

République Algérienne
Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement
Supérieur et la Recherche
Scientifique

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire

المدرسة الوطنية العليا للبيطرة



THESE

En vue de l'obtention du diplôme de Doctorat Es-Sciences

En Sciences Vétérinaires

Thème :

**Stratégie alimentaire au péripartum dans les
élevages bovins laitiers en Algérie :
impact sur les performances zootechniques**

Soutenue le : 28/06/2018

Présentée par : Mr GHOZLANE Mohamed Khalil

Les membres du jury :

Président	Mr LAMARA A	MCA, ENSV, Alger
Directrice de thèse	Mme TEMIM S	Pr, ENSV, Alger
Examinatrice	Mme CHABACA R	Pr, ENSA, Alger
Examineur	Mr MADANI T	Pr, Université de Sétif
Examineur	Mr ZAIDI F	Pr, Université de Bejaia

Année universitaire : 2017/2018

Résumé :

Cette étude s'est intéressée à l'analyse des pratiques alimentaires au péripartum et leur impact sur les performances de production et de reproduction des troupeaux laitiers. Elle a été réalisée durant une période de trois années (2013-2016) dans 35 exploitations réparties sur différentes régions bioclimatiques (Alger, Ain Defla, Constantine, Médéa et Ghardaïa) totalisant un effectif de 1602 vaches laitières prédominé par la race Holstein. Il en ressort une grande variation inter et intra exploitation dans la gestion alimentaire des vaches péri parturientes. Les niveaux de production laitière les plus élevés ont été ceux enregistrés pour les élevages respectant un bon équilibre des rations, mais aussi pour ceux ayant recours à une utilisation importante de concentré, ceci a été notamment le cas pour les élevages des régions du sud. Ces derniers, affichent d'ailleurs des rendements laitiers meilleurs que ceux enregistrés dans les élevages du nord (6252 vs 3137 kg). D'autre part, les résultats de fertilité et de fécondité sont nettement plus faibles dans les grands troupeaux comparativement aux petits élevages (31% vs 54% pour le TRIA1 et 130 vs 95 jours pour l'intervalle V-IAf). D'un autre côté, l'augmentation des concentrations plasmatiques liées au métabolisme énergétique (glycémie, cholestérolémie et triglycéridémie) après vêlage dans un élevage du nord, pourrait témoigner d'une forte lipomobilisation due à un déficit énergétique durant cette période. Le degré de la perte d'état corporel a été plus important chez les vaches produisant le plus de lait (0,9 vs 0,75). Ainsi, cette étude apporte un constat sur les pratiques alimentaires au péripartum dans les conditions d'élevage en Algérie mais aussi sur le statut métabolique et nutritionnel des vaches laitières péri parturientes.

Mots clés : fertilité, péripartum, pratiques alimentaires, statut métabolique, vache laitière.

Abstract :

This study focused on the analysis of peripartum feeding practices and their impact on milk production and reproduction performance. It was conducted over a three-year period (2013-2016) in 35 farms spread over different bioclimatic regions (Algiers, Ain Defla, Constantine, Médéa and Ghardaïa) with a total of 1602 dairy cows predominated by the Holstein breed. This shows a great variation between and within exploitation in the food management of peri-parturient cows. The highest levels of milk production were recorded for farms maintaining a good balance of rations, but also for those using a large use of concentrate, this was particularly the case for farms in southern regions. The latter, moreover, display better milk yields than those recorded in farms in the north (6252 vs 3137 kg). On the other hand, the fertility and fecundity results are much lower in large herds compared to small farms (31% vs 54% for TRIA1 and 130 vs 95 days for V-IAf interval). On the other hand, the increase in plasma concentrations related to energy metabolism (blood glucose, cholesterol and triglyceride levels) after calving in a northern breeding could indicate a strong lipomobilization due to an energy deficit during this period. The degree of body condition loss was greatest in cows producing the most milk (0.9 vs 0.75). Thus, this study provides a report on peripartum feeding practices in the breeding conditions in Algeria but also on the metabolic and nutritional status of peri-parturient dairy cows.

Key words: fertility, peripartum, feeding practices, metabolic status, dairy cow.

ملخص :

ركزت هذه الدراسة على تحليل ممارسات التغذية قبل وبعد الولادة وأثرها على إنتاج الحليب و نتائج تكاثر الأبقار الحلوب. وقد أجريت لفترة ثلاث سنوات (2013-2016) في 35 مزرعة موزعة على مناطق بيومناخية مختلفة (الجزائر العاصمة، عين الدفلى، قسنطينة، المدية وغرداية) تضم 1602 بقرة حلوب يهيمن عليها سلالة هولشتاين. أظهرت تباينا كبيرا بين وداخل المزارع في الإدارة الغذائية للأبقار قبل وبعد الولادة. وقد سجلت أعلى مستويات إنتاج الحليب في المزارع التي تحترم وجبات غذائية متوازنة ، ولكن أيضا لأولئك الذين يستخدمون الاغذية المركزة بشكل كبير، وكان هذا هو الحال بالنسبة لمزارع المناطق الجنوبية. وعلاوة على ذلك، فإن إنتاج الحليب في هذه المزارع أفضل من ما هو مسجل في مزارع مناطق الشمال (6252 مقابل 3137 كغ). من ناحية أخرى، فإن نتائج الخصوبة هي أقل بكثير في القطعان الكبيرة مقارنة مع المزارع الصغيرة (31% مقابل 54% للTRIA1 و 130 مقابل 95 يوما للفصل V-IAF). من جهة أخرى، زيادة تركيزات البلازما المتعلقة بالايض الطاقوي (الجلوكوز والكوليسترول والدهون الثلاثية) بعد الولادة بمزرعة في الشمال يمكن أن يبرهن على وجود تجنيد كبير للدهون بسبب العجز في الطاقة خلال هذه الفترة. وكانت درجة فقدان حالة الجسم أكبر في الأبقار التي لها إنتاج كبير للحليب (0.9 مقابل 0.75). وبالتالي، فإن هذه الدراسة تقدم تقرير معاينة للممارسات الغذائية في الفترة المحيطة بالولادة في الظروف التي تميز تربية الأبقار في الجزائر ولكن أيضا للوضع الأيضي والحالة التغذوية للبقرة الحلوب قبل وبعد الولادة.

الكلمات المفتاحية: الخصوبة، الفترة المحيطة بالولادة ، ممارسات التغذية، الوضع الأيضي، البقرة الحلوب.

Remerciements

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

Mes remerciements les plus sincères et les plus chaleureux s'adressent à ma Directrice de thèse, Madame **TEMIM Soraya**, Professeure à l'Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire d'Alger, pour ses conseils, ses encouragements, sa disponibilité et sa contribution efficace pour le bon déroulement de ce travail.

Mes remerciements les plus chaleureux vont également au Professeur **Francis ENJALBERT** Chef de Département Élevage et Produits à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse et son équipe pour leur accueil au sein de l'unité de recherche Alimentation, pour leur aide, leurs conseils et leur disponibilité. Qu'ils trouvent ici l'expression de ma profonde gratitude.

Je remercie vivement Monsieur **LAMARA Ali**, Maître de conférences à l'Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire d'Alger d'avoir accepté de présider le jury de cette thèse. Je vous exprime Monsieur mes sincères reconnaissances et mon profond respect.

Mes remerciements les plus respectueux s'adressent également à Madame **CHABACA Rabéa**, Professeure à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'El Harrach, Monsieur **MADANI Toufik**, Professeur à l'Université FERAHT Abdas de Sétif et Monsieur **ZAIDI Farid**, Professeur à l'Université Abderrahmane MIRA de Bejaia pour l'honneur qui m'ont fait en acceptant d'examiner ce travail.

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

A toute l'équipe de la station ruminant de l'ITELV de Baba Ali ainsi qu'au personnel du laboratoire central, pour leur aide et leur disponibilité.

Aux éleveurs et directeurs de fermes qui m'ont ouvert les portes et m'ont fourni les meilleures conditions afin d'accomplir cette étude, ainsi qu'aux zootechniciens et vétérinaires des exploitations suivies qui m'ont beaucoup aidé pour le bon déroulement de ce travail.

Aux ingénieurs de Laboratoire d'alimentation et nutrition de l'Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire d'Alger et de Laboratoire de biochimie de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre de l'Université Djilali Bounaâma de Khemis Miliana, pour leur aide et leur participation à la réalisation des différentes analyses.

J'adresse aussi un grand Merci au personnel de la bibliothèque de l'Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire d'Alger et à tous ceux qui ont participé de loin ou de près à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

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

A mes sœurs, ma famille, et tous ceux qui me sont chers et qui m'ont toujours soutenu, chacun à sa façon.

A mes amis et collègues de travail de l'Université Djillali Bounaâma de Khemis Miliana.

Khalil

Table des matières

LISTE DES ABREVIATIONS

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

INTRODUCTION.....	1
-------------------	---

Partie bibliographique

CHAPITRE 1 : PARTICULARITES DE LA PERIODE DU PERIPARTUM CHEZ LA VACHE

LAITIERE.....	4
1.1. LE PERIPARTUM CHEZ LA VACHE LAITIERE	4
1.2. EVOLUTION DE LA QUANTITE DE MATIERE SECHE INGEREE (MSI) AU COURS DU PERIPARTUM.....	4
1.3. EVOLUTION DES BESOINS NUTRITIONNELS AU COURS DU PERIPARTUM	5
1.4. LES CHANGEMENTS METABOLIQUES LORS DU PERIPARTUM.....	7
1.4.1. GLUCOSE	7
1.4.2. UREE	9
1.4.3. CALCIUM	10
1.4.4. LIPIDES	11
1.4.4.1. Cholestérol.....	11
1.4.4.2. Les acides gras non estérifiés (AGNE).....	12
1.4.5. LES CORPS CETONIQUES (B-HYDROXYBUTYRATE).....	13

CHAPITRE 2 : ALIMENTATION ET TROUBLES METABOLIQUES AU PERIPARTUM

2.1. LES TROUBLES LIES AU METABOLISME ENERGETIQUE.....	15
2.1.1. L'ACIDOSE RUMINALE	15
2.1.2. L'ACETONEMIE	16
2.1.3. LA STEATOSE HEPATIQUE	17
2.2. LES TROUBLES LIES AU METABOLISME AZOTE	17
2.2.1. CARENCE EN AZOTE.....	17
2.2.2. EXCES D'AZOTE	18
2.3. LES TROUBLES LIES AU METABOLISME DES MINERAUX	18
2.3.1. LA FIEVRE DE LAIT OU HYPOCALCEMIE PUERPERALE.....	18
2.3.2. LA TETANIE D'HERBAGE PAR HYPOMAGNIESEMIE	19

CHAPITRE 3 : LES FACTEURS ALIMENTAIRES INFLUENÇANT LA PRODUCTION ET LA REPRODUCTION DES VACHES LAITIERES

3.1. IMPACT DE L'ALIMENTATION SUR LA PRODUCTION LAITIERE.....	20
3.1.1. EFFET DU RAPPORT FOURRAGE/CONCENTRE	20
3.1.2. EFFET DE L'APPORT ENERGETIQUE ET AZOTE DE LA RATION.....	20
3.1.3. EFFET DE LA SUPPLEMENTATION EN MATIERES GRASSES	21
3.1.4. EFFET DU MODE DE PRESENTATION PHYSIQUE DES ALIMENTS	22
3.1.5. EFFET DE LA NATURE DES ALIMENTS	22
3.2. IMPACT DE L'ALIMENTATION SUR LA REPRODUCTION.....	23
3.2.1. EFFET DES DESEQUILIBRES ENERGETIQUES.....	23

Table des matières

3.2.1.1. Excès en énergie	23
3.2.1.2. Déficit en énergie	24
3.2.2. EFFET DES DESEQUILIBRES AZOTES	25
3.2.2.1. Excès en azote	25
3.2.2.2. Déficit en azote.....	25
3.2.3. EFFET DES DESEQUILIBRES EN MINERAUX MAJEURS	26
3.2.3.1. Calcium	26
3.2.3.2. Phosphore	26
3.2.3.3. Magnésium	26
3.2.4. EFFET DES DESEQUILIBRES EN OLIGOELEMENTS	27
3.2.4.1. Sélénium.....	27
3.2.4.2. Iode.....	27
3.2.4.3. Cuivre	27
3.2.4.4. Cobalt	27
3.2.5. EFFET DES DESEQUILIBRES EN VITAMINES	28
3.2.5.1. Vitamine A	28
3.2.5.2. Vitamine E.....	28
CHAPITRE 4 : ELEVAGE BOVIN, RESSOURCES ET PRODUCTIONS FOURRAGERES EN ALGERIE.....	29
4.1. SITUATION DE L'ELEVAGE BOVIN	29
4.1.1. EVOLUTION DU CHEPTEL BOVIN NATIONAL	29
4.1.2. LA COMPOSITION RACIALE DU CHEPTEL	29
4.1.2.1. Le Bovin Laitier Local « BLL ».....	29
4.1.2.2. Le Bovin Laitier Amélioré « BLA ».....	30
4.1.2.3. Le Bovin Laitier Moderne « BLM »	30
4.1.3. REPARTITION DU CHEPTEL BOVIN PAR ZONE AGRO ECOLOGIQUE.....	30
4.1.4. SYSTEMES D'ELEVAGES	32
4.1.4.1. Le système extensif	32
4.1.4.2. Le système semi-intensif.....	32
4.1.4.3. Le système intensif.....	32
4.1.4.4. Le système hors sol	32
4.2. LES RESSOURCES ET PRODUCTIONS FOURRAGERES EN ALGERIE.....	33
4.2.1. CONSTAT SUR LA DIVERSITE DES ESPECES FOURRAGERES ET PASTORALES EN ALGERIE	33
4.2.2. LE POTENTIEL FOURRAGER EN ALGERIE	34
4.2.2.1. Les fourrages naturels.....	34
4.2.2.2. Les fourrages cultivés.....	35
4.2.3. EVOLUTION DES SUPERFICIES FOURRAGERES.....	35
4.2.4. ESTIMATION DE LA PRODUCTION FOURRAGERE	36
4.2.5. EVALUATION DES BESOINS ALIMENTAIRES DU CHEPTEL NATIONAL.....	37
4.2.6. LE BILAN FOURRAGER DES DIFFERENTES ZONES AGRO ECOLOGIQUES	39

Table des matières

Partie expérimentale

CHAPITRE 1 : METHODOLOGIE GENERALE	41
1.1. OBJECTIFS DE L'ETUDE.....	41
1.2. DEMARCHE METHODOLOGIQUE	41
1.2.1. CHOIX DES REGIONS D'ETUDE.....	41
1.2.2. DEROULEMENT DE L'ETUDE.....	42
1.2.3. DONNEES DE LA CONDUITE ALIMENTAIRE.....	43
1.2.3.1. Appréciation des niveaux d'apports alimentaires	43
1.2.3.2. Les valeurs nutritives utilisées.....	44
1.2.3.3. Analyse physico-chimique des aliments.....	44
1.2.3.4. Calcul des rations.....	46
1.2.4. DONNEES DE LA PRODUCTION LAITIERE.....	47
1.2.4.1. Recueil des données quantitatives	47
1.2.4.2. Echantillonnage du lait	47
1.2.4.3. Analyse physico-chimique du lait.....	48
1.2.5. DONNEES DE LA REPRODUCTION.....	48
1.2.6. LA NOTATION DE L'ETAT CORPOREL.....	49
1.2.7. ANALYSE DES PARAMETRES PLASMATIQUES.....	49
1.2.7.1. Les prélèvements sanguins	49
1.2.7.2. Analyses de laboratoire et dosage des paramètres plasmatiques	50
1.3. TRAITEMENT DES DONNEES.....	52
CHAPITRE 2 : RESULTATS ET DISCUSSION	53
2.1. CARACTERISATION DES EXPLOITATIONS ENQUETEES	53
2.1.1. PRESENTATION DES UNITES.....	53
2.1.2. ANALYSE DE L'ASSIETTE FONCIERE	54
2.1.2.1. Répartition des exploitations selon la superficie agricole utile (SAU)	55
2.1.2.2. Répartition des exploitations selon la surface fourragère dans la SAU	55
2.1.3. ELEMENTS D'ANALYSE TECHNIQUE DES TROUPEAUX BOVINS LAITIERS ENQUETES	56
2.1.3.1. Répartition des élevages selon la taille des troupeaux bovins	56
2.1.3.2. Répartition des élevages par race.....	59
2.1.4. ANALYSE DU SYSTEME FOURRAGER	59
2.1.4.1. Les différentes cultures fourragères.....	59
2.1.4.2. Analyse des calendriers fourragers	62
2.2. ANALYSE CRITIQUE DES SYSTEMES D'ALIMENTATION.....	64
2.2.1. COMPOSITION CHIMIQUE ET VALEURS ALIMENTAIRES DE QUELQUES FOURRAGES	64
2.2.2. LE RATIONNEMENT DU TROUPEAU LAITIER AU PERIPARTUM	66
2.2.2.1. Les apports alimentaires au tarissement	66
2.2.2.2. Les apports alimentaires en début de lactation	68
2.2.3. LE RAPPORT FOURRAGE/CONCENTRE	70

Table des matières

2.2.3.1. Le taux d'apport en MS par le concentré et les fourrages	70
2.2.3.2. Le taux d'apport en UFL par le concentré et les fourrages.....	71
2.2.4. EQUILIBRE GENERAL DES RATIONS	72
2.3. ANALYSE DESCRIPTIVE DES NIVEAUX DE PRODUCTION DES TROUPEAUX LAITIERS.....	73
2.3.1. LA PRODUCTION INITIALE	73
2.3.2. LA PRODUCTION MAXIMALE	73
2.3.3. LA PRODUCTION LAITIERE TOTALE	74
2.3.4. COMPARAISON ENTRE LA PRODUCTION LAITIERE REELLE ET CELLE PERMISE PAR LES APPORTS ALIMENTAIRES.....	74
2.4. ANALYSE DE LA VARIATION DE LA COMPOSITION PHYSICO-CHIMIQUE DU LAIT	76
2.4.1. VARIATION DE LA COMPOSITION DU LAIT SELON LA PARITE	77
2.4.2. VARIATION DE LA COMPOSITION DU LAIT SELON LE NIVEAU DE PRODUCTION	78
2.4.3. VARIATION DE LA COMPOSITION DU LAIT SELON L'ALIMENTATION	79
2.4.3.1. Variation de la composition du lait selon la ration du 1 ^{er} mois de lactation	79
2.4.3.2. Variation de la composition du lait selon la ration du 2 ^{ème} mois de lactation.....	80
2.5. ANALYSE DES PERFORMANCES DE REPRODUCTION.....	83
2.5.1. INTERVALLE VELAGE-INSEMINATION FECONDANTE.....	83
2.5.2. INTERVALLE VELAGE-INSEMINATION PREMIERE	84
2.5.3. LE TAUX DE REUSSITE EN PREMIERE INSEMINATION.....	85
2.5.4. LE POURCENTAGE DE VACHES A 3 INSEMINATIONS ET PLUS.....	85
2.5.5. L'INDICE COÏTAL.....	86
2.6. VARIATION DE L'ETAT CORPOREL DES VACHES LAITIERES AU PERIPARTUM DANS QUELQUES ELEVAGES.....	87
2.6.1. LA NOTE D'ETAT CORPOREL AU TARISSEMENT ET AU VELAGE	88
2.6.2. LA PERTE D'ETAT CORPOREL AU COURS DU POSTPARTUM	89
2.6.2.1. Perte d'état corporel selon l'état d'engraissement au vêlage	89
2.6.2.2. Variation de la note d'état corporel en fonction de la race	90
2.6.2.3. Variation de la note d'état corporel en fonction de la parité.....	91
2.6.3. LA REPRISE DE L'ETAT CORPOREL.....	91
2.7. VARIATION DES TAUX PLASMATIQUES DE QUELQUES MARQUEURS BIOLOGIQUES AU PERIPARTUM.....	93
2.7.1. ANALYSE DE QUELQUES INDICATEURS DU METABOLISME ENERGETIQUE.....	93
2.7.1.1. La glycémie	93
2.7.1.2. La cholestérolémie.....	95
2.7.1.3. La triglycémie.....	96
2.7.2. ANALYSE DE QUELQUES INDICATEURS DU METABOLISME AZOTE ET MINERAL	98
2.7.2.1. L'urémie	98
2.7.2.2. La calcémie.....	99
2.8. FACTEURS EXPLICATIFS DES PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES DES VACHES LAITIERES.....	101
2.8.1. FACTEURS ALIMENTAIRES INFLUENÇANT LA PRODUCTION LAITIERE	101

Table des matières

2.8.2. FACTEURS ALIMENTAIRES INFLUENÇANT LES PERFORMANCES DE REPRODUCTION.....	103
2.8.3. RELATION ENTRE L'APPORT ALIMENTAIRE DES RATIONS EN DEBUT DE LACTATION ET LA COMPOSITION PHYSICO-CHIMIQUE DU LAIT EN MATIERES UTILES	105
2.8.4. RELATION ENTRE LA PERTE D'ETAT CORPOREL AU POSTPARTUM ET LE NIVEAU DE PRODUCTION LAITIERE.....	106
2.8.5. INFLUENCE DE LA TAILLE DU TROUPEAU SUR LES RESULTATS DE REPRODUCTION	107
2.8.6. EFFET DE LA LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DES EXPLOITATIONS SUR LES PERFORMANCES ZOOTECNIQUES.....	108
CONCLUSIONS	110
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	113
ANNEXES	124
ANNEXE 1. COEFFICIENTS APPLICABLES (UF) AUX DIFFERENTS FOURRAGES PAR HECTARE.....	124
ANNEXE 2. COEFFICIENTS D'UGB RETENUS POUR L'EVALUATION DU CHEPTEL	125
ANNEXE 3. QUESTIONNAIRE.....	126
ANNEXE 4. CALCUL DES VALEURS NUTRITIVES DES ALIMENTS	131
ANNEXE 5. TABLEAU DE RATIONNEMENT POUR UNE VACHE STANDARD EN LACTATION	132
ANNEXE 6. CLASSEMENT DES CALENDRIERS FOURRAGERS	133

Liste des abréviations

A

ADF : Acid Detergent Fiber.
ADL : Acid Detergent lignine.
AG : Acide gras.
AGNE : Acides gras non estérifiés.
AGV : Acides gras volatiles.
ATP : Adénosine triphosphate.

B

BCS: Body condition score.
BHB: Béta-hydroxybutyrate.
BLA: Bovin laitier amélioré.
BLL: Bovins laitier local.
BLM: Bovin laitier moderne.

C

Ca: Calcium.
CB : Cellulose brute.
CMV : Complément minérale et vitaminique.

D

dE : Digestibilité de l'énergie.
dl : décilitre.
DL : Durée de lactation
dMO : Digestibilité de la matière organique.
dr : Digestibilité réelle.
Dt : Dégradabilité théorique.

E

EAC : Exploitation agricole collective.
EAI : Exploitation agricole individuelle.
EB: Energie Brute.
ED: Energie digestible.
EM: Energie métabolisable.
EN: Energie nette.
ET : Ecart type.
Exp : Exploitation.

F

FNDA: Fond National de Développement Agricole.
FSH : Follicle stimulating hormone.

G

g: gramme.
GnRH: Gonadotropin Releasing Hormone.
GOD: Glucose oxidase.
GPO : Glycérol phosphate oxydase.

H

ha: Hectare.

I

IA/IAf: Nombre d'inséminations pour une insémination fécondante (indice coïtal).
IA: Insémination artificielle.
IA1-IAf: Intervalle entre la première insémination et l'insémination fécondante.
INRA: Institut National de Recherche Agronomique.
ITELV: Institut Technique des Elevages.

J

j: Jours.

K

kg: Kilogramme.
kl: Coefficient d'utilisation métabolique pour la lactation.

L

LH : Luteinizing hormone.
LPL : Lipoprotéine lipase.

M

MADR: Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural.
MAT: Matières azotées totales.
Max: maximale.
mg : Milligramme.
MG: Matière grasse.
MGA : Matières grasses animales.
Min: Minimale.
ml : Millilitre.
mm : Millimètre.
MM: Matières minérales.
mmol : Millimole.
MO: Matière organique.
MOD: Matière organique digestible.
MOF: Matière organique fermentescible.
Moy : Moyenne.
MS : Matière sèche.
MSI : Matière sèche ingérée.

N

n : Nombre.
NA : Niveau alimentaire.
NDF: Neutral Detergent Fiber.
NEC: Note d'état corporel.
NEC_V : Note d'état corporel au vêlage.
NEC_V+2 : Note d'état corporel au 2^{ème} mois de lactation.
NEFA : Non Esterified Fatty Acids
nm : nanomètre.

