d'état corporel perdu, il existe une corrélation positive avec les valeurs de calcium au cours du deuxième mois postpartum lors des vêlages d'automne et au premier mois aux vêlages de printemps. Toutefois, la note d'état corporel du tarissement ; ce-ci est négativement corrélée aux valeurs du glucose et cholestérol total en automne, et de minéraux en été.

Quant à la quantité de concentré incorporée dans la ration, des corrélations positives ont été trouvées avec la production laitière, intervalle vêlage-vêlage, vêlage-saillie fécondante et vêlage- à la première saillie en hiver et avec le nombre de services par gestation au printemps. De plus, des corrélations positives de la quantité de concentré avec ; GLU, Ca, P et ALB étaient évidentes en été. Cependant, négatif avec les valeurs de Mg et CHOL en automne et avec UREE au printemps et en été.

Résultats et Discussion

Tableau 32. *Corrélations des constituants du sang, indices de reproduction, score d'état corporel et production de lait en différentes saisons*

Saison	Périodes	Corrélation	r	p
Automne	1 ^{er} mois	PL-UREE	+0.78	0.001
		PL-IVV	+0.68	0.01
	2 ^{ème} mois	NECP-Ca	+0.7	0.007
		PL-Mg	+0.65	0.01
		CHOL-IVS1	- 0.72	0.006
		CHOL-IVSf	- 0.58	0.03
	3 ^{ème} mois	NECT-GLU	-0.58	0.03
		NECT-CHOL	+0.57	0.04
		QC-PL	+0.86	0.001
		QC-Mg	-0.61	0.025
PL-Mg		-0.65	0.016	
QC-CHOL		-0.63	0.02	
Hiver	1 ^{er} mois	IVV- UREE	+0.41	0.046
		IC- UREE	+0.50	0.012
		NECT-CHOL	-0.53	0.008
		PL-P	+0.61	0.002
	2 ^{ème} mois	IVV- ALB	+0.43	0.036
		IVS1- ALB	+0.46	0.022
		IVSf- ALB	+0.43	0.035
		IVS1 -GLU	-0.56	0.004
		IVS1 -CHO T	-0.358	0.03
		QC-IVS1	+0.40	0.049
		QC-IVSf	+0.48	0.018
		QC-IVV	+0.52	0.009
	3 ^{ème} mois	NECT-Mg	- 0.56	0.004
		NECT-P	- 0.69	0.001
		QC-PL	+0.66	0.001
		PL-Ca	+0.42	0.039
		PL-Mg	+0.44	0.031
		QC-IVV	+0.54	0.006
		QC-IVSf	+0.55	0.005
		Ca-IVSf	+0.44	0.03
Printemps	1 ^{er} mois	IC -NECP	-0.56	0.018
		IC - UREE	-0.57	0.017
		NECP-Ca	+0.50	0.02
	2 ^{ème} mois	NECP-IC	-0.59	0.012
		QC-IC	+0.62	0.07
		PL-GLU	+0.63	0.007
	3 ^{ème} mois	IC - UREE	-0.76	0.004
		IVSf - UREE	-0.73	0.006
		IVV - UREE	-0.72	0.008
QC-UREE	-0.61	0.009		
Eté	1 ^{er} mois	IC -Ca	+0.45	0.04
		PL-IVS1	+0.52	0.019
	2 ^{ème} mois	IC - UREE	+0.44	0.048
		IVSf -Ca	-0.45	0.045
		IVV -Ca	-0.46	0.04
		NECT-Ca	-0.48	0.031
		QC-GLU	+0.46	0.04
		NEC-Ca	-0.45	0.044
	3 ^{ème} mois	NEC-PL	+0.48	0.032
		PL- UREE	-0.76	0.004
		PL-GLU	+0.63	0.03
		IVSf -Mg	-0.48	0.03
		IVV -Mg	-0.50	0.02
		IC -CHO T	-0.52	0.017
QC-GLU		+0.49	0.026	
QC-UREE		-0.60	0.004	
QC-ALB	+0.55	0.011		
QC-Ca	+0.45	0.044		
QC-P	+0.49	0.027		

Résultats et Discussion

Concernant la relation entre les éléments sanguins biochimiques et les paramètres de reproduction pendant les différentes saisons (Tableau 32), nous avons trouvé des corrélations négatives des taux sérique de cholestérol total avec l'IV-S1 et ce quand la mise bas se déroule en automne et hiver et avec l'IVSf pour les vêlages d'automne. Des corrélations négatives ont été également constatées entre le GLU et IV-S1 en hiver. Cependant, les valeurs de l'urée sont positivement corrélées avec IV-V et IC pour les vaches qui ont vêlé en hiver et avec IC pour les vêlages d'été. Cependant, il existe une corrélation négative avec IVV, IVSf et IC pendant le vêlage de printemps. Par ailleurs, la concentration en albumine, est en corrélation positive avec les indices de reproduction au cours du vêlage d'hiver.

En termes de concentrations minérales, des corrélations positives du calcium avec IV-V au cours du troisième mois de lactation et avec l'IC durant le premier mois de lactation, ont été observées successivement lors des vêlages d'automne et d'été. De plus, des corrélations négatives du Ca pendant les vêlages d'été durant le deuxième mois ont été signalés avec IV-V et IV-Sf. Enfin, pour les valeurs de magnésium, nous avons observé des corrélations négatives au cours du troisième mois post-partum avec IV-Sf ; ceci pour les vaches qui vêlent en été.

Tableau 33. *Corrélations des constituants du sang en différentes saisons*

Saison	Périodes	Corrélation	r	p
Automne	1 ^{er} mois	Ca-UREE	-0.58	0.036
		Mg-UREE	-0.58	0.036
		CHOL-Ca	+0.74	0.04
		ALB-P	+0.67	0.011
	2 ^{ème} mois	CHOL-P	-0.55	0.04
		CHOL-Mg	+0.57	0.04
3 ^{ème} mois	Ca-P	+0.58	0.03	
	GLU-UREE	+0.74	0.004	
Hiver	1 ^{er} mois	GLU -UREE	+0.49	0.015
		CHOL-ALB	+0.44	0.03
		ALB-Ca	+0.40	0.048
		Ca-Mg	+0.64	0.001
	2 ^{ème} mois	CHO-P	-0.53	0.008
		Ca-Mg	+0.41	0.047
Mg-P		+0.84	<0.001	
3 ^{ème} mois	CHO- GLU	-0.46	0.023	
Printemps	1 ^{er} mois	CHOL-UREE	+0.59	0.012
		CHOL-P	+0.48	0.048
	2 ^{ème} mois	Ca-UREE	-0.53	0,01
		ALB-UREE	+0.49	0.044
		GLU-CHOL	+0.49	0.044
	3 ^{ème} mois	CHOL-ALB	-0.79	0.001
		CHOL-P	+0.68	0.002
		ALB-Ca	-0.48	0.048
ALB-P		-0.77	0.001	
Ca-P		+0.87	0.0001	
Eté	1 ^{er} mois	ALB-P	+0.44	0.048
	2 ^{ème} mois	CHOL- UREE	-0.74	0.001
		GLU- UREE	-0.67	0.001
	3 ^{ème} mois	CHOL-ALB	+0.49	0.028
		CHOL-P	+0.70	0.001
	ALB-P	+0.70	0.001	

La lecture des résultats contenus dans le tableau 33, laisse apparaître, des corrélations significativement positives du cholestérol total sérique avec le glucose, l'albumine, le

magnésium et le calcium. Néanmoins, nous enregistrons des corrélations négatives pour l'élément phosphore.

Quant aux valeurs de l'urée, celui-ci étaient positivement corrélées aux valeurs de glucose en automne et en hiver, bien qu'une corrélation négative de ces deux éléments est constatée en été. De plus, nous avons enregistré des corrélations négatives entre les valeurs de l'urée avec le calcium et le magnésium. Nous avons également remarqué des corrélations positives des valeurs de l'albumine avec le phosphore et le calcium.

Enfin, pour les minéraux concernés par notre étude; des corrélations positives entre eux sont bien établies.

V.2. Discussion

V.2.1. Effet de la saison du vêlage sur la reproduction

A la lecture des résultats relatifs à l'effet de la saison de la mise-bas sur la fonction de la reproduction, il apparaît que les femelles qui mettent bas en hiver, présentent un retard non négligeable avant la première insémination et par voie de conséquence dans la conception par rapport à celles dont la parturition se déroule pendant les autres saisons. Une analyse des résultats obtenus dans cette étude avec ceux de divers auteurs consultés, laisse apparaître une cohérence (**Peters et Riley, 1982; Gillund et al., 2001 ; Sönmez et al., 2005**). Selon **Peters et Riley, (1982)**, les vaches qui vêlent en hiver présentent un retard significatif avant la première ovulation par rapport à celles qui ont vêlé pendant le printemps et l'été (71 contre 36 jours). Une augmentation de l'intervalle jusqu'au premier œstrus pendant l'hiver a également été constaté par **Peterssona et al., (2006)** chez la race Holstein en Suède avec un taux de réussite à la première insémination de l'ordre de 43% en été contre 38% en hiver. **Gillund et al., (2001)** observent dans les pays scandinaves de meilleures performances pour les vêlages d'été se soldant par un gain de 10 à 14 j par rapport à ceux d'hiver. **Sönmez et al., (2005)** rapportent des intervalles de vêlage à la première insémination de 83 ± 1.8 jours en automne contre 76 ± 1.6 jours au printemps. De plus, **M'hamedi et al., (2009)** ont montré que les intervalles chez la race Holstein en Tunisie augmentent pendant les périodes les plus chaudes et les plus froides. D'autre part, **Coutard et al., (2007)**, remarquent que les intervalles les plus courts sont obtenus pour des vêlages de printemps alors que les vêlages d'hiver sont les plus pénalisants chez les vaches allaitantes en France (361 contre 410 jours.)

En outre, selon **Westwood et al., (2002)** les vaches qui ont vêlé pendant les mois d'hiver sont davantage susceptibles (6,8 fois) de présenter un délai entre le vêlage et la première ovulation plus allongé. **Hansen (1997)** a constaté que les taux de conception restaient plus bas en automne, lorsque le climat était tempéré et que les vaches n'étaient plus exposées au stress thermique. Cependant, **Kalem et al., (2017)** n'ont trouvé aucun effet significatif de la saison sur les performances de reproduction des vaches Montbéliardes dans le Nord algérien (Tizi Ouzou). Les mécanismes par lesquels la saison a influencé la reprise de l'activité ovarienne après le vêlage restent flous, mais peuvent refléter les effets photopériodiques identifiés chez les bovins et aussi l'alimentation (**Peters et Riley, 1982**).

V.2.2. Profil métabolique

V.2.2.1. Métabolisme énergétique

Le changement de l'état corporel reflète directement le statut énergétique des vaches laitières (Ferguson *et al.*, 1994, Heuer *et al.*, 1999 et Ruegg et Milton, 1995). Le changement de la NEC est fortement corrélé au bilan énergétique négatif cumulatif et reflète le déficit énergétique total. L'effet du bilan énergétique négatif sur les performances de reproduction des vaches laitières est bien connu (Konigsson *et al.*, 2008). Dans cette étude, il a été mis en évidence par la relation positive entre le BCSL avec le nombre de services par conception et le taux de calcium sérique au début de la lactation du vêlage de printemps. La durée et l'ampleur du bilan énergétique négatif sont associées à une diminution des performances de reproduction (Walsh *et al.*, 2007). Par conséquent, la mobilisation prolongée des réserves corporelles au début de la lactation peut avoir des effets délétères importants sur la reprise de l'activité ovarienne et le taux de conception (Domecq *et al.*, 1997; Boland et Lonergan 2003). Les changements de la NEC donnent une évaluation indirecte de la perte de fécondité, car la perte d'une unité de la NEC a été associée à une réduction du taux de conception et, par conséquent, à des taux inférieurs de fécondité (Butler, 2000). L'ampleur du changement de la NEC peut être un facteur de prédiction plus important de la performance de la reproduction.

Bien que la glycémie soit l'un des indicateurs importants de l'état énergétique du test du profil métabolique (TPM), celle-ci n'est pas un indicateur fiable de l'état nutritionnel (Payne et Payne, 1987). L'hypoglycémie est davantage interprétée comme un indicateur de cétose et d'infertilité plutôt que comme un faible apport énergétique. En revanche, une hyperglycémie peut être observée lorsque les animaux sont stressés (Payne et Payne, 1987) plutôt que suralimentée. Dans la présente étude, le glucose fait apparaître une relation négative avec l'intervalle vêlage premier service chez les vaches qui ont mis-bas en hiver. Un fonctionnement anormal des organes producteurs d'hormones peut influencer sur les taux de glucose. Nos résultats sont en adéquation avec ceux observés par (Dutta *et al.*, 1988; Westwood *et al.*, 2002; Guzel et Meltem, 2014). Selon Ijaz Ahmad *et al.*, (2004); la glycémie semble être l'un des éléments nutritifs clés affectant la cyclicité chez les animaux de la ferme. De plus, il a été remarqué que les niveaux de glucose des vaches repeat breeders sont inférieurs à ceux des femelles fertiles ($P < 0,05$) (Guzel et Meltem, 2014). Dutta *et al.*, (1988) ont signalé une glycémie significativement plus basse chez les vaches en œstrus que celles qui expriment un cycle normal. L'IGF-I et le glucose stimulent généralement la croissance folliculaire et l'implantation, de ce fait, le glucose est un carburant principal pour l'ovaire (Rabiee *et al.*, 1997). La disponibilité du glucose est directement impliquée dans la modulation de la sécrétion de LH (Bucholtz *et al.*, 1996), l'hypoglycémie sévère quant à elle, inhibe la sécrétion pulsatile de LH et empêche l'ovulation (Jolly *et al.*, 1995).

Cependant, Grunwaldt *et al.* (2005) ont signalé un effet de la saison sur les taux de glucose reflété, par une augmentation significative des taux de glycémie à l'automne, par rapport à l'été. Les taux de glucose diminuent avec l'augmentation de la température

corporelle et du taux de la respiration des animaux pendant la saison estivale (**Nonaka et al., 2008**). De plus, les concentrations du glucose sérique changent tout au long de l'année et sont affectées par le mois de l'année (**Ndlovu et al., 2009**). Cette étude a montré que les concentrations sériques du glucose sont les plus élevées en octobre et amorcent une diminution au mois de janvier et au mois de février. Par ailleurs, **Shehab-El-Deen et al., (2010)** ont constaté que la glycémie semble être plus basse en été contrairement aux mois d'hiver et à différentes semaines du post-partum, (de la semaine 1 à la semaine 6). Au contraire, **Chimonyo et al., (2000)** ont observé une réduction significative des taux du glucose plasmatiques en hiver. Parmi les mécanismes possibles par lesquels le stress thermique réduit les concentrations du glucose dans le plasma, on peut citer une réduction de la MSI (**Flamenbaum et al., 1995**).

Le cholestérol sérique fait partie du complexe lipoprotéique. Il est étroitement lié à la production de lait en s'accumulant dans le sang après la synthèse du lait et ce à partir des lipoprotéines (**Bartley, 1989**). En outre, d'après l'interprétation du cholestérol total dans TPM, le cholestérol total est l'un des indices de l'état énergétique (**Payne et Payne, 1987**). Des analyses (**Lean et al., 1992**) ont montré que les concentrations plasmatiques du cholestérol sont positivement corrélées au bilan énergétique des vaches laitières en début de lactation.

Dans notre étude, le cholestérol total sérique apparaît diminué au 3^{ème} mois lors des vêlages de printemps, de plus il est accompagné d'une production de lait réduite. **kida, (2003)** a observé une relation positive évidente avec la production de lait. Notre étude a montré une corrélation négative des valeurs de cholestérol et l'intervalle vêlage-première saillie, et ceci chez les vaches qui ont mis bas en hiver ; une telle relation a également été constatée par **Kappel et al., (1984b) ; Ruegg et al. (1992) ; Westwood et al., 2002 ; Ceylan et al., (2007)**. **Guedon et al., (1999)** ont signalé que les taux du cholestérol chez les vaches peuvent varier en fonction de divers facteurs physiologiques, tels que la gestation et le stade de lactation, et qu'un faible taux de cholestérol peut affecter les performances de reproduction. **Burle et al., (1995)** ont signalé une concentration du cholestérol sérique plus basse chez les vaches en anœstrus contrairement aux femelles cycliques. **Salmanoglu et al., (1997)** ont démontré que les taux de cholestérol des vaches présentant des cycles irréguliers ou en subœstrus sont bas par rapport à ceux des femelles normales. Dans la même étude, il a également été signalé que le cholestérol pourrait avoir un effet sur les vaches présentant des cycles irréguliers ou un subœstrus, car il constitue un ingrédient clé de la construction de la progestérone. Des concentrations réduites d'œstradiol sont associées à un échec de l'ovulation pendant le premier vague folliculaire postpartum chez les vaches laitières sans kyste ovarien (**Beam et Butler, 1999**). Néanmoins, les concentrations sériques élevées du cholestérol en l'absence d'apport alimentaire excessif en énergie sont considérées comme reflétant la capacité de l'animal à mobiliser les réserves de graisse corporelle (**Ingraham et Kappus, 1988; Ruegg et al., 1992**). Dans cette étude, il n'a pas été possible de constater une grande variabilité du taux du cholestérol sérique en fonction de la saison du vêlage. La raison de la variabilité modérée du cholestérol n'est pas claire, mais peut probablement être attribuée à sa variation métabolique avec la glycémie. L'effet de la saison sur le taux du cholestérol n'est pas clair non plus. Ainsi,

des valeurs croissantes du cholestérol sérique entraînent une augmentation des concentrations de progestérone au cours de la phase lutéale (**Ozpinar et al., 1995**).

V.2.2.2. Métabolisme protéique

La concentration en urée sanguine reflète l'utilité microbienne de l'ammoniac dans le rumen (**Ørskov, 1992**), celle-ci a été utilisée comme paramètre du métabolisme des protéines ruminales dans de nombreuses études (**Blauwiel et al., 1986, Ferguson et al., 1993 et Jordan et al., 1983**). **Kida (2003)** a expliqué comment la concentration en azote d'urée reflétait l'apport protéique dans le régime alimentaire et que les concentrations d'albumine et de l'hématocrite sont influencées par le statut protéique à long terme. La surveillance des taux sanguins d'urée peut être utilisée, comme moyen pour mesurer l'état des protéines chez les bovins de différents régimes alimentaires (**Hammond, 2006**).

La nutrition ou l'utilisation de protéines alimentaires et les effets associés sur la physiologie ovarienne ou utérine sont contrôlés avec le dosage de l'urée sanguine; des concentrations supérieures à 19 mg / dl sont associées à une modification du pH utérin et à une fertilité réduite chez les vaches laitières (**Butler, 1998**). Les résultats de cet auteur sont en adéquation avec les nôtres. En effet, il a été démontré dans notre étude, une relation positive de l'urée sanguine avec le nombre de services par conception lors des mises-bas qui ont eu lieu aussi bien en hiver qu'en été. **Sinclair et al., (2000)** et **Armstrong et al., (2001)** ont signalé une réduction de la qualité des ovocytes lorsque les protéines alimentaires sont augmentées, ce qui se traduit par une réduction du taux de conception (**Canfield et al., 1990**). Par ailleurs, il est admis que la fécondité diminue chez les vaches, lorsque la concentration de l'urée est supérieure à 2,5 à 2,7 mmol / l (**Rajala-Shults et al., 2001**) et davantage, lorsque les valeurs sont supérieures à 3,3 mmol / l. De plus, une altération des performances de reproduction est observée chez les vaches accusant un déficit en azote, ce qui s'explique par une corrélation négative avec l'IC, l'IV-SF et l'IV-V lors du vêlage de printemps. Chez les ruminants, une diminution de la concentration sanguine en urée est liée à un faible apport alimentaire en protéines dû au recyclage de l'urée du sang dans le rumen lorsque l'apport en protéines alimentaires est faible (**Oulun, 2005**). Nos résultats sont également proches de ceux décrits dans d'autres études. En effet, les apports déficients en azote sont associés à une récupération tardive de la cyclicité ovarienne et à un intervalle allongé de la conception du vêlage (**Carlsson, 1989; Seegers et Malher, 1996**) et à une diminution de la sécrétion d'hormones gonadotropes (**Randel, 1990**). **Miettinen (1990)** et **Wolter (1992)** admettent que la fonction de reproduction est altérée dès que l'urémie atteint des niveaux inférieurs à 0,14 g / l.