O

ONAB : Office Nationale des Aliments du Bétail.

P

P : Phosphore.
PDI : Protéines digestible dan l'intestin.
PGf2 α : Prostaglandines f2 alpha.
pH : Potentiel hydrogène.
Pi : Production initiale.
PL : Production laitière.
PLT : Production laitière totale.
Pmax : Production maximale (production au pic de lactation).
PNDA : Plan National de Développement Agricole.
POD : Peroxydase.
pp : Postpartum.
PV: Poids vif.

Q

q: Rendement (digestion – élimination).
qx : Quintaux.

S

SAT : Surface Agricole Totale.
SAU: Surface Agricole Utile.
SemL : Semaine de lactation.
SF : Surface Fourragère.

T

TB : Taux butyreux.
TG : Triglycérides.
TP : Taux protéique.
TRIA: Taux de réussite des inséminations.
TRIA1: Taux de réussite à la première insémination.

U

UF : Unité fourragère.
UFL: Unité fourragère lait.
UFL-C: Apport énergétique permis par le concentré.
UGB: Unité de Gros Bétail.

V

V-IA1 : Intervalle vêlage - insémination première.
V-IAf : Intervalle vêlage – insémination fécondante.
Vit: Vitamine.
VL: Vache laitière.
vs : Versus.
V-V : Intervalle vêlage-vêlage.
 μ mol : Micromole.

Liste des tableaux

	Page
Tableau 1. Effet du supplément lipidique sur la production et composition du lait de vache (effet exprimé par différence avec le lot témoin).....	21
Tableau 2. Effet de la finesse de hachage d'une ration (55% de foin de luzerne 45% de concentré) sur les performances laitières des vaches.....	22
Tableau 3. Evolution des effectifs du cheptel bovin en Algérie (2000-2015).....	29
Tableau 4. Répartition du cheptel bovin national selon les zones agro écologiques.....	31
Tableau 5. Superficies et production des fourrages naturels.....	34
Tableau 6. Répartition des fourrages cultivés pour l'année 2015.....	35
Tableau 7. Evolution des superficies fourragères (2000-2015).....	36
Tableau 8. Distribution en hectare (ha) des superficies fourragères destinées à l'alimentation du cheptel...	37
Tableau 9. Evaluation des disponibilités fourragères en UF pour l'année 2015.....	37
Tableau 10. Distribution du cheptel par espèce et par zone pour l'année 2015.....	38
Tableau 11. Estimation des besoins énergétiques (en UF) du cheptel national pour l'année 2015.....	39
Tableau 12. Bilan fourrager en UF par zone agro-écologique pour l'année 2015.....	39
Tableau 13. Répartition des exploitations par commune et par statut juridique.....	53
Tableau 14. Représentation des différents éléments de l'assiette foncière des exploitations enquêtées....	54
Tableau 15. Répartition des exploitations selon le critère SAU.....	55
Tableau 16. Répartition des exploitations selon le critère SF/SAU en pourcentage.....	55
Tableau 17. Répartition des exploitations selon la taille des troupeaux bovins.....	56
Tableau 18. Effectifs selon les catégories bovines des exploitations enquêtées.....	58
Tableau 19. Composition chimique des échantillons d'aliments analysés.....	64
Tableau 20. Valeurs alimentaires des échantillons analysés.....	65
Tableau 21. Apports alimentaires moyens en début de lactation dans les exploitations suivies.....	68
Tableau 22. Valeurs seuil du rapport microbien (Rmic) en fonction du niveau atteint de production laitière du troupeau.....	72
Tableau 23. Performances de production laitière des exploitations suivies	73
Tableau 24. Valeurs moyennes des taux butyreux et protéiques du lait dans les deux exploitations suivies	76
Tableau 25. Performances de reproduction des exploitations suivies.....	83
Tableau 26. Performances de reproduction des vaches laitières en Algérie et en France.....	84
Tableau 27. Variation de la note d'état corporel moyenne du troupeau laitier au cours des différents stades physiologiques dans l'exploitation 1 et 33 durant les campagnes 2013-2014 et 2015-2016	88
Tableau 28. L'intensité de la perte d'état corporel au postpartum selon la note d'état d'engraissement au vêlage	89
Tableau 29. Valeurs moyennes de la glycémie chez la vache laitière au cours du péripartum	93
Tableau 30. Valeurs moyennes de la cholestérolémie chez la vache laitière au cours du péripartum	95

Tableau 30. Valeurs moyennes de la triglycéridémie chez la vache laitière au cours du péripartum	96
Tableau 31. Valeurs moyennes de l'urémie chez la vache laitière au cours du péripartum	98
Tableau 32. Valeurs moyennes de la calcémie chez la vache laitière au cours du péripartum	99
Tableau 33. Corrélations entre la superficie fourragère, la proportion du concentré, le niveau azoté des rations et les performances de lactation	101
Tableau 34. Corrélations entre l'apport alimentaire au tarissement et les performances de reproduction...	103
Tableau 35. Matrice de corrélation entre le niveau alimentaire des rations au 1 ^{er} mois de lactation et la composition physico-chimique du lait.....	105
Tableau 36. Matrice de corrélation entre le niveau alimentaire des rations du 2 ^{ème} mois de lactation et la composition physico-chimique du lait.....	106
Tableau 37. Perte d'état corporel à 60 jours postpartum en fonction du niveau de production des vaches laitières au pic de lactation.....	106
Tableau 38. Matrice de corrélation entre la note d'état corporel et la production laitière.....	107
Tableau 39. Tableau comparatif des performances zootechniques des troupeaux laitiers selon la situation régionale des exploitations	108

Liste des figures

	Page
Figure 1. Evolution de la quantité de matière sèche ingérée autour du part.....	5
Figure 2. Evolution de la quantité de matière sèche ingérée (en pourcentage de poids corporel) entre -9 et +8 semaines postpartum pour les vaches Holstein selon le régime alimentaire et le caractère primipare ou multipare.....	5
Figure 3. Evolution de la quantité ingérée et des apports recommandés en énergie, protéines et calcium en péripartum.....	6
Figure 4. Estimation de la demande globale en glucose comparée à la quantité de glucose ingérée durant la période du péripartum.....	8
Figure 5. Métabolisme de l'urée chez le ruminant.....	9
Figure 6. Evolution de la concentration en AGNE (NEFA) sanguins en prépartum et postpartum (en jour)	13
Figure 7. Cinétique des AGNE (NEFA) et du BHB lors du péripartum chez la vache laitière.....	14
Figure 8. Evolution de la concentration en BHB sanguin en prepartum et postpartum (en jour).....	14
Figure 9. Carte bioclimatique de l'Algérie.....	31
Figure 10. Situation géographique des zones d'étude.....	42
Figure 11. Protocole de prélèvement sanguin.....	49
Figure 12. Répartition de l'effectif bovin total des exploitations enquêtées par catégorie d'animaux.....	57
Figure 13. Répartition de la composition raciale des troupeaux enquêtés.....	59
Figure 14. Répartition de la superficie fourragère des exploitations enquêtées selon les espèces cultivées...	60
Figure 15. Représentation graphique des quantités journalières moyennes de la MS ingérée par vache durant la période du tarissement pour les exploitations suivies.....	66
Figure 16. Représentation graphique des apports énergétiques journaliers (UFL) par vache durant la période du tarissement pour les exploitations suivies.....	67
Figure 17. Représentation graphique des apports azotés journaliers (PDI) par vache durant la période du tarissement pour les exploitations suivies.....	68
Figure 18. Représentation graphique des quantités journalières moyennes de la MS ingérée par vache en début de lactation pour les exploitations suivies.....	69
Figure 19. Variation inter et intra exploitations des apports moyens en énergie (UFL) et azote (PDI) en début de lactation.....	69
Figure 20. Variation de la part de concentré et des fourrages dans la ration totale en pourcentage de la MS dans les exploitations suivies.....	71
Figure 21. La part des UFL apportées par le concentré dans les différentes exploitations suivies.....	71
Figure 22. Comparaison entre la quantité de lait permise par les apports alimentaires (■) et la production laitière enregistrée au pic de lactation (▲) en fonction des exploitations suivies.....	74
Figure 23. Evolution moyenne du TB et TP du lait en début de lactation dans l'exploitation 31.....	77
Figure 24. Evolution moyenne du TB et TP du lait en début de lactation dans l'exploitation 1.....	77

Figure 25. Evolution moyenne du TB du lait au cours du postpartum dans les deux exploitations suivies selon la parité.....	77
Figure 26. Evolution moyenne du TP du lait au cours du postpartum dans les deux exploitations suivies selon la parité	78
Figure 27. Evolution de la production et la composition du lait au cours des 60 jours postpartum dans l'exploitation 31.....	78
Figure 28. Evolution de la production et la composition du lait au cours des 60 jours postpartum dans l'exploitation 1.....	78
Figure 29. Variation moyenne du TB et TP du lait en fonction du niveau de matière sèche des rations du 1 ^{er} mois de lactation de l'exploitation 31.....	79
Figure 30. Variation moyenne du TB et TP du lait en fonction du niveau de matière sèche des rations du 1 ^{er} mois de lactation de l'exploitation 1.....	79
Figure 31. Variation moyenne du TB et TP du lait en fonction des apports énergétiques (UFL) des rations du 1 ^{er} mois de lactation pour l'exploitation 31.....	79
Figure 32. Variation moyenne du TB et TP du lait en fonction des apports énergétiques (UFL) des rations du 1 ^{er} mois de lactation pour l'exploitation 1.....	79
Figure 33. Variation moyenne du TB et TP du lait en fonction des apports azotés (PDI) des rations du 1 ^{er} mois de lactation pour l'exploitation 31.....	80
Figure 34. Variation moyenne du TB et TP du lait en fonction des apports azotés (PDI) des rations du 1 ^{er} mois de lactation pour l'exploitation 1.....	80
Figure 35. Variation moyenne du TB et TP du lait en fonction selon le niveau de matière sèche des rations du 2 ^{ème} mois de lactation de l'exploitation 31.....	81
Figure 36. Variation moyenne du TB et TP du lait en fonction selon le niveau de matière sèche des rations du 2 ^{ème} mois de lactation de l'exploitation 1.....	81
Figure 37. Variation moyenne du TB et TP du lait en fonction des apports énergétiques (UFL) des rations du 2 ^{ème} mois de lactation de l'exploitation 31.....	81
Figure 38. Variation moyenne du TB et TP du lait en fonction des apports énergétiques (UFL) des rations du 2 ^{ème} mois de lactation de l'exploitation 1.....	81
Figure 39. Variation moyenne du TB et TP du lait en fonction des apports azotés (PDI) des rations du 2 ^{ème} mois de lactation de l'exploitation 31.....	82
Figure 40. Variation moyenne du TB et TP du lait en fonction des apports azotés (PDI) des rations du 2 ^{ème} mois de lactation de l'exploitation 1.....	82
Figure 41. Répartition des exploitations selon le délai de mise à la reproduction des vaches laitières.....	84
Figure 42. Répartition des résultats de fertilité des exploitations enquêtées.....	86
Figure 43. Evolution de la note d'état corporel moyenne du troupeau laitier des exploitations 1 et 33 au cours du cycle de production.....	87
Figure 44. Relation entre l'état corporel au vêlage et la perte d'état en début de lactation.....	90
Figure 45. Perte d'état corporel au post-partum en fonction la race (Prim'Holstien vs Montbéliarde).....	90
Figure 46. Variation de la note d'état corporel en fonction de la parité (Primipares vs Multipares).....	91
Figure 47. Evolution moyenne de la glycémie chez les vaches laitières au cours du péripartum.....	94

Figure 48. Evolution moyenne de la cholestérolémie chez les vaches laitières au cours du péripartum.....	96
Figure 49. Evolution moyenne de la triglycéridémie chez les vaches laitières au cours du péripartum.....	97
Figure 50. Evolution moyenne de l'urémie chez les vaches laitières au cours du péripartum.....	98
Figure 51. Variation moyenne de la calcémie chez la vache laitière au cours du péripartum.....	100
Figure 52. Relation entre la part du concentré dans la ration et le niveau de production laitière.....	101
Figure 53. Variation du niveau de production selon la part de concentré dans la ration.....	101
Figure 54. Relation entre l'apport énergétique permis par le concentré et le niveau de production laitière...	102
Figure 55. Variation du niveau de production de lait selon le rapport PDI/UFL de la ration.....	102
Figure 56. Variation du niveau de production laitière en fonction de l'équilibre énergie-azote des rations.....	103
Figure 57. Variation de l'intervalle V-IA1 en fonction de la proportion du concentré au tarissement.....	104
Figure 58. Relation entre le bilan énergétique en début de lactation et le niveau de production laitière.....	105
Figure 59. Relation entre le bilan azoté en début de lactation et le niveau de production laitière.....	105
Figure 60. Variation du délai de fécondation et du TRIA1 selon la taille des troupeaux.....	107

Introduction

Introduction

L'Algérie connaît un accroissement démographique annuel très important de l'ordre de 1,7 pour cent avec une population estimée à plus de 40 millions d'habitants en 2016. La production laitière nationale est très faible et ne dépasse guère les 3 milliards de litres, elle est loin de répondre à une demande sans cesse croissante. Pour satisfaire les besoins de sa population en cette source de protéine animale, les pouvoirs publics ont recours à l'importation de la poudre de lait qui coûte de plus en plus cher au trésor public.

Pour faire face à cette situation et dans l'espoir d'assurer l'autosuffisance en lait et limiter la dépendance vis-à-vis des importations, l'état algérien a lancé depuis l'année 2000 un programme important et ambitieux de modernisation de la filière lait dont l'objectif prioritaire est d'accroître la production laitière par la mise en place d'aides aux éleveurs sous forme de subventions. Le cheptel bovin national a depuis augmenté de manière considérable, passant de près de 1,6 millions de têtes en 2000 à plus de 2,1 millions de têtes en 2015 dont 1,1 millions de vaches laitières (**MADR, 2016**).

Le nombre d'exploitations avec un effectif bovin laitier de 10 à 15 vaches connaît lui aussi une croissance remarquable au cours de ces dernières années (**ITELV, 2015**), de même que les grands troupeaux à plusieurs centaines de vaches laitières. Bien que ces élevages soient d'avantage localisés dans le nord du pays (les zones littorales et telliennes), les régions du sud où les conditions climatiques sont difficiles observent également une véritable dynamique pour le développement de ce secteur avec l'émergence des élevages spécialisés en mode intensif (**Senoussi et al, 2010**).

Malgré ses efforts, l'élevage bovin laitier peine à se développer. Plusieurs contraintes sont à incriminer : l'environnement, le matériel animal, les contraintes d'ordre techniques, ainsi que l'alimentation qui constitue la contrainte majeure de la faible productivité de notre cheptel bovin laitier. Outre la faible diversité des espèces cultivées et la superficie limitée consacrée aux fourrages, la production fourragère reste insuffisante tant en quantité qu'en qualité. Le bilan fourrager est marqué par un réel déficit en UF, de l'ordre de 6,5 milliards d'UF entre 2008 et 2012, soit près de 53 % des besoins du cheptel algérien (**Merdjane et Ikhlef, 2016**).

D'autre part, les enquêtes menées sur le terrain par différents auteurs algériens montrent l'absence de rationnement des vaches laitières selon les différents stades physiologiques. Chez un grand nombre d'éleveurs, les rations distribuées aux vaches laitières sont constituées principalement de concentré, de plus, la part du fourrage et du foin dans la ration est souvent

faible et de qualité nutritive médiocre. Ceci a des répercussions importantes tant sur le plan nutritionnel et sanitaire du troupeau, que sur les performances globales des animaux.

Le péripartum représente une période clé dans la vie de la vache laitière. Il peut se définir comme étant la période allant de 3 semaines avant à 3 semaines après le vêlage (**Salat, 2005**). Il constitue donc une période à risques du point de vue alimentaire. La disparité qui existe entre les besoins lors du tarissement et ceux du début de lactation nous permet de comprendre aisément que l'alimentation de la vache laitière varie énormément d'une période à l'autre. Cette période de transition avant et après le part est caractérisée par un déficit énergétique à la fois physiologique et inévitable, tout l'enjeu consiste à gérer les pratiques d'élevages afin qu'il ne soit pas trop important. Dans le cas contraire, il peut favoriser de nombreux troubles notamment les pathologies métaboliques (cétose, déplacement de la caillette) ou même infectieuses (métrites, mammites) (**Duffield et al, 2009**).

Afin de détecter précocement ces maladies et éviter des dépenses liées aux soins vétérinaires et à la baisse de production, une surveillance métabolique la plus précoce possible lors du péripartum est un atout en vue d'évaluer avec certitude le statut métabolique de la vache.

Le péripartum est donc une étape déterminante dans le cycle productif de la vache laitière. Tout éleveur soucieux de la rentabilité de son élevage est appelé à adopter une stratégie dans la gestion alimentaire de cette période.

Ce travail s'inscrit dans cette optique, il a pour but de caractériser les pratiques alimentaires notamment au péripartum dans les conditions d'élevages algériennes et leur impact sur les performances zootechniques des vaches laitières et ce à travers quelques exploitations réparties sur différentes zones agro écologiques.

Ce présent document se décline en deux parties :

La première répartie en quatre chapitres, présente une synthèse bibliographique traitant d'abord les particularités de la période du péripartum chez la vache laitière et les maladies métaboliques rencontrées durant cette période liées à un déséquilibre nutritionnel.

La seconde, définit les facteurs alimentaires ayant un impact sur les performances zootechniques des troupeaux laitiers. Et enfin, un chapitre consacré à la situation de l'élevage bovin laitier national au cours de ces dernières années, et la production et les ressources fourragères de notre pays selon des statistiques récentes du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural.

La deuxième partie rapporte le travail expérimental, elle comporte un premier chapitre consacré à la présentation de la démarche méthodologique adoptée pour la réalisation de cette étude. Le deuxième chapitre met en évidence les principaux résultats obtenus notamment celles en relation avec les pratiques alimentaires au péripartum, et leur effets sur les performances de production et de reproduction des vaches laitières dans les différentes exploitations suivies.

Partie
bibliographique

Chapitre 1 : Particularités de la période du péripartum chez la vache laitière

1.1. Le péripartum chez la vache laitière

Par définition, le péripartum est la période entourant le part. Il s'articule autour de trois étapes fondamentales de la vie de la vache laitière : le tarissement, qui a pour objectif de préparer la vache laitière au vêlage et à sa prochaine lactation, le vêlage, événement central du péripartum qui conditionne l'état de santé du veau né et l'importance de la compagne laitière suivante, et enfin, le début de lactation qui constitue la période de production la plus importante de la compagne et qui se caractérise par des besoins énergétiques élevés : il s'agit donc d'une période clé pour la vache laitière (**Enjalbert, 1998**).

D'après **Olivers (2005)**, c'est une période qui peut se définir comme allant 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. Elle est considérée comme une période critique dans le cycle de production de la vache laitière où se succèdent deux stades physiologiques très différents par leurs besoins : la fin de tarissement avec des besoins modérés et le début de la lactation avec des besoins plus accrus (**Wolter, 1997**).

Duffield et al (2009) ont montré que le péripartum est souvent associé à un pic d'incidence des pathologies notamment des pathologies métaboliques (cétose et déplacement de la caillette) ou infectieuses (les métrites et les mammites) ceci est dû à trois caractéristiques du péripartum à savoir :

- un bilan énergétique négatif inévitable qui peut devenir lourd en conséquence.
- des fluctuations de la calcémie.
- un état d'immunosuppression plus au moins importante.

1.2. Evolution de la quantité de matière sèche ingérée (MSI) au cours du péripartum

Rabelo et al (2003) ainsi que **Huang et al (2014)** ont rapporté que la femelle bovine ne peut retrouver immédiatement sa pleine capacité d'ingestion après le vêlage du fait de la compression du fœtus et des annexes embryonnaires sur le rumen pendant les derniers mois de gestation. Environ trois semaines avant la parturition, le niveau d'ingestion commence à diminuer puis se réduit très fortement à la dernière semaine avant la mise-bas (figure 1).

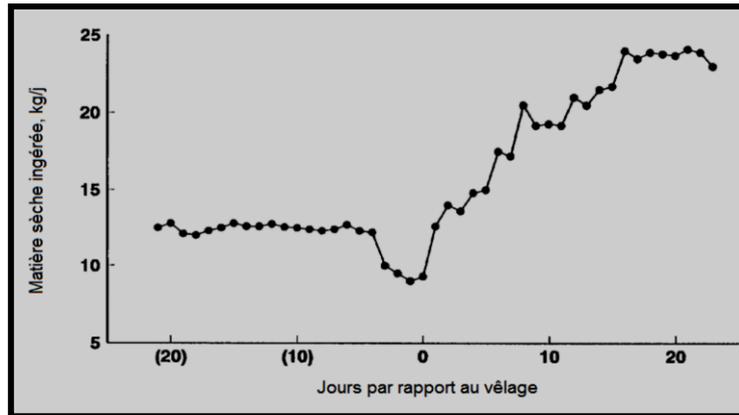


Figure 1. Evolution de la quantité de matière sèche ingérée autour du part (Grant et Albright, 1995)

Dans l'étude de Bertics et al (1992), la capacité d'ingestion chute d'environ 28% dans les 17 jours précédents le vêlage. En effet, une diminution de près de 30% de la matière sèche ingérée est constatée au cours du tarissement. Par contre, pendant les trois premières semaines post-partum, les mêmes auteurs signalent que la quantité ingérée augmente progressivement de 1,5 à 2,5 kg de matière sèche par semaine. La capacité d'ingestion sera maximale que plusieurs semaines après le vêlage, cela étant plus rapide chez les multipares que chez les primipares (figure 2).

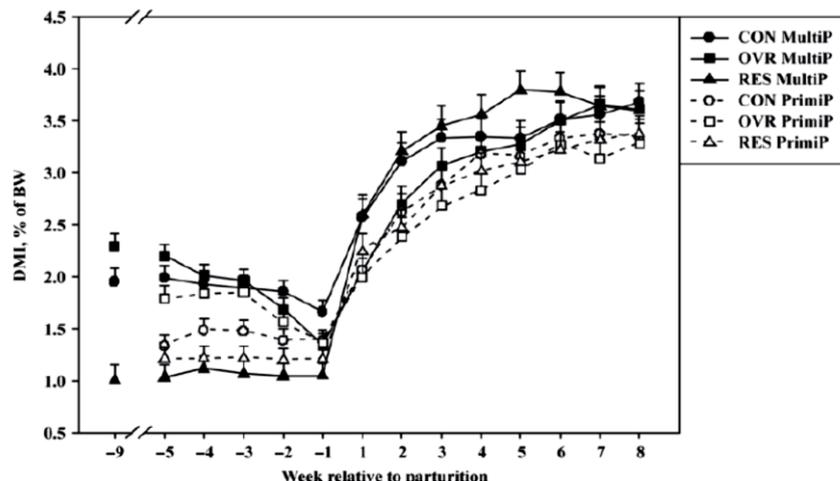


Figure 2. Evolution de la quantité de matière sèche ingérée (en pourcentage de poids corporel) entre -9 et +8 semaines postpartum pour les vaches Holstein selon le régime alimentaire (Con=Contrôle, OVR=Ad libitum, RES=Restriction alimentaire) et le caractère primipare (PrimiP) ou multipare (MultiP) (Janovick et al, 2010).

1.3. Evolution des besoins nutritionnels au cours du péripartum

Parallèlement à la réduction de la capacité d'ingestion et d'assimilation, les besoins des vaches laitières sont doublés voir triplés, et réorientés du fœtus vers la mamelle lors du péripartum (3 semaines avant à 3 semaines après le vêlage) (Richard, 2014).

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**). D'autre part, la demande de la mamelle en fin de gestation est importante à prendre en compte également. En effet, les semaines avant le part sont marquées par le début de la synthèse du pré-colostrum. A 4 jours avant vêlage, la demande de la mamelle en glucose, acides aminés et acides gras est de plusieurs fois supérieure à celle de l'utérus gravide (**Bell, 1995**).

Les besoins de la vache sont réadaptés lors du passage à l'état de lactation pour s'orienter vers la mamelle. Les besoins de cette dernière chez les vaches Holstein hautes productrices requièrent plus de 90% de l'apport en énergie et plus de 80 % de l'apport en protéines (**Drackley, 1999**).

Selon **Salat (2005)**, l'augmentation des besoins nutritionnels en début de lactation chez ce type de vaches par rapport au pré-partum est :

- triplée pour l'énergie,
- doublée à triplée pour le glucose,
- doublée pour les acides aminés.

Enjalbert (1998) rapporte que les besoins alimentaires de la vache laitière en début de lactation augmentent fortement et rapidement (ils triplent en l'espace de deux semaines) alors que l'appétit de l'animal lui ne croît que lentement et régulièrement pour atteindre son maximum seulement deux à quatre mois après le vêlage. Ce paradoxe est illustré dans le graphique de la figure 3 où la quantité de la matière sèche ingérée n'augmente que lentement alors que les apports recommandés en PDI, UFL et calcium sont très rapidement multipliés par 4.

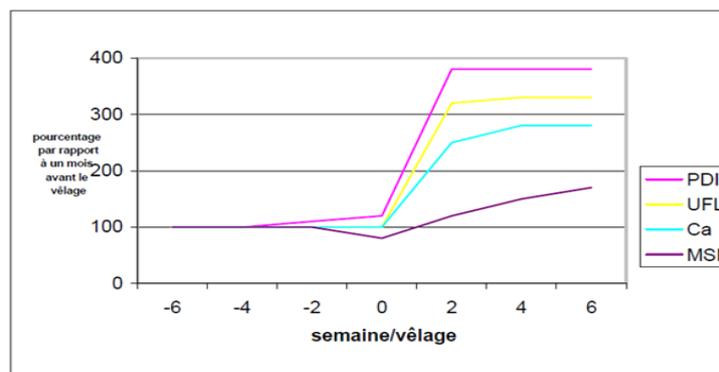


Figure 3. Evolution de la quantité ingérée et des apports recommandés en énergie, protéines et calcium en péripartum (**Enjalbert, 1998**).

Un déficit énergétique est alors inévitable d'après **Wolter (1997)**, et le plus souvent aggravé par la suralimentation pendant la période du tarissement et par la forte production laitière chez certaines vaches telle que la Prim'Holstein.

Bareille et al (2003) estiment que les besoins alimentaires lors du tarissement sont quantitativement bas mais qualitativement hauts du fait de l'arrêt de la lactation et de la poursuite d'une gestation. Les suralimentations et les déséquilibres alimentaires avant vêlage prédisposent la vache à de nombreuses affections au péripartum (difficultés de parturition, fièvre vitulaire, syndrome de la vache grasse, cétose, infertilité...).

En effet, un déficit énergétique trop important a des conséquences néfastes sur la campagne des cent jours (période durant laquelle la moitié de la production laitière totale se joue). En effet, les vaches ont la capacité de mobiliser leurs réserves pour soutenir la production laitière mais ceci leur fait perdre du poids. Cet amaigrissement est le plus souvent à l'origine de problèmes de fertilité et de désordres métaboliques ou infectieux du postpartum (**Wolter, 1997**).

1.4. Les changements métaboliques lors du péripartum

La période de transition entre la gestation et lactation chez la vache laitière est marquée par des changements métaboliques, hormonaux et immunitaires ayant un impact sur l'installation des infections et des maladies métaboliques (**Loiselle, 2009**). Selon le même auteur, plusieurs changements au niveau des métabolites sanguins sont observés : une baisse du glucose, du calcium et du phosphore, ainsi qu'une augmentation de la bilirubine, de l'urée, des AGNE (acides gras non estérifiés) et des BHB (beta-hydroxybutyrate).

1.4.1. Glucose

Le glucose est le principal combustible de l'organisme et agit comme source d'énergie première notamment au niveau des muscles et du cerveau (**Annison et al, 1968**). Le foie est un organe qui contrôle la glycémie par trois voies métaboliques : la glycogénogenèse (stockage du glucose : sous forme de glycogène), la glycogénolyse (libération de glucose-1-phosphate) et la néoglucogenèse (production de glucose à partir de substances non glucidiques).

Chez les ruminants, le glucose est dérivé presque exclusivement de la néoglucogenèse. La majorité des glucides contenus dans l'alimentation sont utilisés par les microorganismes du rumen. Le glucose est donc essentiellement néoformé dans le foie à partir des acides gras

volatils (AGV), en particulier l'acide propionique. Cette voie représente environ 50 % de la formation de glucose (**Wattiaux et al, 2000**).

En fin de gestation, le fœtus ne consommant que du glucose, la mère aura besoin d'une quantité de glucose considérable par rapport à ses besoins courants. Pendant la lactation, c'est la mamelle qui consomme une très grande quantité de glucose pour la synthèse du lactose en particulier (**Caroll et al, 1988**). La grande priorité de la glande mammaire pour l'utilisation du glucose est supportée par des changements endocriniens.

La néoglucogenèse est donc essentielle pour le ruminant notamment lors des périodes de gestation et de lactation où les besoins en glucose sont plus importants. Ces derniers s'élèvent à environ 72 g par litre de lait produit (**Accorsi et al, 2005**).

Chez la vache laitière periparturiente, suite au vêlage et pendant les premières semaines de lactation la demande en glucose croît rapidement pour fournir l'énergie nécessaire à la production laitière et à la grande quantité de lactose qui entre dans la composition du lait (**Drackley et al, 2001**). La mamelle peut prélever selon **Le Bars (1991)** jusqu'à 60 à 85 % du glucose disponible. En conséquence, suite à une demande accrue et une diminution de la disponibilité du glucose (figure 4), la glycémie de la vache laitière periparturiente diminue drastiquement après le vêlage (**Accorsi et al, 2005**).

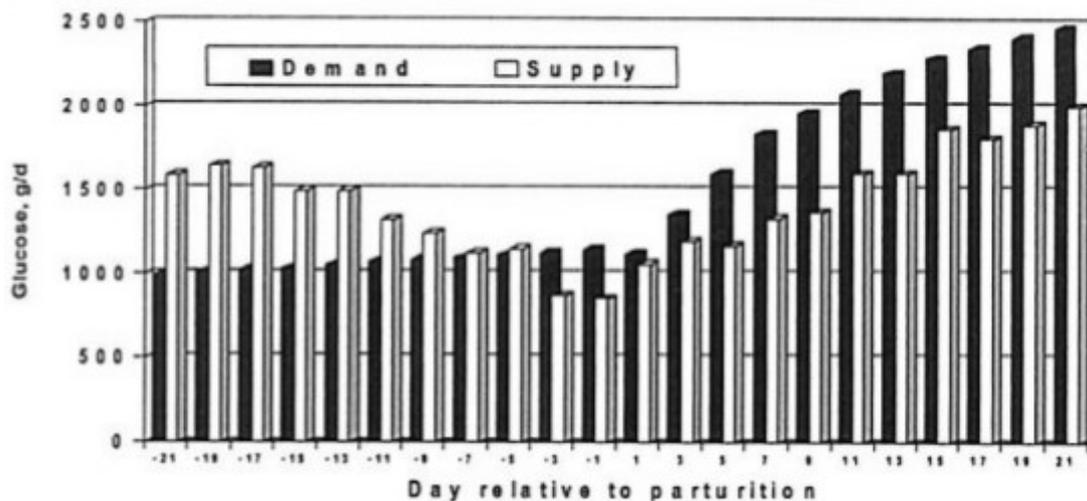


Figure 4. Estimation de la demande globale en glucose comparée à la quantité de glucose ingérée durant la période du péripartum (**Overton, 1998**).

La diminution de l'apport alimentaire est certainement responsable de cette diminution qui réduit le propionate disponible pour la néoglucogenèse (**Doepel et al, 2002**). La quantité de glucose disponible dépendra également de la composition de la ration alimentaire. Celle-ci en

étant riche en concentré, elle permettra d'augmenter les proportions de propionate (C3) dans les AGV et donc la quantité de glucose disponible (Le Bars, 1991).

Cependant, il est courant qu'un pic de glucose aura lieu une journée avant ou après vêlage grâce aux glucocorticoïdes ayant un effet catabolique sur les protéines et un effet hyperglycémiant, en stimulant la conversion des acides aminés en glucose dans le foie (Doepel et al, 2002).

1.4.2. Urée

Les protéines brutes présentes dans l'alimentation des vaches se divisent en deux groupes selon leur digestibilité ruminale. Il y a la protéine ingérée non dégradée et la protéine ingérée dégradée (Block et al, 1998). Ces protéines sont fermentées par les bactéries ruminales afin de produire des chaînes carbonées et de l'ammoniac. Ce dernier qui est toxique pour la vache, sert à produire des acides aminés en plus d'être incorporée dans les protéines microbiennes (Leng et Nolan, 1984). Lorsque l'ammoniac est présent en excès, il est résorbé par la paroi ruminale, transporté par le sang jusqu'au foie pour y être détoxiqué en urée, molécule peu toxique éliminée soit par les urines et le lait, soit recyclée dans la salive (figure 5), constituant alors une source d'azote non protéique pour la flore ruminale (Le Coustumier, 2000).

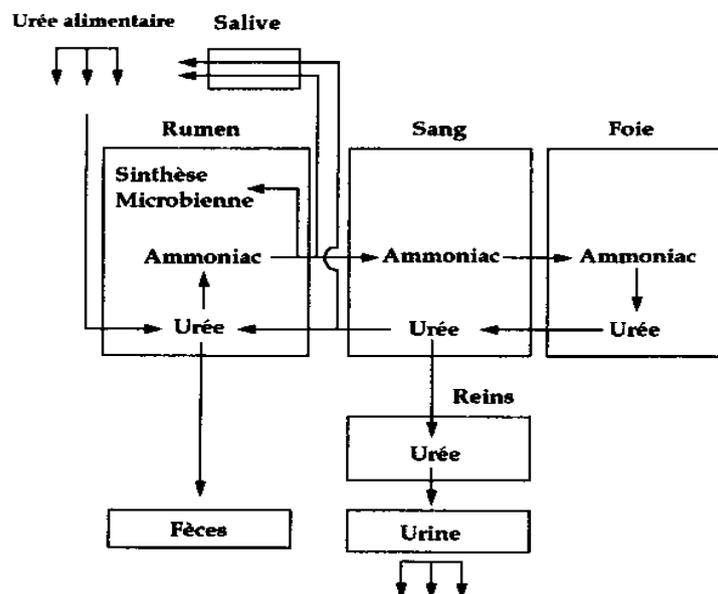


Figure 5. Métabolisme de l'urée chez le ruminant (Chenost et Kayouli, 1997).

Tout ce processus nécessite une quantité importante d'énergie pouvant causer des déficits si la quantité de protéines et d'azote alimentaire n'est pas contrôlée (Tamminga, 2006). Une

quantité trop importante de protéines dans l'alimentation conduit à un dégagement d'ammoniac important ce qui nécessite plus d'énergie pour l'éliminer sous forme d'urée.

Cependant, une quantité trop petite de protéines dans l'alimentation entraîne une faible quantité d'ammoniac dans le rumen disponible pour les microorganismes, ce qui diminue leurs synthèses protéiques.

Les vaches se retrouvant en déficit énergétique en début de lactation peuvent éprouver certaines difficultés pour évacuer l'ammoniac ce qui conduit à une augmentation de l'urée dans le sang. Généralement chez la vache laitière, il y a une diminution de l'urée plasmatique juste avant vêlage suivi d'une augmentation après le part. **Accorsi et al (2005)** suggèrent que les œstrogènes et les progestérones présentes durant la gestation ont un effet supprimeur sur le cycle uréique causant ainsi des difficultés pour évacuer le surplus d'urée.

Les concentrations normales de l'urée dans le sang et dans le lait chez la vache se situent entre 10 et 16 mg/dl (**Calberry, 2003**). A l'inverse en début de lactation, l'augmentation des taux d'urée chez la vache laitière peut conduire à des effets néfastes : l'incidence des mammites (**Duval, 1995**), et l'affectation de la fertilité pour un taux d'urée supérieur à 15,4 mg/dl (**Ferguson et al, 1993 ; Rajala-Schultz et al, 2001**).

1.4.3. Calcium

Les sources primaires en calcium (Ca) sont l'alimentation et la résorption osseuse. Les os constituent le principal site de stockage du Ca, puisqu'ils emmagasinent 99% du calcium absorbé. La calcémie est maintenue par la vitesse de résorption et du dépôt du Ca, une variation même minime peut être fatale. Les os jouent donc un rôle tampon pour le plasma sanguin en retenant ou en libérant du calcium (**Vouillot, 2006**).

La production de lait est la principale raison de la chute du calcium sanguin chez la vache periparturiente. L'exportation calcique vers le veau en fin de gestation représente environ 4 à 5 g par jour, alors qu'en début de lactation, cette exportation passe à 35 g par jour. Le jour du vêlage la calcémie chute d'environ 15%, elle passe de valeurs comprises entre 95-100 mg/l à des valeurs de 80-85 mg/l (**Vouillot, 2006**). Il y a donc une hypocalcémie physiologique au vêlage suite à l'augmentation des besoins calciques pour la production du colostrum et du lait.

Malgré la grande résorption du calcium à partir des os, les mécanismes de régulation du calcium deviennent rapidement insuffisants pour répondre à la forte demande.

L'homéostasie du calcium est assurée par de nombreuses hormones : la parathormone, la calcitonine, et la 1,25 vitamine D3. L'ensemble du système permet de faire face au déficit en calcium au moment de la mise bas par la mobilisation du calcium osseux, l'augmentation de l'absorption intestinale et la diminution de l'excrétion urinaire du Ca. Cependant, ce système se met en place progressivement, ce qui peut conduire à une hypocalcémie quelques jours avant ou après la mise bas selon la rapidité de la mobilisation osseuse (**Michaux, 2008**).

Chez les vaches en calcémie faible par rapport à la norme (82-100 mg/l) préconisée par **Oregon St (2017)**, des répercussions graves peuvent être constatées sur les systèmes musculaires et nerveux. Les vaches plus âgées et ayant eu un nombre élevé de lactation sont plus susceptibles de développer des problèmes d'hypocalcémie durant la période du péripartum (**Jorgensen, 1973**). D'autre part, la transition entre le régime du tarissement et celui des vaches en lactation est en partie responsable de l'incidence de maladies métaboliques dont la fièvre de lait.

1.4.4. Lipides

1.4.4.1. Cholestérol

D'après **Kerr (2002)**, le cholestérol circulant dans le sang a une double origine :

- origine alimentaire : absorbé donc au niveau intestinal.
- origine endogène : synthétisé au niveau du foie, l'intestin, les surrénales, les ovaires, la peau et le système nerveux.

Westwood (2002) estime que sa concentration plasmatique est un paramètre intéressant à plus d'un titre. Il est le principal précurseur des hormones stéroïdes, de plus il reflète l'équilibre énergétique. Sa variation semble donc liée au fonctionnement du foie et du système reproductif.

La cholestérolémie commence à diminuer un mois avant vêlage, et ce, jusqu'à 4 jours postpartum, puis elle augmente au cours des 3 mois suivants. Dans le même sens, **Zhang (2002)** montre que jusqu'au jour qui précède le vêlage, sa concentration subit une diminution progressive puis une augmentation en pic le jour du vêlage.

D'après **Ruegg et al (1992)**, la cholestérolémie est positivement corrélée à la production laitière au cours des 100 premiers jours de lactation, elle augmente significativement pendant le premier tiers de la lactation de plus de 20 à 25 % parallèlement à la quantité de lait produite.

Reist et al (2002) trouvent que la concentration en cholestérol est positivement corrélée à la balance énergétique. Son augmentation est plus importante chez les vaches en bilan énergétique positif que chez les vaches en bilan négatif (**Beam et Butler, 1997**). En revanche, **Bjerre-Harpøth et al (2012)** montrent que suite à une restriction énergétique, le taux de cholestérol augmente quel que soit le stade de lactation et pourrait être un indicateur utile du déficit énergétique à tout moment de la lactation.

Selon **Brugere–Picoux (1995)** cité par **Poncet (2002)**, les valeurs sanguines usuelles sont de 80-130 mg/dl (1,3-3,8 mmol/l) pour le cholestérol total, 22-52 mg/dl (0,57-1,3 mmol/l) pour le cholestérol libre, 58-88 mg/dl (1,5-2,3 mmol/l) pour le cholestérol estérifié.

1.4.4.2. Les acides gras non estérifiés (AGNE)

La concentration plasmatique en AGNE est soumise à de nombreux facteurs de variation (**Schelcher et al, 1995**) : rythme circadien, stress, prise alimentaire. Elle est considérée comme un bon indicateur de l'accumulation des triglycérides dans le foie. Son dosage permet d'évaluer le statut énergétique de la vache et ainsi de vérifier l'existence d'une balance énergétique négative, notamment dans les 2 dernières semaines de gestation (**Duffield et al, 2011**).

La diminution de l'appétit autour du vêlage conduit à la réduction de l'apport alimentaire. De plus, durant cette période, le taux du glucose sanguin diminue alors que les besoins énergétiques sont très importants pour la mise en place de la lactation, cela aboutit à une mobilisation des réserves lipidiques afin d'obtenir une source d'énergie additionnelle. Cette mobilisation des acides gras se traduit par une série de réactions biochimiques qui aboutissent à la libération du glycérol et des acides gras non estérifiés (AGNE) dans la circulation sanguine (**Goff et al, 2002**).

La concentration d'AGNE circulant reflète le niveau d'adaptation à un bilan énergétique négatif en évaluant l'amplitude de la mobilisation des tissus gras de réserve (**Duffield et al, 2011**) ; une concentration élevée reflète une lipomobilisation importante et supérieure aux capacités d'utilisation hépatique.

Selon l'étude de **Guo et al (2007)**, les variations en AGNE sont semblables chaque jour au cours des deux dernières semaines avant vêlage et ce jusqu'au 2^{ème} jour après vêlage (figure 6). La concentration sanguine en AGNE diminue ensuite pendant les 15 premiers jours postpartum pour se stabiliser à partir du moment où le bilan énergétique se positive et rester à un seuil plus bas qu'avant vêlage (110-120 µmol/l).

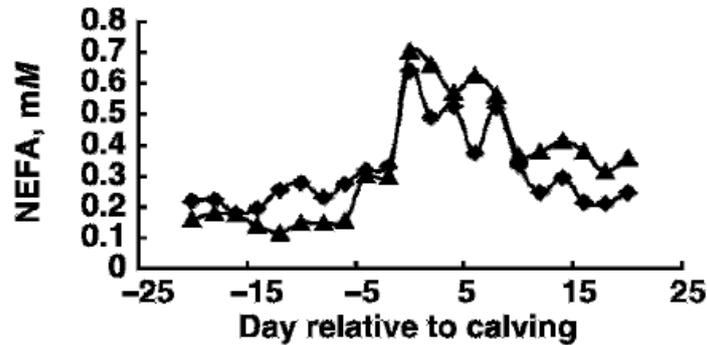


Figure 6. Evolution de la concentration en AGNE (NEFA) sanguins en prépartum et postpartum (en jour)
(Losange = lot témoin, Triangle = lot avec ration alimentaire de transition) (Guo et al, 2007)

Richard (2014) rapporte que chez les vaches tarées, avant le vêlage, le dosage des AGNE sanguins est le seul test indiqué pour évaluer le risque de cétose. Une augmentation des AGNE (un taux supérieur ou égal à la valeur seuil de 0,3mmol/L) à 10 jours avant vêlage, met en évidence une lipomobilisation excessive et l'on peut prédire à un risque de cétose postpartum.

1.4.5. Les corps cétoniques (β -hydroxybutyrate)

Les corps cétoniques sont représentés par 3 métabolites : l'acétone, l'acétylacétate et le Béta-hydroxybutyrate (BHB) (**Brugere-Picoux, 1995**). Ils sont produits en majorité dans le foie et le rein à partir de l'acétylCoA, produit résultant de la dégradation des AGNE, mais aussi par l'épithélium du rumen à partir de l'acétate (C2) et surtout du butyrate (C4) au cours de leur absorption.

La régulation du taux de corps cétoniques dans le sang est liée au taux d'AGNE. Ainsi une augmentation du taux d'AGNE aura pour conséquence d'orienter le métabolisme de l'acétylCoA vers la production de corps cétoniques, d'autant plus que le taux de glucose disponible sera faible.

D'après **Duffield et al (2009)**, le BHB est un métabolite intéressant à doser vu qu'il est lié à la mobilisation du tissu gras reflétant ainsi le niveau d'adaptation à un bilan énergétique négatif en évaluant la qualité de l'oxydation des acides gras dans le foie. Sa concentration sanguine est un bio marqueur du risque de cétose et du déficit énergétique en début de lactation (**Richard, 2014**). L'augmentation du BHB dans le sang fait suite à l'augmentation des AGNE (figure 7).

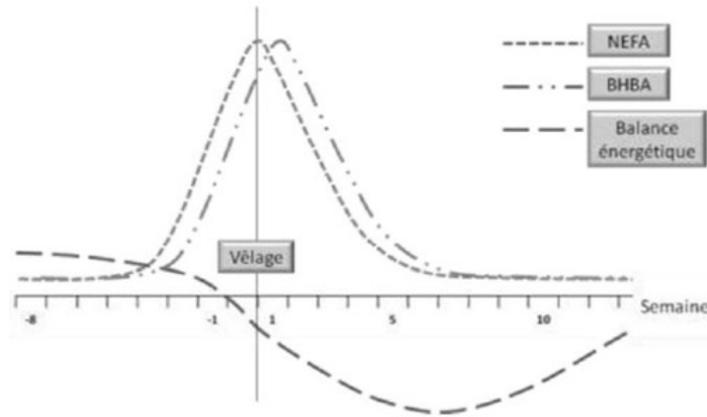


Figure 7. Cinétique des AGNE (NEFA) et du BHB lors du péripartum chez la vache laitière (Staubenfiel et Spieser, 2012).

En revanche, à l'inverse des AGNE, le BHB est un paramètre à n'utiliser qu'en post-partum (Duffield et al, 2011). Les concentrations en BHB augmentent en début de lactation, lorsque le bilan énergétique est négatif, par rapport au milieu et fin de lactation, comme le montre la Figure 8.

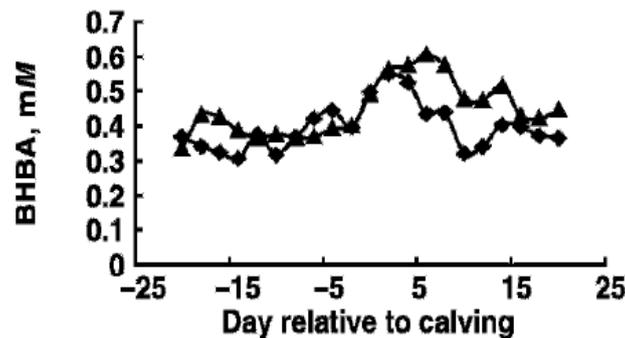


Figure 8. Evolution de la concentration en BHB sanguin en prepartum et postpartum (en jour) (Losange = lot témoin, Triangle = lot avec ration alimentaire de transition) (Guo et al, 2007).

La valeur limite du β -hydroxybutyrate est de 1400 $\mu\text{mol/L}$ (Voyvoda et Erdogan, 2010) à l'échelle du troupeau et 1200 $\mu\text{mol/L}$ à l'échelle individuelle, elle ne doit pas dépasser 2600 $\mu\text{mol/L}$, seuil à partir duquel la vache développe une acétonémie clinique. Cette dernière survient principalement dans les 2 premiers mois de lactation avec une prévalence accrue lors du pic de lactation (Duffield et Herdt, 2000).

Chapitre 2 : Alimentation et troubles métaboliques au péripartum

2.1. Les troubles liés au métabolisme énergétique

2.1.1. L'acidose ruminale

Le postpartum est une période prédisposant au déclenchement d'une acidose ruminale. Durant cette période, les éleveurs ont tendance à apporter de grandes quantités d'aliments concentrés riches en glucides fermentescibles pour tenter de combler le déficit énergétique provoqué par le démarrage de la production laitière et le manque d'appétit de l'animal, ce qui va être à l'origine d'une accumulation d'acide lactique dans le rumen entraînant une chute du pH ruminal et donc une acidémie (**Ferrouillet et Carrier, 2004**).

Une insuffisance en fourrage grossier et un changement brusque de régime alimentaire peuvent favoriser également une acidose lactique (**Varga et al, 1998**). S'il n'y a pas eu de transition alimentaire avant le vêlage (passage d'une ration peu appétente pendant le tarissement à une ration appétente en début de lactation), le rumen est immature (villosités non adaptées à une ration trop concentrée) et les acides gras volatils vont s'accumuler dans le rumen suite à un défaut d'absorption.

D'après **Gadoud et Joseph (1992)**, la maladie s'installe lorsque les vaches consomment de manière excessive une ration riche en glucides solubles et amidon (céréales, betteraves, mélasse) et pauvre en cellulose brute et en fibres. Ces éléments sont rapidement dégradables en acide lactique dans le rumen. Ainsi, une ration avec un rapport amidon+sucre/cellulose supérieur à 1,5 présente un risque élevé d'acidose pour la vache (**Brugere-Picoux et Brugere, 1987**).