En outre, lors de notre étude, nous avons constaté que les vêlages qui se déroulent en saison estivale exprimaient un niveau élevé d'azote uréique sanguin, cette situation peut être attribuée à une augmentation des protéines fournies par les aliments du bétail et le fourrage. Le même constat est observé par **Rasooli et al., (2004)** et **Mazzullo et al., (2014)**. Par ailleurs, il est à remarquer, que la concentration en urée sanguine chez les vaches ayant vêlé

pendant la saison froide est inférieure ($P < 0,05$) à celle des vaches ayant mis bas lors de la saison tempérée (Senosy et Osawa, 2013).

A la lecture des résultats relatifs à la concentration en albumine, il a été signalé, que cette dernière affiche des niveaux plus élevés chez les femelles ayant mis bas en hiver et en été, contrairement à celles qui ont vêlé au printemps, ce constat est signalé par Grunwaldt *et al.*, (2005). L'augmentation des taux d'albumine pendant la période estivale peut être due à l'augmentation de la pression osmotique exercée par l'albumine (El-Nouty *et al.*, 1990). Les taux élevés d'albumine sont presque toujours dus à la déshydratation (Kaneko *et al.*, 2008). Les faibles taux de protéines plasmatiques entraînaient la carence en certains acides aminés nécessaires à la biosynthèse des gonadotrophines et des hormones gonadiques pourraient provoquer des troubles hormonaux de la reproduction chez les animaux, conduisant à des ovaires inactifs (Vohra *et al.*, 1995; Arosh *et al.*, 1998). Cependant, Lyubestsky (1997) a révélé des valeurs de protéines sériques totales plus élevées chez les vaches qui présentent une endométrite que chez les vaches cycliques. Ce constat peut être lié à un apport excessif de protéines dans l'aliment, comme l'ont indiqué Ijaz Ahmad *et al.*, (2004). Ces observations, rejoignent celles que nous avons signalées quant à nos résultats. En effet, il a été remarqué une relation positive entre l'albumine et les paramètres de reproduction étudiés lors des vêlages d'hiver.

V.2.2.3. Métabolisme des minéraux

Les concentrations sériques de calcium chez les vaches laitières sont soumises à un contrôle homéostatique étroit et sont rarement modifiées par une gestion de l'alimentation courante (Payne et Payne, 1987). La relation négative entre le taux sérique du calcium et l'IV-V, IV-SF et IV-S1 au cours du deuxième mois des vêlages d'été signifié que la carence en calcium est accompagnée à une détérioration de la reproduction. Les paramètres de fertilité les plus faiblement exprimés sont observés chez les vaches ayant une concentration sanguine de calcium plus faible, cet état de fait pourrait être dû à une altération des processus physiologiques impliqués dans le retour à la cyclicité ovarienne, à l'expression de l'œstrus et à la capacité de concevoir et de maintenir une gestation. Les mécanismes par lesquels cela pourrait se produire comprennent un bilan énergétique négatif accru chez les vaches avec un taux de calcium inférieur (Reinhardt *et al.*, 2011, Chamberlin *et al.*, 2013) par une réduction du flux sanguin ovarien (Jonsson *et al.*, 1997) par une réduction de la fonction immunitaire et (Ducusin *et al.*, 2003) par une réduction de la contractilité utérine, et donc une involution chez les vaches avec un taux de calcium bas. Bien que, il a été rapporté qu'une réduction de la concentration de calcium dans le sang augmente l'incidence des troubles de la reproduction et de la fertilité post-partum (Chapinal *et al.*, 2011; Ribeiro *et al.*, 2013). Philippa *et al.*, (2018) ont observé une association significative entre la concentration de Ca^{2+} dans le sang et ce dans les 24 heures qui suivent la parturition et le moment du premier service. Pour chaque augmentation de 0,1 mmol / l de Ca^{2+} dans le sang, on note une augmentation de 33% des chances qu'une vache soit servie à un moment donné (HR 1,33, $P = 0,001$). De plus, on constate également une association significative entre la concentration de Ca^{2+} dans le sang et le délai avant la conception. Pour chaque augmentation de 0,1 mmol / l

Résultats et Discussion

de Ca²⁺, il est attendu une augmentation de 16% des chances pour une vache de concevoir à un moment donné (HR 1,16, P = 0,04). Par conséquent, les interventions de gestion pendant la période sèche visant à augmenter les concentrations de calcium dans le sang de tout le troupeau, plutôt que de cibler uniquement les vaches hypocalcémiques, offriront probablement les avantages les plus favorables en termes de fertilité. Contrairement à la présente étude, **Wilhelm et al., (2017)** et **Chamberlin et al., (2013)** n'ont trouvé aucune association entre la concentration de calcium dans le sang et le délai avant le premier service ou le délai avant la conception. La concentration sérique de Ca n'est toutefois pas un bon indicateur d'une carence en calcium dans le régime alimentaire, car la Ca dans le sang reflète à la fois l'apport en Ca et la mobilisation de Ca par les os (**Mc Dowell, 1992**).

La recherche sur le niveau de calcium en fonction de l'état physiologique et des variations saisonnières n'a pas montré l'influence des facteurs indiqués ci-dessus sur les valeurs de calcium chez les vaches (**Yokus et al., 2006**). Cependant, **Krnic et al., (2003)** ont rapporté non seulement des valeurs de calcium considérablement inférieures chez les vaches 1 à 5 jours après le vêlage, mais également à 5 à 10 jours avant le vêlage, encore chez les vaches allaitantes. **Olayemi et al., (2001)** ont également signalé des valeurs de calcium plus basses. Ils ont constaté que 39% des vaches ont une concentration de calcium inférieure à 2 mmol / L. Par ailleurs, pendant la période estivale, des niveaux de calcium significativement plus faibles ont été déterminés chez les vaches immédiatement après le vêlage (**Hadzimusic et Krnic, 2012**). Cette situation est observée dans l'étude que nous avons réalisé. Cependant, **Khan et al., (2003)**, **Grunwaldt et al., (2005)** et **Yokus et Cakir, (2006)** n'ont observé aucun effet significatif de la saison sur les taux de calcium dans le sang.

Les valeurs de phosphore sont considérées comme étant le reflet de l'apport de phosphore dans l'alimentation (**Whitaker, 2000**). L'analyse des résultats obtenus dans la présente étude et relatifs à cet élément indique que la concentration en phosphore semble être fortement influencée par la saison d'échantillonnage et le cycle de reproduction des vaches. Bien qu'une diminution du phosphore peut-être d'une part à l'origine d'une baisse de l'activité ovarienne (**Jeong et al., 2015**) et d'autre part la diminution du taux de conception (**Costa et al., 2015**). Selon **Chaudhary et Singh, (2004)**, cette carence est responsable de l'apparition retardée de la puberté et de l'œstrus silencieux ou irrégulier chez les génisses. De plus d'après ce même auteur la réduction du niveau de phosphore est incriminée dans l'échec de l'œstrus, dans de longs intervalles vêlage-vêlage et même dans la mort embryonnaire due à un manque de tonus musculaire. Au contraire, l'excès de phosphore rend l'endomètre vulnérable aux infections (**Chaudhary et Singh, 2004**). Une fertilité réduite et des conceptions réduites ou retardées sont les principaux signes d'une carence en phosphore, ce qui peut être surmonté avec une supplémentation appropriée en phosphore. Alors qu'une carence modérée peut conduire à la répétition des conditions de reproduction et à un faible taux de conception (**SathishKumar, 2003**). Nos résultats ont montré des corrélations positives de phosphore sérique avec ; la production laitière, la quantité du concentré et l'albumine sérique. Il est aisé de remarquer, que les concentrations sériques du phosphore inorganique augmentent avec l'augmentation de l'apport en phosphore alimentaire. Aussi, une relation négative du

Résultats et Discussion

phosphore avec glucose et cholestérol total lors du vêlage en hiver est constatée dans nos investigations. Les valeurs de phosphore indiquent l'influence de la saison, mais également de la période d'échantillonnage. **Khan et al., (2003)** ont signalé une valeur plus élevée en septembre qu'en mars.

La concentration sérique de magnésium n'est pas sous contrôle endocrinien, mais leurs changements reflètent l'apport en magnésium (**Capen et Rosol, 1989**). Les concentrations sanguines de magnésium au 3^{ème} mois de lactation sont négativement liées à l'intervalle vêlage – conception chez les vaches qui ont mis bas en été. Les résultats consignés dans notre étude corroborent ceux de **Kalem et al., (2017)** réalisés sur des femelles appartenant à la race Montbéliarde. De même, **Jeong et al., (2015)** ont signalé qu'un niveau inférieur de magnésium dans la ration pourrait avoir une incidence sur les performances de reproduction.

De plus, nos résultats montrent des valeurs significativement basses pendant la fin de l'hiver et le début du printemps. Cela concorde avec **Zelal, (2017)**, qui décrit qu'un fourrage vert a systématiquement une faible concentration en Mg (<2,0 g / kg de matière sèche). Nos résultats sont en adéquation avec ceux de nombreux notamment **Robinson et al., (1989)**, **Kronqvist, (2011)** et **Shah et al., (2017)**.

Les faibles niveaux de magnésium constatés dans les saisons de printemps, contrairement à ceux observés lors des autres saisons, sont probablement dus aux faibles apports alimentaires. **Miller et al., (1980)** et **Poppi et Mc Lennan (1995)** ont signalé que les graminées des premiers stades végétatifs du début au milieu du printemps expriment généralement une faible teneur en magnésium. Par ailleurs, la faible utilisation du Mg par les ruminants pendant la saison chaude et humide a également été associée à de faibles apports en glucides et des niveaux élevés en azote (**Fontenot et al., 1989; NRC, 2001**). Il est à remarquer que nos résultats sont similaires à ceux des auteurs cités précédemment

Une hypomagnésimie clinique peut survenir lorsque les vaches sont au pâturage sous certaines conditions (**Robinson et al., 1989**), généralement celle-ci apparaît chez des animaux dont le numéro de lactation est avancé et qui consomment des herbes luxuriantes de saison fraîche. L'hypomagnésimie, se produit habituellement 5 à 10 jours après une période de froid et humide, lorsque la température de l'air a atteint 14C° ou plus. La maladie est associée à la tétanie et, néanmoins si celle-ci peut-être grave et par conséquent entraîner la mort et ce suite à une réduction des taux de magnésium dans le liquide céphalo-rachidien (**Mc Coy et al., 2001**), conséquence d'une diminution des taux de magnésium dans le plasma.

Conclusion générale,
Recommandations et perspectives

Conclusion générale, recommandations et perspectives

Les travaux que nous avons mené dans la présente étude ont concerné, d'une part un certain nombre d'élevages bovins laitiers, situés dans la wilaya de Sétif et d'autre part, divers paramètres liés à la gestion et des élevages et de la reproduction des animaux exploités. Par ailleurs, ces travaux ont été orientés sur des critères liés directement aux paramètres dont la reproduction est tributaire et sur des facteurs qui sont susceptibles d'exprimer un profil métabolique des animaux exploités et par voie de conséquence l'état de ces derniers. Pour ce faire 58 fermes exploitées regroupant 528 vaches ont fait l'objet de nos investigations, parmi ce nombre, 209 vaches ont été sujettes à des prélèvements sanguins. Nos résultats ont été confrontés avec ceux ayant traité du même thème. Dans un premier temps, il a été question de comparer nos investigations avec des travaux menés en Algérie et dans les mêmes conditions, ensuite nous avons confronté ces résultats, avec des travaux menés dans d'autres régions, notamment les pays du Maghreb et des autres contrées du monde.

L'analyse de nos résultats, nous conduira à cerner une approche métabolique et d'en apprécier le statut nutritionnel des vaches exploitées au sein des élevages ciblés, d'autre part ce jugement nous éclairera sur les problèmes et de la fertilité et de la fécondité dans les élevages de la région semi-aride de la wilaya de Sétif.

L'analyse des performances de reproduction des vaches laitières issues de l'importation et leur descendance montre un intervalle moyen entre deux mises-bas de l'ordre de 400 jours, toutefois avec une grande variance (340 – 565j). Par ailleurs, plus de 50 % de vaches présentent un intervalle qui dépasse largement les 400 jours. Il est à constater que des performances relativement meilleures sont observées, au niveau des exploitations possédant, de grandes surfaces de cultures fourragères, un nombre relativement élevé de vaches, et un nombre de bâtiments répondant aux normes et en équipements et en personnel.

Dans les exploitations que nous avons investigué, il est à constater qu'il n'existe pas de plan d'alimentation rigoureux et surtout répondant aux besoins des animaux exploités, de plus aucun planning d'alimentation n'est disponible au sein de ces fermes. L'autre constat que nous avons observé et ce en matière de distribution de l'alimentation destinés aux animaux réside par l'affectation d'une ration de base, qui est de surcroit de mauvaise qualité. Cette situation est davantage aggravée au sein des petites exploitations.

Les fluctuations saisonnières ont un impact très marquées au sein des élevages bovins dans cette région, ceci est lié aux contraintes du milieu naturel. De plus, la disponibilité fourragère est un handicap primordial pour l'élevage bovin laitier la région de Sétif, comme d'ailleurs dans toutes les régions du pays, surtout dans des fermes qui exploitent de grands effectifs d'animaux. Les vélages qui se passent pendant la saison d'automne, précédant la saison chaude, la rareté des fourrages, ajoutée à une faible supplémentation nutritionnelle se traduisent par un effet négatif sur les paramètres de fertilité et de fécondité chez les vaches ayant vêlé à l'intérieur de ces deux saisons.

Conclusion générale, recommandations et perspectives

Par ailleurs, lors de nos investigations, nous avons décelé un manque flagrant dans la maîtrise de la conduite d'élevage. En effet, très peu d'exploitations disposent d'un planning de fécondité, de plus la détection des chaleurs est médiocre. Par ailleurs, du point de vue du rationnement, cette opération est totalement absente, de plus le suivi sanitaire, et l'état de l'hygiène font défaut au sein des bâtiments abritant les animaux, le manque de litière, de l'aire d'exercice, sont autant de causes pouvant conduire à des complications sanitaires se traduisant directement ou indirectement sur les performances de l'animal.

Le déficit fourrager est une composante essentielle de l'infertilité et de l'abaissement des performances des vaches laitières dans la région de Sétif. Les principaux facteurs nutritionnels associés à une baisse des paramètres de la reproduction sont les suivants :

- Une alimentation déficitaire en énergie au cours de la période de tarissement.
- Une mobilisation excessive des réserves corporelles au cours du premier mois postpartum.
- Un déficit ou un excès azoté au cours de la période de tarissement ou lors du premier mois postpartum.
- Un déficit en calcium et en magnésium.

L'introduction de ces indicateurs de performance simples et faciles à utiliser tels que la NEC et le profil biochimique a amélioré et complété les connaissances et les compréhensions de l'effet du déséquilibre alimentaire et les problèmes métaboliques en post partum et offrent un atout pour les éleveurs menant à une meilleure gestion.

L'expression des résultats de la NEC et des divers paramètres biochimiques sanguins nous a permis d'identifier les facteurs de variation du profil biochimique. En effet, le stade physiologique ou de lactation est un indicateur de variation primordial qu'on prend en considération dans l'étude de profil biochimique. Il est à retenir, que le métabolisme énergétique a été observé faible au début de la lactation. Toutefois, il est à remarquer que la parité, ne montre pas un effet considérable de variation du profil métabolique.

Les résultats de cette partie montrent que les faibles taux sériques durant le postpartum des substrats suivants: glucose, cholestérol total, urée et des taux sériques élevés du calcium et de l'albumine ont été associés à une augmentation des intervalles vêlage première insémination et vêlage insémination fécondante. De même, une faible concentration de magnésium, de phosphore et un taux élevé de calcium ont été enregistrés chez les vaches nécessitant plus de 3 inséminations pour être fécondées.

Lorsqu'on considère le facteur saison, une influence négative est observée pour le glucose et cholestérol total sur les paramètres reproductifs chez les vaches qui ont mis bas en hiver, de l'urée chez les vaches mises ayant vêlé au printemps, et du calcium et magnésium chez les femelles qui ont vêlé lors de la saison estivale.

Conclusion générale, recommandations et perspectives

Par ailleurs, les concentrations plasmatiques de l'azote uréique sanguin, de l'albumine, du cholestérol total, du phosphore et du magnésium sont plus élevées durant l'été. Cependant, le niveau du calcium a diminué pendant cette période.

La note d'état corporel a montré des changements de tendance similaire entre la période de tarissement et le troisième mois post-partum, quelle que soit la saison de vêlage. Elle s'est caractérisée par des niveaux élevés durant le tarissement, contre des scores significativement bas au début du mois post-partum, débute à récupérer le 2ème mois de lactation, pour arriver au score pré-partum au 3ème mois post-partum.

Les résultats de la présente étude ont fourni des enseignements forts intéressants quant au profil biochimique et les performances de reproduction des vaches ciblées dans ces travaux (Montbéliarde et Fleckvieh) introduites dans le climat semi-aride algérien. Les résultats de cette étude montrent des taux sériques de glucose, de cholestérol total, d'albumine et d'azote uréique significativement plus faibles chez les vaches montbéliardes que chez celles de Fleckvieh. De plus, la race Fleckvieh montre une bonne condition physique en période de tarissement, et une légère perte de l'état corporel dans le premier mois postpartum, ainsi qu'une bonne performance de reproduction par rapport à la Montbéliarde. Il est aisé d'admettre que les faibles valeurs enregistrées du glucose, du cholestérol total de l'albumine et de l'azote uréique ajouté à une grande infiltration graisseuse au début de lactation sont à l'origine d'une notable perturbation des performances de reproduction chez la race Montbéliarde.

La nutrition est directement liée à la reproduction chez la vache laitière. Un élément nutritif en quantité insuffisante ou en quantité élevée peut altérer la reproduction. Le problème fondamental est que le degré d'excès, de carence ou de déséquilibre nécessaire pour modifier la reproduction n'est toujours pas clair. La meilleure recommandation est de mettre en place un programme d'alimentation équilibré pour les vaches laitières pour tous les éléments nutritifs et répondants à tous les besoins nutritionnels, tout en prenant en considération la saison de vêlage.

Les résultats contenus dans cette étude, peuvent offrir aux praticiens de la santé animale, aux intervenants du secteur laitier, des informations de base pour la surveillance des principaux paramètres statuant un profil métabolique et leur importance dans le suivi zootechnique et en conséquence, l'adoption des stratégies nutritionnelles raisonnables selon le stade de lactation, la saison d'élevage et plus ou moins la parité.

Pour faire face à ces problèmes de fertilité ou de fécondité, nous proposons les recommandations suivantes :

- Un rationnement rigoureux pendant les premières semaines de lactation, car c'est une période durant laquelle la fonction de reproduction est particulièrement sensible aux déséquilibres nutritionnels et aux troubles métaboliques.
- Améliorer le rationnement énergétique des vaches laitières au cours des premières semaines de lactation afin d'éviter une mobilisation excessive des réserves corporelles.

Conclusion générale, recommandations et perspectives

- Procéder à l'évaluation de l'état corporel à des moments clés (tarissement, vêlage et lors de mise à la reproduction) et éviter les pertes excessives de la NEC.
- Limiter les déséquilibres azotés (excès ou déficit) surtout au cours des premières semaines de lactation en adaptant la distribution des aliments concentrés azotés à la nature et à la composition de la ration fourragère.
- Intégrer l'analyse du profil biochimique pour évaluer la qualité de la ration.
- Adopter un calendrier de la ration en tenant compte du stade physiologique des vaches et de la saison.
- Il est important de réaliser des tables de valeurs nutritionnelles des fourrages autochtones qui serviront au rationnement.
- Adapter la distribution du concentré en tenant compte des processus digestifs et métaboliques des ruminants. A cet effet, il faut incorporer les concentrés dans les rations des vaches pour faire face aux faibles disponibilités du fourrage et à leurs carences en nutriments : azote et/ou énergie.
- Améliorer la détection des chaleurs par surveillance des vaches au niveau de l'étable et au pâturage.
- Respecter les conditions d'hygiène, de prophylaxie et de soins afin de réduire la fréquence des maladies et la lutte précoce contre toutes les pathologies qui diminuent la fertilité.
- Accorder un intérêt particulier dans les respects des normes de gestion des exploitations par l'introduction des outils informatiques dans le suivi des élevages.
- La maîtrise de la gestion des paramètres de la reproduction est un gage de réussite.
- La race Fleckvieh présente une adaptation meilleure, tant sur le plan des performances reproductives que sur le plan du rendement laitier dans la région semi-aride de Sétif; une réflexion doit être menée dans ce sens.
- Respect des normes quant à la mise de femelles à la reproduction (âge et poids).
- Adapter un rationnement en fonction des productions des vaches.
- Asseoir une prophylaxie adéquate.

Nos perspectives

Ce travail a permis d'améliorer les connaissances concernant le déroulement de la reproduction chez les vaches de races importées (Montbéliarde et Fleckvieh) appartenant à des élevages semi intensifs de la région semi aride. A cet égard, l'objectif principale était de chercher la relation entre le profile nutritionnels en péripartum, la variation des réserves corporels et le niveau de fécondité et de fertilité.