Un régime alimentaire riche en concentrés et faible en fourrages grossiers réduit la production de salive. Ainsi, les acides issus des fermentations ne sont pas neutralisés par les substances tampon de la salive ce qui fait diminuer rapidement le pH ruminal. La population microbienne change alors dès que le pH est inférieur à 6, il y a disparition des protozoaires, ralentissement des bactéries cellulolytiques, accroissement des bactéries amylolytiques et des lactobacilles, ce qui favorise la synthèse de propionate par l'acétate et la baisse du pH. Lorsque le pH atteint 5,5, seuls les lactobacilles résistent et continuent de synthétiser de l'acide lactique qui a un pouvoir acidifiant plus fort que les autres AGV. Le pH continue alors de baisser. L'acidose du rumen conduit à une acidose sanguine par absorption de l'acide lactique (**Wolter, 1997**).

Selon les données bibliographiques de **Nocek (1997)** et **Owens et al (1998)**, les principaux signes et conséquences de ce désordre métabolique sont :

- des symptômes digestifs : Diarrhées par épisodes, ulcérations digestives, arrêt de la motricité ruminale avec risque de météorisation, hyperkératose,
- Boiteries dues à des fourbures.
- Diminution de la production laitière et baisse du TB (sauf si la ration fournit du butyrate).

2.1.2. L'acétonémie

L'acétonémie ou cétose est une maladie métabolique due à un déséquilibre du métabolisme énergétique (glucides et lipides). Le déficit important en énergie et en particulier en glucose provoque une mobilisation intense des réserves lipidiques et une production massive de corps cétoniques (**Bareille et Bareille, 1995**).

Cette maladie apparaît le plus souvent entre la 1^{ère} et la 6^{ème} semaine de lactation, préférentiellement chez les vaches à fortes production laitière (**Doumalin, 2000**) qui arrivent grasses au vêlage suite à une mauvaise gestion du tarissement (**Meurant, 2004**).

L'apparition de la cétose est étroitement liée à la conduite alimentaire. En effet, la sous nutrition est le principal facteur à l'origine de l'acétonémie en péripartum. D'après **Eddy (2004)**, la période suivant le part est une période de fragilité vis-à-vis de la sous nutrition et donc de déficit énergétique. La cétose peut être donc primaire lorsque les apports alimentaires sont insuffisants ou secondaire à une maladie responsable d'une anorexie.

Initialement, l'acétonémie est provoquée par un déficit en glucose et en précurseurs de glucose, causé par l'exportation de lactose en début la lactation (**Doreau et al, 2001**), mais c'est la non disponibilité en acide oxaloacétique pour une oxydation hépatique normale dans le cycle de Krebs qui entraîne une production anormale de corps cétoniques. Ces composés ont cependant un catabolisme peu élevé, ce qui provoque leur accumulation dans le sang, accompagnée d'une hypoglycémie à l'origine d'une chute de la production lactée (**Brugere-Picoux et Brugere, 1987**).

Le pronostic médical pour les cétozes primitives hypoglycémiques est généralement favorable puisque l'évolution se fait en général vers la guérison dans 80 à 90% des cas en deux à quinze jours suite à la réduction de la production laitière, donc des pertes en glucose (**Aubadie-Ladrix, 2005**). Cependant, beaucoup d'études ont montré que l'état de cétose est un facteur de risque pour d'autres maladies du postpartum, comme les mammites, le

déplacement de la caillette, l'acidose... car elle a entre autre une incidence sur les fonctions immunitaires de l'animal qu'elle déprime. Il est toutefois difficile de définir si ces pathologies sont une cause ou une conséquence de l'état de cétose (**Bencharif et Teinturier, 2005**).

Cliniquement, on oppose la cétose clinique et la cétose subclinique, mais elles ont toutes les deux des conséquences majeurs sur la production laitière, la fertilité et le développement d'autres maladies du péripartum (**Bareille et Bareille, 1995**) qui font que la cétose est une maladie à impact économique important.

2.1.3. La stéatose hépatique

Cette affection est due à une déviation du métabolisme énergétique en particulier de la composante lipidique (**Schouvert, 2000**). Elle est rencontrée durant le péripartum, une période où les vaches laitières présentent une baisse de l'ingestion alors que les besoins nutritifs pour la production de lait sont trop importants, les femelles bovines sont donc sujettes à un bilan énergétique négatif inévitable. La carence en énergie provoque la mobilisation des réserves énergétiques de l'animal et donc la lipolyse des réserves adipeuses. Cette mobilisation dépasse largement les besoins énergétiques de l'animal. Il y a donc une accumulation d'acides gras non estérifiés dans le sang qui vont être captés par le foie.

L'importance de l'infiltration graisseuse du foie est proportionnelle à l'importance de la lipolyse (**Bobe et al, 2004**). Cette dernière est plus marquée chez les vaches à haute production laitière, les femelles ayant un état d'engraissement élevé au vêlage car n'ayant pas eu de restriction alimentaire au tarissement (**Schouvert, 2000**), mais aussi chez les génisses ayant eu une alimentation trop énergétique 6 à 12 mois avant la mise bas (**Arzul et Enjalbert, 2006**).

Lorsque ce phénomène physiologique est plus intense, il peut être à l'origine d'une immunosuppression et donc d'une fragilité croissante vis-à-vis des affections du péripartum (**Durand et al, 1995**).

2.2. Les troubles liés au métabolisme azoté

2.2.1. Carence en azote

Lorsque les apports azotés de la ration sont insuffisants (taux en MAT inférieur à 13% de la MS), la digestion ruminale diminue en raison de la baisse de l'activité cellulolytique de la microflore ruminale. En effet, les microorganismes du rumen n'ayant qu'une faible quantité d'azote à leur disposition, ils dégradent avec difficultés les fourrages, ce qui provoque une

baisse de l'ingestion suite à l'augmentation de l'encombrement, conduisant ainsi à la diminution de la valeur énergétique de la ration (**Verite et Peyraud, 1988**).

Cet appétit médiocre aura comme conséquence une sous-production, un amaigrissement, une chute du TP (**Rychembush, 2000**) et un risque accru de cétose et d'infertilité (**Wolter, 1997**).

2.2.2. Excès d'azote

Un excès ou une mauvaise répartition des apports d'azote rapidement dégradable, associé à un manque d'énergie fermentescible conduit à une accumulation d'ammoniac dans le rumen d'où une alcalose suite à l'augmentation du pH ruminal (au-dessus de 7,2), diminution de l'activité de la flore, réduction de l'appétit, et développement d'une flore pathogène du type *Clostridium* (**Baudet, 1994**).

Cette intoxication ammoniacale est rencontrée lors de consommation de ration caractérisée par un excès en PDIN rencontrée lors d'ingestion en quantité importante d'herbe jeune, d'urée, de luzerne et leurs ensilages, choux et colza ; mais également avec des rations présentant un déficit en PDIE (insuffisance de glucides fermentescibles en cas d'absence de céréales par exemple) ou lors d'une insuffisance de transition (**Wolter, 1997**).

D'après **Enjalbert (1996)**, l'alcalose dans sa forme chronique est un facteur prédisposant de la fièvre du lait et des troubles majeurs de la reproduction et d'immunité (mammites, métrites).

2.3. Les troubles liés au métabolisme des minéraux

2.3.1. La fièvre de lait ou hypocalcémie puerpérale

La fièvre de lait appelée également hypocalcémie vitulaire est une maladie métabolique des vaches laitières caractérisée par une chute brutale de la calcémie autour de la période du vêlage. Son incidence augmente avec le niveau de productivité. Elle est liée à la forte demande en calcium à l'entrée de la lactation. En effet, au moment du vêlage, la concentration du lait et du colostrum en calcium est très importante (1,1 g/l et 1,7 à 2,3 g/l respectivement), l'exportation calcique vers le veau passe de 4 à 5 g par jour en fin de gestation à 35 g par jour au démarrage de la lactation. Cette hypocalcémie physiologique s'accroît chez les vaches à risque chez lesquelles les mécanismes de régulation ne se mettent en place que tardivement, dans des délais allant de 24 à 48 heures ; ils ne sont donc pas suffisamment rapides pour contrecarrer les effets de l'hypocalcémie naturelle créée par la lactation (**Schelcher et al, 2002a**).

Le facteur alimentaire joue un rôle important dans l'apparition de la fièvre de lait. En effet, une distribution alimentaire de calcium trop élevée par rapport aux besoins pendant le tarissement induit une forte incidence de cette maladie. Un taux élevé en calcium durant cette période stimule les hormones de régulation de la calcémie dans le sens de la mise en réserve au niveau osseux. La calcitonine inhibe la résorption osseuse de façon chronique. Ainsi, au vêlage, l'environnement hormonal est inadéquat pour une mobilisation rapide du calcium **(Meschy, 1995)**.

D'un autre côté, le caractère acido-basique de la ration influence l'équilibre ionique de l'animal et donc du pH sanguin. Lors d'une alcalose métabolique par exemple liée à des apports déséquilibrés en faveur des cations forts (sodium et surtout potassium) il y a une baisse de la sensibilité des récepteurs osseux à la parathormone, ce qui crée un environnement défavorable à une réponse d'adaptation rapide de la calcémie **(Salat, 2005)**.

2.3.2. La tétanie d'herbage par hypomagnésémie

La tétanie d'herbage ou de lactation est une affection d'origine nutritionnelle rencontrée chez les vaches laitières en début de lactation lors de la mise à l'herbe au printemps **(Thebault, 2004)**. Cette maladie est due à une chute brutale de la concentration du magnésium dans le liquide céphalo-rachidien et donc dans le sang. Elle est caractérisée par un état d'excitabilité neuromusculaire, avec des signes nerveux de type convulsifs **(Brugere-Picoux et Brugere, 1995)**.

Cette hypomagnésémie n'est pas due à une carence de la ration mais plutôt à un défaut d'absorption intestinale du magnésium de l'herbe jeune, accompagné d'une mauvaise utilisation des réserves corporelles en cet élément minéral. Ajoutant à ça, l'augmentation des besoins en magnésium suite à la hausse de la production laitière **(Schelcher, 2002b)**.

En effet, l'herbe jeune de pâturage est peu énergétique, pauvre en matière sèche, magnésium et sodium, mais riche en azote et en potassium **(Eddy, 2004)**. L'ingestion importante de cet herbe entraîne un excès de ces deux derniers éléments provoquant ainsi une alcalose ruminale associée à une carence en glucides fermentescibles ce qui est responsable d'une mauvaise assimilation digestive du magnésium. De plus, la lipolyse intense en début de lactation qui fait suite au déficit énergétique provoque la captation du magnésium circulant par les mécanismes de mobilisation des réserves lipidiques entraînant donc une hypomagnésémie **(Juliette et al, 2007)**.

Chapitre 3 : Les facteurs alimentaires influençant la production et la reproduction des vaches laitières

3.1. Impact de l'alimentation sur la production laitière

3.1.1. Effet du rapport fourrage/concentré

Le rapport fourrage/concentré qui détermine la teneur en fibre et en glucide cytoplasmiques de la ration a un effet considérable sur la composition du lait. Selon **Araba (2009)**, ce rapport est un important facteur de variation de la teneur en matière grasse du lait. **Sutton (1989)** affirme que la diminution de ce rapport cause une chute du taux butyreux. En revanche, ce dernier reste relativement stable jusqu'à ce que la proportion de fourrages chute à moins de 50%. D'après **Hoden et Coulon (1991)**, la diminution du TB peut varier de 3 à 10 g/kg de lait lorsque les proportions d'aliments concentrés sont trop importantes (40 à 65 %), mais cela dépend aussi du type d'aliments complémentaires et/ou la nature du fourrage utilisé. Ce phénomène peut être attribué à la dilution de la matière grasse du lait occasionnée par une hausse de la production laitière permise par les hauts niveaux d'apports énergétiques.

Simultanément, le TP est généralement amélioré avec des rations contenant des proportions élevées de concentré mais avec une amplitude de variation plus faible (3 à 4 fois moins), en raison le plus souvent de l'augmentation du niveau énergétique de la ration (**Araba, 2009**).

3.1.2. Effet de l'apport énergétique et azoté de la ration

Des rations avec des apports énergétiques importants provoquent la diminution du TB (**Sauvant et al, 2005**), à l'inverse, elles entraînent une augmentation du TP du lait (**Coulon et al, 1998**). En revanche, suite à une restriction énergétique en milieu et fin de lactation, le TP reste inchangé tant que les besoins azotés sont couverts. Simultanément, la production laitière diminue fortement (-31%) et le TB augmente de 9,6 g/l (**Bocquier et Caja, 2001**).

L'apport de protéines dans la ration n'a pas d'effets très significatifs sur le taux protéique, mais il entraîne une augmentation des quantités de lait et des protéines secrétées (**Sutton, 1989**). Toutefois, une ration riche en protéines brutes (17 % ou plus) peut entraîner des laits contenant des quantités importantes d'urée. Ce taux d'urée du lait est très corrélé à celui du sang de la vache et peut être utilisé comme indicateur d'une suralimentation azotée (**Araba, 2009**). Le même auteur rapporte que l'amélioration du profil en acides aminés limitant, en particulier en méthionine et en lysine digestible dans l'intestin, permet

d'augmenter la teneur du lait en protéines et en caséines sans avoir d'effet significatif sur le volume de lait produit ou sur le taux butyreux.

3.1.3. Effet de la supplémentation en matières grasses

La supplémentation en matières grasses (MG) est utilisée pour augmenter la densité énergétique des rations, en particulier en début de lactation afin de réduire éventuellement l'intensité du déficit énergétique durant cette période. Cet apport constitue le moyen le plus rapide pour modifier le TB et pour moduler la composition des AG du lait (Schmidely et Sauvart, 2001).

Selon Jarrige (1988), l'addition de graines oléagineuses à raison de 2 à 5% dans des rations pauvres en MG peut améliorer le TB de 1 à 2 g/kg de lait. Cependant, d'après Doreau et Chilliard (1991), la supplémentation en lipides entraîne presque toujours une diminution du taux protéique même lorsqu'ils sont protégés (tableau 1); celle-ci est cependant moins marquée en début qu'en milieu de lactation.

Tableau 1. Effet du supplément lipidique sur la production et composition du lait de vache (effet exprimé par différence avec le lot témoin) (Chilliard et al, 2001).

Lipides alimentaires	Nombre de lots supplémentés	Quantité de lipides alimentaires (g)	Production laitière (kg/j)	TP (g/kg)	TB (g/kg)
Matière grasse animal (MGA)	22	688	+ 0,5	-0,6**	- 1,4
MGA encapsulées	26	941	+1,0*	-1,8**	+4,0**
Acide gras saturés	10	644	+1,7**	-0,6*	+0,5
Savon de Calcium d'huile de palme	29	598	+0,9**	-1,2**	+0,4
Huiles végétales	8	573	-0,6	-0,9	-2,8
Graines oléagineuses	34	538	+0,3	-0,4**	-0,9
Huiles végétales encapsulées	26	693	0,0	-0,8	+6,4**
Huiles marines	27	305	+0,2	-1,2**	-9,6**

*ou** écart significativement différent ($p < 0,05$ ou $p < 0,01$)

Lorsque différents types de matières grasses sont comparés, le taux butyreux est plus élevé avec les matières grasses pauvres en acides gras polyinsaturés qu'avec celles qui en sont riches (Araba, 2009).

3.1.4. Effet du mode de présentation physique des aliments

Des études ont montré une corrélation positive entre l'indice de fibrosité d'une ration (temps de mastication et de rumination) et le taux butyreux. Le hachage fin des fourrages conduit à une diminution du TB (tableau 2) comme dans le cas des régimes riches en aliments concentrés (**Araba, 2009**), alors que le taux protéique reste pratiquement inchangé. En effet, la durée de mastication est réduite, la rumination diminue réduisant ainsi la production de salive. Le pH ruminal se trouve donc diminuer ce qui se répercute sur les fermentations microbiennes qui favoriseront la production d'acide propionique au dépend des autres acides gras volatiles, surtout l'acide acétique, principal précurseur de la synthèse des acides gras du lait (**Sauvant et al, 2005**).

Tableau 2. Effet de la finesse de hachage d'une ration (55% de foin de luzerne 45% de concentré) sur les performances laitières des vaches (**Grant et al, 1990**).

Hachage	Fin	Grossier
Lait (kg/j)	28,3	28
Taux butyreux (g/kg)	29	37
Taux protéique (g/kg)	30	31
Quantités ingérées (kg MS/j)	23	22,4

3.1.5. Effet de la nature des aliments

Les fourrages contribuent dans l'augmentation des acides gras du lait grâce aux microorganismes qui fermentent la cellulose et l'hémicellulose en acétates et butyrates, précurseurs de la fabrication des matières grasses du lait.

Dans l'étude de **Elgersma et al (2004)**, le passage d'une alimentation à base d'herbe à une ration d'ensilage de maïs a fait augmenter le TB du lait de 43,7 g/kg à 54,9 g/kg dans un délai de deux semaines, de plus, la composition en acides gras du lait a changé de façon très nette : plus d'acides gras saturés par rapport aux acides gras insaturés. En effet, l'ensilage de maïs contient suffisamment de matières grasses (4% MS) ce qui favorise les fermentations butyriques et donne un lait riche en matières grasses.

Selon **Hoden (1987)**, l'association de betteraves fourragères à raison de 20 kg jour avec des rations mixte d'ensilage de maïs et de trèfle violet a permis d'améliorer la production de lait (+2kg/j) ainsi que la composition du lait en taux butyreux (+2g/kg) et en taux protéique (+1g/kg). Ces effets positifs sont probablement attribués aux modifications d'orientation des fermentations dans le rumen concernant le taux butyreux et au meilleur niveau d'apport énergétique pour la synthèse des protéines.

D'un autre côté, les aliments concentrés, du fait de leur densité énergétique et des constituants qui les composent (amidon, parois digestibles), peuvent modifier les taux butyreux et protéique du lait. En effet, si la quantité d'amidon consommée est élevée, la fermentation au niveau du rumen donne lieu à des déviations de fermentation importantes vers des propionates, ce qui se répercute positivement sur le taux protéique mais négativement sur le taux butyreux.

Sutton (1989) explique que lorsque les concentrés sont basés sur l'orge (moulue ou laminée) ou sur le maïs, la chute du taux butyreux est rapide et souvent brusque.

3.2. Impact de l'alimentation sur la reproduction

D'après **Serieys (1997)**, les déséquilibres nutritionnels peuvent avoir une répercussion immédiate, sur la fin de gestation, le vêlage ou le début de lactation, ou plus différée sur la période de mise à la reproduction

3.2.1. Effet des déséquilibres énergétiques

3.2.1.1. Excès en énergie

La suralimentation énergétique au tarissement constitue l'une des erreurs de rationnement les plus courantes. Elle résulte d'une préparation au vêlage trop longue, avec des aliments très énergétiques, distribués de façon trop libérale. L'engraissement excessif des vaches durant cette période est responsable de dystocies par excès de tissu adipeux dans la filière pelvienne (**Mpouam, 2007**). Ces dystocies favorisent la survenue de rétentions placentaires et les métrites qui diminuent le taux de réussite à l'insémination (**Barnouin et al, 1988**). De plus, un excès énergétique antepartum aggrave le déficit énergétique postpartum (**Holter et al, 1990**) se répercutant ainsi négativement sur les performances de reproduction (**Markusfeld et al, 1997**).

Pour ce qui est des excès énergétiques au postpartum, elles proviennent d'une ingestion trop importante et rapide de glucides très fermentescibles, distribués pour pallier au déficit énergétique postpartum. Cependant, ils sont à l'origine de crises aiguës d'acidose, au pronostic très variable. En revanche, **Paragon (1991)** rapporte qu'une suralimentation énergétique passagère (flushing) chez des femelles sous-alimentées avant la mise à la reproduction améliore le taux de réussite en insémination. D'autres auteurs associent par contre l'excès de concentrés énergétiques dans la ration après vêlage à une augmentation de la fréquence des kystes ovariens chez les génisses (**Dunne et al, 1999**).

3.2.1.2. Déficit en énergie

Il est rare d'observer un bilan énergétique négatif et un amaigrissement des vaches durant la période sèche puisque c'est la période où les animaux reconstituent habituellement leurs réserves pour la lactation suivante.

D'après **Markusfeld et al (1997)**, un déficit en énergie antepartum aggrave le déficit énergétique postpartum, le bilan énergétique postpartum sera négatif plus longtemps et de façon plus intense. Il est associé à un retard de la reprise de l'activité ovarienne, des mises bas lentes et difficiles, des rétentions placentaires, des métrites ou des boiteries (**Dunn et Moss, 1992**), un allongement des intervalles V-1ère ovulation, V-IA1 et V-IAF.

En début de lactation, le déficit énergétique chez la vache laitière est systématique et inévitable notamment dans les élevages où le niveau génétique des animaux est élevé (**Enjalbert, 1994**). Selon le même auteur, il tient physiologiquement à une capacité d'ingestion qui augmente beaucoup moins vite que les besoins, et à une aptitude des vaches à bon potentiel génétique à donner la priorité à la production laitière par rapport à leurs réserves corporelles.

Lorsque le déficit énergétique en début de lactation est exagéré, il peut être à l'origine d'un retard de reprise d'activité ovarienne, puis d'une faible fertilité. Les mécanismes d'action du déficit énergétique passent par une perturbation de la croissance folliculaire liée à des altérations précoces et/ou un défaut de stimulation hormonale, et une diminution de sécrétion d'œstrogènes et progestérone (**Enjalbert, 2007**).

Guerin (2014) rapporte que la principale conséquence du déficit énergétique est la diminution de l'intensité et de la fréquence de la sécrétion de LH et de FSH. La baisse de la sensibilité ovarienne à la stimulation par les gonadotrophines explique les retards de maturation folliculaire et d'ovulation qui sont responsables de l'allongement de la durée de l'anoestrus post-partum. Le faible développement folliculaire et la diminution de la concentration de LH perturbent la lutéinisation : le corps jaune synthétise donc moins de progestérone et il est davantage prédisposé à une lutéolyse précoce. La diminution de la sécrétion de progestérone est associée selon **Poncet (2002)** à une moindre qualité des ovocytes. Ce dernier auteur rapporte également que si le déficit énergétique est prolongé au-delà du 4^{ème} mois de lactation, il se répercute de manière négative sur le taux de réussite à l'insémination première et sur le délai de fécondation. Il sera même à l'origine d'avortements et de mortalités embryonnaires (**Mazicki, 2004**).

3.2.2. Effet des déséquilibres azotés

3.2.2.1. Excès en azote

L'excès d'azote dans la ration peut être recherché pour optimiser le pic de lactation (**Butler, 2000**). L'augmentation de la production laitière qui en résulte pourrait aggraver le déficit énergétique (**Enjalbert, 2003**). Selon **Bosio (2006)**, un excès d'azote dégradable provoque un déficit énergétique accru, en raison de la consommation d'énergie par le foie pour la transformation en urée de l'ammoniac absorbé par la muqueuse ruminale. En effet, un niveau protéique élevé entraîne une augmentation des concentrations plasmatiques en ammoniac, il en résulte une altération de l'environnement utérin par diminution du pH et modification des concentrations en ions (**Elrod et Butler, 1993**). Ceci est directement toxique pour l'embryon (d'où des "retours" tardifs) ou le fœtus (d'où des avortements) (**Wolter, 1997**), il diminue aussi les concentrations en progestérone et les défenses immunitaires, et favorise l'apparition de mammites et de métrites sources de mortalité embryonnaire et fœtale (**Poncet, 2002**).

D'après **Westwood et al (2002)**, les vaches nourries avec une ration à forte teneur en azote dégradable perdent davantage de poids en début de lactation, ont un TRIA1 plus faible et un intervalle V-IAF prolongé.

3.2.2.2. Déficit en azote

Les carences en azote sont rares et ne peuvent causer des troubles de la reproduction que lorsqu'elles sont fortes et prolongées (**Wolter, 1997**), entrant alors dans le cadre d'une sous-nutrition globale.

Une sous-alimentation azotée avant vêlage, ou en tout début de lactation, notamment en azote dégradable, compliqué ou non d'une carence énergétique, diminue la protéosynthèse microbienne ainsi que l'appétit des animaux, la digestibilité de la ration et l'efficacité de l'utilisation de l'énergie métabolisable. Cette moins bonne digestion ruminale peut conduire indirectement à un déficit énergétique (**Enjalbert, 1998**), pénalisant ainsi les performances globales de l'animal (production et reproduction) (**Beever, 2006**).

Selon **Paragon (1991)**, le premier œstrus et la 1^{ère} ovulation postpartum se trouvent retardées lorsqu'il y a un déficit protéique global, diminuant ainsi le taux de réussite à l'insémination.