Une association entre les indicateurs nutritionnels et les paramètres de reproduction a été établie, toutefois, elle ne permet pas de répondre avec certitudes sur les relations de causes

Conclusion générale, recommandations et perspectives

à effets. Nous pouvons nous appuyer sur des résultats bibliographiques et proposer des mécanismes qui ne peuvent en l'état actuel être validés autrement que par des études supplémentaires.

Les anomalies de reprise de cyclicité ovarienne après vêlage s'accompagnent d'une baisse des performances de reproduction (augmentation des intervalles V-S1 et V-Sf). Le bilan énergétique négatif est une cause majeure qui affecte la non reprise de la cyclicité et induit un long anœstrus du postpartum. Cet état de fait a été confirmé au cours de notre investigation en mettant en évidence une étroite association entre les paramètres métaboliques témoins du déficit énergétique, le glucose et le cholestérol total et un retard prononcé de premières saillies après vêlage.

- Des études complémentaires sur l'effet du bilan énergétique négatif en incluant d'autres marqueurs du statut énergétique tels que le BHB et AGNE seront intéressantes afin d'explorer le mécanisme métabolique du déficit énergétique chez la vache laitière.
- Parmi nos visions aussi, effectuer de profil biochimique au moment de l'IA ; ce qui sert à mettre au point les variations des métabolites qui sont associés à l'échec de l'insémination. Cela serait plus profondément analysé en fonction des processus conduisant à l'échec de fécondation ou aux mortalités embryonnaires précoces et tardives

Les infections utérines et mammaires en élevage laitier sont parmi les anomalies qui affectent la reprise de la cyclicité après vêlage, certains paramètres sanguins peuvent servir comme marqueurs de l'inflammation.

- Des études mettant en évidence les corrélations entre différentes paramètres biochimiques et les neutrophiles cervicaux et utérins.
- Impacte des différents paramètres biochimiques sur la fréquence des endométrites.
- Les voies biochimiques des médiateurs de l'inflammation sur le fonctionnement du système de reproduction

Les minéraux sont déterminants dans l'apparition des pathologies métaboliques conduisant à des troubles de la fertilité. Nous avons mises au point dans notre étude l'effet négatif du P et Mg sur la fertilité. Toutefois d'autres minéraux sont primordiaux dans la reproduction.

- Des études de la relation entre (le potassium, chlore, sodium et le fer) et les performances de reproduction sont ainsi intéressantes.
- L'appréciation des oligo-éléments (cuivre, zinc, manganèse...) dans le sang des vaches en différents états physiologiques et principalement durant la période de reproduction soit nécessaire.

Les vaches qui vêlent à une période inappropriée de l'année, (pendant les mois chauds), peuvent souffrir d'un approvisionnement alimentaire insuffisant et qui est souvent de

Conclusion générale, recommandations et perspectives

mauvaise qualité, ce qui entraîne une baisse des performances reproductives et laitières. Toutefois, le stress thermique provoque un grand changement dans le métabolisme, en particulier dans la période du Péripartum. Ce changement peut affecter la reproduction.

- Des études sur l'effet de stress thermique via la mesure de (THI) sur le changement des paramètres biochimiques pendant le postpartum.
- De la sorte, des études sur les effets du stress thermique sur le développement folliculaire (reprise de la cyclicité) et l'involution utérine post-partum seront intéressantes.
- D'autres études visant à améliorer le taux de conception pendant les mois chauds, par l'utilisation des traitements hormonaux (induction des chaleurs) sont de grand intérêt dans la conduite de la reproduction dans les troupeaux de moyenne et grande taille.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

1. **Abbas K et Mouffok C., 2012.** Pôle agroalimentaire intégré de la wilaya de Sétif (filière lait). Rapport du groupe de travail 1: *Alimentation et Technologie des aliments*, 30p.
2. **Abbas K., Abdelguerfi Laouar M., Madani T., Mebarkia A. and Abdelguerfi A., 2005.** Rôle et usage des prairies naturelles en zone semi-aride d'altitude en Algérie. *Fourrages*, **183**, 475-479.
3. **Abdellaoui M.M., 1972.** Contribution à l'étude des perturbations protidiques des états de malnutrition. *Thèse doctorat. Méd., Rabat*, 115p.
4. **Abdul-Aziz M and Al-Mujalli., 2008.** Studies on Some Serum Constituents of Dairy Cows in Saudi Arabia. *Scientific Journal of King Faisal University (Basic and Applied Sciences)*, **9** (2), p 110-111.
5. **Adem., 2003.** Les exploitations laitières en Algérie: structure de fonctionnement et analyse des performances technico économiques: cas des élevages suivis par le C. I. Z. *Journées nationales des productions animales*, Tizi-Ouzou 23 et 24 Mai 2003.
6. **Adjorlolo L., F.Y. Obese and Tecku P., 2019.** Blood metabolite concentration, milk yield, resumption of ovarian activity and conception in grazing dual purpose cows supplemented with concentrate during the post-partum period. *Vet Med Sci*, **5**(2), p 103–111.
7. **Aeberhard K., Bruckmaier R.M. and Blum J.W., 2001.** Metabolic, enzymatic and endocrine status in high-yielding dairy cows – Part 2. *J. Vet. Med. Ser. A*, **48**, p 111-127.
8. **Aggoun N., Aimeur R., Lakhdara N. and Bouaziz O., 2016.** Study of some variation factors of breeding performances in dairy cattle. *Scholars Research Library*, **8** (9), p 6-11.
9. **Ahmim M. and Moali A., 2011.** The diet of the Maghrebian mouse-eared bat *Myotis punicus* (Mammalia. Chiroptera) in Kabylia. *Northern Algeria Ecol Mediterr*, **37**, p 45-51
10. **Ajili N., Rekik B., Ben Gara A. and Bouraoui R., 2007.** Relationships among milk production, reproductive traits, and herd life for Tunisian Holstein-Friesian cows. *African Journal of Agricultural Research*, **2**, p 47-51.
11. **Alejandra M. B., Garcia Felipe C., Cardoso Romulo Campos., Diego X., Thedy and Gonzalez Felix H. D., 2011.** Metabolic evaluation of dairy cows submitted to three different strategies to decrease the effects of negative energy balance in early postpartum. *Pesq. Vet. Bras*, **31**(1), p 11-17.
12. **Ali A., Qureshi, M. S., Adil M., Sikandar A., Ihtesham-UI- Hag, Awais, M. M., Hussain A. and Khan A., 2014.** Impact of blood metabolite profile and milk yield on fertility of dairy cows. *J. Anim. Health Prod*, **2**, p 55-59.
13. **Anderson D. E. and Rings M., 2009.** Current Veterinary Therapy: Food Animal Practice St. Louis, MO: *Saunders Elsevier*.
14. **Argente G. and Jullo A., 2002.** Mesure de l'efficacité des dosages de progestérone à la ferme intégrés dans la formation de l'éleveur pour lutter contre l'infécondité. *Renc. Rech. Ruminant*, **9**, p160.
15. **Armstrong D.G., McEvoy T.G., Baxter G., Robinson J.J., Hogg C.O., Woad K. J., Webb R. and Sinclair S.D., 2001.** Effect of dietary energy and protein on bovine follicular dynamics and embryo production in vitro: Associations with the ovarian insulin like growth factor system. *Biol. Reprod*, **64**, p1624–1632.
16. **Arnaud M. J., 2008.** Update on the assessment of magnesium status. *Br. J. Nutr*, **99** (3), p 24-36.

17. **Arosh A.J., Kathiresan D., Devanathan T.G., Rajasundaram R.C. and Rajasekaran J., 1998.** Blood biochemical profile in normal cyclical and anoestrous cows. *Indian Journal of Animal Sciences*, **68**, p1154-1156.
18. **Astruc C., 2018.** Hypocalcémie subclinique dans les élevages laitiers en moyenne montagne pendant la période hivernale et ses conséquences sur la production et la sante. Thèse de docteur vétérinaire, Lyon1. 93PP.
19. **Aziz M. A., Schoeman S. J., Jordaan G. F., El-Chafie O. M. and Mahdy A. T., 2001.** Genetic and phenotypic variation of some reproductive traits in Egyptian buffalo. *S. Afr. J. Anim. Sci*, **31** (3), p 195-199.
20. **Badinga I., Collier R.J., Thatcher W.W. and Wilcox C.J.C., 1985.** Effect of climatic and management factors on conception rate of dairy cattle in subtropical environment. *J. Dairy Sci*, **68**, p 78-85.
21. **Bagnato A. and Oltenacu P. A., 1994.** Phenotypic evaluation of fertility traits and their association with milk production of Italian Friesian cattle. *J. Dairy Sci*, **77**, p 874-882.
22. **Bahonar A. R., Azizzadeh M., Stevenson A. M., Vojgani M. and Mahmoudi M., 2009.** Factors affecting days open in Holstein dairy cattle in Khorasan Razavi Province, Iran: A cox proportional hazard model. *J. Anim. Vet. Adv*, **8**, p747-754.
23. **Balakrishnan M., Bhaskar B.V. and Chinnaiya G.P., 1993.** Total cholesterol concentration in relation to super-ovulatory responses in crossbred cows. *Theriogenology*, **40**, p 643-650.
24. **Balakrishnan V. and Balagopal R., 1994.** Serum calcium, phosphorous, magnesium, copper and zinc levels in regular breeding buffaloes. *Indian Vet. J*, **71**, p 23-25.
25. **Baldacim I. A. P., K. M. Madureira and Ramos J. S., 2018.** Dynamic of Metabolic Indicators, Insulin Like-growth Factor I (IGF-I) and Cortisol in Holstein Cows during the Transition Period. *Acta Scientiae Veterinariae*, **46**, p 1544.
26. **Banos G., Brotherstone S. and Coffey M.P., 2004.** Evaluation of body condition score measured throughout lactation as an indicator of fertility in dairy cattle. *J. Dairy Sci*, **87**, p 2669– 2676.
27. **Bareille S. and Bareille N., 1995.** La cétose des ruminants - *Point Vet*, **27** (Maladies métaboliques des ruminants), p 727-738.
28. **Bartley J.C., 1989.** Lipid metabolism and diseases In: *Clinical Biochemistry of Domestic Animals* (Kanenko, J. J. ed.), Academic Press Inc., Orland, Florida, p 108-142.
29. **Barton B.A., N.A. Jorgensen and DeLuca H.F., 1987.** Impact of prepartum dietary phosphorus intake on calcium homeostasis at parturition. *J. Dairy Sci*, **70**, p 1186-1191.
30. **Barui A., S. Batabyal, S. Ghosh, D. Saha and Chattopadhyay S., 2015.** Plasma mineral profiles and hormonal activities of normal cycling and repeat breeding crossbred cows: A comparative study. *Vet World*, **8**(1), p 42–45.
31. **Baumgard L.H., Odens L.J., Kay J.K., Rhoads R.P., Vanbaale M.J. and Collier R.J., 2006.** Does negative energy balance (NEBAL) limit milk synthesis in early lactation? *21st Annual outhwest Nutrition & Management Conference*. February 23-24, 2006, Tempe, p 181-187.
32. **Bazin S., 1984.** Grille des notations de l'état d'engraissement des vaches pie noires. *ITEB, Paris*, 31 p.
33. **Beam S.W. and Butler W.R., 1999.** Effects of energy balance on follicular development and first ovulation in postpartum dairy cows. *J. Reprod. Fertil*, **54**, p 411-424.

34. **Beam S. W. and Butler W. R., 1997.** Energy balance and ovarian follicle development prior to the first ovulation *postpartum* in dairy cows receiving three levels of dietary fat. *Biol. Reprod*, 56, p 133-142.
35. **Bell A. W., 1995.** Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. *J.Anim.Sci*, 73, p 2804-2819.
36. **Ben Salem M., Bouraoui R. and Hammami M., 2009.** Performances reproductives et longévité moyenne de la vache Frisonne-Holstein en Tunisie. *Rencontres Recherches Ruminants*, (16).
37. **Bendiab N., 2012.** Analyse de la conduite d'élevage bovin laitier dans la région de Sétif. Thèse Magistère, faculté des sciences de la nature et de la vie, département d'agronomie ; université Ferhat Abbas. Sétif, 129pp.
38. **Berglund B., 2008.** Genetic Improvement of Dairy Cow Reproductive Performance. *Reproduction in Domestic Animals*, 43, p 89-95.
39. **Berry D.P., Buckley F., Dillon P., Evans R.D., Rath M. and Veerkamp R.F., 2003.** Genetic parameters for body condition score, body weight, milk yield, and fertility estimated using random regression models. *J. Dairy Sci*, 86, p 3704–3717.
40. **Berry D.P., Veerkamp R.F. and Dillon P., 2006.** Phenotypic profiles for body weight, body condition score, energy intake, and energy balance across different parities and concentrate feeding levels. *Livestock Science*, (104), p 1 – 12.
41. **Bielfeldt J.C., Tolle K.H., Badertscher R and Krieter J., 2006.** Longevity of Swiss Brown cattle in different housing systems in Switzerland. *Livestock Science*, 101(1-3), p 134-141.
42. **Bires J., Hlincikova S., Link R., Reichel P and Huska M., 2003.** Clinical and biochemical analysis of peripartal recumbency on a dairy farm. In the Proceedings of the IV Central European Buiatric Congress, Lovran, p 199-204.
43. **Blauwiel R. and Kincaid R. L., 1986.** Effect of crude protein and solubility on performance and blood constituents of dairy cattle. *J. Dairy Sci*, 69, p 2091. 2098.
44. **Blum J.W., Jans F., Moses W., Fröhli D., Zemp M., Wanner M., Hart I.C., Thun R and Keller U., 1985.** Twenty four-hour pattern of blood hormone and metabolite concentrations in high yielding dairy cows: Effects of feeding low or high amounts of starch, or crystalline fat. *Zentralbl. Veterinaermed. Reihe A.*, 32, p 401-418.
45. **Blum J.W., Kunz P.L., Leuenberger H., Gautschi K. and Keller M., 1983.** Thyroid hormones, blood plasma metabolites and haematological parameters in relationship to milk yield in dairy cows. *Anim. Prod*, 36, p 93–104.
46. **Boisclair Y., Grieve D. G., Stone J. B., Allen O. B and Macleod G. K., 1986.** Effect of prepartum energy, body condition, and sodium bicarbonate on production of cows in early lactation. *J. Dairy Sci*, 69, p 2636-2647.
47. **Bojovski J., Relić R., Savić B and Petrujkić T., 2011.** Metabolic parameters and welfare of dairy cows Bulltein UASVM, *Veterinary Medicine*, 68, p 48-54.
48. **Boland M.P. and Lonergan P., 2003.** Effects of Nutrition on Fertility in Dairy Cows. *Advances in Dairy Technology*, 15, p 19-32.
49. **Bösö A. R., T. M. Saukko A. T. Tesfa and Lindberg L. A., 2000.** Fat infiltration in liver and activity of lecitin: cholesterol acyltransferase in serum of dry and lactating dairy cows. *Research in Veterinary Science*, 68 (1), p 169-173.
50. **Bouamra M., Ghozlane F. and Ghozlane M.K., 2017.** Factors affecting reproductive performance of dairy cow in Algeria: Effects of clinical mastitis. *African Journal of Biotechnology*, 16 (2), p 91-95.
51. **Boudebza A., 2002.** Contribution à l'étude les profils biochimiques chez les vaches dans la région de Constantine, mémoire de magister Université de Constantine., *Département des sciences vétérinaires*, p 126-135.

52. **Bouzebda Z., 2007.** Gestion zootechnique de la reproduction dans des élevages bovins laitiers dans l'Est algérien. Thèse de doctorat d'état en sciences vétérinaires. *Université Mentouri. Constantine, Département des sciences vétérinaires.*
53. **Bouzebda Z., Bouzebda F., Guellati M.A., Grain F., 2006.** Evaluation des paramètres de la gestion de la reproduction dans un élevage bovin du nord Est Algérien. *Sciences & Technologie C*, 24, p 13-16.
54. **Bouzebda Z., Bouzebda-Afri F and Guellati M.A., 2003.** Evaluation des paramètres de la reproduction dans les régions d'El-Tarf et d'Annaba. *Renc. Rech. Ruminants*, 10, p 143.
55. **Bouzida S., Ghozlane F., Allane M., Yakhlef Y. et Abdelguerfi A., 2010.** Impact du chargement et de la diversification fourragère sur la production des vaches laitières dans la région de Tizi-Ouzou (Algérie). *Fourrages*, 204, 269-275.
56. **Brugère-Picoux J., 1995.** Maladies métaboliques et biochimie clinique de la vache laitière. *La Dépêche Technique*, P 46-30.
57. **Brzezinska M. and Krawczyk M., 2009.** Changes of the mineral profile of Serum of goats in various physiological states. *Journal of Elementology*. 14, p 649–656.
58. **Bucholtz D.C., Vidwans N.M., Herbosa C.G., Schillo K.K. and Foster D.L., 1996.** Metabolic interfaces between growth and reproduction: pulsatile luteinizing hormone secretion is dependent on glucose availability. *Endocrinology*, 137, p 601–7.
59. **Buckley F., Mee J., O'sullivan K., Evans R., Berry D., Dillon P., 2003a.** Insemination factors affecting the conception rate in seasonal calving Holstein -Friesian cows. *Reprod. Nutr. Dev.* 43, p 543-555.
60. **Buckley F., Sullivan K.O., Mee J.F., Evans R.D. and Dillon P., 2003b.** Relationships among milk yield, body condition, cow weight, and reproduction in spring-calved Holstein Friesians. *J Dairy Sci*, 86, p 2308-2319.
61. **Buckley F., P. Dillon, M. Rath and Veerkamp R.F., 2000.** The relationship between genetic merit for yield and live weight, condition score, and energy balance of spring calving Holstein-Friesian dairy cows on grass based systems of milk production. *J. Dairy Sci*, 83, p 1878-1886.
62. **Burle P.M., Mangle NS., Kothekhar M.D. and Kalorey D.R., 1995.** Blood biochemical profiles during various reproductive states of Sahiwal and Jersey x Sahiwal cattle. *Livestock Advances*, 20, p 13-20.
63. **Butler S.T., Pelton S.H. and Butler W.R., 2006.** Energy balance, metabolic status, and the first postpartum ovarian follicle wave in cows administered propylene glycol. *J. Dairy Sci*. 89, p 2938-2951.
64. **Butler W.R. and Smith R.D., 1989.** Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle. *J Dairy Sci*, 72, p 767-783.
65. **Butler W.R., 1998.** Effect of protein nutrition on ovarian and uterine physiology in dairy cattle. Symposium: Optimizing Protein Nutrition for Reproduction and Lactation. *J. Dairy Sci*, 81, p 2533–2539.
66. **Butler W.R., 2000.** Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. *Anim Repro Sci*, 60-61, 449-457.
67. **Butler W.R., Everett R.W. and Coppock C. E., 1981.** The relationships between energy balance, milk production and ovulation in postpartum Holstein cows. *J Anim Sci*, 53, p 743-748.
68. **Caixeta L.S., Ospina P.A., Capel M.B. and Nydam D.V., 2017.** Association between subclinical hypocalcemia in the first 3 days of lactation and reproductive performance of dairy cows. *Theriogenology*, 94, p 1-7.
69. **Campos M.S., Wilcox C.J. and Spreen T.H., 1995.** Effects of interrelationships of production and reproduction on net returns in Florida. *J. Dairy Sci*, 78, p 704-709.

70. **Canfield R.W., Sniffen C.J. and Butler W.R., 1990.** Effects of excess degradable protein on postpartum reproduction and energy balance in dairy cattle. *J. Dairy Sci*, **73**, p 2342–2349.
71. **Capen C.C. and Rosol T.J., 1989.** Calcium-regulating hormones and diseases of abnormal mineral (calcium, phosphorus and magnesium) metabolism *In: Clinical Biochemistry of Domestic Animals* (Kanenka, J. J. ed.), Academic Press Inc., Orland, Florida, p 735-746.
72. **Caple I.W. and Halpin C.G., 1985.** Biochemical assessment of nutritional status. *In: Proceedings of the postgraduate committee in veterinary science. University of Sydney*, p 307-337.
73. **Carlsson J., 1989.** Milk urea as a marker of nutritional imbalance in dairy cows with special reference to fertility. *In: Proc. 7th Int. Conf. Prod. Diseases. Cornell University, Ithaca, New York*, p 397-400.
74. **Cavestany D., Blanc J.E., Kulcsar M., Uriarte G., Chilbroste P., Meikle A., Febel H., Ferraris A. and Krall E., 2005.** Studies of the Transition Cow Under a Pasture-based Milk Production System: Metabolic Profiles. *J. Vet. Med. A*, **52**: p 1-7.
75. **Ceylan A., Serin I., Aksit H., Seyrek K. and Gökbulut C., 2007.** Döl tutmayan ve anöstruslu süt ineklerinde vitamin A, E, beta-karoten, kolesterol ve trigliserid düzeylerinin araştırılması. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, **13**, p 43-147.
76. **Chacha F., 2011.** Profils métaboliques et fécondité en élevage bovins laitiers (wilaya de Sétif). Mémoire de magister en sciences vétérinaires. *Université Chedli Benjdid Et-Taref. Institut des sciences vétérinaires*, 191pp.
77. **Chacha F., Bouzebda Z., Afri-Bouzebda F., Gherissi D., Lamraoui R., Djaout A and Mouffok C., 2018.** Effect of some blood metabolites in conception risk of Montbiliard cows. *Livestock Research for Rural Development*, **30** (89).
78. **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. and Webb R., 2007.** New Perspectives on the Roles of Nutrition and Metabolic Priorities in the Subfertility of High-Producing Dairy Cows. *J. Dairy Sci*, (**90**), 4022–4032.
79. **Chagunda M.G.G., Bruns E. W., Wollny C. B. A and King H. M., 2004.** Effect of milk yield based selection on some reproductive traits of Holstein Friesian cows on large-scale dairy farms in Malawi. *Livestock Research for Rural Development* **16** (7).
80. **Chamberlin W.G., Middleton J. R., Spain J.N., Johnson G.C., Ellersieck M.R. and Pithua P., 2013.** Subclinical hypocalcemia, plasma biochemical parameters, lipid metabolism, postpartum disease, and fertility in postparturient dairy cows. *J Dairy Sci*, **96** (11): p 7001-7013.
81. **Chapel J.M., R. Muiño, V. Pereira, C. Castillo, J. Hernández and Benedito J.L., 2016.** Relationship of BCS Prepartum with Reproductive Performance and Lipomobilization in Holstein Dairy Cows. *Pakistan journal veterinary*, **16**, p 299.
82. **Chapinal N., Carson M., Duffield T.F., Capel M., Godden S., Overton M., Santos J.E.P. and Le Blanc S. J., 2011.** The association of serum metabolites with clinical disease during the transition period. *J Dairy Sci*, **94**, p 4897–4903.
83. **Chapinal N., S.J. Leblanc, M.E. Carson, K.E. Leslie, S. Godden, M. Capel, J.E. Santos, M.W. Overton and Duffield T.F., 2012.** Herd-level associations of serum metabolites in the transition period with disease, milk production, and early lactation reproductive performance. *J. Dairy Sci*, **95**, p 5676-5682.
84. **Chaudhary S. and Singh A., 2004,** Role of Nutrition in Reproduction: A review. *Intas Polivet*, **5**, p 229-234.

85. **Chebel R. C., Santos J. E., Cemi R. L., Rutigliano H. M and Bruno R. G., 2006.** Reproduction in dairy cows following progesterone inserts presynchronization and resynchronization protocols. *J. Dairy. Sci*, 89, p 4205-4219.
86. **Cheng Z., Oguejiofor C.F, Swangchan-Uthai T., Carr S and Wathes D.C., 2015.** Relationships between Circulating Urea Concentrations and Endometrial Function in Postpartum Dairy Cows. *Animals (Basel)*, 5(3), p 748–773.
87. **Chillard Y., Bocquier F. and Doreau M., 1998.** Digestive and metabolic adaptations of ruminants to undernutrition, and consequences on reproduction. *Repro. Nutr. De*, 38, p 131-152.
88. **Chimonyo M., Kusina N.T., Hamudikuwanda H. and Nyoni O., 2000.** Reproductive performance and body weight changes in draught cows in a smallholder semi-arid farming area of Zimbabwe. *Trop. Anim. Health. Prod*, 32 (6), p 405-415.
89. **Corbellini C.N., 1998.** Las enfermedades de la producción en las vacas lecheras en transición. *Estudio Ganadero Pergamino*, p 11-29.
90. **Costa W.M., Carvalho E.R., Pereira M.H.C., Peres R.F.G and Vasconcelos J.L. M., 2015.** Supplementation with melengestrol acetate post TAI improves fertility in suckled Nelore cows. *Anim Reprod*, 12, p 660.
91. **Coutard J.P., Menard M., Benoteau G., Lucas F., Henry J.M., Chaigneau F. and Raimbault B., 2007.** Reproduction des troupeaux allaitants dans les Pays de la Loire : facteurs de variation des performances. *Renc. Rech. Ruminants*, 14, p 359-362.
92. **Crowe M.A., 2008.** Review article: Resumption of ovarian cyclicity in post-partum beef and dairy cows. *Reprod. Domest. Anim*, 43, p 20-28.
93. **DSA, 2008.** Direction des services agricole de la Wilaya de Sétif. Service statistique. Bilan des productions agricoles 2008/2009, série A.
94. **DSA, 2009.** Direction des services agricole de la Wilaya de Sétif. Service statistique. Bilan des productions agricoles 2009/2010, série A.
95. **Danvin C., 1988.** Reproduction et carence en zinc chez les bovins laitiers. Thèse de Doctorat vétérinaire. *École nationale vétérinaire de Toulouse*, 84 p.
96. **De Vries M.J. and Veerkamp F., 2000.** Energy balance of dairy cattle in relation to milk production variables and fertility. *J Dairy Sci*, 83, p 62-69.
97. **Dechow C.D., Rogers G.W. and Clay J.S., 2002.** Heritability and correlations among body condition score loss, body condition score, production and reproductive performance. *J. Dairy Sci*, 85, p 3062–3070.
98. **Dechow C.D., G.W. Rogers and Clay J.S., 2001.** Heritability and correlations among body condition scores, production traits, and reproductive performance. *J. Dairy Sci*, 84, p 266-275
99. **Degien C., 2004.** Relations entre facteurs de risque d'infécondité et profils d'élevage réalisés selon les performances de reproduction des troupeaux bovins laitiers. Mémoire de docteur vétérinaire. N°120. *École Nationale Vétérinaire de Nantes*.
100. **Delacharlerie P.P., Manciaux L., Charreaux F., Marie M., 1995.** Relationships between diet and response to super-ovulation in dairy cows, 11th A. E. T. E. Meeting, Hanover, 8-9 Sept. 160 p.
101. **Dematawewa C. M. B and Berger P. J., 1998.** Genetic and phenotypic parameters for 305-day yield, fertility, and survival in Holsteins. *J Dairy Sci*, 81 (10), p 2700–2709.
102. **Desarménien D., Bourré J.M., Paccard P. et Chevallier A., 2002.** Influence du système de reproduction sur les résultats de reproduction en élevage laitier. *Renc. Rech. Ruminants*, 9, p 152.
103. **Diarra K., 1994.** Profils métaboliques et évaluation du métabolisme protéo-énergétique chez la vache laitière. Mémoire de Docteur Vétérinaire., *I.A.V. Hassan II, Rabat*.

104. **Djenba S., 2015.** Influence des paramètres : géologique, géomorphologique et hydrogéologique sur le comportement mécanique des sols de la wilaya de Sétif. (Algérie). Thèse Doctorat en Sciences, *université Mohamed Kheider – Biskra ; faculté des sciences et de la technologie département d'hydraulique et du génie civil*, 322pp.
105. **Djoković R., Ilić Z., Kurčić V., Petrović M. and Doskovic V., 2011.** Functional and morphological state of the liver in Simmental dairy cows during transitional period. *Rev. Med. Vet.*, **162**, p 574-579.
106. **Domecq J.J., Nebel R.L., Mcgilliard M.L. and Pasquino A.T., 1991.** Expert system for evaluation of reproductive performance and management. *J. Dairy Sci*, **74**, p 3446–3453.
107. **Domecq J.J., Skidmore A.L., Lloyd J.W. and 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. *J. Dairy Sci*, **80**, p 113-120.
108. **Douglas G.N., Overton T.R., Bateman H.G., Dann H.M. and Drackley J.K., 2006.** Prepartal plane of nutrition, regardless of dietary energy source, affects periparturient metabolism and dry matter intake. *J. Dairy. Sci*, **89**, p 2141-2157.
109. **Drackley J.K. and Cardoso F.C., 2014.** Prepartum and postpartum nutritional management to optimize fertility in high-yielding dairy cows in confined TMR systems. *Animal 8 Suppl*, **1**, p 5-14.
110. **Drackley J. K., 1999.** Biology of dairy cows during the transition period: the final frontier? *J. Dairy Sci*, **82**, p 2259-2273.
111. **Drackley J.K., 2002.** Transition cow management and periparturient metabolic disorders. In *Recent Developments and Perspectives in Bovine Medicine*, Eds., *M. Kaske, H. Scholz and M. Holtersshinken. Hannover*, p 224-235.
112. **Drackley J. K., T. R. Overton, and G. N. Douglas. 2001.** Adaptations of Glucose and Long Chain Fatty Acid Metabolism in Liver of Dairy Cows during the Periparturient Period. *J Dairy Sci*, **84**, Supplement: E100-E112.
113. **Ducusin R.J., Uzuka Y., Satoh E., Otani M., Nishimura M., Tanabe S. and Sarashina T., 2003.** Effects of extracellular Ca²⁺ on phagocytosis and intracellular Ca²⁺ concentrations in polymorphonuclear leukocytes of postpartum dairy cows. *Res Vet Sci*, **75**(1), P 27-32.
114. **Dutta J.C., Baruah R.N., Dutta L. and Talukdar S.C., 1988.** Blood biochemical studies in anoestrous and normal cyclic cattle. *Indian Vet. J.*, **65**, p 239-241.
115. **Edmonson A.J., Lean I.J., Weaver L.D., Farver T. and Webster G., 1989.** A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci*, **72**, p 68-78.
116. **Eicher R., E. Bouchard and A. Tremblay, 1999.** Cow level sampling factors affecting analysis and interpretation of milk urea concentrations in 2 dairy herds. *Can Vet J.* **40**, p 487-492.
117. **El-Azab M.A., Badr A., El-Sadawy, Shawki G. and Borkat T.M., 1993.** Some biochemical changes in relation to postpartum ovarian activity in dairy cows. *Indian J. Anim. Sci.*, **63** (12), p 1244-1247.
118. **Eldon J. and Olafsson T., 1986.** The postpartum reproductive status of dairy cows in two areas of Iceland. *Acta Vet. Scand*, **27**, p 421-439.
119. **El-Nouty F.D., Al-Haidary A.A. and Salah M.S., 1990.** Seasonal variation in hematological values of high-and average yielding Holstein cattle in semi-arid environment. *J King Saud Univ*, **2** (2), p 173-182.
120. **Elrod C.C. et Butler W.R., 1993.** Reduction of fertility and altération of uterine pH in heifers fed excess ruminally degradable protein. *J. Anim. Sci*, **71** (3), 694-701.

121. **Eman M., Ghada A.E. and HananK., 2014.** Effect of lactation stages on some blood serum biochemical Parameters and milk composition in dairy cows. *Assiut Vet. Med. J*, **60** (142), 86.
122. **Enjalbert F., 1995.** Rationnement en péri-partum et maladies métaboliques. *Point Vét*, **27** (n° spécial "Maladies métaboliques des ruminants"), p 39-45.
123. **Erb H.N., Smith R.D., Hillman R.B., Powers P.A., Smith M.C., White M.E. and Pearson E.G., 1984.** Rates of diagnosis of six diseases of Holstein cows during 15-day and 21-day intervals. *American Journal of Veterinary Research*, **45** (2), 333-335.
124. **Espinoza J.E., L.R McDowell, N.S Wilkinson, J.H Conrad, F.G Martin and S.N Williams, 1991.** Effect of dietary phosphorus level on performance and mineral status of grazing cattle in a warm climate region of central Florida. *Livestock Research for Rural Development*, **3** (1).
125. **Esslemont R., 1993.** Relationship between herd calving to conception interval and culling rate for failure to conceive. *Veterinary Record*, **133**(7), p 163- 164.
126. **Etherington W.G., March W.E., Fetrow J., Weaver L.D., Seguin B.E., Rawson C. L., 1991.** Dairy herd reproductive health management: Evaluating dairy herd reproductive performance – part 1. *Compend. Contin. Educ. Pract. Vet.* **13** (9), p 1491-1503.
127. **Far Z., 2002.** Caractérisation du comportement reproductif et productif de la race bovine montbéliarde en situation semi-aride. *Mémoire D'Ingénieur Agronome INA Alger*, 110pp.
128. **Fassi Fihri A., Lakhdissi H., Derqaoui L., Hajji K., Naciri M. and Goumari A., 2005.** Genetic and nongenetic effects on the number of ovarian follicles and oocyte yield and quality in the bovine local (Oulmes-Zaer), exotic breeds and their crosses in Morocco. *African Journal of Biotechnology*, **4**, p 9-13.
129. **Ferguson J.D., Galligan D.T. and Thomsen N., 1994.** Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. *J. Dairy Sci*, **77**, p 2695. 2703.
130. **Ferguson, J.D., Galligan D.T., Blanchard T.B. and Reeves M., 1993.** Serum urea nitrogen and conception rate: The usefulness of test information. *J. Dairy Sci*, **76**, p 3741. 3746.
131. **Fetni A., 2007.** La conduite des élevages laitiers dans la Wilaya d'El-Tarf (Etude critique, cas de la Coopérative Bendriss). Mém. doc. vét. Inst. sci. vét. Centre universitaire d'El-Tarf.
132. **Fetrow J., Stewart S., Eicker S. and Rapnicki, P., 2007.** Reproductive health programs for dairy herds: Analysis of records for assessment of reproductive performance. In: Young Quist, R. S., et al. (Eds.) *Current Therapy in Large Animal Theriogenology*. 2nd. ed. pp. 473- 490. St. Louis, Mo: Saunders Elsevier.
133. **Flamenbaum I., Wolfenson D., Kunz P.L., Maman M. and Berman A., 1995.** Interactions between body condition at calving and cooling of dairy cows during lactation in summer. *J Dairy Sci*, **78**, p 2221-2229.
134. **Fontenot J.P., Allen V.G., Bunce G.E and Gogg J.P., 1989.** Factors influencing magnesium absorption and metabolism in ruminants. *J. Anim. Sci*, **67**, p 3445-3455.
135. **Forar f.L., R. Kincaid, R.L. Preston and Hillers J.K., 1982.** Variation of inorganic phosphorus in blood plasma and milk of lactating cows. *J Dairy Sci*, **65**, p 760-763.
136. **Fourichon C., Seegers H. and Malher X., 2000.** Effect of disease on reproduction in the dairy cow: A meta-analysis. *Theriogenology*, **53** (9), 1729-1759.
137. **Garnsworthy P.C., Sinclair, K.D and Webb R., 2008.** Integration of physiological mechanisms that influence fertility in dairy cows. *Animal*, **2** (08), p 1144- 1152.

138. Garverick H.A., Harris M.N., Vogel-Bluel R., Sampson J.D., Bader J., Lamberson W.R., Spain J.N., Lucy M.C. and Youngquist R.S., 2013. Concentrations of nonesterified fatty acids and glucose in blood of periparturient dairy cows are indicative of pregnancy success at first insemination. *J. Dairy Sci*, **96**, p 181-188.
139. Gerloff B. J., 2000. Dry cow management for the prevention of ketosis and fatty liver in dairy cows. *Vet. Clin. North Am. Food Animal Pract*, **16**, p 283-292.
140. Ghoribi L., 2000. Bilan de reproduction dans deux exploitations bovines laitières dans la Wilaya d'El-Tarf. Magister en biologie et physiologie animale .Option agronomiques et médicales Département de biologie. *Faculté des sciences. Université Badji Mokhtar Annaba*.
141. Ghoribi L., Bouaziz O et Tahar A., 2005. Etude de la fertilité et de la fécondité dans deux élevages bovins laitiers. *Sciences et Technologie*, **23**, p 46-50.
142. Ghozlane F., Yakhlef H. and Ziki B., 2006. Performances zootechniques et caractérisation des élevages bovins laitiers dans la région d'Annaba (Algérie). *Renc. Reche. Ruminants*, **13**, p 386.
143. Giannetto C and Piccione G., 2009. Daily rhythms of 25 physiological variables in Bos Taurus, maintained under natural conditions. *Journal of applied biomedicine*, **7**(1),
144. Gilbert R.O., Shin S.T., Guard C.L, Erb H.N. and Frajblat M., 2005. Prevalence of endometritis and its effects on reproductive performance of dairy cows. *Theriogenology*, **64**, p 1879-1888.
145. Gillund P., Reksen O., Grohn Y.T., Karlberg K., 2001. Body condition related to ketosis and reproductive performance in Norwegian dairy cows. *J. Dairy Sci*, **84**, 1390–1396
146. Glover M.E., 2001. Fertility information: Adviser/vet needs. In: Recording and Evaluation of Fertility Traits in UK Dairy Cattle. *Proceedings of a workshop held in Edinburgh. 19th and 20th November 2001*, p 15-21.
147. Goff J.P., R.L. Horst, P.W. Jardon, C. Borelli, and Wedam J., 1996. Field trials of an oral calcium propionate paste as an aid to prevent milk fever in dairy cows. *J. Dairy Sci*, **79**, p 378–383.
148. Goff J.P., 1999. Treatment of calcium, phosphorus and magnesium balance disorders. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract*, **15**, p 619-639.
149. Goff J.P., 2004. Macromineral disorders of the transition cow. *Veterinary Clinics of North America Food Animal Practice*, **20**, p 471-494.
150. Goshu G., Belihu K. and Berihun A., 2007. Effect of parity, season and year on reproductive performance and herd life of Friesian cows at Stella private dairy farm, Ethiopia. *Livestock Research for Rural Development*, **19**, (98).
151. Graber M.S., Kohler T., Kaufmann Doherr M.G., Bruckmaier R.M. and Van Dorland H.A., 2010. A field study on characteristics and diversity of gene expression in the liver of dairy cows during the transition period. *Journal of Dairy Science*, **93** (11), p 5200-5215.
152. Granados-chapatte A et Baret P., 2002. Indicateurs de fertilité dans une population de bovins : prise en compte de la qualité des données. *Renc. Rech. Ruminants*, **9**, p153.
153. Grimard B., Humblot P., Ponter A. A., Chastant S., Constant F and Mialot J. P., 2003. Efficacité des traitements de synchronisation des chaleurs chez les bovins. *Productions animales*, **16**, p 211-227.
154. Grimard B., Humblot P., Ponter A. A., Mialot J. P., Sauvant D and Thibier M., 1995. Influence of post-partum energy restriction on energy status, plasma LH and oestradiol secretion and follicular development in suckled beef cows. *J. Reprod. Fertil*, **104**, p 173-179.

155. Gröhn Y.T. and Rajala-Schultz, P.J., 2000. Epidemiology of reproductive performance in dairy cows. *Animal Reproduction Science*, **60-61**, p 605-614.
156. Gross J., Van Dorland H.A., Bruckmaier R.M. and Schwarz F.J., 2011. Performance and metabolic profile of dairy cows during a lactational and deliberately induced negative energy balance with subsequent realimentation. *J. Dairy Sci*, **94**, p 1820-1830.
157. Grunberg W., Staufenbiel R., Constable P.D., Dann H.M., Morin D.E. and Drackley J.K., 2009. Liver phosphorus content in Holstein-Friesian cows during the transition period. *J. Anim. Sci*, **92**, p 2106-2117.
158. Grunwaldt E.G., Guevara J.C., Estevez O.R., Vicente A., Rousselle H., Alcuten N., Aguerregaray D. and Stasi C.R., 2005. Biochemical and haematological measurements in beef cattle in Mendoza plain rangelands (Argentina). *Trop. Anim. Health Prod*, **37**, p 527-540.
159. Guedon L., Saumande J., Dupron F., Couquent C. and Desbals B., 1999. Serum cholesterol and triglycerides in postpartum beef cows and their relationship to the resumption of ovulation. *Theriogenology*, **51**, p 1405-1415.
160. Guerra L., 2008. Contribution à la connaissance des systèmes d'élevage bovin dans la région semi-aride de Sétif. *Mémoire d'Ingénieur d'état en sciences agronomiques Université Ferhat Abbas Sétif*, p 95-150.
161. Gupta G.C., Pachauri S. P., Rajora V.S., 1995. Studies on post parturient anorexia syndrome in bovines. *Indian J. Vet. Med*, **15**, p 67-70.
162. Gutierrez C.G., Oldham J., Bramley T.A., Gong J.G., Campbell B.K., Webb R., 1997. The recruitment of ovarian follicles is enhanced by increased dietary intake in heifers. *J. Anim. Sci*, **75**, p 1876-1884.
163. Guzel S and Meltem T., 2014. Comparison of Serum Leptin, Glucose, Total cholesterol and Total Protein Levels in Fertile and Repeat Breeder Cows. *R. Bras. Zootec*, **43** (12), p 643-647.
164. Hadzimosic N. and Krnic J., 2012. Values of Calcium, Phosphorus and Magnesium Concentrations in Blood Plasma of Cows in Dependence on the Reproductive Cycle and Season. *Journal of the faculty of veterinary medicine, Istanbul university*, **78** (1), p 1-8.
165. Hammond A.C., 2006. Update on BUN and MUN as a guide for protein supplementation in cattle. *US Department of Agriculture, Florida*, p 34601-4672.
166. Hamza I. et Khadri H., 1997. Le bilan de fécondité : un outil de gestion d'un atelier bovin laitier. Mém. ing. agro. Institut des sciences agronomiques et vétérinaires. Département d'agronomie, univ d'El Taref.
167. Hansen P.J., 1997. Effects of environment on bovine reproduction. In: Youngquist RS (Ed.). *Current Therapy in Large Animal Theriogenology. Philadelphia, PA: WB Saunders*, p 403-415.
168. Hanston G and Tumba K.N., 1985. Influence de l'âge, de la race et du sexe sur les protéines des bovins élevés en ranching ou shaba, Zaire. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des Pays tropicaux*, **38**, p149- 152.
169. Harris B., 1995. MUN and BUN values can be valuable management tools. *Feedstuffs*, **76**, p 14.
170. Hayes J.F., Cue R.I., Monardes H.G., 1992. Estimates of repeatability of reproductive measures in Canadian Holsteins, *J. Dairy Sci*, **75**, p 1701-1706.
171. Hejlasz Z., 1985. Biochemical profile of parturition fever in cows. *Medycyna Wet*, **41**, p 688-690.
172. Herd D.B., Sprott L.R., 1996. Body condition, nutrition and reproduction of beef cows. Texas agricultural extension service, *The Texas A&M University System, College Station, Texas*. 12p.