Marie et al (1996), n'observent pas de relation entre les niveaux d'apports azotés et l'activité sexuelle postpartum, cependant ils rapportent que, les animaux dont le bilan azoté est moyen à

négatif (de 0 à -360 g PDIN/j) présentent des premières chaleurs plus tardives (42,7 vs 30,4 jours) que ceux dont le bilan azoté est supérieur à 250 g PDIN/j. De même, **Tillard et al (2007)** observent un allongement de l'intervalle V-IA1 lorsque l'urémie est faible (<4,5 mmol/l) avant vêlage.

3.2.3. Effet des déséquilibres en minéraux majeurs

3.2.3.1. Calcium

En période de vêlage, les vaches laitières multipares présentent fréquemment une baisse de la calcémie liée à la forte demande en calcium pour la synthèse de colostrum. Cette hypocalcémie est souvent associée à la rétention placentaire, au retard d'involution utérine, et aux métrites (**Serieys, 1997**). Selon **Enjalbert (1994)**, des apports importants en calcium en début de lactation, associés à de la vitamine D, permettent d'accroître l'involution utérine et la reprise des cycles ovariens.

Il est toutefois difficile de conclure sur l'influence réelle des épisodes d'hypocalcémie puerpérale sur le retard d'involution utérine et donc sur le retard à la fécondation. Les vaches sujettes à cette pathologie métabolique présentant une production laitière supérieure et donc vraisemblablement un déficit énergétique plus prononcé (**Kamgarpour et al, 1999**).

3.2.3.2. Phosphore

Les carences en phosphore sont classiquement invoquées lors de troubles de la fertilité chez les vaches laitières. Lorsque le déficit phosphorique excède 50 % des besoins, une augmentation de la fréquence des repeat-breeding, des kystes ovariens, et d'anoestrus est observée (**Bosio, 2006**).

Martinez et al (2012) l'associe aussi à une diminution du taux de fécondité et de la production laitière, de l'activité ovarienne, à des cycles irréguliers mais aussi à un retard de la maturité sexuelle et à de faibles taux de conception.

3.2.3.3. Magnésium

Les carences en magnésium sont à l'origine d'un retard de l'involution utérine, de l'augmentation du risque d'apparition de métrite (**Bosio, 2006**) et d'un retard à un retour à une cyclicité ovarienne normale (**Paragon, 1991**).

3.2.4. Effet des déséquilibres en oligoéléments

3.2.4.1. Sélénium

Le statut du sélénium des vaches affecte directement la santé de leurs veaux (**Rukkwamsuk, 2011**). Le sélénium joue un rôle sur le maintien de la gestation et une forte carence entraînerait une augmentation du pourcentage de vaches à plus de trois inséminations artificielles, voire même un taux de gestation inférieur à 90% (**Callejas, 2009**).

La carence en sélénium est associée à des ovaires kystiques chez les vaches laitières (**Rukkwamsuk, 2011**), dans certains cas à des mortalités embryonnaires voire des avortements ou des mises bas prématurées (**Brulle, 2008**). Le même auteur signale également que la carence en Sélénium est associée à une fréquence élevée de rétentions placentaires.

3.2.4.2. Iode

Selon **Enjalbert (2005)**, la principale manifestation d'une carence en iode chez la vache adulte est l'altération des performances de reproduction. Il y a alors un retard de maturité sexuelle chez la génisse et des cycles irréguliers. De même, elle entraîne une diminution de la sécrétion d'œstradiol, ce qui empêche une ovulation et donc retarde la reprise de l'activité ovarienne postpartum.

La carence en iode, par le biais d'un dysfonctionnement thyroïdien, peut engendrer de sérieux troubles de la reproduction allant de la résorption embryonnaire (mortalité embryonnaire précoce) à l'avortement au sens strict (avortement ou naissance de veaux non viables décédant dans les 48 heures suivant leur mise bas) (**Chabanas, 2005**).

3.2.4.3. Cuivre

La reproduction peut être altérée lors de carence en Cuivre. Des chaleurs silencieuses, discrètes ou retardées, des taux de réussite en insémination artificielle faibles, des résorptions fœtales sont autant de signes d'appel (**Brulle, 2008**).

3.2.4.4. Cobalt

D'après **Velladurai et al (2016)**, la carence en cobalt est associée à une augmentation de l'incidence de la chaleur silencieuse, des ovaires non fonctionnels, du retard dans l'apparition de la puberté, de la diminution du taux de conception, de l'avortement et de l'involution utérine retardée.

3.2.5. Effet des déséquilibres en vitamines

3.2.5.1. Vitamine A

La carence en vitamine A est très longue à s'installer du fait de l'existence de stocks hépatiques qui peuvent être importants. Le défaut en cette vitamine doit être durable pour induire des troubles de la reproduction. L'avitaminose A est responsable d'une kératinisation de l'épithélium des voies génitales d'où l'augmentation des risques d'infections et des troubles de la nidation à l'origine de mortalité embryonnaire et d'avortements précoces **(Brisson, 2003)**.

Selon **Akar et Gazioglu (2006)**, la carence en vitamine A, augmente le risque des rétentions placentaires, des avortements et des métrites. Cependant, le cycle œstrale reste normal mais les chaleurs sont discrètes **(Enjalbert, 1994)**.

3.2.5.2. Vitamine E

Une carence en vitamine E peut être un facteur favorisant des rétentions placentaires et des métrites **(Poncet, 2002)**. Elle conduit aussi à de la mortalité fœtale, et à une dégénérescence du système vasculaire embryonnaire **(Guelou, 2010)**.

L'administration de la vitamine E associée à du sélénium en fin de gestation a un effet positif pour la prévalence des rétentions placentaires **(Seymour, 2001)**, de même que pour la prévention des métrites **(Bulvestre, 2007)**.

Chapitre 4 : Elevage bovin, ressources et productions fourragères en Algérie

4.1. Situation de l'élevage bovin

4.1.1. Evolution du cheptel bovin national

Le cheptel bovin national est passé de 865 700 têtes durant la période 1968 -1970 à 1 487 000 têtes entre 1983 -1985 (Yakhlef, 1989). Durant ces dernières années, le cheptel n'a pas connu la même croissance rapide comparativement aux années soixante-dix et quatre-vingt ; en effet, l'évolution du nombre des effectifs bovins après 1999 a été marquée par des fluctuations d'une année à une autre. Après une régression enregistrée entre 2000 et 2003 en raison de la interdiction des importations à cause des épidémies qui ont frappé le cheptel européen, principale source d'approvisionnement, la taille du cheptel national a connu une légère stabilité entre 2004 et 2006 pour s'accroître progressivement à partir de l'année 2007 atteignant un effectif total de 2 149 549 durant l'année 2015 dont 1 107 800 vaches laitières (tableau 3). Il faut toutefois préciser que cette progression des effectifs, notamment à partir de 1980, est surtout due à l'importation par l'état de vaches laitières à hauts rendements.

Tableau 3. Evolution des effectifs du cheptel bovin en Algérie (2000-2015) (MADR, 2016)

Unité : milliers de tête

Année	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Effectif bovin total	1595	1613	1551	1560	1613	1586	1607	1633	1640	1682	1747	1790	1843	1909	2049	2149
Effectif vaches laitières	997	1008	892	833	844	828	847	859	860	882	915	940	966	1008	1072	1107

4.1.2. La composition raciale du cheptel

4.1.2.1. Le Bovin Laitier Local « BLL »

Il est représenté par la race Brune de l'Atlas, cette dernière est subdivisée en quatre rameaux qui se différencient nettement du point de vue phénotypique : la Guélmoise, la Cheurfâ, la Sétifienne et la Chélifienne (Gredaal, 2002).

D'après Hamadache (2016), c'est une race peu productive, disponible surtout dans les régions montagneuses et prisée notamment pour sa rusticité. Sa production laitière se situe entre 4 à 5 litres/vache/jour pour une durée de lactation de 175 jours (Kerkatou, 1989).

4.1.2.2. Le Bovin Laitier Amélioré « BLA »

Ce cheptel que l'on désigne sous le vocable de Bovin Local Amélioré (BLA), recouvre les divers peuplements bovins, issus de multiples croisements entre la race locale Brune de l'Atlas et ses variantes, et les diverses races importées. Le BLA est localisé dans les zones montagneuses et forestières. Son alimentation est constituée par le pâturage d'herbe de prairies avec un complément de paille.

Selon les données du **MADR (2016)**, l'effectif du bovin laitier local et amélioré (BLL + BLA) représente 69% du cheptel bovin laitier total.

4.1.2.3. Le Bovin Laitier Moderne « BLM »

Les Bovins Laitiers Modernes (BLM) sont constitués de races importées principalement des pays d'Europe, dont l'introduction avait débuté à l'époque coloniale (**Eddebbbarh, 1989**). Leur effectif durant l'année 2015 a atteint 346 657 vaches laitières (**MADR, 2016**), soit 31% de la taille du cheptel bovin laitier total.

Le potentiel génétique de ces animaux n'est pas toujours pleinement valorisé, en raison des conditions d'élevage et d'encadrement (**Ferrah, 2000**).

4.1.3. Répartition du cheptel bovin par zone agro écologique

L'élevage bovin est fortement présent dans la zone littorale et la zone tellienne du Nord (zone humide et subhumide) (tableau 4 et figure 9). En effet, plus de 70% du cheptel bovin national se trouve au niveau de cette zone (73,6% en 2015), où plus de la moitié de l'effectif (52%) est composée de vaches laitières dont le bovin laitier moderne représente 31%.

Cela s'explique par le fait que ces régions soient bien arrosées, ce qui permet d'avoir un bon affouragement.

La seconde zone où le cheptel est concentré, c'est au niveau des zones semi-arides avec 21,1 % du cheptel bovin national. Les vaches laitières dans cette zone représentent 21,6% de l'effectif bovin laitier total.

Durant ces dernières années, l'élevage bovin a connu une véritable dynamique de développement dans les régions sahariennes (Ghardaïa, Béchar, Adrar...). Ainsi, en l'espace de 10 ans, l'effectif bovin a doublé atteignant près de 9 500 têtes en 2015 dont 5 173 vaches laitières constituées majoritairement de races importées. Ceci est une répercussion positive du Plan National du Développement Agricole initié en 2000, à travers sa rubrique élevage bovin laitier qui a vu l'installation de fermes d'élevage spécialisées de type intensif. Cependant, ce

système inédit fait face à de multiples obstacles au niveau de ces régions qui, bien que surmontables, constituent un frein quant à la réalisation de performances zootechniques (Senoussi et al, 2010).

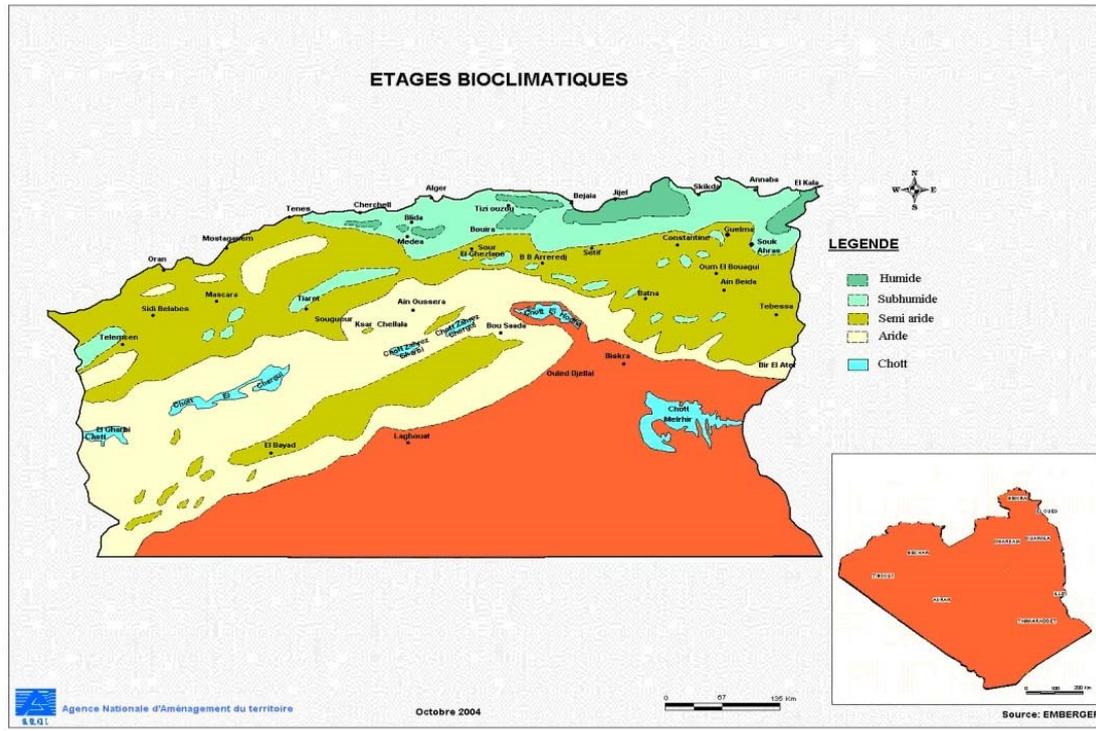


Figure 9. Carte bioclimatique de l'Algérie (Nedjraoui et Bedrani, 2008).

Tableau 4. Répartition du cheptel bovin national selon les zones agro écologiques

Zones agro écologiques	Effectif bovin total par zone (têtes) (en %)	Effectif et pourcentage des vaches laitières par zone selon la composition raciale		
		BLM	BLA+BLL	TOTAL
Zone humide	610 574 (28,4%)	73 146 (21,1%)	228 897 (30,1%)	302 043 (27,3%)
Zone subhumide	971 643 (45,2%)	180 242 (52%)	335 651 (44,1%)	515 893 (46,6%)
Zone semi-aride	453 613 (21,1%)	81 313 (23,5%)	157 574 (20,7%)	238 887 (21,6%)
Zone aride	104 263 (4,9%)	8 521 (2,5%)	37 283 (4,9%)	45 804 (4,1%)
Zone désertique	9 456 (0,4%)	3 435 (1%)	1 738 (0,2%)	5 173 (0,5%)
Effectif total	2 149 549	346 657	761 143	1 107 800

Calculé à partir des données du MADR (2016)

4.1.4. Systèmes d'élevages

4.1.4.1. Le système extensif

En Algérie, ce type de système domine ; le cheptel est localisé dans des zones peu favorisées avec un faible couvert végétal, à savoir les zones steppiques, les parcours sahariens et les zones montagneuses (**Adamou et al, 2005**). Le système extensif concerne les races locales et les races croisées, il est orienté vers la production de viande (78% de la production nationale) (**Hamadache, 2016**), mais il occupe également une place importante dans l'économie familiale et nationale où il assure 40% de la production nationale en lait frais (**Yakhlef, 1989**). L'alimentation des vaches, basée essentiellement sur du concentré et des fourrages fournis par le marché, y constitue une contrainte au développement de cet élevage.

4.1.4.2. Le système semi-intensif

Les exploitations ont en général une superficie limitée (moins de 5 ha) et ne produisent qu'une faible partie de l'alimentation nécessaire aux animaux. La taille des élevages ne dépasse pas les 10 vaches laitières dont les ressources génétiques sont croisées ou à haut potentiel avec une orientation mixte (lait et viande) (**ITELV, 2015**).

4.1.4.3. Le système intensif

Selon **Ferrah (2000)**, ce système orienté vers la production laitière est représenté par les exploitations privées ainsi que les EAI et les EAC (exploitations agricoles issues de la restructuration des anciennes fermes étatiques) dont les troupeaux sont constitués principalement de races améliorées. Ce type d'élevage est localisé essentiellement dans les zones à fort potentiel d'irrigation autour des villes de moyennes et de grande importance. Les étables comptent entre 15 à 50 vaches laitières modernes. Le coût de production reste cependant élevé, du fait de l'achat, à prix fort, de la majorité des aliments.

4.1.4.4. Le système hors sol

Ce type de système est rencontré essentiellement dans les zones littorales et périurbaines, il est composé de bovin moderne importé orienté principalement vers la production de lait, en revanche, la productivité des élevages reste moyenne (3600 à 4000 litres) (**ITELV, 2015**). L'alimentation des troupeaux est exclusivement achetée, ce qui se répercute sur les coûts de production qui sont très élevés.

4.2. Les ressources et productions fourragères en Algérie

4.2.1. Constat sur la diversité des espèces fourragères et pastorales en Algérie

L'Algérie, par la diversité de ses milieux et de ses terroirs, constitue un immense réservoir de plantes divers, en particulier d'intérêt pastoral et fourrager.

La partie nord de l'Algérie à climat méditerranéen, est considérée comme un réservoir fourrager naturel. Les espèces spontanées apparentées à des espèces fourragères (graminées et légumineuses) généralement rencontrées comprennent la luzerne rampante, des médicago annuelles, du lupin, du trèfle blanc, du trèfle souterrain, du pois fourrager, des vesces, des graminées et divers autres espèces (**Lapeyronie, 1982**).

Malgré la diversité de ces ressources phylogénétiques surtout leur adaptation aux contraintes locales, ce patrimoine ne semble pas assez valorisée au niveau méditerranéen (**Abdelguerfi et Abdelguerfi-Laouar, 2004**).

Dans les régions arides et semi-arides, la végétation a un caractère essentiellement steppique. Selon **Nedjraoui (2001)**, la steppe algérienne est dominée par 4 grands types de formations :

- Les steppes à alfa (*Stipa tenacissima*).
- Les steppes à armoise blanche (*Artemisia herba-alba*).
- Les steppes à sparte (*Lygeum spartum*).
- Les steppes à remth (*Arthrophytum scoparium*).

Les espèces cultivées en Algérie sont peu diversifiées, elles ne dépassent pas les dizaines selon l'**INRAA (2006)**, alors que la flore renferme un immense potentiel d'espèces pouvant faire l'objet de culture ou d'introduction au niveau des jachères et/ou dans la réhabilitation des terres de parcours ou des zones dégradées.

Selon **Chehat (2001)**, la diversité des ressources fourragères n'est qu'apparente, la gamme des fourrages cultivées est très étroite : orge, vesce-avoine, trèfle d'Alexandrie, et très rarement triticales, sorgho ou betterave fourragère.

La fétuque, malgré son adaptabilité parfaite à nos conditions pédoclimatiques est inexploitée (**Abdelguerfi et Laouar, 2002**). Cette réduction du nombre d'espèces et de variétés exploitées en production fourragère est due selon **Abdelguerfi et Laouar (2003)**, aux faibles performances de l'organisation et des structures actuelles en matière de production, de multiplication, de vulgarisation et de commercialisation des semences fourragères locales.

4.2.2. Le potentiel fourrager en Algérie

D'après **Bessaoud (1994)**, l'analyse du potentiel productif agricole du pays fait ressortir:

- une faiblesse des superficies en terres cultivables;
- une structure marquée par des aptitudes agro-pédologiques défavorables;
- une jachère trop importante;
- un faible taux d'irrigation et de mobilisation des eaux.

Ces contraintes ont comme conséquence, la faiblesse des superficies et de la production fourragère et pastorale, constituant ainsi un obstacle majeur au développement de l'élevage des ruminants en Algérie (**Chebouti et al, 1995**).

4.2.2.1. Les fourrages naturels

Les superficies occupées par les fourrages non cultivés représentent 29% de la surface fourragère. Ils sont fournis par les prairies naturelles et les jachères fauchées. Leur superficie est estimée selon le MADR en 2015 à 237 775 ha produisant 7 047 791 qx de fourrages (tableau 5), soit un rendement de 29,6 qx/ha.

Tableau 5. Superficies et production des fourrages naturels (**MADR, 2016**)

Fourrages naturels	Superficie (ha)	Production (qx)
Prairies naturelles	25 468	790 047
Jachères fauchées	212 306	6 257 743
Total	237 775	7 047 791

Les jachères fauchées occupent 89,3% de la superficie des fourrages naturels. Selon **Houmani (1999)**, elles participent avec un apport de 1 444 millions d'UF, soit 9,3% de l'offre fourragère total. Ceci montre leur importance en tant que ressource fourragère et alimentaire malgré leur très bas niveau de production, estimé à 360 UF/ha (**Abbas et Abdelguerfi, 2005**).

Concernant les prairies naturelles, leur superficie ne représentait en 2015 que 10,7% de la surface totale destinée aux fourrages naturels, soit 0,3% de la SAU ; elles sont dans un état de dégradation de plus en plus accru. En Algérie, ces surfaces ont fortement régressées (près de 25 500 ha en 2015), alors qu'elles occupaient 1 million d'hectare au début du siècle dernier (**Lapeyronie, 1982**).

L'absence d'une approche globale du développement agricole et la volonté d'intensification trop spécifique de certaines spéculations (céréaliculture) ont en effet, induit une continuelle destruction des espaces prairiales (**Abbas et al, 2005**).

4.2.2.2. Les fourrages cultivés

Les superficies des fourrages cultivés ont été estimées à environ 797 377 ha en 2015 (MADR, 2016), elles demeurent insuffisantes compte tenu des besoins du cheptel. Leur part dans la SAU reste très faible et occupe 9,4%.

Les ressources en fourrages cultivés sont constituées essentiellement de fourrages artificiels consommés en sec, soit 81,6% de la superficie fourragère cultivée (tableau 6).

Les fourrages consommés en vert sont représentés principalement par l'orge, l'avoine et le seigle qui occupent une superficie de 100 976 ha soit 12,6% de la surface fourragère cultivée, alors que le trèfle et la luzerne ainsi que le maïs et le sorgho occupent des superficies beaucoup plus faibles estimées en 2015 à 16 773 ha et 11 490 ha respectivement.

Selon Abdelguerfi et Laouar (2002), les causes de ce faible développement des fourrages consommés en vert peuvent être attribuées à la forte concurrence sur l'irrigation. Quand l'eau est disponible, il est destiné à d'autres cultures plus spéculatives (maraîchage et arboriculture).

Tableau 6. Répartition des fourrages cultivés pour l'année 2015 (MADR, 2016)

Fourrage	Culture	Superficie (ha)	Production (qx)
Fourrages artificiels consommés en sec	Vesces-Avoines	78 977	2 576 616
	Luzernes	3 517	389 456
	Céréales reconverties	368 052	5 567 411
	Divers	200 105	8 368 344
	Total	650 651	16 901 827
Fourrages artificiels consommés en vert ou ensilés	Orge, Avoine et Seigle	100 976	10 858 361
	Maïs - sorgho	11 490	2 785 726
	Trèfle - luzerne	16 773	4 248 508
	Autres	17488	7 938 938
	Total	146 726	18 797 300
TOTAL		797 377	35 699 127

4.2.3. Evolution des superficies fourragères

L'occupation de la SAU est dominée depuis plusieurs années par les cultures herbacées et la jachère ; cette dernière a toujours occupé des surfaces plus importantes que celles réservées aux cultures fourragères (tableau 7). En 2015, la superficie des jachères a été estimée à 3 093 664 ha soit 7,1% de la SAT et 36,4% de la SAU.

Les prairies naturelles par contre sont très limitées, leurs superficies ne cessent de diminuer passant de 35 230 ha en 2000 à 25 468 ha en 2015.

L'évolution des superficies réservées aux cultures fourragères reste aléatoire et même si elle augmente, elle se fait d'une façon moins rapide que l'accroissement de la taille du cheptel.

Tableau 7. Evolution des superficies fourragères (2000-2015) (MADR, 2016).

Année	SAT (ha)	Pacages et parcours (ha)	SAU (ha)	Jachères pâturées/ fauchées (ha)	Prairies naturelles (ha)	Fourrages cultivés, consommés en sec, en vert ou ensilés (ha)
2000	40 888 100	31 794 320	8 227 440	2 743 560	35 230	442 298
2001	40 983 841	31 914 760	8 193 741	3 038 331	30 900	331 270
2002	40 735 920	31 624 770	8 228 690	3 141 090	23 640	395 840
2003	40 817 940	31 635 240	8 270 930	2 984 920	25 950	377 110
2004	42 209 600	32 824 410	8 321 680	2 592 320	25 434	461 589
2005	42 380 629	32 821 550	8 389 639	2 673 270	26 070	484 152
2006	42 367 889	32 776 670	8 403 569	2 526 028	25 548	611 817
2007	42 448 840	32 837 225	8 414 670	2 770 479	25 462	493 793
2008	42 435 990	32 884 875	8 424 760	2 715 275	24 297	588 890
2009	42 466 920	32 955 880	8 423 340	2 475 325	24 550	416 297
2010	42 444350	32 938 300	8 435 028	3 275705	24 750	669 490
2011	42 443 860	32 942 086	8 445 490	3 246 508	24 820	544 172
2012	42 499430	32 943 690	8 454 630	3 152 328	24 335	641 713
2013	42 889410	32 969 435	8 461 880	3 043 453	26 626	693 989
2014	42 888 555	32 965 976	8 465 040	3 065 544	25 777	916 001
2015	43 395 427	32 968 513	8 488 027	3 093 664	25 468	797 377

4.2.4. Estimation de la production fourragère

L'alimentation du cheptel en Algérie est composé de : prairies naturelles, pacages et parcours, jachères, fourrages cultivées, les sous-produits des cultures céréalières (chaumes et pailles) et des graines d'ogre et d'avoine (Merdjane et Ikhlef, 2016).