173. Herdt T.H., 2000. Variability characteristics and test selection in herd-level nutritional and metabolic profile testing. *Vet. Clin. North Am. FoodAnim. Pract*, **16**, p 387–403.
174. Heuer C, Schukken Y.H. and 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. *J. Dairy Sci*, **82**, p 295. 304.
175. Hill R.M., Verniaud W.M., Peter R.L., Tennyson L.M., Rettig Zion G.M., Vorderman T.E., Helms A.L., McCulley P.G. and Hill L.B., 1984. The effect of intrauterine malnutrition on the terminfant. A 14-year progressive study. *Acta Paediatr. Scand*, **73**, p 482-487.
176. Holtenius K., Kronqvist C., Briland E. and Sprondly R., 2008. Magnesium absorption by lactating dairy cows on a grass silage-based diet supplied with different potassium and magnesium levels. *J. Dairy Sci*, **91**, p 743-748.
177. Ijaz Ahmad L. A., Lodhi Z. I., Qureshi and Younis M., 2004. Studies on blood glucose, total proteins, urea and cholesterol levels in cyclic, non-cyclic and endometritic in postpartum Hostein cows. *J. Anim. Sci*, **53**, p 742–748.
178. Info climat Sétif, 2014. <https://www.infoclimat.fr/observations-meteo/temps-reel/setif/60445.html>
179. Ingraham R.H. and Kappus L.C., 1988. Metabolic profile testing. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract*, **4**, p 391-411.
180. Ingraham R.H., kappel L.C., Morgan E.B. and Srikandakumar A., 1987. Correction of subnormal fertility with copper and magnesium supplementation. *J Dairy Sci*, **70**, p 167-180.
181. Ingraham R.H., Kappel L.C., Morgan E.B. and Babcock D.K., 1982. Temperature-humidity vsseasonnal effects on concentrations of blood constituents of dairy cows during the pre and postcalving periods: relationship to lactation level and reproductive functions. *American Society of Agricultural Engineers*, p 565-570.
182. Ingvarsten K.L., 2006. Feeding-and management-related diseases in the transition cow: Physiological adaptations around calving and strategies to reduce feeding-related diseases. *Anim. Feed Sci. Technol*, **126**, p 75-213.
183. Jeong J.K., Choi I.S., Kang H. G., Hur T.Y., Jung Y.H and Kim I.H., 2015. Relationship between serum metabolites, body condition, peri- and postpartum health and resumption of postpartum cyclicity in dairy cows. *Livestock Sci*, **181**, p 31-37.
184. Jilek F., Pytloun P., Kubešova M., Štipkova M., Bouška J., Volek J., Frelich J and Rajmon R., 2008. Relationships among body condition score, milk yield and reproductionin Czech Fleckvieh cows. *Czech J. Anim. Sci*, **53**, 357–367.
185. Jolly P.D., McDougall S, Fitzpatrick L.A., Macmillan K.L. and Entwistle K., 1995. Physiological effects of under nutrition on postpartum anoestrous in cows. *J Reprod Fertil Suppl*, **49**, p 477–92.
186. Jonsson N.N and Daniel R. C.W., 1997. Effects of Hypocalcaemia on Blood Flow to the Ovaries of the Sheep. *Zentralbl Veterinarmed A*, **44**, p 281–7.
187. Jordan E.R., Chapman T.E. and Holtan D.W., 1983. Relationship of dietary crude protein to composition of uterine secretions and blood in high-producing potpartum dairy cows. *J. Dairy Sci*, **66**, p 1854. 1862.
188. Jorritsma R., Wensing T., Kruij T.A.M., Vos P.L.A.M. and Noordhuizen J.P.T. M., 2003. Metabolic changes in early lactation and impaired reproductive performance indairy cows. *Vet. Res*. **34**, 11–26.
189. Kaabeche T. et Mebrak A. R., 2010. Contribution à l'étude des risques naturels (sismiques et mouvements de terrain) dans la Wilaya de Sétif. Mém. Ing .*Université Ferhat Abbas. Sétif*, p 46-56.

190. **Kafi M. and Mirzaei A., 2010.** Effects of first postpartum progesterone rise, metabolitemilk yield, and body condition score on the subsequent ovarian activity an fertility in lactating Holstein dairy cows. *Trop Anim Health Prod.* **42**, p 761–767.
191. **Kalaitzakis, E., Panousis N., Roubies N., Giadinis N., Kaldrymidou E., Georgiadis M. and Karatzia S. H., 2010.** Clinicopatho logical evaluation of downer dairy cows with fatty liver. *Can. Vet. J.*, **51**, p 615-622.
192. **Kalem A., Abdelli A., Raboisson D. and Kaidi R., 2018.** Association Between Postpartum High B-Hydroxybutyrate and/or Non-Esterified Fatty Acids and Plasma Metabolites, Body Condition and Reproductive Performance in Dairy Cows. *Dairy and Vet Sci J*, **5**(1), p 555654.
193. **Kalem A., Hanzen C., A Abdelli and Kaidi R., 2017.** Body condition score, some nutritional parameters in plasma, and subsequent reproductive performance of Montbeliard cows in Algeria. *Livestock Research for Rural Development*; **29** (1).
194. **Kaneko J.J., 1989.** Clinical biochemistry of domestic animals. *I. V. Ed. NewYork. Academic, Press*, pp56.
195. **Kaneko J. J., Harvey J. W and Bruss M. C., 2008.** Clinical Biochemistry of Domestic Animals. *5th ed. San Diego, Academic Press Inc*, pp 78.
196. **Kaneko, J. J. ; Harvey, J. W and Bruss, M. L., 1997.** Clinica biochemistry of domestic animals. *San Diego: Academic*, 932p.
197. **Kanuya N. L., Matiko M. K., Nkya R., Bittegeko S. B. P., Mgasu M. N., Reksen O. and Ropstad E., 2006.** Seasonal changes in nutritional status and reproductive performance of Zebu cows kept under a traditional agro-pastoral system in Tanzania. *Trop Anim Health Prod*, **38**, p 511–519.
198. **Kaouche-Adjlane S., F. Habi, R. Benhacine et 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).
199. **kappel L.C., Ingraham R.H., Morgan E.B., Babcock D.K., 1984a.** Plasma copper concentration and packed cell volume and their relationships to fertility and milk production in Holstein cows. *Am J Vet Res*, **45**, p346-350.
200. **Kappel L.C., Ingraham R.H., Morgan E.B., Zeringue L., Wilson D. and Babcock D.K., 1984b.** Relationship between fertility and glucose and cholesterol concentrations in Holstein cows. *Am. J. Vet. Res*, **45**, p 2607-2612.
201. **Kaur H. and Arora S.P., 1995.** Dietary effects on ruminant livestock reproduction with particular reference to protein. *Nutr Res Rev*, **8**, p 121-136.
202. **Kayoueche F., 2001.** Relation condition d'élevage – profils métabolique des vacheslaitières et impact dans la filière lait dans la région de Constantine. *Mémoire de Magister, Département des sciences vétérinaires ; Université de Constantine*.
203. **Kearney J.F., Schutz M.M. and Boettcher P.J., 2004.** Genotype × environment interaction for grazing vs. confinement. ii. Health and reproduction Traits. *J. Dairy Sci*, **87**, p 510–516.
204. **Khan Z.I., Ashraf M., Ashraf M.Y., Rahman Z. and Hussain A., 2003.** Mineral status of livestock (Goats and Sheep) based on soil, dietary components and animal tissue fluids in relation to seasonal changes and sampling periods in specific region of Pakistan. *Journal. Animal. Vet*, **2** (8), p 478-495.
205. **Kharzat B., 2006.** Essai d'évaluation de la politique laitière en perspective de l'adhésion de l'Algérie à l'organisation mondiale du commerce et à la zone de libre échange avec l'union européenne. *Mémoire de magister I. N. A., Alger*, 114pp.
206. **Kida K., 2003.** Relationships of Metabolic Profiles to Milk Production and Feeding in Dairy Cows. *J. Vet. Med. Sci*, **65** (6), p 671-677.

207. **Kiers A., Berthelot X., Picard-Hagen N et Ennuyer M., 2006.** Analyse des résultats de reproduction d'élevages bovins laitiers suivis avec le logiciel VETOEXPERT. *Bull. GTV*, 36, p 85-91.
208. **Kim H., Jeong J. K., 2019.** Risk factors limiting first service conception rate in dairy cows and their economic impact. *Animal Reproduction and Physiology*, **32** (4).
209. **Kim I.H and Suh G.H., 2003.** Effect of the amount of body condition loss from the dry to near calving periods on the subsequent body condition change, occurrence of postpartum diseases, metabolic parameters and reproductive performance in Holstein dairy cows. *Theriogenology*, **60**, p 1445-1456.
210. **Kimura K., Goff J.P., Kehrli M.E. Jr. and Reinhardt T.A., 2002.** Decreased neutrophil function as a cause of retained placenta in dairy cattle. *J Dairy Sci*, **85**, p 544-550.
211. **Kimura K., Reinhardt T.A. and Goff J.P., 2006.** Parturition and hypocalcemia blunts calcium signals in immune cells of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, **89**, p 2588–2595.
212. **Klingborg D.J., 1987.** Normal reproductive parameters in large- California style dairies. *Vet. Clin. North Americ. Food Anim. Pract*, **3**, p 483-499.
213. **Konigsson K., Savoini G., Govoni N., Invernizzi G., Prandi A., Kindahl H. and Veronesi M.C., 2008.** Energy balance, leptin, NEFA and IGF-1 plasma concentrations and resumption of postpartum ovarian activity in Swedish Red and White breed cows. *Acta Vet Scand*, **50**, p 3-9.
214. **Kovac G., Nagy O., Seidel H., Jesenska M., Hiscakova M., Toth K. and Szenci O., 2003.** Status of macro- and microelements in the blood serum, milk, rumen fluid, faeces, and urine in a farm with increasing milk production. *In the Proceedings of the IV Central European Buiatric Congress, Lovran*, p 191-198.
215. **Kraft W. and Dürr U.M., 2005.** Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin. 6th Ed. Schattauer, Stuttgart and New York, p 49-92.
216. **Krnic J., Podzo M., Hodzic A., Hamamdžic M., Pasic-Juhas E. and Mihaljevic M., 2003.** Metabolicki profil krava u laktaciji i peripartalno. *Veterinaria*, **52**, p 75-86.
217. **Kronfeld D.S., Donoghue S., Copp R.L., Stearns P.M., Engle R.H., 1982.** Nutritional status of dairy cows indicated by analysis of blood. *J. Dairy Sci*, **65**, p 1925-1933.
218. **Kronqvist C., 2011.** Minerals to Dairy Cows with Focus on Calcium and Magnesium Balance. Thèse de doctorat, université suédoise des sciences agricoles, 66PP.
219. **Kruip T. A. M., Morice H., Robert M and Ouweltjes W., 2002.** Robotic milking and its effect on fertility and cell counts. *Journal of Dairy Science*, **85** (10), 2576-2581.
220. **Kumar S., Saxena A. and Ramsagar 2010.** Comparative studies on metabolic profile of anestrous and normal cyclic Murrah buffaloes. *Buffalo Bull*, **29** (1), p 7-11.
221. **Kupczyński R., M. Adamski, D. Falta, G. Chládek and Kruszyński W., 2011.** The influence of condition on the metabolic profile of Czech Fleckvieh cows in the perinatal period. *Archiv Tierzucht*, **54** (5), p 456-467.
222. **Lahmer R., Batouche S., Labiod H. et Meslem M., 1992.** Les sols et leur répartition dans les Hautes Plaines Sétifiennes. In LAHMER R., 1993. Intensification céréalière dans les Hautes Plaines Sétifiennes : quelques résultats. *Cahiers Options Méditerranéennes*, **2**, (1), p 95-97.
223. **Laizeau J.S., 2003.** Facteurs de variation de la production d'embryons chez la vache laitière de race Montbeliarde. Thèse de Doctorat vétérinaire, *Faculté de Médecine de Créteil*, pp192.

224. **Larson L.L., Mabruck H.S. and Lowry S.R., 1980.** Relationship between early postpartum blood composition and reproductive performance in cattle. *J. Dairy Sci*, **63**, p 283-289.
225. **Laven R.A. and Drew S.B., 1999.** Dietary protein and the reproductive performance of cows. *Vet. Rec*, **145**, p 687-695.
226. **Lean I.J., Farver T.B., Troutt H.F., Bruss M.L., Galland J.C., Baldwin R.L., Holmberg C.A. and Weaver L.D., 1992.** Time series cross correlation analysis of postparturient relationships among serum metabolites and yield variables in Holstein cows. *J. Dairy Sci*, **75**, p 1891-1900.
227. **Lee A.J., Twardock A.R., Bubar R.H., Hall I.E. and Da Vis C.L., 1978.** Blood metabolic profiles: their use and relation to nutritional status of dairy cows. *J. Dairy Sci*, **61**, p 1652-1670.
228. **Lefter N.A., A. Vasilachi, D. Voicu, M. Hăbeanu, A. Gheorghe And Grosu A.I., 2019.** Effect of sorghum grain inclusion in montbeliarde dairy Cows diet on health status Slovak. *J. Anim. Sci*, **52**, (2), p 63-68.
229. **Lindhe B., 2001.** Experience on recording fertility in Sweden. In Recording and Evaluation of Fertility Traits in UK Dairy Cattle. *Proceedings of a workshop held in Edinburgh*, p 35-37.
230. **Loeffler S.H., De Vries M.J. and Schukken Y.H., 1999.** The effects of time of disease occurrence, milk yield, and body condition on fertility of dairy cows. *J. Dairy Sci*, **82**, p 2589-2604.
231. **Löf E., 2012.** Epidemiological Studies of Reproductive Performance Indicators in Swedish Dairy Cows. Doctoral Thesis Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala, 75pp.
232. **Lowman B. G., Scott N. A and Somerville S. H., 1976.** Condition scoring of cattle. *The East of Scotland College of Agriculture*, Bulletin 6.
233. **Lucy M.C., 2001.** ADSA Foundation Scholar Award Reproductive Loss in High-Producing Dairy Cattle: Where Will It End? *J. Dairy Sci*, **84**, p 1277-1293.
234. **Lucy M.C., 2008.** Functional differences in the growth hormone and insulin-like growth factor axis in cattle and pigs: implications for post-partum nutrition and reproduction. *Reprod. Domest. Anim*, **43**, p 31-39.
235. **Lucy M.C., Staples C.R., Michel F.M. and Thatcher W. W., 1991.** Energy balance and size and number of ovarian follicles detected by ultrasonography in early postpartum dairy cows. *J. Dairy Sci*, **74**, p 473-482.
236. **Lyubestsky V.I., 1997.** Plasma protein fractions in cows with post parturient endometritis. *Visnik-Agrarnoi-Nauli*, **6**, p 28-33.
237. **Madani T. et Far Z., 2002.** Performance de races bovines laitières améliorées en région semi-aride Algérienne. *communication en contribution aux 9^{ème} Rencontres Recherches sur les Ruminants*. 4-5 Décembre 2002, Paris, France. pp 121.
238. **Madani T., 2000.** Place et performances de l'élevage bovin en milieu semi-aride: Cas de l'Algérie. In: *Actes des 3es journées de recherches sur les productions animales*, p 78-84.
239. **Madibela O.R., Boitumelo W.S. and Kiflewahid B., 2001.** Reproductive performance of Tswana and Simmental x Tswana crosses in smallholder farms in Botswana. *Livestock Research for Rural Development*, **(13)** 5.
240. **Magaña J.G. and Segura-Correa J.C., 2001.** Estimates of breed and heterosis effects for some reproductive traits of Brown Swiss and Zebu-related breeds in South-eastern Mexico. *Livestock Research for Rural Development*, **(13)** 5.
241. **Marie M., Parrassin P.R., Trommenschlegger J.M., Bazard C. and Humblot P., 1996.** Répercussions d'une sous-alimentation énergétique des vaches laitières sur la

- reprise de l'activité sexuelle post-partum et le taux de gestation, *Rêne. Rech. Rumin*, **3**, p 167-170.
- 242. Markusfeld O., Galon N. and Ezra E., 1997.** Body condition score, health, yield and fertility in dairy cows. *Vet. Rec*, **141**, p 67-72.
- 243. Martinez N., Risco C.A., Lima F.S., Bisinotto R.S., Greco L.F., Ribeiro E.S., Maunsell F., Galvão K.N. and Santos J.E.P., 2012.** Evaluation of periparturient calcium status, energetic profile and neutrophil function in dairy cows at low or high risk of developing uterine disease. *J Dairy Sci*, **95** (12), p 7158-72.
- 244. Mayland H.F., 1988.** Grass tetany the ruminant Animal, digestive physiology and nutrition, prentice hall, *Englewood Cliffs*.
- 245. Mayne C., McCoy M., Lennox S., Mackey D., Verner M., Catney D., McCaughey W., Wylie A., Kennedy B. and Gordon F., 2002.** Fertility of dairy cows in Northern Ireland. *Veterinary Record*, **150** (23), p 707-713.
- 246. Mazzullo G, Rifici C., Lombardo S. F., Agricola S., Rizzo M and Piccione G., 2014.** Seasonal variations of some blood parameters in cow. *Large Animal Review*, **20**, p 81-84.
- 247. Mc Coy M.A., Hutchinson T., Davison G., Fitzpatrick D.A., Rice D.A. and Kennedy D.G., 2001.** Postmortem biochemical markers of experimentally induced hypomagnesaemic tetany in cattle. *Veterinary Record*, **148**, p 268-273.
- 248. Mc Donald P., Edwards R.A. and Greenhalgh J.F.D., 2002.** Animal Nutrition. 6th Ed. Longman, London and New York, 543 pp.
- 249. Mc Dowell L.R., 1992.** Minerals in animal and human nutrition. *Academic Press. New York*, p 224-245.
- 250. McAdam P. A., and O'Dell G. D., 1982.** Mineral profile of blood plasma of lactating dairy cows. *J Dairy Sci*, **65**, p 1219-1226.
- 251. Meschy M.F., 2010.** Nutrition minérale des ruminants domestique. *Edition Quae*, 7 mai 2010, 208 pp.
- 252. Meschy M.F., 1994.** Carences minérales et troubles de la reproduction. *B. T. I. A*, **74**, p 18-25.
- 253. Messioud A., 2003.** Analyse de la conduite de la reproduction en élevage bovin laitier (Wilaya de Guelma). Mémoire ingénieur d'état en agronomie. *Institut des sciences agronomiques. université d'El-Taraf*, p147.
- 254. Metref A.K.E., 2003.** Investigation clinico-biochimique dans des exploitations bovines lait. Mémoire de Magister, *Université de Constantine., Département des sciences vétérinaires*.
- 255. Meza-Herrera C. A., Ross T., Hawkins D and Hallford D., 2006.** Interactions between metabolic status, pre-breeding protein supplementation, uterine pH, and embryonic mortality in ewes: Preliminary observations. *Trop Anim Health Prod.* **38**, p 407–413.
- 256. M'Hamdi N., Aloulou R., Hedhly M. and Ben Hamouda M., 2009.** Evaluation de la durabilité des exploitations laitières tunisiennes par la méthode IDEA. *Biotechnol. Agron.Soc. Environ*, **13**(2), p 221-228.
- 257. Miettinen P.V.A., 1990.** Metabolic balance and reproductive performance in Finnish dairy cows, *Zentralbl. Veterinarmed*, **37**, p 417-424.
- 258. Miglior F., Muir B.L. and Van Doormaal B.J., 2005.** Selection Indices in Holstein Cattle of Various Countries. *Journal of Dairy Science*, **88**(3), p 1255-1263.
- 259. Miller J.K., Madsen F.C., Lentz D.E., Wong W., Ramsey N., Tysinger C.E. and Hansard S.L., 1980.** Blood plasma magnesium, potassium, glucose, and immune-

- reactive insulin changes in cows moved abruptly from barn feeding to early spring pasture. *J. Dairy Sci*, **63**, p 1073-1079.
- 260. Miller R.H., Norman H.D., Kuhn M.T., Clay J.S. and Hutchison J.L., 2007.** Voluntary waiting period and adoption of synchronized breeding in dairy herd improvement herds. *Journal of Dairy Science*, **90**(3), p 1594-1606.
- 261. Mimoune N., R. Kaidi, M.Y. Azzouz, S. Zenia, M.H. Benaissa And England G., 2017.** Investigation on Diagnosis and Metabolic Profile of Ovarian Cysts in Dairy Cows. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, **23** (4), p 579-586.
- 262. Mohammed Cherif A.D., 2005.** Suivi sanitaire et zootechnique au niveau d'élevages devaches laitières. Thèse Magister, Université Constantine. 100p.
- 263. Mohri M., Sharifi K. and Eidi S., 2007.** Hematology and serum biochemistry of Holstein dairy calves: age related changes and comparison with blood composition in adults. *Research in Veterinary Science*, **83**, p 30-39.
- 264. Montgomery G.W., Davis G.H. and Hurrell G.A., 1980.** Interval from calving to first estrus in autumn and spring-calving herds in the same locality. *Proc. N. Z. Soc. Anim. Prod.* 40:280–284. Peters, A. R., and G. M. Riley. 1982. Is the cow a seasonal breeder? *Br. Vet. J*, **138**, p 533–537.
- 265. Morales Á., D. Grob, F. Wittwer, A. Müller, Ó. Balocchi and Pulido R., 2016.** Evaluation of blood metabolites in dairy cows grazing under two pasture allowances and supplemented with corn silage under restricted grazing conditions. *R. Bras. Zootec*, **45**(11), p 686-692.
- 266. Morton J.M., 2003.** The InCalf project - identifying risk factors for reproductive performance in australian dairy herds. *Cattle Practice*, **11**(4), p 201-208.
- 267. Mouffok C., 2007.** Diversité des systèmes d'élevage bovin laitier et performances animales en région semi-aride de Sétif. Mémoire de Magistère. *INA Alger*, p 165-182.
- 268. Mouffok C., Madani T., Semara L., Baitiche M., Allouche L and Belkasmi F., 2011.** Relationship between body condition score, body weight, some nutritional metabolites changes in blood and reproduction in Algerian Montbeliard cows. *Veterinary World*, **4**, p461-466.
- 269. Mulvany P., 1977.** Dairy cow condition scoring. Reading, UK. *National Institute for Research in Dairying*. Paper n° 4468.
- 270. Nadiu K.V and Rao A.R., 1982.** A study on the etiology of an-oestrus in crossbred cows. *Indian Vet. J.* **59** (10), p 781-782.
- 271. Nale R.A., 2003.** Metabolic profiling in buffaloes before and after parturition. *Master thesis, MAFSU., Nagpur*, p 29-34.
- 272. Ndlovu T., Chimonyo M., Okoh A.I., Muchenje V., Dzama K. and Raats J.G., 2009.** Assessing the nutritional status of beef cattle: current practices and future prospects. *African Journal of Biotechnology*, **6** (24), p 2727-2734.
- 273. Nejra H and Josip K., 2012.** Values of Calcium, Phosphorus and Magnesium Concentrations in Blood Plasma of Cows in Dependence on the Reproductive Cycle and Season. *J. Fac. Vet. Med. Istanbul Univ*, **38** (1), p 1-8.
- 274. Nonaka I., Takusari N., Tajima K., Suzuki T., Higuchi K and Kurihara M., 2008.** Effects of high environmental temperatures on physiological and nutritional status of pre-pubertal Holstein heifers. *Liv. Sci*, **113** (1), p 14-23.
- 275. Nowak T.A., Kowski J.M., Olechnowicz J. and Bukowska D., 2009.** Effect of cows. bodycondition during the periparturient period and early lactation on fertility and culling rate. *Medycyna Wet*, **65**, p 606-611.
- 276. NRC, 2001.** Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th ed. National Academy Press, Washington, DC.

277. **Odhiambo J.F., Farooq U., Dunn S.M. and Ametaj B.N., 2013.** Profiles of energy metabolites and haptoglobin in dairy cows under organic management in Alberta farms. *Open J. Anim. Sci*, **3**, p 105-113.
278. **Olayemi F.O., Oyewale J.O., Fajinmi J.L., 2001.** Plasma electrolyte, protein and metabolite levels in Nigerain White Fulani cattle under two different management systems. *Tropical Animal Health and Production*, **33**, p 407-411.
279. **Ørskov E.R., 1992.** Rumen microorganisms and their nutrition. *In: Protein Nutrition in Ruminants*. 2nd ed. Ørskov, E. R. ed.), *Academic Press*, London, p. 33.
280. **Orsmond M., 2017.** Influence of phosphorus supplementation on growth and reproductive characteristics of beef cows in the semi-arid bushveld of South Africa. Thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree MSc (Agric) Production Physiology in the Department Animal and Wildlife Sciences Faculty of Natural and Agricultural Sciences, University of Pretoria Pretoria. 164PP.
281. **Osorio-Arce M and Segura-Correa J., 2002.** Reproductive performance of dual-purpose cows in Yucatan, México. *Livestock Research for Rural Development*, **14** (3).
282. **Ospina P.A., Nydam D.V., Stokol T. and Overton T.R., 2010.** Associations of elevated nonesterified fatty acids and β -hydroxybutyrate concentrations with early lactation reproductive performance and milk production in transition dairy cattle in the northeastern United States. *J. Dairy Sci*, **93**, p 1596–1603.
283. **Ouakli K. and Yakhlef H., 2003.** Performance et modalités de production laitière dans la Mitidja. *Revue Recherche agronomique*, **13**, p 15 - 24.
284. **Oulun Y., 2005.** Variation in the blood chemical constituents of reindeer, significance of season, nutrition and other extrinsic and intrinsic factors, Acta Universitatis Ouluensis, *Scientiae Rerum Naturalium A*, p 440.
285. **Overton T.R. and M.R. Waldron, 2004.** Nutritional management of transition dairy cows: Strategies to optimize metabolic health. *J. Dairy Sci*, **87**, E105-119.
286. **Owen E., 1979.** Processing of roughages. In *Recent Advances in animal Nutrition*, Eds., *W. Haresign et D. Lewis, Butterworths, London*, p 127-148.
287. **Ozpinar A., Firat A. and Akin G., 1995.** The plasma cholesterol levels of ewes during prepartal and postpartal periods. *Hayvancilik. Arstirma. Dergg*, **5**, p32-34.
288. **Paragon B.M., 1995.** Sel, minéraux et alimentation des ruminants. Compagnies des Salins du Midi et des salines de l'Est, VILLE ?, *France*, p 72.
289. **Parker B.N. and Blowey R.W., 1976.** Investigations into the relationship of selected blood components to nutrition and fertility of the dairy cow under commercial farm conditions, *Vet. Rec*, **98**, p 394-404.
290. **Payne J.M., Dew S.M. and Manston R., 1970.** The use of a metabolic profile test in dairy herds. *Veterinary Record*, **87**, p 150-57.
291. **Payne J.M. and Payne S., 1987.** The Metabolic Profile Test. *Oxford University Press, New York*, 179p.
292. **Payne J.M., 1983.** Maladies métaboliques des ruminants domestiques. Medical Books Ltd.
293. **Peters A.R. and Riley G.M., 1982.** Is the cow a seasonal breeder? *Br. Vet. J*, **138**, p 533–537.
294. **Peterssona K.J., Strandberg E., Gustafsson H. and Berglund B., 2006.** Environmental effects on progesterone profile measures of dairy cow fertility. *Animal Reproduction Science*, **91**(3-4), 201-214.
295. **Philippa J.M., Helen J.W., Robert F.S., David G.W., 2018.** Effect of blood ionised calcium concentration at calving on fertility outcomes in dairy cattle. *Veterinary Record*, **1**, p 1-6.

- 296. Philipsson J. and Lindhé B., 2003.** Experiences of including reproduction and health traits in Scandinavian dairy cattle breeding programmes. *Livestock Production Science*, **83**(2–3), p 99-112.
- 297. Phiri E.C.J.H., Nkya R., Pereka A.E., Mgasu M.N. and Larsen T., 2007.** The effects of calcium, phosphorus and zinc supplementation on reproductive performance of crossbred dairy cows in Tanzania. *Trop Anim Health Prod.* **39**, p 317–323.
- 298. Pires J.A.A., Y. Chilliard, C. Delavaud, J. Rouel, D. Pomiès and Blanc F., 2015.** Physiological adaptations and ovarian cyclicity of Holstein and Montbéliarde cows under two low-input production systems, *Animal*, **9** (12), p 1986–1995.
- 299. Plym Forshell K., Andersson L. and Pehrson B., 1991.** The relationships between the fertility of dairy cows and clinical and biochemical measurements, with special reference to plasma glucose and milk acetone. *Zentralbl. Veterinarmed.* **38**, p 608-616.
- 300. Poncet J.M., 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 de docteur vétérinaire. *Tou 3. École nationale vétérinaire de Toulouse*, p 33-70.
- 301. Poppe K. and Velkeniers B., 2003.** Thyroid disorders in infertile women. *Ann. Endocrinol.* **64**, p 45–50.
- 302. Poppi D.P. and McLennan S.R., 1995.** Protein and energy utilization by ruminants at pasture. *J. Anim. Sci.* **73**, p 278-290.
- 303. Poso A.R. and Lindberg L.A., 1994.** Plasma protein synthesis and serum amino acids in dry and lactating dairy cows. *J. Vet. Med.* **41** (1), p 72-75.
- 304. Pryce J.E., Coffey M.P. and Brotherstone S., 2000.** The genetic relationship between calving interval, body condition score and linear type and management traits in registered Holsteins. *J. Dairy Sci.* **83**, p 2664–2671.
- 305. Pryce J.E., Coffey M.P. and Simm G., 2001.** The relationship between body condition score and reproductive performance. *J. Dairy Sci.* **84**, p 1508–1515.
- 306. Pryce J.E., Coffey M.P., Brotherstone S.H. and Woolliams J.A., 2002.** Genetic relationships between calving interval and body condition score conditional on milk yield. *J. Dairy Sci.* **85**, p 1590–1595.
- 307. Pugh D.G., Elmore R.G. and Hembree T.R., 1985.** A review of the relationship between mineral nutrition and reproduction in cattle. *Bovine Pract.* **20**, p 10-18.
- 308. Puls R., 1994.** Mineral levels in animal health, diagnostic data. 2nd ed. *Sherpa international: Clearbook, British Columbia, Canada*, 356 pp.
- 309. Pushpakumara P.G.A., Gardner N.H., Reynolds C.K., Beever D.E. and Wathes D.C., 2003.** Relationship between transition period diet, metabolic parameter and fertility in lactating dairy cows. *Theriogenology*, **60**, p 1165-1185.
- 310. Pysera B. and Opalka A., 2000.** The effect of gestation and lactation of dairy cows on lipid and lipoprotein patterns and composition in serum during winter and summer feeding. *Journal of Animal and Feed Science*, **9**, p 411-424.
- 311. Qureshi M.S., 1998.** Relationship of pre and post partum nutritional status with reproductive performance in Nili-Ravi buffaloes under the conventional farming system in NWFP, Pakistan. *Ph. D. Thesis, Univ. Agric. Faisalabad, Pakistan*.
- 312. Rabiee A.R., Lean I. J., Gooden J.M., Miller B.J. and Scaramuzzi R.J., 1997.** An evaluation of transovarian uptake of metabolites using arterio-venous difference methods in dairy cattle. *Anim Reprod Sci.* **48**, p 9–25.
- 313. Raboisson D.M., Mounié M. and Maigné E., 2014.** Diseases, reproductive performance and changes in milk production associated with subclinical ketosis in dairy cows: a meta-analysis and review. *J. Dairy. Sci.* **97**, p 7547-7563.
- 314. Rachid A., 2003.** Les exploitations laitières en Algérie, structure de fonctionnement et analyse des performances technico-économiques: cas des élevages suivis par le C. I. Z.

Communication aux quatrièmes *journées de recherche sur la production animale*. Université Mouloud Mammeri, Tizi Ouzo, 12 p.

- 315. Radojica D., Marko C., Branislava B., Bojan T., Ivana D and Taliya H., 2015.** Relationship between Blood Metabolic Hormones, Metabolites and Energy Balance in Simmental Dairy Cows during Peripartum period and Lactation. *Pakistan Veterinary Journal*, 35 (2), p 163-167.
- 316. Radostits O. M., Bloods D. C and Gay C. C., 1997.** Veterinary medicine. 8^e édition. Philadelphia (PA, USA): W. B. Saunders, p 1763.
- 317. Radostits O. M., Gay C. C., Blood D. C. and Hinchliff, K. W., 2000.** Caudal vena caval thrombosis and embolic pneumonia in cattle (posterior vena caval thrombosis, PVCT). In: *Veterinary Medicine. A Textbook of the Diseases of Cattle, Sheep, Pigs, Goats and Horses, ninth ed*, W. B. Saunders, London, p 451–452.
- 318. Rajala-Schultz P.J., Saville W.J.A., Frazer G.S and Wittum T.E., 2001.** Association between milk urea nitrogen and fertility in Ohio dairy cows. *J Dairy Sci*, 84 (2), p 482-9.
- 319. Randel R.D., 1990.** Nutrition and postpartum breeding in cattle. *J Anim. Sci*, 68, p 853-862.
- 320. Rasooli A., Nouri M., Khadjeh G.H. and Rasekh A., 2004.** The influences of seasonal variations on thyroid activity and some biochemical parameters of cattle. *Iran J Vet Res*, 5 (2), p 1383-1391.
- 321. Ray D.E., Halbach T.J. and Armstrong D.V., 1992.** Season and lactation number effects on milk production and reproduction of dairy cattle in Arizona. *J Dairy Sci*, 75, p 2976-2983.
- 322. Reinhardt T.A., Lippolis J.D., Mc Cluskey B.J., Goff J.P. and Horst, R.L., 2011.** Prevalence of subclinical hypocalcemia in dairy herds. *Veterinary Journal*, 188, p 122-124.
- 323. Reinhardt T.A., Lippolis J.D., Mccluskey B.J., Goff J.P. and Horst R.L., 2011.** Prevalence of subclinical hypocalcemia in dairy herds. *Vet. J*, 188, p 122-124.
- 324. Reksen O., Tverdal A., Ropstad E., 1999.** A comparative study of reproductive performance in organic and conventional dairy husbandry. *J Dairy Sci*, 82, p 2605–2610.
- 325. Riahi W., 2008.** Connaissance et diagnostic de la filière lait à Sétif. Mémoire de Magister, Université de Sétif, 124pp.
- 326. Ribeiro E.S., Lima F.S., Greco L.F., Bisinotto R.S., Monteiro A.P.A., Favoreto M., Ayres H., Marsola R.S., Martinez N., Thatcher W.W. and Santos J.E.P., 2013.** Prevalence of periparturient diseases and effects on fertility of seasonally calving grazing dairy cows supplemented with concentrates. *J. Dairy Sci*, 96, p 1–16.
- 327. Rivière R., 1991.** Manuel d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical. Paris: Pub. de l'inst. d' El. Et de Méd. Vét. des Pays Trop, Coll. manuels et précis d'élevage, 529 p.
- 328. Robinson D.L., Kappel L.C. and Boling J.A., 1989.** Management practices to overcome the incidence of grass tetany. *Journal of Animal Science*, 67, p 3470-3484.
- 329. Roche J.R., 2007.** Milk production responses to pre- and postcalving dry matter intake in grazing dairy cows. *Livestock Science*. 110, p 12–24.
- 330. Roche J.R., A.W. Bell, T.R. Overton, and Looor J.J., 2013.** Nutritional management of the transition cow in the 21st century – a paradigm shift in thinking. *Animal Production Science*, 53, p 1000-1023.
- 331. Rodríguez E.M., Arís A. Et Bach A., 2017.** Associations between subclinical hypocalcemia and postparturient diseases in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 100(9), p 7427-7434.

332. **Roman R.M., Wilcox C.J., Littell R.C., 1999.** Genetic trends for milk yield of jersey and correlated changes in productive and reproductive performance. *J Dairy Sci*, **82**, p 196–204.
333. **Rook J.A.F. and Thomas P.C., 1983.** Nutritional physiology of farm animals Ed 1. *Longman Inc. New York*.
334. **Rosol T.J. and Chew D.J., 1995.** Pathophysiology of calcium metabolism. *Veterinary Clinic Pathology*, **24**, p 49-63.
335. **Rossato W., González F.H.D., Dias M.M., Riccò D., Valle S.F., Rosa V.L.L., Conceição T., Duarte F. and Wald V., 2001.** Number of lactations affects metabolic profile of dairy cows. *Archives of Veterinary Science*, **6** (2), p 83-88.
336. **Rouabhi A, 2017.** Spatiotemporal characterization of the annual rainfall in Setif region – Algeria. *Revue Agriculture*, **8**, p 31 – 38
337. **Roubies N., Panouis N., Fytianou A., Katsoulos P.D., Giadinis N. and Karatzias H., 2006.** Effects of age and reproductive stage on certain serum biochemical parameters of Chios sheep under Greek rearing conditions. *J. Vet. Med. A, T*, **53**, p 277–281.
338. **Roussel J.D., S.H. Seybt and Toups G., 1982.** Metabolic profile testing for Jersey cows in Louisiana: reference values. *Am J Vet Res*, **43**(6), p 1075-7.
339. **Rowlands G.J., 1980.** A review of variations in the concentrations of metabolites in blood of beef and dairy cattle associated with physiology, nutrition and disease, with particular reference to the interpretation of metabolic profiles. *World Rev. Nutr. Diet*, **35**, p 172-235.
340. **Roxstrom A., 2001.** Genetic aspects of fertility and longevity in dairy cattle. In: *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae - Agraria*.
341. **Royal M.D., Pryce J.E., Woolliams J.A and Flint A.P.F., 2002.** The genetic relationship between commencement of luteal activity and calving interval, body condition score, production, and linear type traits in Holstein-Friesian dairy cattle. *J. Dairy Sci*, **85**, p 3071–3080.
342. **Ruegg P.L and Milton R.L., 1995.** Body condition scores of Holstein cows on Prince Edward Island, Canada: Relationships with yield, reproductive performance, and disease. *J. Dairy Sci*, **78**, p 552. 564.
343. **Ruegg P. I., Goodger W. J., Holmberg C. A., Weaver L. D and Huffman E. M., 1992.** Relation among body condition score, milk production, and serum urea nitrogen and cholesterol concentrations in high-producing Holstein dairy cows in early lactation. *Am. J. Vet. Res*, **53**, p 5-9.
344. **Rusche W.C., Cochran R.C., Corah L. R., Stevenson J. S., Harmon D. L., Brandt R.T. and Minton J.E., 1993.** Influence of source and amount of dietary protein on performance, blood metabolites, and reproductive function of primiparous beef cows. *J. Anim. Sci*, **71**, p 557-563.
345. **Ryan D. P., Spoon R. A., Williams G. L., 1992.** Ovarian follicular characteristics, embryo recovery, and embryo viability in heifers fed high-fat diets and treated with follicle-stimulating hormone. *J. Anim. Sci*, **70**, p 3505-3513.
346. **Sakkinen H., Tverda L.A., Eloranta E., Dahl E., Holand O., Saarela S. and Ropstad E., 2005.** Variation of plasma protein parameters in four freeranging reindeer herds and in captive reindeer under defined feeding conditions. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A*, **142**, p 503-511.
347. **Salmanoglu R., Küplülü S., Bastan A., Salmanoglu B. and Vural R., 1997.** Çeşitli fertilité problemlí holştayn ırkı ineklerde kan beta-karotin, retinol, glikoz ve kolesterol düzeyleri. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, **44**, p 151-157.