A partir d'un tableau de base présentant les disponibilités fourragères exprimées en hectare par type de fourrage et par zone agro-écologique (tableau 8), des coefficients rapportés par l'ITELV exprimant leur valeur nutritive en UF ont été affectés aux différents fourrages. L'affectation de ces coefficients s'est faite selon la version moyenne mentionnée en annexe 1.

Tableau 8. Distribution en hectare (ha) des superficies fourragères destinées à l'alimentation du cheptel (MADR, 2016)

Zones	SAT	SAU	Fourrages naturels			Chaumes et pailles	Fourrages cultivés		Total	%
			Prairies naturelles	Pacages et parcours	Jachères		en sec	en vert ou ensilés		
Humide	947 483	684 172	15 386	179 145	167 605	110 617	37 411	14 016	524 180	1,3%
Subhumide	5 232 373	3 905 158	7 276	988 865	1 127 728	1 837 721	239 016	44 035	4 244 640	10,5%
Semi-aride	10 273 198	3 446 467	2 807	6 416 767	1 668 806	1 368 120	364 022	68 186	9 888 709	24,6%
Aride	11 174 244	267 003	0	10 840 812	79 722	57 477	10 058	11 260	10 999 328	27,3%
Désertique	15 768 129	185 227	0	14 542 924	49 803	14 504	145	9 229	14 616 605	36,3%
Total	43 395 427	8 488 027	25 468	32 968 513	3 093 664	3 388 439	650 651	146 726	40 273 461	100%

Les disponibilités fourragères destinées à l'alimentation du cheptel en Algérie ont été estimées pour l'année 2015 à 6,3 milliards d'unités fourragères (tableau 9), elles sont assurées à plus de 60% par les pacages et parcours. Les chaumes et les pailles jouent un rôle important également en fournissant 1,2 milliards d'UF, soit 19% des disponibilités alimentaires, alors que les fourrages cultivés assurent seulement 6% des apports en UF. De cela ressort le caractère extensif de la production fourragère en Algérie.

Tableau 9. Evaluation des disponibilités fourragères en UF pour l'année 2015

Année 2015	Fourrages cultivés	Jachères pâturées/fauchées	Prairies naturelles	Pacages et parcours	Chaumes et pailles	Total
UF	378 066 833	748 634 830	30 562 065	3 945 521 155	1 201 101 178	6 303 886 061
%	6 %	12%	0,5%	62,5%	19%	100%

Calculées à partir des données du MADR (2016)

4.2.5. Evaluation des besoins alimentaires du cheptel national

L'évaluation des besoins alimentaires nécessite en premier lieu d'estimer les effectifs des différentes catégories d'animaux par zone agro-écologique et les exprimés en UGB. Les coefficients de conversion utilisés sont ceux rapportés par Moskal (1983) (annexe 2).

L'estimation des besoins énergétiques du cheptel se base sur la convention qui veut qu'une UGB équivaut pour les besoins énergétiques à 3000 UF (**Merdjane et Ikhlef, 2016**).

Tableau 10. Distribution du cheptel par espèce et par zone pour l'année 2015

ZONE	UGB par espèce					Total UGB par zone
	BOVINS	OVINS	CAPRINS	CAMELINS	EQUINS	
Humide	417 348	86 129	23 662	0	11 459	538 598
Subhumide	683 789	614 942	54 458	0	51 476	1 404 665
Semi-aride	311 574	1 156 380	125 493	13 087	20 154	1 626 689
Aride	68 397	537 726	68 001	53 814	12 544	740 482
Désertique	7 058	109 796	47 645	279 542	7 473	451 514
TOTAL	1 488 166	2 504 973	319 259	346 443	103 106	4 761 948

Calculée à partir des données du MADR (2016)

Durant l'année 2015, l'effectif du cheptel national s'est établi à 4,76 millions d'UGB (tableau 10). La zone humide, la plus propice à l'élevage, ne compte que 538 598 UGB soit 11,3% du total contre 1,4 milliards UGB pour la zone subhumide et 1,6 milliards UGB pour la zone semi-aride soit respectivement 29,5% et 34,2% de l'effectif total.

L'espèce ovine occupe plus de la moitié de la taille du cheptel (52%) avec un effectif de 2,5 millions d'UGB retrouvé à 46% dans la zone semi-aride, suivie de l'espèce bovine représentant un effectif de 1 488 166 UGB concentré surtout dans les régions du Nord (zones humides et subhumides).

En se basant sur les données du tableau 10, les besoins alimentaires du cheptel national s'élève à 14,2 milliards d'UF pour l'ensemble des zones agro écologiques (tableau 11). Toutefois, ces besoins sont dominés par ceux des troupeaux ovins et bovins qui totalisent à eux seuls 11,9 milliards d'UF soit près de 84% des besoins totaux. Ceux des caprins et camelins sont respectivement de 957 millions et 1,03 milliards d'UF, alors que les besoins alimentaires de l'espèce équine (chevaline, mulassière et asine) se limitent à 2% seulement soit 309 millions d'UF.

Tableau 11. Estimation des besoins énergétiques (en UF) du cheptel national pour l'année 2015

Zone	BOVINS	OVINS	CAPRINS	CAMELINS	EQUINS	TOTAL UF par zone
Humide	1 252 043 400	258 388 320	70 984 860	0	34 378 050	1 615 794 630
Subhumide	2 051 367 450	1 844 824 500	163 375 380	0	154 428 450	4 213 995 780
Semi-aride	934 722 300	3 469 140 450	376 480 080	39 262 200	60 460 800	4 880 065 830
Aride	205 190 400	1 613 179 380	204 001 980	161 442 600	37 630 650	2 221 445 010
Désertique	21 174 000	329 387 160	142 935 000	838 625 400	22 419 900	1 354 541 460
TOTAL UF par espèce	4 464 497 550	7 514 919 810	957 777 300	1 039 330 200	309 317 850	14 285 842 710
(%)	(31,3%)	(52,6%)	(6,7%)	(7,3%)	(2,2%)	(100%)

4.2.6. Le bilan fourrager des différentes zones agro écologiques

Un bilan fourrager consiste à mesurer l'état des ressources fourragères disponibles pour l'alimentation du cheptel et les comparer à leurs besoins pour une période donnée.

Le tableau 12 fait ressortir que le bilan fourrager national enregistre un déficit de 7,9 milliards d'UF. L'ensemble des ressources fourragères locales ne couvrent que 44% des besoins énergétiques du cheptel national.

Tableau 12. Bilan fourrager en UF par zone agro-écologique pour l'année 2015

Zones	UGB total	Besoins du cheptel en UF	Disponibilité en UF	Bilan fourrager	Taux de couverture
Humide	538 598	1 615 794 630	261 288 949	-1 354 505 681	16%
Subhumide	1 404 665	4 213 995 780	1 367 256 973	-2 846 738 808	32%
Semi-aride	1 626 689	4 880 065 830	2 041 024 490	-2 839 041 340	42%
Aride	740 482	2 221 445 010	1 138 917 825	-1 082 527 185	51%
Désertique	451 514	1 354 541 460	1 495 397 824	140 856 364	110%
ALGERIE	4 761 948	14 285 842 710	6 303 886 061	-7 981 956 649	44%

Le déficit fourrager concerne presque toutes les zones agro écologiques à l'exception de la zone saharienne où le bilan est positif avec un taux de couverture en UF de 110%. Les zones humides et subhumides restent cependant les zones où le déficit fourrager est le plus prononcé

(1,3 milliards d'UF avec un taux de couverture de seulement 16% et 2,8 milliards d'UF avec un taux de couverture de 32% respectivement) comparativement aux autres zones.

Cette situation s'explique surtout par la répartition inégale entre les terres, le cheptel, et le potentiel productif (qualité des sols, moyens d'irrigation, etc...)

Pour combler ce déficit, les éleveurs utilisent de grandes quantités de concentré pour satisfaire les besoins de leurs animaux. L'emploi de ce type d'aliment a été facilité par les subventions accordées par les pouvoirs publics.

En conclusion, malgré les efforts consentis à son amélioration, la production fourragère reste faible et ne peut satisfaire les besoins sans cesse croissants du cheptel. D'un autre côté, la répartition de l'effectif de ce cheptel ne suit pas celle de la production fourragère ; certaines unités de production qui pratiquent l'élevage ne possèdent pas de ressources fourragères, alors que d'autres zones productrices de fourrages ne disposent pas d'un grand cheptel.

La surface agricole utile fluctue d'une année à une autre, mais reste occupée annuellement par une importante superficie en jachère. Cette dernière, pâturée ou fauchée, ainsi que les prairies naturelles constituent une partie non négligeable de l'alimentation du cheptel, en revanche, leur qualité est souvent médiocre. D'autre part, les surfaces consacrées aux cultures fourragères sont toujours limitées et les espèces cultivées peu diversifiées. Peu d'intérêt est accordé en plus à leur conduite ce qui a pour conséquence la production d'un fourrage de qualité médiocre.

Partie expérimentale

Chapitre 1 : Méthodologie générale

1.1. Objectifs de l'étude

L'alimentation, de par ses différents composants (énergie, azote, minéraux), et par sa quantité et sa qualité, joue un rôle considérable dans les différents événements de la reproduction des vaches laitières, mais également dans l'expression de leur potentiel génétique. Ainsi, la rentabilité d'un élevage bovin laitier est étroitement liée à la maîtrise de la conduite alimentaire du troupeau. C'est dans cette optique que s'inscrit l'objectif principal de cette étude, qui est d'analyser les stratégies alimentaires adoptées par nos éleveurs au cours du péripartum et d'élucider leur impact sur les performances zootechniques des vaches laitières.

Pour répondre à l'objectif général de recherche, des objectifs spécifiques sont nécessaires. Le premier étant de préciser si une typologie basée sur la situation géographique de la région d'étude (conditions climatiques) et sur la taille des élevages permet d'expliquer ou non les différences de performances des troupeaux laitiers.

Le second objectif spécifique de recherche est d'analyser les variations des performances de production et de reproduction des élevages étudiés selon le rationnement des vaches laitières au péripartum (le niveau d'apport alimentaire, la qualité de la ration...) sans tenir compte de la situation géographique de la région d'appartenance de ces exploitations.

1.2. Démarche méthodologique

1.2.1. Choix des régions d'étude

L'étude a été réalisée sur une période de trois années (2014-2016) à travers 5 wilayas de l'Algérie : Ain Defla, Alger, Constantine, Ghardaïa et Médéa (figure 10).

Le choix de ces zones d'étude s'est basé, d'une part, sur leur vocation agricole et l'importance de l'effectif bovin laitier dans ces régions, et d'autre part, pour constituer un échantillon englobant des régions à différent étages bioclimatiques. En effet, les wilayas du nord, nord-ouest et nord-est de l'Algérie se caractérisent par un climat type méditerranéen, avec des étés chauds et secs mais avec des hivers doux et pluvieux. Les précipitations annuelles varient entre 400 et 600 mm. La région du sud, représentée par la wilaya de Ghardaïa, est cependant une zone présaharienne, caractérisée par un climat désertique chaud où la pluviométrie moyenne annuelle ne dépasse pas les 150 mm.

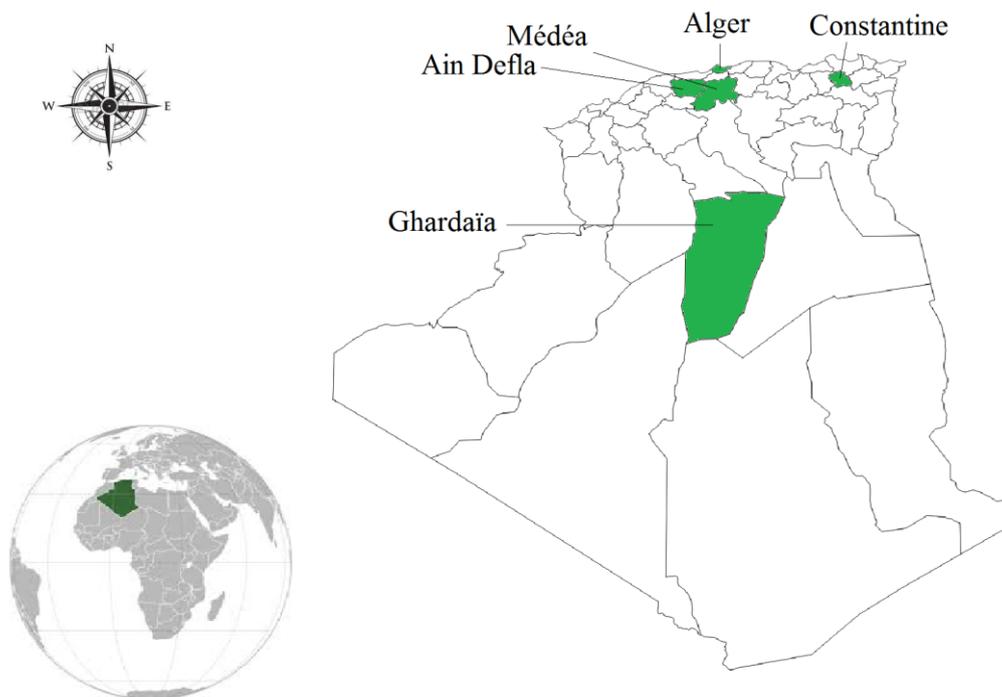


Figure 10. Situation géographique des zones d'étude

1.2.2. Déroulement de l'étude

Quatre-vingt-douze exploitations ont été sélectionnées dans un premier temps en collaboration avec la direction des services agricoles de chaque wilaya. Cette sélection a été faite suivant un certain nombre de critères :

- des élevages agréés dont le cheptel est vacciné ;
- un effectif de 10 vaches laitières au minimum par élevage, de races importées ;
- la stabilité de l'activité de la production de lait ;
- la variabilité des surfaces agricoles utiles.

Une pré-enquête a été réalisée auprès de ces élevages et a permis de constituer un échantillon de 35 exploitations (19 dans les régions du nord et 16 dans la région du Sud) totalisant un effectif de 1602 vaches laitières prédominées par la race Holstein.

Le choix de ces unités de production a été dicté par :

- la facilité d'accès aux élevages et la réceptivité des éleveurs à ce genre d'étude ;
- la disponibilité des informations relatives au suivi de l'alimentation (planning fourrager, quantités d'aliments distribués) et de la reproduction du cheptel, ainsi que les données de la production laitière.

Toute exploitation dont les données sont manquantes ou jugées peu fiables a été exclue de l'étude. De même que les élevages dont la composition raciale est croisée ou très hétérogène.

L'étude auprès des 35 exploitations sélectionnées s'est déroulée selon deux aspects :

- le premier a consisté en la réalisation d'une enquête sur la base d'un questionnaire (annexe 3) dont les données sont issues des fiches d'élevages ou basées sur la mémoire et les dires des éleveurs et sur des observations personnelles.
- le second effectué dans 06 élevages, a porté sur un suivi des vaches laitières durant la période du péripartum (un mois avant et un mois après vêlage).

La combinaison de ces deux aspects a permis d'avoir une vision plus correcte du fonctionnement des exploitations.

1.2.3. Données de la conduite alimentaire

1.2.3.1. Appréciation des niveaux d'apports alimentaires

Une appréciation quantitative (apports en MS, niveau énergétique et azoté des rations) et qualitative (la part du concentré dans la ration, transition alimentaire au péripartum) de la conduite alimentaire a été réalisée pour chaque exploitation.

Les quantités brutes de fourrages et de concentrés distribuées aux vaches laitières durant la période du tarissement et en début de lactation ont été calculées selon nos estimations et celles des éleveurs. Ainsi, les quantités consommées (ingérées) sont considérées égales à celles distribuées, sachant que l'ensemble des exploitations pratiquent le zéro-pâturage et que les vêlages sont répartis sur toute l'année.

Etant donné que les quantités de fourrage distribuées aux vaches tarées sont les mêmes que pour celles en lactation, un réajustement des quantités ingérées au tarissement a été fait pour des vaches Holstein multipares tarées (SemL= 0) de format moyen (645 kg de poids vif) (**Brocard et al, 2010**), selon l'équation du **NRC (2001)** :

$$\text{MSI (kg/j)} = (0,372 \times \text{PL}_{4\%} + 0,0968 \times \text{PV}^{0,75}) \times (1 - e^{[-0,192 \times (\text{SemL} + 3,67)]})$$

Les apports en énergie (UFL) et en azote (PDIN et PDIE) des différentes rations ont été estimés selon les quantités de MS distribuées pour les vaches en lactation et de MS ingérées réajustées pour les vaches tarées.

Concernant la part du concentré dans la ration totale, elle a été mesurée à travers la quantité de matière sèche ingérée apportée par les concentrés divisée par la quantité de matière sèche de la ration totale distribuée (%). Leur contribution dans l'apport énergétique de la ration

totale a été calculée sur la base du rapport (en %) entre l'énergie apportée par le concentré et l'apport énergétique total de la ration (UFL_C/UFL total).

1.2.3.2. Les valeurs nutritives utilisées

Les valeurs nutritives utilisées dans le calcul des apports alimentaires des rations ont été calculées d'après les résultats d'analyse et la composition chimique des fourrages rapportés dans la base de données Feedipedia¹, selon les équations mentionnées en annexe 4. Cependant, pour certains aliments, les valeurs nutritives dérivent des tables des valeurs nutritives des aliments établies par l'INRA (2010).

1.2.3.3. Analyse physico-chimique des aliments

En parallèle, des échantillons d'aliments prélevés dans certaines exploitations ont été analysés au niveau du laboratoire d'analyse fourragère de la station de l'ITELV de Baba-Ali et du laboratoire d'alimentation et nutrition de l'Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire d'Alger, afin d'estimer leur valeurs énergétique (UFL) et azotée (PDIN et PDIE) (annexe 4).

Les analyses sont effectuées aux normes d'AFNOR (1985), elles consistent en la détermination de la matière sèche (MS), matière minérale (MM), matière organique (MO), matière azotée totale (MAT), matière grasse (MG) et cellulose brute (CB). Pour chaque analyse, deux répétitions ont été réalisées. Les résultats obtenus sont rapportés en pourcentage de la MS.

- *Teneur en matière sèche (MS)*

La matière sèche est déterminée après dessiccation de 3 g de chaque échantillon dans une étuve ventilée à 105 °C jusqu'à poids constant. La différence de poids correspond à la perte d'humidité et le résidu représente donc la teneur en matière sèche. Cette dernière est donnée par la relation :

$$\text{Teneur en MS (\%)} = (X/Y) \times 100$$

X : poids de l'échantillon après dessiccation.

Y : poids de l'échantillon humide.

¹ : Feedipedia est une encyclopédie en ligne qui s'intéresse aux aliments et fourrages des animaux d'élevage du monde entier. www.feedipedia.org

- **Teneur en matières minérales (MM)**

La matière minérale correspond au résidu obtenu après incinération de 3 g de chaque échantillon sec dans un four à moufle à 200°C pendant 1 heure en premier temps, après 550°C pendant 2 heures en deuxième temps.

La perte de poids correspond à la matière organique et le résidu aux cendres. Après refroidissement au dessiccateur, le résidu de l'incinération est pesé. La teneur en matière minérale est obtenue par la formule suivante :

$$\text{Teneur en MM (\%)} = A/B \times 100/MS$$

A : poids des cendres (en g)

B : poids de l'échantillon séché (en g)

MS : teneur en matière sèche (en %)

- **Teneur en matière organique (MO)**

La teneur en matière organique est obtenue par différence avec la matière sèche.

$$\text{Teneur en MO (\% MS)} = 100 - \text{MM (\%)}$$

- **Teneur en matières azotées totales (MAT)**

L'azote total est dosé par la méthode Kjeldahl. Cette méthode détermine le contenu azoté des substances organiques et inorganiques. Elle se fait selon les étapes suivantes :

- **Minéralisation** : minéraliser l'échantillon par l'acide sulfurique concentré à chaud, en présence de catalyseur.
- **Distillation** : par la soude, l'azote minéral devient ammoniac. Ce dernier est recueilli dans l'acide borique à 4 % (distillateur).
- **Titration** : dosage de l'ammoniac avec l'acide sulfurique à une normalité N/50. L'azote est déterminé par la formule suivant :

$$N (g) = V \times 280 \times 10^{-6} (g) \times 250/X \times 100/Y$$

V : descente de burette (volume du H₂SO₄).

X : Volume de la prise d'essai.

Y : poids de l'échantillon de départ (en g).

L'azote est transformé en MAT par le coefficient de conversion 6,25.

$$\text{Teneur en MAT (\% MS)} = N (g) \times 6,25$$

- **Teneur en cellulose brute (CB)**

Elle est déterminée par la méthode de Weende à partir d'une prise d'essai de 1 g d'échantillon. C'est une technique qui consiste à une double hydrolyse. La première par l'acide sulfurique (H₂SO₄) et la seconde par la soude (NaOH), suivie d'un étuvage à 105°C jusqu'au poids constant et une incinération pendant 5 heures à 400°C dans un four à moufle. Les résultats sont exprimés selon la formule suivante :

$$\text{Teneur en CB (\% MS)} = A - B/C \times 100/MS$$

A : poids du creuset + résidu après dessiccation.

B : poids du creuset + résidu après incinération.

C : poids de l'échantillon de départ.

MS : teneur en matière sèche (en%).

- **Teneur en matières grasses (MG)**

Elle est déterminée par la méthode de Soxhlet. Chaque échantillon de 3 g est mis dans une cartouche à Soxhlet qui est placée dans l'extracteur de Soxlet. Le ballon d'extraction de 250 ml séché et pesé préalablement est monté sur l'extracteur, lui-même monté par une colonne réfrigérante. Un volume et demi d'éther de pétrole est versés dans l'extracteur. L'extraction se fait pendant 6 heures. Après évaporation au rotavapeur, les matières grasses correspondent au résidu sec après étuvage à 102 °C pendant 3 heures.

La teneur en matières grasses est obtenue par la formule suivante :

$$\text{Teneur en MG (\% MS)} = (A - B)/C \times 100/MS$$

A : poids du ballon + les matières grasses extraites (en g).

B : poids du ballon vide (en g).

C : poids de l'échantillon initial (g).

MS : teneur en matière sèche (en%).

1.2.3.4. Calcul des rations

Pour des commodités de calcul, et par absence de connaissance de certains paramètres, les besoins d'entretien ont été simplifiés. L'étude du rationnement a été réalisée donc sur des vaches standards de 600 kg de poids vif dont les besoins d'entretien en énergie ont été estimés à 5 UFL et ceux d'azote à 395 g de PDI (**Brocard et al, 2010**).

Pour déterminer la production laitière permise par les UFL, les PDIN et PDIE, les besoins d'entretien sont d'abord soustraits des apports totaux ; les apports restant en chaque élément

de la ration sont converties en capacité laitière en divisant par les exportations d'un kg de lait en UFL et PDI qui correspondent à 0,44 UFL et 48 g de PDI par kg de lait standard (4% MG) (Wolter, 1997).

Les différentes rations ont été calculées à l'aide du logiciel Microsoft Office Excel 2007, cela a permis d'uniformiser les tableaux et les calculs. Chaque ration est présentée dans un tableau standard dont le modèle est présenté en annexe 5.

1.2.4. Données de la production laitière

1.2.4.1. Recueil des données quantitatives

Les données de la production laitière ont été récoltées à partir des quantités produites dans la ferme, enregistrées sur des fiches de production ou sur support informatique chaque quinzaine de jours, ou bien sur la base des résultats du contrôle laitier de chaque mois.

Ces informations ont permis le calcul de certains paramètres de lactation à savoir :

- la **production initiale (Pi)**, la production laitière journalière enregistrée durant la première quinzaine de lactation ou lors du premier mois de lactation dans les fermes pratiquant le contrôle laitier ;
- la **production maximale (Pmax)**, étant la production laitière journalière la plus élevée, observée durant les 4 premiers mois de lactation.
- la **production laitière totale (PLT)**, étant la production de lait globale observée durant toute la période de la lactation. Elle a été estimée également pour certaines exploitations selon l'équation rapportée par **Hanzen (2010)** ($PLT = P_{max} \times 200$) étant donné que chaque kilogramme de lait gagné au pic de lactation correspond à 200 kilos de lait en plus sur l'ensemble de la lactation (Mayer et Denis, 1999).