348. **Samanc H., Kirovski D., Stojic V., Stojanovic D., Vujanac I., Prodanovic R. and Bojkovic-Kovacevik S., 2011.** Application of the metabolic profile test in the prediction and diagnosis of fatty liver in Holstein cows. *Acta Veterinaria*, **61**(5-6), p 543-553.
349. **Samardzija M., Dobranic T., Lipar M., Harapin I., Prvanovic N., Girzelji J., Greguric Graener G., Dobranic V., Radisic B. and Duricic D., 2011.** Comparison of blood serum macro mineral concentrations in meat and dairy goats during puerperium. *Veterinarski Ahriv*, **81**, p 1-11.
350. **Samarütel J., Ling K., Jaakson H., Kaart T. and Kärt O., 2006.** Effect of body condition score at parturition on the production performance, fertility and culling in Primiparous Estonian Holstein cows. *Veterinarija ir zootechnika*, **36**, p 69-74.
351. **Santos J.E., R.S. Bisinotto, E.S. Ribeiro, F.S. Lima, L.F. Greco, C.R. Staples, and W.W. Thactcher. 2010.** Applying nutrition and physiology to improve reproduction in dairy cattle. *Soc. Reprod. Fertil, Suppl*, **67**, p 387-403.
352. **Sathish K., 2003.** Management of infertility due to mineral deficiency in dairy animals. In: Proceedings of ICAR summer school on "Advance diagnostic techniques and therapeutic approaches to metabolic and deficiency diseases in dairy animals". *Held at IVRI, Izatnagar, UP (15th July to 4th Aug)*. p 128-137.
353. **Scarramuzzi R.J. and Murray J.F., 1994.** The nutrient requirements for the optimum production of gametes in assisted reproduction in ruminant animals. *10th A. E. T. E. Meeting, Lyon, 9-10 Sept*, p 85-103.
354. **Schillo K.K., 1992.** Effects of dietary energy on control of luteinizing hormone secretion in cattle and sheep. *J. Anim. Sci*, **70**, p 1271-1282.
355. **Seegers H. and Malher X., 1996.** Analyse des résultats de reproduction d'un troupeau laitier. *Le point vétérinaire*, numéro spécial « reproduction des ruminants », **28**, p 127-135.
356. **Seifi H.A., Gorji-Dooz M., Mohri M., Dalir-Naghadeh B. and Farzaneh N., 2007.** Variations of energy-related biochemical metabolites during transition period in dairy cows. *Comp. Clin. Pathol*, **16**, p 253-258.
357. **Senosy W. and Osawa T., 2013.** Association among calving season and measures of energy status, resumption of ovulation and subclinical endometritis in early lactating dairy cows. *Anim. Reprod*, **10** (1), p 24-31.
358. **Senoussi S., 2004.** Etude de la production et de la reproduction d'un élevage de vaches laitières au niveau de la région d'Annaba : Bilan de trois années. *Mém. Ing. agro. Inst. Sci. Agro. Centre Univ. Tarf*.
359. **Serieys F., 1997.** Le tarissement des vaches laitières. Editions France Agricole.
360. **Sevinc M., Basoglu A and Guzulbekta H., 2003.** Lipid and lipoprotein levels in dairy cows with fatty liver. *Turk. J. Vet. Anim. Sci*, **27**, p 295-299.
361. **Sevinc M., O.k.M. and Basoglu A., 2002.** Liver Function in Dairy Cows with Abomasal displacement. *Revue de Médecine vétérinaire*, **153** (7), p 477-480.
362. **Sevinc M., Basoglu A., Birdane F., Gokcen M. and Kucukfindik M., 1997.** The changes of metabolic profile in dairy cows during dry period and after. *Turk. J. Vet. Anim. Sci*, **3**, p 475-478.
363. **Shah O.S., Amin U., Baba A.R., Hussain T., Dar Z.A., Nabi S.U. and Malik H.U., 2017.** Studies on seasonal changes in mineral concentrations of cross breed cattle in Kashmir valley. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, **5**(6), p 1828-1831.
364. **Sharma M.C., Kumar P., Joshi C. and Kaur H., 2006.** Status of serum minerals and biochemical parameters in cattle of organized farms and unorganized farms of Western Uttar Pradesh. *J. Animal and Veterinary Advances*, **1**(1), p 33-41.
365. **Shehab-El-Deen M.A.M.M., Leroy J.L.M.R., Fadel M.S., Saleh S.Y.A., Maes D., Van Soom A., 2010.** Biochemical changes in the follicular fluid of the dominant follicle

- of high producing dairy cows exposed to heat stress early post-partum. *Anim Reprod Sci*, **117**, p 189-200.
- 366. Shonka-Martin B.N., A.R. Hazel, B.J. Heins, and Hansen L.B., 2019.** Three-breed rotational crossbreds of Montbéliarde, Viking Red, and Holstein compared with Holstein cows for dry matter intake, body traits, and production. *J. Dairy Sci*, **102**, p 871–882.
- 367. Short R.E., Bellows R.A., Staigmiller R.B., Berardinelli J.G. and Custer E.E., 1990.** Physiological mechanisms controlling anestrus and fertility in postpartum beef cattle. *J. Anim. Sci*, **68**, p 799-816.
- 368. Silva H.M., Wilcox C.J., Thatcher W.W., Becker R.B., Morse D., 1992.** Factors affecting days open, gestation length, and calving interval in Florida dairy cattle. *J Dairy Sci*, **75**, p 288-293.
- 369. Sinclair K.D., Kuran M., Gebbie F.E., Webb R. and McEvoy T.G., 2000.** Nitrogen metabolism and fertility in cattle: II. Development of oocytes recovered from heifers offered diets differing in their rate of nitrogen release in the rumen. *J. Anim. Sci*, **78**, p 2670-2680.
- 370. Singh R.R., Dutt T., Mandal A.B., Joshi H.C., Pandey H.N. and Singh M., 2009.** Effect of body condition score on blood metabolite and production performance in crossbred dairy cattle. *Ind. J. Anim. Sci*, (79), p 629-635.
- 371. Slanina L., Beseda I., Hlinka D., Illek J., Kovac G., Kroupova V., Lehocky J., Michna A., Rossow N., Sokol J. and Vajda V., 1992.** Metabolic profile of cattle in relation to health and production. *ŠVS SR, Bratislava*, 115 pp.
- 372. Smara L., Mouffok C., Madani T., Radi F. and Rezig., 2014.** Environmental Factors affecting reproductive traits in cows on Algerian smallholder farms. *Int. J. Agric. Sc & Vet. Med*, **2** (1), p 85-95.
- 373. Sönmez M., E. Demirci, G. Türk, and Gür S., 2005.** Effect of Season on Some Fertility Parameters of Dairy and Beef Cows in Elazığ Province. *Turk J Vet Anim Sci*, **29**, p 821-828.
- 374. Sordillo L.M. and W. Raphael, 2013.** Significance of metabolic stress, lipid mobilization, and inflammation on transition cow disorders. *Vet Clin North Am Food Anim Pract*, **29**, p 267-278.
- 375. Sordillo L.M., G.A. Contreras, and S.L. Aitken, 2009.** Metabolic factors affecting the inflammatory response of periparturient dairy cows. *Anim Health Res Rev*, **10**, p 53-63.
- 376. Souza R.M. and Junior E.H.B., 2009.** Influência do puerperio e da fase pós- -puerperal no lipidograma de vacas da raça holandesa criadas no Estado de São Paulo. *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci*, **46**, p 5-10.
- 377. Spicer L.J. and Francisco C.C., 1998.** Adipose obese gene product, leptin, inhibits bovine ovarian thecal cell steroidogenesis. *Biol. Reprod*, **58**, 207-212.
- 378. Sraïri M.T. and Baqasse M., 2000.** Devenir, performances de production et de reproduction de génisses laitières Frisonnes pie noires importées au Maroc. *Livestock Research for Rural Development*, (12) 3.
- 379. Sraïri M.T. and El Khattabi M., 2001.** Evaluation économique et technique de la production laitière intensive en zone semi-aride au Maroc. *Cahiers d'études et de recherches francophones / Agricultures*, **10**, (1), p51-55.
- 380. Sraïri M.T. and Kessab B., 1998.** Performances et modalités de production laitière dans six étables spécialisées au Maroc. *Prod. Anim*, **11** (4), p 321-326.
- 381. Staples C.R., Burke J.M and Thatcher W.W., 1998.** Influence of supplemental fats on reproductive tissues and performance of lactating cows. *J Dairy Sci*, **81**, p 856–871.

- 382. Steen A., 2001.** Field study of dairy cows with reduced appetite in early lactation: clinical examinations, blood and rumen fluid analyses. *Acta Vet. Scand*, **42**, p 219-228.
- 383. Swenson M.J., 1993.** Physiological properties and cellular and chemical constituents of blood. In: *Dukes' Physiology of Domestic Animals: 11th edition*. Eds., Swenson, M. J. and W. O. Reece. Cornell University Press: Ithaca and London, **15-41**, p 518-527.
- 384. Szenci O., Chew B.P., Bajcsy A.C., Szabo P. and Brydl E., 1994.** Total and Ionized Calcium in parturient dairy cows and their calves. *J. of Dairy Sci*, **77**, p 1100-1105.
- 385. Tadesse M. and Dessie T., 2003.** Milk production performance of Zebu, Holstein Friesian and their crosses in Ethiopia. *Livestock Research for Rural Development*, **15** (3).
- 386. Takagi M., Hirai T., Moriyama N., Ohtani M., Miyamoto A., Missaka P.B.W., 2005.** Postpartum Reproductive Management Based on the Routine Farm Records of a Dairy Herd: Relationship between the Metabolic Parameters and Postpartum Ovarian Activity. *Asian-Australas J Anim Sci*, **18**(6), p 787- 794.
- 387. Țăranu I., Gras M., Pistol G.C., Moțiu M., Marin D.E., Lefter N., Ropotă M. and Hăbeanu M., 2014.** Omega-3 PUFA rich camelina oil by-products improve the systemic metabolism and spleen cell functions in fattening pigs. *PLoS ONE*, **9** (10), e110186, 1–15 in *Merck Veterinary Manual*. 10th edition. 2010, p 2826–2828.
- 388. Taylor M.S., 2009.** Calcium and Phosphorus Metabolism in Jersey and Holstein Cows During Early Lactation, *phD thesis, Virginia State University*.
- 389. Taylor V.J., Beever D.E., Bryant M.J. and Wathes D.C., 2003.** Metabolic profiles and progesterone cycles in first lactation dairy cows – *Theriogenology*, **59**, p 1661-1677.
- 390. Teama F.E.I and Gad A.E., 2014.** Leptin, thyroxin and cortisol hormones and some metabolic products during pre and postpartum periods in cows in relations to their body weight of newborn calves. *Glob. Vet*, **12**, p 59-66.
- 391. Tillard E., 2007.** Approche globale des facteurs associés à l'infertilité et l'infécondité chez la vache laitière: importance relative des facteurs nutritionnels et des troubles sanitaires dans les élevages de l'île de la Réunion, Thèse Pour obtenir le grade de Docteur, *Université Montpellier II*, 344pp.
- 392. Toni F., Vincenti L., Ricci A. and Schukken Y.H., 2015.** Postpartum uterine diseases and their impacts on conception and days open. *Theriogenology*, **84**, 1206-1214.
- 393. Trach N.X., 2003.** Quelles races de vaches laitières faut-il élever au Vietnam? *Livestock Research for Rural Development*, **15** (5)
- 394. Treacher R.J., Reid I.M and Roberts C.J., 1986.** Effect of body condition at calving on the health and performance of dairy cows. *Anim. Prod*, **43**, p 1-6.
- 395. Tremblay A.V., 1996.** Les bilans biochimiques chez les bovins laitiers du Québec. Dans: Pathologie et Nutrition, *Journées Nationales des G.T.V, Angers, France*, p 283-287.
- 396. Trumeau R., 2014.** Les oligo-éléments en élevages bovin. Analyse descriptives des profils métaboliques en oligo-éléments établis en laboratoire d'analyse et lien avec les aspects clinique. Thèse de docteur vétérinaire, Nantes. 164pp.
- 397. Useni B.A., C.J.C. Muller and Cruywagen C.W., 2018.** Effects of energy levels and sources on plasma metabolites and live weight of Holstein cows. *South African Journal of Animal Science*, **48** (4).
- 398. Vaccaro L., Pérez A., Vaccaro R., 1999.** Productive performance of F1 compared with other 50% European-zebu crossbred cows for dual purpose systems in the Venezuelan tropics. *Livestock Research for Rural Development*, **11** (1).
- 399. Vagneur M., 1992.** Biochimie de la vache laitière appliquée à la nutrition. *La Dépêche Technique*, **28**, p 26.

400. Valde J.P., Hird D.W., Thurmond M.C. and Osteras O., 1997. Comparison of ketosis, clinical mastitis, somatic cell count, and reproductive performances between free stall and tie stall barns in Norwegian dairy herds with automatic feeding. *Acta Veterinaria Scandinavica*, **38** (2), p 181-192.
401. Valk H. and Sebek L.B.J., 1999. Influence of long term feeding of limited amounts of phosphorus on dry matter intake, milk production, and body weight of dairy cows. *J Dairy Sci*, **82**, p 2157-2163.
402. Van den Top A.M., Van Tol A., Jansen H., Geelen M.J.H and Beynen A.C., 2005. Fatty liver in dairy cows post partum is associated with decreased concentration of plasma triacylglycerols and decreased activity of lipoprotein lipase in adipocytes. *J. Dairy Res*, **72**, p 129-137.
403. Van Sanh M., Preston T.R. and Ly L.V., 1997. Effects of restricted suckling versus artificial rearing on performance and fertility of crossbreed F1 (Holstein Friesian x Local) cows and calves in Vietnam. *Livestock Research for Rural Development*, (9) 31.
404. Van Saun R.J., 2000. Blood Profiles as Indicators of Nutritional Status. *advances in dairy technology*, **12**, p 401.
405. Van Saun R.J., 2004. Metabolic profiling and health risk in transition cows. *Proc. Am. Assoc. Bov. Pract*, **37**, p 212-213.
406. Vazquez-Anon M., Bertics S., Luck M., Grummer R.R. and Pinheiro J., 1994. Peripartum liver triglyceride and plasma metabolites in dairy cows. *J. Dairy Sci*, **77**, p 1521-1528.
407. Veerkamp R.F., Koenen E.P.C., De Jong G., 2001. Genetic correlations among body condition score, yield, and fertility in first-parity cows estimated by random regression models. *J. Dairy Sci*, **84**, p 2327-2335.
408. Veerkamp R.F., G. Simm, and J.D. Oldham, 1994. Effects of interaction between genotype and feeding system on milk production, feed intake, efficiency and body tissue mobilization in dairy cows. *Livest. Prod. Sci*, **39**, p 229-241.
409. Verrielle M. and Bedouet J., 1999. Les examens sanguins chez les bovins. Un des clés pour utiliser la biochimie clinique. *Le point vétérinaire*, **30** (202), p 25-29.
410. Villa-Godoy A., Hughes T.L and Emery R.S., 1988. Association between energy balance and luteal function in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci*, **71**, p 1063-1072.
411. Vohra S.C., Dindorkar C.V and Kaikini A.S., 1995. Studies on blood serum levels of certain biochemical constituents in normal cycling and anestrus cross bred cows. *Indian Journal of Animal Reproduction*, **16**, p 85-87.
412. Von Knegsel A.T., Van Den Bran H., Dijkstra J., Tamminga S and Kemp B., 2005. Effect of dietary energy source on energy balance, production, metabolic disorders and reproduction in lactating dairy cattle. *Reprod Nutr Dev*, **45**, p 665-88.
413. Walsh R.B., Walton J.S., Kelton D.F., Le Blanc J.S., Leslie K.E. and Duffield T. F., 2007. The Effect of Subclinical Ketosis in Early Lactation on Reproductive Performance of Postpartum Dairy Cows. *J. Dairy Sci*, **90**, p 2788-2796.
414. Washburn S.P., Silvia W.J., Brown C.H., Mcdaniel B.T., Mcallister A.J., 2002. Trends in reproductive performance in southeastern Holstein and jersey DHI herds. *J. Dairy Sci*, **85**, p 244-251.
415. Wathes D.C., Fenwick M., Cheng Z., Bourne N., Llewellyn S., Morris D.G., Kenny D., Murphy J. and Fitzpatrick R., 2007a. Influence of negative energy balance on cyclicity and fertility in the high producing dairy cow. *Theriogenology*, **68** (1), p 232-241.

416. **Wathes D.C., Bourne N., Cheng Z., Mann G.E., Taylor V.J. and Coffey M.P., 2007b.** Multiple correlation analyses of metabolic and endocrine profiles with fertility in primiparous and multiparous cows. *J. Dairy Sci*, **90**, p 1310–1325.
417. **Wattiaux M., 2005.** Reproduction et sélection génétique. Institut Babcock pour la recherche et le développement international du secteur laitier. *U. W. Madison, Wisconsin*, pp123.
418. **Weaver L.D., 1986.** Evaluation of reproductive performance in dairy herds. *Compend. Contin. Educ. Pract. Vet*, **8** (5), p 247- 254.
419. **Weaver S.R., Laporta J., Moore S.A.E. and Hernandez L.L., 2016.** Serotonin and calcium homeostasis during the transition period. *Domestic Animal Endocrinology*, **56**, p S147-S154.
420. **Wehrman M.E., Welsh T.H. and Williams G.L., 1991.** Diet-induced hyperlipidemia in cattle modifies the intra-follicular cholesterol environment, modulates follicular dynamics, and hastens the onset of post-partum luteal activity. *Biol. Reprod*, **45**, p 514-522.
421. **Westwood C.T., Lean I.J. and Garvin J.K., 2002.** Factors influencing fertility of Holstein dairy cows: a multivariate description. *J. Dairy Sci*, **85**, p 3225–3237.
422. **Westwood C.T., Lean I.J., Garvin J.K. and Wynn P.C., 2000.** Effects of genetic merit and varying dietary protein degradability on lactating dairy cows. *J. Dairy Sci*, **83**, p 2926-2940.
423. **Whitaker D.A., Kelly J.M and Smith E.J., 1983.** Subclinical ketosis and serum beta-hydroxybutyrate levels in dairy cattle. *Br. Vet. J*, **139**, p 462-463.
424. **Whitaker D.A., 2000.** Use and interpretation of metabolic profiles in dairy cows. In: *Andrews, A. H. (Ed.), The Health of Dairy Cattle. Blackwell Science, Oxford, UK*, p 89-107.
425. **Whitaker D., Smith E.J., Da Rosa G.O., Kelly J.M., 1993.** Some effects of nutrition and management on the fertility of dairy cattle. *Vet. Rec*, **133**, p 61-64.
426. **Wildman E.E., Jones G.M., Wagner P.E., Boman R., Troutt J.H.F and Lesch T. N., 1982.** A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selected production characteristics. *J Dairy Sci*, **65**, p 495-501.
427. **Wilhelm A.L., Maquivar M.G., Bas S., Brick T. A., Weiss W.P., Bothe H., Velez J.S. and Schuenemann G.M., 2017.** Effect of serum calcium status at calving on survival, health, and performance of postpartum Holstein cows and calves under certified organic management. *J Dairy Sci*, **100** (4), p 3059-3067.
428. **Windig J.J., Calus M. P.L. and Veerkamp R.F., 2005.** Influence of herd environment on health and fertility and their relationship with milk production. *Journal of Dairy Science*, **88** (1), p 335-347.
429. **Wolter R., 1992.** Alimentation de la vache laitière. Paris: *France Agricole*, 223pp.
430. **Wu Z. and Satter L.D., 2000.** Milk production and reproductive performance of dairy cows fed two concentrations of phosphorus for two years. *J Dairy Sci*, **83**, p 1052-1063.
431. **Yakhlef H., Madani T. et Abbache N., 2002.** Biodiversité importante pour l'agriculture:cas des races bovines, ovines, caprines et camelines. MATE-GEF/PNUD: projet ALG/G13, Décembre 2002. 43p
432. **Yaylak E., Yenisey C. and Seyrek K., 2009.** Effects of Lameness, Stage of lactation and body conditions score on some blood parameters in Holstein cows. *Asian J. Anim. Vet. Adv*, **4** (5), p 245-251.
433. **Yilmaz M., Altin T., Karaca O., Cemal I., Bardakcioglu U E., Yilmaz O and TaskinT., 2011.** Effect of body condition score at mating on the reproductive

- performance of Kivircik sheep under an extensive production system. *Trop Anim Health Prod.* **43**, p 1555–1560.
- 434. Yokus B. and Cakir U.D., 2006.** Seasonal and physiological variations in serum chemistry and mineral concentrations in cattle. *Biol. Trace Elem. Res.*, **109**, p 255-266.
- 435. Yokus B., Cakir D.U., Kanay Z., Toprak G. and Uysal E., 2006.** Effects of seasonal and physiological variations on the serum chemistry, vitamins and thyroid hormone concentrations in sheep. *Journal of Veterinary Medicine Series A*, **53**, p 271-276.
- 436. Yotov S.A., Atanasov A.S., Georgiev G.B., Dineva J.D., Palova N.A., 2016.** Investigation on some biochemical parameters and effect of hormonal treatment in anoestrous dairy cows with cystic ovarian follicle. *Asian Pacific J Reprod*, **3**, p 41-45.
- 437. Youssef F. G., 1989.** Mineral status of grazing ruminants in Trinidad and Tobago. In: *Pâturages et alimentation des ruminants en zone tropicale humide*, Xande A, Alexandre G, (Eds.), INRA, Pointe à Pitre (Guadeloupe), p 137-144.
- 438. Zdelar-Tuk M., Pirsljin J., Beer-Ljubic B., Milinkovic Tur S. and Stojevic Z., 2003.** Changes of calcium, phosphorus and magnesium in the blood plasma of dairy cows during lactation and drying-off period. In: *the Proceedings of the IV Central European Buiatric Congress, Lovran*, p 185–190.
- 439. Zelal A., 2017.** Hypomagnesemia Tetany in Cattle. Review article. *J Adv Dairy Res*, **5**:2
- 440. Cheng Z., Oguejiofor C.F., Swangchan-Uthai T., Carr S. and Wathes D.C., 2015.** Relationships between Circulating Urea Concentrations and Endometrial Function in Postpartum Dairy Cows. *Animals (Basel)*, **5** (3), p 748–773.
- 441. Zollner U., Lanig K., Steck T. and Dietl J., 2001.** Assessment of endocrine status in patients undergoing in vitro fertilization treatment. Is it necessary? *Arch. Gynecol. Obstet.*, **265**, p 16–20.

Annexes

Productions scientifiques

Ce travail de thèse a fait l'objet de deux (2) publications internationales et neuf (9) communications internationales :

Publications internationales :

1. **F Chacha, Z Bouzebda, F Afri-Bouzebda, D Gherissi, R Lamraoui and C Mouffok:** *Body Condition Score and Biochemical Indices Change in Montbeliard Dairy Cattle: Influence of Parity and Lactation Stage* » publié dans le journal: **Global Veterinaria 20 (1): 36-47, 2018**
2. **F Chacha, Z Bouzebda, F Afri-Bouzebda, D Gherissi, R Lamraoui, A Djaout and C Mouffok:** *Effect of some blood metabolites in conception risk of Montbiliarid cows* » publié dans le journal: **Livestock Research for Rural Development 30 (5) 2018.**

Communications internationales :

1. **CHACHA F., BOUZEBDA Z., BOUZEBDA-AFRI F. Incidence des états physiologiques de la vache laitière sur le profil métabolique dans la région semi-aride de Sétif.** Univ de CONSTANTINE (Mentouri), 15 au 16 mai 2012 7e journées internationales de médecine vétérinaire.
2. **CHACHA F., BOUZEBDA Z., BOUZEBDA-AFRI F. Tendances et identification des facteurs de variation de profil métabolique chez la vache laitière dans la région semi-aride de Sétif.** Univ de DJELFA (Ziane Achour), 30 au 31 oct. 2013 1er séminaire international ; biotechnologies et améliorations des productions végétales et animales.
3. **CHACHA F., BOUZEBDA Z., BOUZEBDA-AFRI F. L'effet de la saison et la note d'état corporel sur certains métabolites sanguins chez les vaches laitières de race montbéliarde pendant la période post-partum élevée dans la région semi-aride de Sétif Algérie.** Communication affichée 7e Séminaire International de Médecine vétérinaire, « Santé animale et Sécurité alimentaire» institut des sciences vétérinaires Constantine les 11 et 12 avril 2015.
4. **CHACHA F., BOUZEBDA Z., BOUZEBDA-AFRI F. Intérêt des biotechnologies dans la production animale (étude de certains métabolites sanguins chez les vaches laitières de race montbéliarde pendant la période post-partum)** communication affichée dans le : Séminaire International de Biotechnologies Constantine les 19,20 et 21 octobre 2015.
5. **CHACHA F., BOUZEBDA Z., BOUZEBDA-AFRI F. Analyse de système et conduite d'élevage bovin laitier dans la région semi-aride de Sétif :** communication affichée Premier Séminaire International sur: Systèmes de Production en Zones semi-arides université de M'Sila les 4 et 5 nov. 2015.

Annexes

6. **CHACHA F., BOUZEBDA Z., BOUZEBDA-AFRI F. Relation entre l'état corporel, profil métabolique et performance de reproduction chez la vache laitière dans la région semi-aride de Sétif** : communication orale 2e Congrès du GTVA (groupement technique des vétérinaires algériens). Du 03 au 05 MAI 2016 À L'Hôtel Marriott – Constantine.
7. **CHACHA F., BOUZEBDA Z., BOUZEBDA-AFRI F: L'adaptation au stress thermique des vaches laitières importées dans la région semi-aride de Sétif: dosage de certains métabolites sanguins en relation avec les performances de reproduction durant les saisons d'été et d'hiver**, 1er Colloque d'Écophysiologie animale et Biodiversité (CIEAB2016), 22-23 novembre 2016, USTHB, Alger, Algérie.
8. **CHACHA F., BOUZEBDA Z., BOUZEBDA-AFRI F: Influence des paramètres énergétiques, protéiques et minéraux sur la réussite de l'insémination artificielle en élevage des bovins laitiers dans la région sud de Sétif durant la saison d'été**, 8ième Séminaire International de Médecine vétérinaire, sur le thème "Filière lait en Algérie ; enjeux et perspectives" les 26 et 27 novembre 2016. Univ de constantine 1.
9. **CHACHA F., DJAOUT A GHRISSI Dj LAMRAOUI R BOUZEBDA Z., BOUZEBDA-AFRI F: Le changement de l'état corporel et les indices biochimiques au cours du post-partum selon la saison de vêlage des vaches montbéliarde élevée sous climat semi-aride**, 2e congrès international de l'École Nationale de Médecine vétérinaire Sidi Thebet. Tunisie. Les 25 et 26 octobre 2018.

Article publié N° 01

Global Veterinaria 20 (1): 36-47, 2018

ISSN 1992-6197

© IDOSI Publications, 2018

DOI: 10.5829/idosi.gv.2018.36.47

Body Condition Score and Biochemical Indices Change in Montbeliard Dairy Cattle: Influence of Parity and Lactation Stage

^{1,2}Fayçal Chacha, ²Zoubir Bouzebda, ²Farida Bouzebda-Afri,
²Djellal Eddine Gherissi, ^{2,3}Ramzi Lamraoui and ⁴C.H. Mouffok

¹Biotechnology Research Center, Constantine, Algeria

²Laboratory of Animal Productions, Biotechnologies and Health,
Cherif Messaadia University, Souk-Ahras. BP 41000, Souk-Ahras, Algeria

³Department of Biology of Living Organisms, faculty of Natural and Life Sciences,
University of Batna 2, Batna (05110), Algeria

⁴Laboratory for the Valorization of Natural Biological Resources,
Ferhat Abbas University 19000, Setif, Algeria

Abstract: This study aimed to compare BCS status with some plasma concentrations of major substrates (urea, albumin, total cholesterol, glucose) and minerals (calcium, phosphorus, magnesium) according to parity number and stage of lactation. This study was conducted on 135 Montbeliard cows raised in northeastern Algeria under a semi-arid climate. Among the independent indices evaluated, a significant effect of the physiological stage was observed on urea, glucose, total cholesterol, magnesium and phosphorus. Results revealed that dairy cows developed hyperglycemia and hypo-uremia throughout the lactation and dry period. Hypo-minerals were recorded during the dry period. Our data indicated the need for metabolic profile monitoring in dairy cattle based on their physiological status for providing animal welfare and to manage and prevent the deficiencies typical of high producing Montbeliard cows.

Key words: BCS • Biochemical Profile • Dairy Cattle • Dry Period • Lactation Period • Pregnancy

Article publié N° 02

[Livestock Research for Rural Development 30 \(5\) 2018](#)

[Guide for preparation
of papers](#)

[LRRD Newsletter](#)

[Citation of this
paper](#)

Effect of some blood metabolites in conception risk of Montbiliard cows

F Chacha, Z Bouzebda¹, F Afri-Bouzebda¹, D Gherissi¹, R Lamraoui², A Djaout³ and C Mouffok⁴

Biotechnology Research Center, Constantine, Algeria

chachafaycal@yahoo.fr

¹ *Laboratory of Animal Productions, Biotechnologies and Health. Cherif Messaadia University, Souk-Ahras. BP 41000, Souk-Ahras, Algeria*

² *Departement of Biology of Living Organisms, faculty of Natural and Life Sciences. University of Batna 2, Batna (05110), Algeria*

³ *Algeria's National Institute for Agricultural Research (INRAA). Setif 19000, Algeria*

⁴ *Laboratory for the Valorization of Natural Biological Resources, Ferhat Abbas University 19000, Setif, Algeria*

Abstract

This study aimed to compare BCS status and some plasma concentrations of major substrates (urea, albumin, total cholesterol, glucose), and minerals (calcium, phosphorus, magnesium) to relate with reproduction performance. The study was conducted on 74 Montbéliard cows raised in northeastern Algeria under a semi-arid climate. Blood samples were collected at 1 month intervals for 3 months postpartum, assessment of the body condition on the Edmonson grid and reproductive events were recorded. The statistical analyses of the data were performed using Excel Stat 2014 software. The results revealed significant increase ($P < 0.05$) of glucose and total cholesterol in the third month of lactation. However, magnesium and phosphorus were decreased ($P < 0.05$). The analysis of the impact of nutritional status on the reproductive behavior of dairy cattle postpartum showed a significant effect of the latter on at least one of the reproductive parameters studied. In effect, glucose, total cholesterol and urea were displaying significantly lower rate in cows that had a longer calving - first insemination interval and calving - conception. At the same time, calcium and albumin are increased. Thus, significantly lower concentrations of magnesium and phosphorus and significantly higher serum calcium in cows requiring 3 or more inseminations were revealed. In conclusion, this study showed the effect of the nutritional status of cows during postpartum on the resumption of the physiological cycle and the success of insemination.

Key words: *BBCS, metabolic profiling, post-partum, reproduction traits, semi-arid*

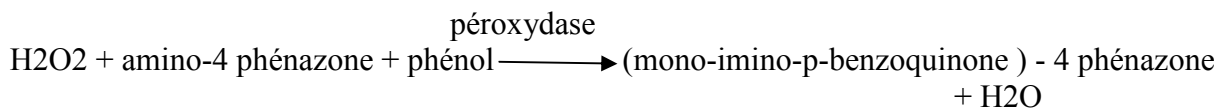
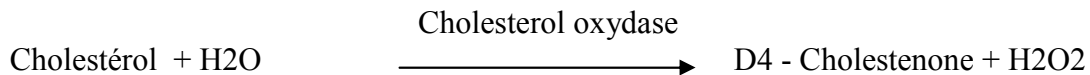
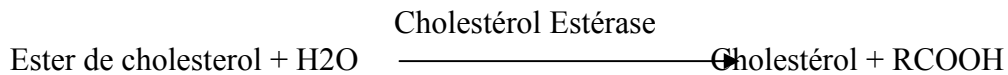
Méthodes de dosage des paramètres biochimiques

a/ Le cholestérol

Principe

(Test colorimétrique enzymatique CHOP -PAP)

Selon les réactions suivantes :



Le produit final coloré en rose. L'intensité de la couleur formé est proportionnelle à la concentration du cholestérol dans l'échantillon.

Réactifs (SPINREACT)

R	PIPES pH 6.9.....	90 mmol/L
	Phénol	26 mmol/L
	Ester de cholestérol	1000 U/L
	Oxyde de cholestérol	300U/L
	Peroxydase	650U/L
	4-aminophenazone	0.4 mmol/L

Etalon Cholestérol sérique humain

Préparation des solutions :

	Blanc	Etalon	Echantillon
R (mL)	1	1	1
Etalon (µL)	-	10	-
Echantillon (µL)	-	-	10

Le mélange est incubé 5 minutes à 37°C ou 10 minutes à t° ambiante 15 – 25°C. La longueur d'onde utilisée est de 505 nm (500-550 nm).

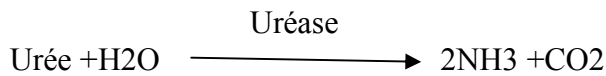
b/ Urée

Principe

Annexes

Méthode enzymatique (Méthode à l'uréase)

Selon les réactions suivantes :



Les ions ammonium, en présence de salicylate et d'hypochlorite de sodium réagissent en formant composé de couleur vers. L'intensité de la couleur est directement proportionnelle à la concentration de l'urée dans l'échantillon.

Réactifs (BIOMAGHREB)

R1 Tampon

R2	EDTA	2 mmol/L
	Salicylate de sodium	69 mmol/L
	Nitroprussite de sodium	62 mmol/L
	Uréase	30000 U/L
	Phosphate pH 6.7	60 U/L

R3 Etalon urée0.5 g/L

R4 10*[] Hypochlorite de sodium40 mmol/L
Hydroxyde de sodium150 mmol/L

Préparation des solutions :

	Blanc	Etalon	Echantillon
R (A) (mL)	1	1	1
Etalon (µL)	-	10	-
Echantillon (µL)	-	-	10
Mélangé, incubé 5min à 37°C ou 10 min 15 – 25°C ajouté en suite :			
R4 (mL)	1	1	1

Mélangé est incubé 5 minutes à 37°C ou 10 minutes à t° ambiante 15 – 25°C. La longueur d'onde utilisée est de 590 nm.

c/ L'albumine

Principe

A pH : 4.2, le 3,3', 5,5'-tétrabromo-m crésol sulphonphthaléine (vert de bromocrésol) se fixe sélectivement sur l'albumine sérique formant un complexe albumine-Vert de Bromocrésol qui absorbe à 578 nm en donnant une coloration bleue (Bayer Diagnostic).

Annexes

L'intensité de l'absorbance est directement proportionnelle à la concentration en albumine dans l'échantillon.

Réactifs (SPINREACT)

R	Vert Bromocrésol ph 4.2.....	0.12mmol/L
Etalon	Albumine sérique humain.....	5g/dL

Préparation des solutions

	Blanc	Etalon	Echantillon
R (mL)	1	1	1
Etalon (µL)	-	5	-
Echantillon (µL)	-	-	5

Le mélange est incubé 10 minutes à t° ambiante 15 – 25°C. La longueur d'onde utilisée est de 630 nm (600-650 nm).

d/ Le calcium :

Principe

La mesure du calcium dans l'échantillon est basé sur la formation de couleur complexe entre le calcium est o-cresolphtalein dans un milieu alcalin. L'intensité de la couleur formé est proportionnelle à la concentration du Ca dans l'échantillon

Réactifs (SPINREACT)

R1 tampon	Éthanol aminé	500mmol/L
R2 chromogène	O- crésol phtaléine.....	0.62mmol/L
	8-hydroxyde quinoléine.....	69 mmol/L
Etalon	Calcium sérique humain.....	10mg/dL

Préparation des solutions

	Blanc	Etalon	Echantillon
R1 (mL)	1	1	1
R2 (mL)	1	1	1
Etalon (µL)	-	20	-
Echantillon (µL)	-	-	20

Le mélange est incubé 5 minutes à t° ambiante 15 – 25°C. La longueur d'onde utilisée est de 570 nm (550-590 nm).

e/ Le magnésium :

Principe

A pH alcalin, le magnésium forme un couleur violet lorsqu'il réagit avec la calmagite. L'intensité de la couleur formé est proportionnelle à la concentration du Mg dans l'échantillon.

Annexes

Réactifs (SPINREACT)

R1 tampon	Amino-methyl-propanol.....	1 mmol/L
	EGTA	0.21 mmol/L
R2 chromogène	Calmagite	0.30 mmol/L
Etalon	Magnésium sérique humain	10mg/dL

Préparation des solutions

	Blanc	Etalon	Echantillon
R1 (mL)	0.5	0.5	0.5
R2 (mL)	0.5	0.5	0.5
Etalon (µL)	-	10	-
Echantillon (µL)	-	-	10

Le mélange est incubé 5 minutes à t° ambiante 15 – 25°C. La longueur d'onde utilisée est de 520 nm (500-550 nm).

f/ Phosphore

Principe

Dosé par technique colorimétrique au Molybdate-Borate. Le phosphore inorganique réagit avec le Molybdate-Borate dans un milieu acide, avec la formation d'un complexe phosphomolybdate bleu.

Phosphore + Molybdate-Borate $\xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4}$ Complexe phosphomolybdate

Réactifs (SPINREACT)

R1 tampon	Molybdate – Borate.....	1,21 mmol/L
	Acide sulfinique	100 mmol/L
R2	1,2phenyl enediamine.....	2, 59 mmol/L
Etalon	Phosphore étalon	5mg/dL

Préparation des solutions

	Blanc	Etalon	Echantillon
RT (mL)	1.5	1.5	1.5
Standard (µL)		50	0.5
Echantillon (µL)	-		50

La lecture de l'absorbance est effectuée après avoir incubé les tubes à 37°C pendant 10 minutes.

Infertilité, infécondité et performances laitières chez les bovins laitiers élevés dans la région de Sétif

Résumé

L'objectif de cette thèse est d'évaluer les performances de reproduction de 319 vaches laitières sélectionnées suite à une enquête rétrospective menée dans vingt exploitations laitières dont deux fermes-pilotes et ce à travers la première partie. La deuxième partie, est orientée vers l'analyse de l'état corporel et du profil biochimique de substrats majeurs (urée, albumine, cholestérol total, glucose) et de minéraux (calcium, phosphore, magnésium) en relation avec les performances de reproduction. Cette dernière a été conduite en deux axes: la première, fut consacrée aux prélèvements sanguins collectés sur 135 vaches de race Montbéliarde (75 primipares et 60 multipares) à différents stades physiologiques (début de lactation, milieu de lactation et tarissement). Le second axe est consacré à l'étude de la période de transition (pré et postpartum) de 74 vaches montbéliardes et 25 vaches de race Fleckvieh. Par ailleurs, une évaluation de l'état corporel selon la grille d'Edmonson en prépartum et postpartum et des prélèvements sanguins au 1^{er}, 2^e et 3^e mois postpartum ont été réalisés. Les résultats obtenus, montrent que la conduite de la reproduction est le plus souvent mal maîtrisée, se traduisant par des performances en dessous des objectifs normalement admis dans les élevages rationnellement conduits. En effet, la majorité des paramètres relatifs à la reproduction est en dehors des normes généralement retenues, l'intervalle vêlage-vêlage (IV-V) affiche une moyenne de 400 jours dont plus de 50% des vaches au-delà de 400j, l'intervalle vêlage à la première saillie (IV-S1) et à la saillie fécondante (IV-SF) montrent des moyennes respectivement de 100 et 125 jours, avec plus de 50% des vaches exprimant un IV-S1 et IV-SF supérieur à 80j et à 110j respectivement. Le stade physiologique et la saison sont les facteurs les plus importants de variation de performances reproductives et des profils biochimiques. De plus, les résultats ont montré également une interaction significative entre les statuts nutritionnels avec certains paramètres de reproduction pendant la période post-partum. La réduction des taux sériques du glucose, le cholestérol total et l'urée et l'augmentation des taux de calcium et d'albumine sont significativement associés aux vaches ayant un long intervalle vêlage-première saillie et vêlage-saillie fécondante. D'autre part, une réduction des concentrations sanguines de magnésium et de phosphore et une augmentation du taux de calcium ont été enregistrées chez les vaches nécessitant +3 inséminations. De plus, il a été observé une influence négative, du glucose et du cholestérol total sur les paramètres reproductifs des vaches ayant mis bas en saison froide (hiver) ; cette influence est également observée pour l'urée chez les vaches ayant mis bas en saison de printemps, de même pour le calcium et le magnésium chez les vaches ayant mis bas en saison chaude (été). Ces résultats suggèrent que la nutrition durant le postpartum chez les vaches laitières estimées par l'état d'embonpoint et le profil métabolique, offrent une indication claire pour le suivi de la reproduction, et aide à expliquer en partie certains facteurs de faibles performances de reproduction tels que le taux de conception à la première insémination, l'indice coïtal et l'intervalle vêlage-saillie fécondante.

Mots clés : Fécondité, note d'état corporel, postpartum, profil biochimique, saison, vaches laitière

CHACHA Fayçal

Tel : 0777 88 32 70

Mail : chachafaycal@yahoo.fr