1.2.4.2. Echantillonnage du lait

L'appréciation de la qualité physico-chimique du lait a pu être réalisée uniquement pour deux élevages. Les prélèvements des échantillons de lait ont été effectués durant les 2 premiers mois de lactation (un contrôle chaque 15 jours) et ont concerné 26 vaches laitières dans chaque ferme soit un effectif total de 52 vaches de différentes races (Prim'Holstein, Montbéliarde, Brune des alpes et Fleckvieh).

La collecte des échantillons de lait a été faite après la traite du soir pour la première ferme et la matinée lors de la 1^{ère} traite pour la deuxième ferme.

Les échantillons ont été prélevés dans des flacons propres de 50 ml préalablement identifiés avec le numéro de la vache prélevée. Ils ont été placés ensuite dans une enceinte réfrigérée (glacière) et acheminer au laboratoire de la station de l'ITELV de Baba Ali où ils sont conservés à 4°C jusqu'au moment de l'analyse physico-chimique qui est réalisée le jour même, ou le lendemain.

1.2.4.3. Analyse physico-chimique du lait

Afin de mesurer les taux butyreux (TB) et protéique (TP) du lait, les échantillons ont fait l'objet d'une série d'analyses physico-chimiques à l'aide d'un analyseur de lait de type EKOMILK Ultra. Avant chaque analyse, les échantillons ont été chauffés au bain marie à 36°C.

1.2.5. Données de la reproduction

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

- **V-IA1** : l'intervalle séparant la date du vêlage et celle de la 1^{ère} insémination ;
- **V-IAF** : le délai de fécondation étant l'intervalle entre le jour du vêlage et la date de l'insémination fécondante sachant que la confirmation de gestation se faisait soit par échographie à 30 jours post IA ou par palpation transrectale à environ 2 mois après la dernière IA ;
- **TRIA1** : le taux de réussite en 1^{ère} insémination étant le rapport entre le nombre de vaches gravides à un moment donné et le nombre de femelles inséminées la première fois ;
- **% VL à 3IA et +** : le pourcentage de vaches ayant nécessité 3 inséminations ou plus pour être fécondées ;
- **IA/IAf** : ou indice coïtal, il représente le nombre d'inséminations et/ou saillies réalisées pour avoir une fécondation.

Ces paramètres ont été prélevés soit directement à partir des bilans de fécondité réalisés par les techniciens des exploitations ou calculer sur la base d'informations (dates de vêlages, dates d'inséminations ou de saillie, dates de confirmation de gestation...) mentionnées dans les plannings d'étable ou sur des logiciels de gestion de la reproduction.

1.2.6. La notation de l'état corporel

La notation de l'état d'embonpoint des animaux a été pratiquée dans deux élevages (wilayas d'Alger et Ain Defla) durant deux campagnes (2013-2014 et 2015-2016) sur un effectif de 141 vaches laitières de race Prim'Holstein et Montbéliarde, afin d'apprécier le statut nutritionnel des troupeaux et estimer le degré de mobilisation des réserves corporelles au cours des 60 jours postpartum.

La notation d'état corporel était réalisée chaque mois, à partir des deux derniers mois de gestation jusqu'au 5^{ème} mois de lactation, selon la méthode élaborée par **Edmonson et al (1989)** avec des notations variant sur une échelle de 1 (vache émaciée) à 5 (vache grasse). L'évaluation se faisait par un examen visuel et/ou palpation de quelques régions anatomiques à savoir : la base de la queue, la tubérosité ischiatique (pointe des fesses), le détroit caudal, la pointe des hanches, la liaison colonne-hanche et les apophyses transverses.

1.2.7. Analyse des paramètres plasmatiques

L'analyse des paramètres plasmatiques a concerné 18 vaches laitières péri parturientes de race Prim'Holstein à différents numéro de lactation (âgées de 3,5 à 8 ans environ), dans une ferme privées de la wilaya de Ain Defla, afin d'établir et analyser le statut énergétique, protéique et minéral des animaux durant la période du péripartum. L'échantillon étudié représente 10% du nombre de femelles en production dans l'exploitation.

1.2.7.1. Les prélèvements sanguins

Les prélèvements de sang ont été effectués sur des tubes héparinés de type vacutainer à l'aide d'aiguille à usage unique, par voie coccygienne après une aseptie locale et une bonne contention des animaux à jeun. En cas de problème sur la veine caudale, la réalisation du prélèvement se faisait par voie jugulaire. Les tubes ont été évidemment identifiés avant la prise de sang. Ces prélèvements ont été effectués à 5 reprises pour chaque animal suivant le protocole mentionné dans la figure 11.

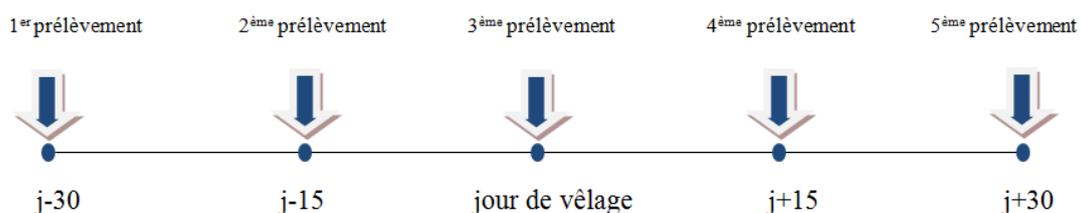


Figure 11. Protocole de prélèvement sanguin.

1.2.7.2. Analyses de laboratoire et dosage des paramètres plasmatiques

▪ Récolte du plasma

Les échantillons de sang prélevés dans la wilaya de Ain Defla ont été transportés dans une glacière vers le laboratoire de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre de l'Université Djillali Bounaama de Khemis Miliana, pour être centrifugés à raison de 3 000 tours/minute pendant 10 à 15 minutes.

Le surnageant (plasma) de chaque tube a été récupéré à l'aide d'une micropipette avec des embouts à usage unique, puis placé dans des tubes de type eppendorfs résistant à la congélation avec trois répétitions (3 eppendorfs pour chaque tube hépariné).

Ces prélèvements préalablement identifiés avec le numéro de la vache et la date de la prise de sang, ont ensuite été placés au congélateur jusqu'au jour de l'analyse biochimique.

▪ Analyses biochimiques

Les analyses de la glycémie, la cholestérolémie, la triglycéridémie, l'urémie et la calcémie, ont été faites par une technique colorimétrique réalisée grâce à un spectrophotomètre de marque « Spectrumlab 725s » et « Mindray BA-88A ». Les échantillons ont été décongelés dans une température ambiante quelques minutes avant la réalisation des dosages.

Des kits de réactifs de marque « SPINREACT, S.A /S.A.U » ont été utilisés pour réaliser ces dosages.

- *Dosage de la glycémie*

Le taux de glucose dans le sang est déterminé par la méthode colorimétrique enzymatique (réaction de Trinder GOD-POD) selon le principe suivant :

En présence de glucose-oxydase le glucose est oxydé par l'oxygène de l'air en acide gluconique.



L'eau oxygénée formée réagit, dans une réaction catalysée par la peroxydase, avec le 4-aminophénazone et le phénol avec la formation d'un dérivé coloré rose.

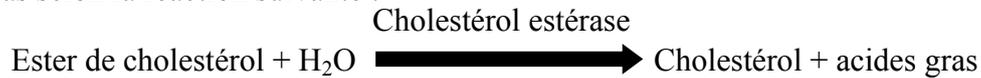


La lecture se fait par spectrophotométrie du produit coloré en rose à 505 nm.

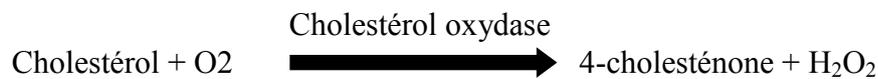
- **Dosage de la cholestérolémie**

Elle est déterminée par le test colorimétrique enzymatique au cholestérol estérase/peroxydase selon le principe suivant :

Sous l'action de la cholestérol estérase, les esters du cholestérol sont scindés en cholestérol et acides gras selon la réaction suivante :



Sous l'action de la cholestérol oxydase, le cholestérol est transformé en présence de l'oxygène en 4-cholesténone avec formation d'eau oxygénée.



En présence de peroxydase, l'eau oxygénée formée réagit avec le 4-aminophénazone et le phénol avec formation d'un dérivé coloré rose.



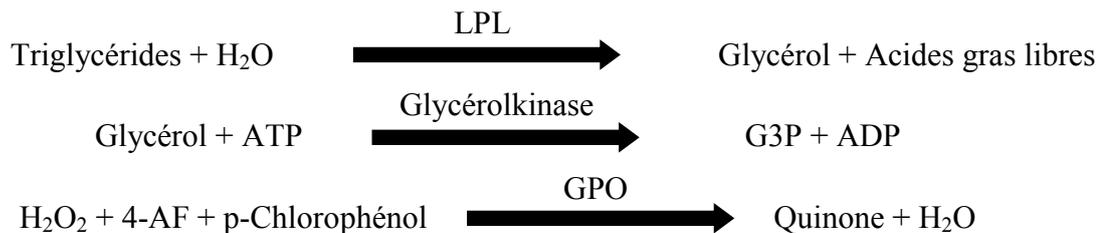
L'intensité de la coloration développée est proportionnelle à la concentration en cholestérol dans l'échantillon qui est mesurée par photométrie à une longueur d'onde de 505 nm.

- **Dosage des triglycérides plasmatiques**

Le principe est basé sur l'hydrolyse des triglycérides en glycérol et acides gras par la lipoprotéine lipase (LPL).

A la fin des réactions subies par l'échantillon durant les différentes étapes du protocole, le milieu prend une couleur rouge. L'intensité de la couleur formée est proportionnelle à la concentration des triglycérides présents dans l'échantillon testé.

Les réactions sont les suivantes :



La lecture se fait par spectrophotométrie sur une longueur d'onde de 505 nm.

- **Dosage de l'urémie**

L'urée est dosée par méthode colorimétrique à l'uréase (réaction de Berthelot) selon le principe suivant :

L'urée de l'échantillon est hydrolysée enzymatiquement, sous l'action catalytique de l'uréase en ammoniac (NH₃) et CO₂ :

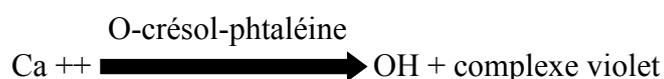


Les ions ammonium, en présence de salicylate et d'hypochlorite de sodium réagissent en formant un composé de couleur verte (Dicarboxylindophenol) dont l'intensité est proportionnelle à la concentration en urée ; déterminé à une onde de 590 nm.

- **Dosage de la calcémie**

La calcémie est dosée par technique colorimétrique à l'O-crésol-phtaléine.

Dans un milieu alcalin, le calcium forme avec l'O-Crésol-phtaléine un complexe coloré violet.



L'intensité de la coloration développée est proportionnelle à la concentration du calcium dans l'échantillon qui est mesurée par photométrie à une longueur d'onde de 570 nm. La concentration s'affiche automatiquement après avoir passé chaque échantillon, sur l'écran de l'appareil.

1.3. Traitement des données

L'ensemble des données obtenues ont été traitées par le logiciel Microsoft Office Excel pour le calcul des moyennes et écart types et le traçage des graphes, et par le logiciel IBM SPSS Statistics 23 pour l'étude des corrélations et la comparaison des moyennes.

Chapitre 2 : Résultats et discussion

2.1. Caractérisation des exploitations enquêtées

2.1.1. Présentation des unités

Les unités enquêtées se répartissent sur 5 wilayas : Alger, Ain Defla, Médéa, Constantine et Ghardaïa. Notre choix s'est porté sur 35 exploitations dont la répartition par région et par statut juridique est mentionnée dans le tableau 13.

Tableau 13. Répartition des exploitations par commune et par statut juridique

Wilaya	N° exploitation	Statut juridique des exploitations	Commune	Daïra
Alger (3 exploitations)	1	1 ferme étatique	Birtouta	Birtouta
	2	2 fermes privées	H'raoua	Rouiba
	32			
Ghardaïa (16 exploitations)	3			
	4	4 fermes privées	El Atteuf	Bounoura
	5			
	6			
	7	1 ferme privée	Bounoura	
	8			
	9			
	10			
	11	7 fermes privées	Guerrara	Guerrara
	12			
	13			
	14			
	15	2 fermes privées	Ghardaïa	Ghardaïa
	16			
	17	2 fermes privées	Berriane	Berriane
	18			
Constantine (12 exploitations)	19			
	20	3 fermes privées	El Khroub	
	21	2 fermes étatiques	Ain El Bey	El Khroub
	22			
	23			
	24			
	25	4 fermes privées	Beni H'miden	Hamma Bouziane
	26			
	27			
	28	2 fermes privées	Ibn Ziad	Ibn Ziad
	29			
	30	1 ferme privée	Didouche Mourad	Zighoud Yousef
Médéa (1 exploitation)	31	1 ferme étatique	Ouamri	Ouamri
Ain Defla (3 exploitations)	33	1 ferme étatique		
	34	2 fermes privées	Bir Ould Khelifa	Borj Emir Khaled
	35			

Au total, la majorité des exploitations enquêtées sont des fermes privées (86%), alors que les fermes étatiques ne sont représentées que par 05 exploitations sur 35.

2.1.2. Analyse de l'assiette foncière

Les éléments de l'assiette foncière des exploitations enquêtées sont représentés dans le tableau 14.

Tableau 14. Représentation des différents éléments de l'assiette foncière des exploitations enquêtées

Numéro de l'exploitation	SAU (ha)	SF (ha)	SF/SAU
1	402	110	0,27
2	/	/	/
3	/	/	/
4	/	/	/
5	/	/	/
6	/	/	/
7	/	/	/
8	/	/	/
9	160	120	0,75
10	115	70	0,61
11	16	14	0,88
12	18	12	0,67
13	14	10	0,71
14	25	20	0,80
15	20	16	0,80
16	20	14	0,70
17	15	12	0,80
18	6,5	5	0,77
19	90	60	0,67
20	200	156	0,78
21	1210	144	0,12
22	900	120	0,13
23	24	24	1,00
24	100	52	0,52
25	137	53	0,39
26	15	15	1,00
27	25	15	0,60
28	18	10	0,56
29	12	6	0,50
30	173	53	0,31
31	721	318	0,44
32	90	60	0,67
33	1482	192	0,13
34	1309	95	0,07
35	/	60	/
Moyenne ± écart type	271 ± 440	66 ± 72	0,58 ± 0,27
Min	6,5	5	0,07
Max	1482	318	1,00

2.1.2.1. Répartition des exploitations selon la superficie agricole utile (SAU)

Une grande diversité de l'assiette foncière est constatée entre exploitation. La superficie moyenne de la SAU par élevage est de 271 ha variant de 6,5 à 1482 ha.

D'après le tableau 15, nous remarquons que près de la moitié des exploitations enquêtées (48%) appartiennent au groupe 1 et ayant de faibles SAU avec une moyenne par exploitation de 18 ± 5 ha. Les autres exploitations (41%) sont représentées par le groupe 3, avec des SAU supérieures à 100 ha et une moyenne de 619 ± 527 ha par exploitation. Trois de ces exploitations possèdent d'ailleurs des superficies dépassant les 1000 ha, ce sont notamment les fermes étatiques qui disposent de grandes surfaces.

Notons par ailleurs l'existence de trois exploitations appartenant au groupe 2 et ayant une superficie moyenne de 93 ± 6 ha.

Tableau 15. Répartition des exploitations selon le critère SAU

Groupe	SAU (ha)	Nombre	% total des exploitations	Superficie moyenne par exploitation (ha)
1	< 50 ha	13	48%	18 ± 5
2	51-100 ha	3	11%	93 ± 6
3	> 100 ha	11	41%	619 ± 527
Total		27	100%	271 ± 440

2.1.2.2. Répartition des exploitations selon la surface fourragère dans la SAU

Le tableau 16 montre que les exploitations enquêtées sont dominées par le groupe 3 (59%) dont la part de la surface fourragère (SF) dans la surface agricole utile (SAU) est très importante (supérieure à 60 %). Cette classe est dominée à 62% par les élevages à effectif réduit en vaches laitières (≤ 20 têtes).

Tableau 16. Répartition des exploitations selon le critère SF/SAU en pourcentage

Groupe	Classe	Nombre	% total des exploitations
1	< 30 %	5	19 %
2	31-60 %	6	22 %
3	> 60 %	16	59 %

Les deux autres classes affichent des pourcentages presque comparables, 19% et 22% respectivement pour le groupe 1 et 2. Les exploitations avec les rapports SF/SAU les plus faibles sont notamment les fermes étatiques, cependant, ces dernières présentent des superficies importantes en jachère (dépassant les 50% de la SAU pour les grandes exploitations de Constantine). Cela est dû principalement à la situation économique de ces

unités de production (besoins importants en main d'œuvre et en matériels qui est généralement en mauvais état).

Les grandes exploitations publiques ou privées reposent sur les grandes cultures. La plupart d'entre-elles réalisent l'intensification céréalière, ce qui montre la polyvalence des activités des exploitations. D'autre part, les exploitations moyennes et petites, en plus des grandes cultures, se sont orientées vers les formes d'intensification spécialisées (bovins laitiers).

2.1.3. Eléments d'analyse technique des troupeaux bovins enquêtés

2.1.3.1. Répartition des élevages selon la taille des troupeaux bovins

La taille du troupeau bovin des élevages enquêtés varie de 21 à 350 têtes. Dans les exploitations étatiques (fermes pilotes), la taille du troupeau varie de 65 à 253 têtes, alors que l'effectif dans les exploitations privées est entre 21 et 350 têtes.

Le tableau 17 fait ressortir que plus de la moitié des exploitations suivies (54%) font partie du groupe 1 dont l'effectif bovin est inférieur à 50 têtes avec une moyenne de 30 ± 8 têtes par exploitation.

Tableau 17. Répartition des exploitations selon la taille des troupeaux bovins

Classe	Groupe	Nombre des exploitations	% des exploitations	Effectif moyen par exploitation
1	< à 50 têtes	15	54 %	30 ± 8
2	51 à 100 têtes	6	21 %	78 ± 8
3	> à 100 têtes	7	25 %	212 ± 74

Les grands élevages dont les effectifs dépassant les 100 têtes représentent le quart des exploitations enquêtés (25%), la taille moyenne des troupeaux est de 212 ± 74 têtes. Pour ce qui est du groupe 2 où l'effectif bovin est entre 50 et 100 têtes, il est représenté par 6 exploitations sur 28 soit 21 % de l'échantillon étudié.

En ce qui concerne la structure du cheptel bovin, nous constatons que les vaches laitières représentent 56% de l'effectif total, suivies par les génisses et les veaux et/ou vêles avec respectivement 21% et 18%, alors que les taureaux et les taurillons ne représentent que 5% de l'effectif (figure 12).

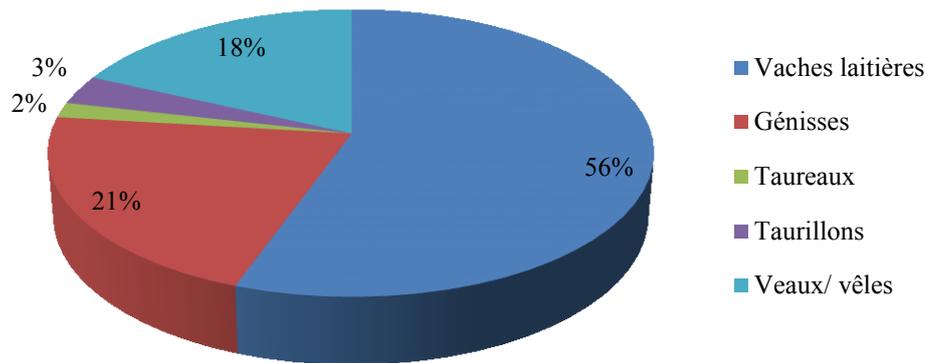


Figure 12. Répartition de l'effectif bovin total des exploitations enquêtées par catégorie d'animaux

Le nombre moyen de vaches laitières par exploitation est de 47 têtes. Cependant, de grandes variabilités entre élevages sont constatées (de 12 à 250 VL). Les effectifs les plus importants en vaches laitières (> 60 têtes) sont retrouvés chez 50% des exploitations étatiques et 24% des fermes privés.

Le nombre total des génisses pour 28 exploitations enquêtées est de 513 avec une moyenne de 18 génisses par exploitation (tableau 18) : elles représentent donc 38% de l'effectif des vaches laitières. Ce pourcentage est largement favorable à un renouvellement progressif du cheptel.

Tableau 18. Effectifs selon les catégories bovines des exploitations enquêtées

N° exploitation	Effectif bovin total	Vaches laitières	Génisses	Taureaux	Taurillons	Veaux/vêles
1	78	32	40	0	0	1
2	/	35	/	/	/	/
3	/	12	/	/	/	/
4	/	22	/	/	/	/
5	/	44	/	/	/	/
6	/	45	/	/	/	/
7	/	66	/	/	/	/
8	/	92	/	/	/	/
9	130	68	37	0	0	25
10	31	20	4	2	0	5
11	25	15	4	0	0	6
12	26	17	5	0	0	4
13	24	16	4	1	1	2
14	43	30	3	2	0	8
15	36	22	6	1	1	6
16	23	12	5	1	0	5
17	29	15	4	2	0	8
18	21	13	2	1	1	4
19	37	36	0	1	0	0
20	188	115	20	3	0	50
21	80	36	36	2	0	6
22	65	32	15	4	4	10
23	22	12	5	1	0	4
24	172	100	20	2	0	50
25	91	60	30	1	0	0
26	41	20	3	1	2	15
27	40	20	2	1	0	17
28	31	23	5	2	0	1
29	21	20	0	1	0	0
30	77	30	15	2	0	30
31	253	112	66	3	7	65
32	77	37	24	2	0	14
33	230	98	65	2	38	27
34	160	68	53	1	17	21
35	350	250	40	2	8	50
Total	2401	1645	513	41	79	434
NB	28	35	28	28	28	28
Moyenne ± écart type	86 ± 24	47 ± 47	18 ± 20	1 ± 1	3 ± 8	16 ± 18

2.1.3.2. Répartition des élevages par race

Nous constatons que la race Prim'Holstein domine avec une grande majorité (1770 têtes soit 71% de l'effectif total), suivie de la race Montbéliarde et Fleckvieh avec respectivement 20% et 6%. Les autres races bovines (Brune des alpes, Normande et Tarentaise) ne représentent que 3% de l'effectif bovin total (figure 13).

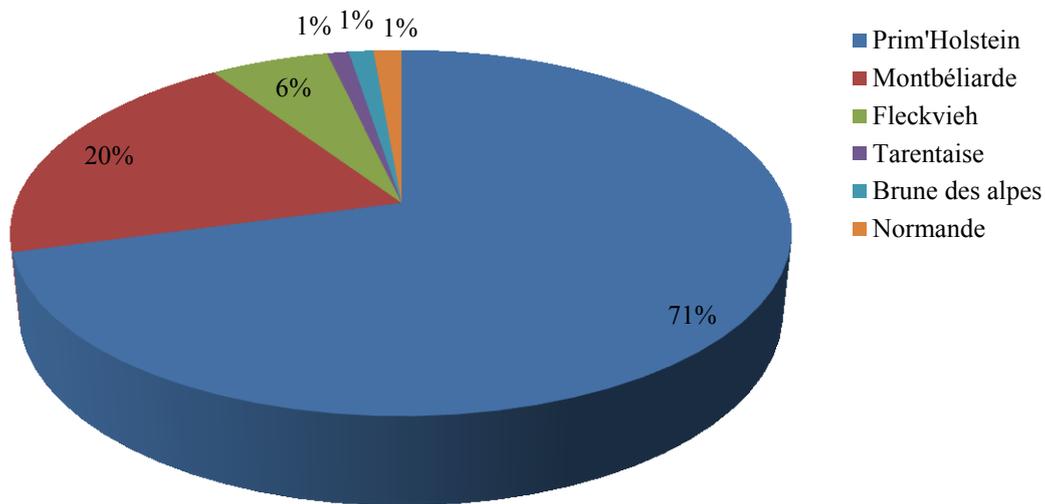


Figure 13. Répartition de la composition raciale des troupeaux enquêtés

La figure 13 montre que les troupeaux laitiers sont de plus en plus « Holsteinisés ». La dominance de la race Holstein s'explique par la volonté des éleveurs pour l'accroissement de la production en lait. En revanche, les éleveurs trouvent des difficultés concernant l'engraissement des mâles, ce qui les pousse à favoriser le croisement avec d'autres races notamment la Montbéliarde, détériorant ainsi la pureté des races de notre cheptel.

2.1.4. Analyse du système fourrager

2.1.4.1. Les différentes cultures fourragères

Les cultures fourragères pratiquées par les exploitations enquêtées sont l'orge « *Hordeum vulgare* », l'avoine « *Avena sativa* », le sorgho « *Sorghum bicolor* », la luzerne « *Medicago sativa* », le bersim « *Trifolium alexandrinum* », le maïs « *Zeamays* », le triticale « *Triticosecale* » et le ray-grass « *Lolium perenne* » (figure 14).

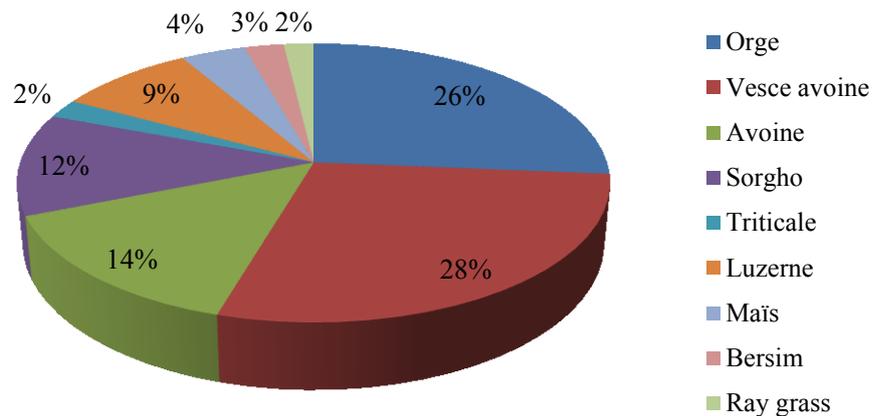


Figure 14. Répartition de la superficie fourragère des exploitations enquêtées selon les espèces cultivées

Il ressort d'après la figure 14 que la vesce avoine et l'orge fourragère sont les espèces dominantes dans les exploitations enquêtées, en occupant respectivement 28% et 26% de la surface fourragère totale, suivie de l'avoine (14%), le sorgho (12%) et la luzerne (9%). Les autres espèces (maïs, bersim, triticale et le ray-grass) sont cultivées sur de faibles superficies. Cependant, le mode d'exploitation de ces cultures est différent d'une exploitation à une autre.

▪ **La vesce avoine :**

Elle est cultivée dans 9 exploitations soit 25% des unités de productions suivies et occupant une superficie de 583 ha. Elle est exploitée surtout en foin ou utiliser rarement pour le pâturage dans quelques exploitations.

La mise en place se fait au début octobre, le stade optimal de la récolte correspond au début floraison de la vesce et au début épiaison de l'avoine.

▪ **L'orge :**

Elle occupe la deuxième position avec une superficie totale de 487,5 ha. L'orge est cultivée dans 71% des exploitations de l'échantillon de l'étude. Elle est distribuée en grande partie en vert (dans 15 exploitations) et/ou en ensilage (dans 12 exploitations), alors que 3 élevages seulement la cultivent en foin.

La date de mise en place se fait généralement au début octobre. L'ensilage est pratiqué dès le stade épiaison.

▪ **L'avoine :**

Très souvent cultivée seule en raison de l'indisponibilité de la semence de la vesce ou les vesces utilisées sont très peu productives et leur prix est souvent inaccessible pour les éleveurs. La semence est parfois introuvable durant la période adéquate pour sa mise en culture.

La superficie totale cultivée en avoine dans l'échantillon étudié est de 265,5 ha. Elle est utilisée principalement en foin (dans 22 exploitations) et en vert dans seulement 2 élevages.

▪ **Le sorgho :**

Le sorgho est le principal fourrage d'été, il est cultivé dans 20 exploitations soit un peu plus de la moitié (57%) de l'échantillon d'étude. Cette culture détient près de 220 ha de la surface fourragère totale avec une moyenne d'environ 10 ha par exploitation. Cette faible superficie s'explique par les difficultés d'irrigation.

La date de sa mise en place varie d'une exploitation à une autre, généralement elle s'étale de mars à mi-avril.

Le fauchage et la distribution en vert est le mode d'exploitation le plus utilisé. Le nombre de coupes varie de 2 à 3 avec un intervalle d'un mois et demi entre deux coupes. La coupe se fait quand la végétation atteint 50-60 cm de hauteur.

Le sorgho est également ensilé dans 4 exploitations et distribué comme foin dans un seul élevage.

Le sorgho par rapport au maïs, présente l'avantage d'être résistant à la sécheresse permettant ainsi la constitution des stocks fourragers.

▪ **La luzerne :**

La culture de la luzerne est pratiquée dans 26 exploitations, occupant ainsi une superficie totale de 160 ha soit 9% de la surface fourragère totale de l'échantillon de l'étude. Elle est semée tous les 4 ans généralement à la fin du mois de février avec un nombre de coupe allant de 5 à 7 par an.

Le mode d'exploitation de la luzerne est différent d'une exploitation à une autre. Elle est surtout distribuée en vert dans 57% des élevages. Dans les autres exploitations, elle est utilisée soit déshydratée, enrubannée ou en foin.

▪ **Le maïs :**

Le maïs est cultivé dans 6 exploitations seulement avec des superficies très faibles à l'exception de l'exploitation 32 qui le cultive sur une surface de 60 ha. En raison de la sensibilité de cette espèce à la sécheresse, les éleveurs la cultivent sur des superficies limitées ou préfèrent la remplacer par le sorgho.

Concernant le mode d'exploitation du maïs, 4 élevages sur 6 l'utilisent en ensilage alors que les 2 autres le distribuent en vert : la plante entière est fauchée et distribuée aux vaches.

▪ **Le triticale :**

Cette espèce considérée comme une céréale d'automne est cultivée dans 2 exploitations seulement de l'Est du pays. Le triticale est connu pour sa rusticité, il résiste bien à la sécheresse et tolère le froid mais possède également une bonne productivité.

La date de sa mise en place est très précoce en automne. Il est exploité uniquement en ensilage où le stade optimal de coupe est le stade laiteux à début pâteux (avril - mai).

▪ **Le bersim :**

Le bersim est cultivé dans 4 exploitations uniquement et il est exploité en vert. Cette espèce est utilisée notamment dans les élevages des régions du nord et nord-ouest du pays (Alger, Médéa et Ain Defla) occupant une superficie de 46 ha.

▪ **Le ray grass :**

Une seule exploitation cultive cette espèce avec une superficie de 35 ha. Elle est utilisée pour le pâturage.

2.1.4.2. Analyse des calendriers fourragers

Les exploitants tentent de mettre en place un calendrier fourrager. Toutefois, le nombre d'animaux et les surfaces des exploitations sont disproportionnés et hétérogènes, parfois n'assurant même pas les besoins du troupeau. Aussi, certains exploitants sont contraint d'acheter des fourrages alors que d'autres dégagent des excédents dont une partie est stockée et une autre destinée à la vente.

Les calendriers alimentaires appliqués dans les différents élevages étudiés sont résumés et classés dans les tableaux mentionnés en annexe 6. Le classement de ces calendriers est basé selon l'importance de l'utilisation des fourrages verts au cours de l'année.

L'examen de chacun de ces calendriers fait ressortir qu'il existe une diversification des cultures fourragères avec des échéances différentes dans l'exploitation de ces cultures.

En raison des superficies fourragères limitées, deux des exploitations suivies (Exploitation 6 et 8) n'utilisent pas de fourrages verts dans le rationnement de leurs vaches laitières, alors que cinq autres (Exploitation 2, 5, 7, 23 et 33) l'utilisent seulement durant une certaine période de l'année. Ces élevages se contentent des fourrages secs et de la distribution d'aliment concentré pour satisfaire les besoins de leurs animaux.

En revanche, d'autres unités de production distribuent deux fourrages verts au minimum (Exploitation 1, 31, 32 et 35) voire même trois : il s'agit des exploitations étatiques ou des fermes privées dont les superficies fourragères sont importantes.

Par ailleurs, près de 29% des exploitations étudiées distribuent un seul fourrage vert sur toute l'année (Exploitation 9, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 28 et 29). En revanche, 11 autres élevages (soit 31% de l'échantillon) l'associent avec un deuxième fourrage vert sur une certaine période de l'année (Exploitation 3, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 19, 30 et 34). Enfin, d'autres exploitations utilisent principalement deux fourrages verts sur toute l'année mais parfois distribuent un seul sur une courte période (exploitation 4, 15 et 18).

La pratique du pâturage est observée dans 23% des élevages, notamment durant les périodes printemps-été sur des parcelles de luzerne, d'orge, d'avoine ou de ray grass. Par contre, une seule exploitation le pratique sur toute l'année lorsque les conditions climatiques le permettent.

En ce qui concerne l'utilisation des ensilages (principalement d'orge, et rarement de sorgho, de maïs, de luzerne ou de triticales), elle est rencontrée dans 18 exploitations de l'échantillon de l'étude : 44% d'entre elles le distribuent généralement durant les périodes hivernales (Exploitation 1, 3, 9, 20, 21, 22, 30 et 31), alors que les autres élevages l'utilisent durant toute l'année (4, 19, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 32 et 35).

2.2. Analyse critique des systèmes d'alimentation

2.2.1. Composition chimique et valeurs alimentaires de quelques fourrages

Des échantillons de quelques fourrages ont été récoltés au niveau de quatre exploitations. Les résultats de l'analyse fourragère sont mentionnés dans le tableau 19.

Tableau 19. Composition chimique des échantillons d'aliments analysés

Aliments	Lieux de récolte	MS (%)	Composition chimique des aliments (% de MS)				
			MM	MO	MAT	CB	MG
Fourrages verts :							
Avoine (floraison)	Exp 1	25,42	15*	85	16*	<u>26,07</u>	1,45
Trèfle d'Alexandrie (floraison)	Exp 31	15,1	17,2*	82,8	<u>12,56</u>	25,7	1,33
Trèfle d'Alexandrie (végétatif)	Exp 33	<u>7,56</u>	16,2*	83,8	19,69	19,06	3
Trèfle d'Alexandrie (végétatif)	Exp 34	<u>8,66</u>	12,63	87,37	17,54	22,21	2,66
Luzerne (début floraison)	Exp 1	22,61	27,22*	<u>72,78</u>	<u>9,01</u>	<u>20,15</u>	1,12
Luzerne (floraison)	Exp 31	23,7	10,18	89,82	<u>9,87</u>	<u>23,39</u>	1,89
Orge (laiteux-pâteux)	Exp 1	26,01	<u>6,76</u>	93,24	10,79	33,54*	0,99
Sorgho (floraison)	Exp 1	24,48	16,98*	<u>83,02</u>	7,08	34,17	1,33
Sorgho (floraison)	Exp 31	24,16	18,84*	<u>81,16</u>	6,99	<u>24,82</u>	1,36
Fourrages secs :							
Foin d'avoine	Exp 1	86,42	9,96	90,04	<u>5,81</u>	35,78	1,08
Foin d'avoine	Exp 31	87,23	11,08	88,92	<u>6,3</u>	37,75	1,56
Foin d'avoine	Exp 33	85,26	9,28	90,72	<u>5,61</u>	29,74	1,99
Paille de blé	Exp 1	87,68	6,76	93,24	3,7	45,46	2,01
Paille de blé	Exp 31	89,07	6,46	93,54	4	46,76	2,95
Paille de blé	Exp 33	88,76	5,94	94,06	3,9	40,29	2,99
Paille de blé	Exp 34	87,41	6,95	93,05	4,98	52,06*	3,34
Ensilages :							
Ensilage d'orge	Exp 31	36,35	26,32*	<u>73,68</u>	11,75*	25,7	2,5
Ensilage de maïs	Exp 31	27,86	25,76*	<u>74,24</u>	12,8*	22,77	1,94

* : les valeurs avec un astérisque dépassent celles des tables INRA France
: Les valeurs soulignées sont en dessous de celles des tables INRA France

Nous relevons du tableau 19 que la composition chimique des fourrages échantillonnés diffère de celle rapportée par d'autres auteurs algériens à quelques exceptions près. En effet, les valeurs obtenues pour l'orge fourragère et le trèfle d'Alexandrie stade floraison sont comparables à celles indiquées par **Chibani et al (2010)**. En revanche, les teneurs en MS du

bersim stade végétatif, bien que très proche de celles rapportées par **Ghozlane (2012)**, sont nettement plus faibles.

La teneur en matière minérale (MM) observée pour quelques espèces fourragères (avoine, sorgho et luzerne début floraison) semble être plus élevée, de même que pour les ensilages.

Concernant les MAT, quatre aliments (trèfle d’Alexandrie stade floraison, luzerne stade floraison et début floraison, et foin d’avoine) enregistrent des taux inférieurs comparativement aux tables INRA France. Cependant, la valeur obtenue pour l’avoine fourragère et les ensilages reste très élevée. Dans le même sens, des taux nettement supérieurs en CB sont enregistrés pour l’orge fourragère et la paille de blé (exploitation 34) ; par contre, ceux obtenus pour l’avoine fourragère, la luzerne et le sorgho (exploitation 31) sont jugés plus faibles par rapport aux résultats de **Chibani et al (2010)**.

En se basant sur les résultats des analyses fourragères (tableau 19), nous avons calculé les valeurs énergétiques (UFL) et azotées (PDIA, PDIN et PDIE) des aliments qui sont indiquées dans le tableau 20.

Tableau 20. Valeurs alimentaires des échantillons analysés

Aliments	n	dMO (%)	Valeur énergétique (/kg de MS)		Valeurs azotées (g/kg de MS)		
			UFL	PDIA	PDIN	PDIE	
Fourrages verts:							
Avoine en vert	1	69,46	0,78	36	100,5*	85,5*	
Trèfle d’Alexandrie (floraison)	1	69,88	0,76	28	79	78	
Trèfle d’Alexandrie (végétatif)	4	75,65	0,88*	42	117*	95*	
Luzerne (début floraison)	1	76,21	0,77	20	<u>57</u>	<u>69</u>	
Luzerne (floraison)	1	72,52	0,88*	22	<u>62</u>	<u>79</u>	
Orge (laiteux-pâteux)	1	60,94	0,70	24	68	73	
Sorgho (floraison)	2	65,55	0,68	16	<u>44</u>	63	
Fourrages secs:							
Foin d’avoine	3	60,76	0,67	17,7	<u>43,5</u>	<u>65</u>	
Paille d blé	4	46,58	0,49	10,2	25	47	

* : les valeurs avec un astérisque dépassent celles des tables INRA France ; Les valeurs soulignées sont en dessous de celles des tables INRA France ; n: nombre d’échantillons ; dMO: digestibilité de la matière organique.

Il en ressort que les valeurs énergétiques des fourrages analysés sont plus ou moins comparables aux données bibliographiques à l’exception de deux aliments à savoir, le trèfle d’Alexandrie (stade végétatif) et la luzerne (stade floraison) qui ont des teneurs en UFL plus élevées, mais proches des valeurs indiquées par **Ait Amar (2005)** au Maroc.

Les teneurs en PDIN et PDIE présentent, par contre, des différences considérables par rapport aux données des tables **INRA France (2010)**. En effet, l'avoine fourragère et le trèfle d'Alexandrie (stade végétatif) affichent de bonnes teneurs en azote mais elles sont jugées très élevées. En revanche, les résultats obtenus pour la luzerne, le sorgho et le foin d'avoine sont très faibles notamment pour les PDIN. Ceci est dû en partie à leurs faibles taux en MAT.

Concernant la paille de blé, l'orge fourragère et le trèfle d'Alexandrie récolté au stade floraison, ils affichent des teneurs azotées très correctes comparativement aux moyennes étrangères mentionnées dans la littérature.

2.2.2. Le rationnement du troupeau laitier au péripartum

2.2.2.1. Les apports alimentaires au tarissement

La conduite alimentaire au tarissement (apports en MS, UFL, PDI) a été appréciée pour 23 exploitations. D'après les résultats de notre enquête, il s'avère que, 56% de ces élevages alimentent leurs vaches taries avec les mêmes rations distribuées aux vaches en lactation. Les autres exploitants par contre, distribuent des rations à base de fourrages secs et de concentré, à l'exception d'une seule exploitation qui utilise le foin et la paille seulement durant cette période.

▪ *Les apports en MS*

La quantité de MS ingérée par les vaches taries a été estimée en moyenne après réajustement à $12,3 \pm 1,2$ kg par jour, variant de 8,5 à 13 kg (figure 15).

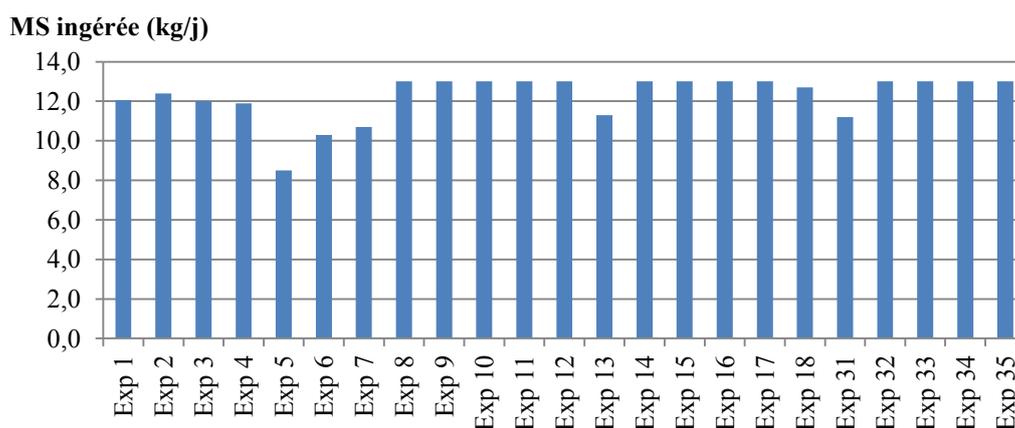


Figure 15. Représentation graphique des quantités journalières moyennes de la MS ingérée par vache durant la période de tarissement pour les exploitations suivies

Cette moyenne correspond aux normes rapportées par **Wolter (1997)** qui préconise un apport en MS durant le tarissement entre 11 et 15 kg par vache et par jour. Néanmoins, nous constatons que trois exploitants (exploitation 5, 6 et 7) apportent de faibles quantités de MS.

▪ **Les apports énergétiques et azotés**

Durant la période sèche, la vache laitière a des besoins relativement faibles, pouvant les couvrir suffisamment par l'alimentation en dépit d'une capacité d'ingestion réduite (**Sériyes, 1997**). Selon le même auteur, les apports recommandés par kilogramme de MS sont de 0,47 UFL et 38 g de PDI au 1^{er} mois de tarissement et de 0,63 UFL et 50 g de PDI au 2^{ème} mois.

Cette étude a révélé que l'apport alimentaire au tarissement est en moyenne de $9,6 \pm 1,4$ UFL et 974 ± 186 g de PDI, ce qui permet de couvrir entièrement les besoins des vaches taries. En revanche, 10 exploitants sur 23 (figure 16) donnent des rations dont le niveau énergétique est considéré très élevé (dépassant les 10 UFL par jour), ce qui risque d'engraisser les vaches et les prédisposer à des difficultés au vêlage.

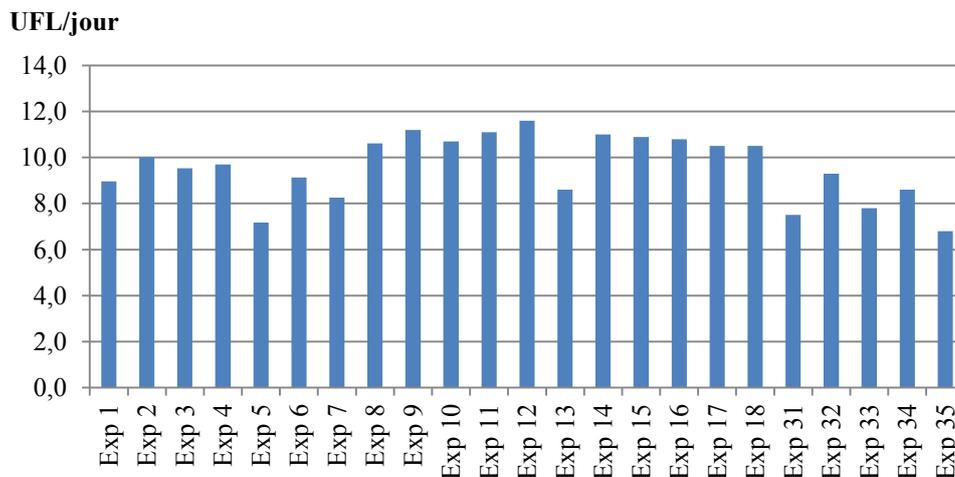


Figure 16. Représentation graphique des apports énergétiques journaliers (UFL) par vache durant la période du tarissement pour les exploitations suivies

Dans le même sens, 52% des élevages suivis (figure 17) distribuent des rations avec des niveaux azotés très importants (dépassant les 1000 g de PDI par jour). Les surplus azotés (plus de 20% de MAT/MS) en fin de gestation augmenterait l'incidence des rétentions placentaires, retardent l'involution utérine et en diminuant les défenses immunitaires, ils prédisposent les vaches à certaines pathologies telles que les métrites et les mammites (**Paragon, 1991**).

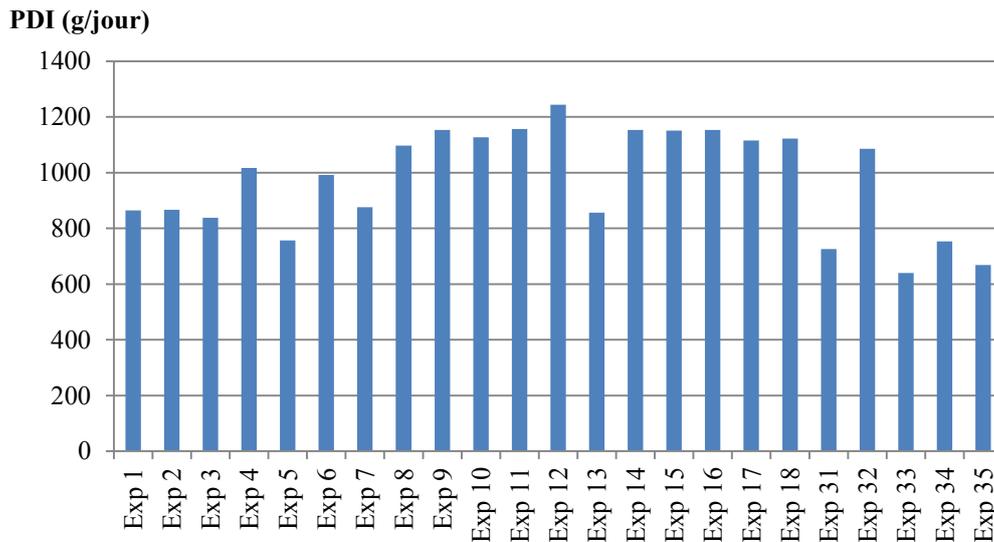


Figure 17. Représentation graphique des apports azotés journaliers (PDI) par vache durant la période du tarissement pour les exploitations suivies

2.2.2.2. Les apports alimentaires en début de lactation

Les niveaux d'apports alimentaires moyens assurés par les rations de début de lactation au niveau des exploitations suivies sont mentionnés dans le tableau 21.

Tableau 21. Apports alimentaires moyens en début de lactation dans les exploitations suivies

	Elevages enquêtés (n=35)			Elevages du Sud (n=16)	Elevages du Nord (n=19)
	Min	Max	Moy ± ET	Moy ± ET	Moy ± ET
MSI (kg)	14,1	25,8	19,7±2,7	18,8 ± 1,7	20,4 ± 3,1
UFL	11,2	20,7	16,2±2	16 ± 1,2	16,4 ± 2,4
PDIN (g)	1212	2191	1672±200	1713 ± 121	1637 ± 247
PDIE (g)	1152	2230	1756±202	1764 ± 112	1748 ± 258
% concentré	18	69	43,8±12,3	51,5 ± 10,9	37,3 ± 9,4
UFL_C/UFL total (%)	23	79,5	52,5±13,2	60,1 ± 12	46,2 ± 10,8

n : nombre d'exploitations ; Moy ± ET : moyenne ± écart type ; MSI : matière sèche ingérée ; PDI : Apports azotés ; UFL : apports énergétiques ; UFL_C/UFL total : apport énergétique permis par le concentré.

▪ Les apports en MS

La quantité de MS ingérée en début de lactation dans les 35 exploitations suivies, exprimée en kg par vache et par jour est en moyenne de $19,7 \pm 2,7$ kg soit un apport de 3,2 kg par 100 kg de poids vif. Cette moyenne dépasse légèrement la limite maximale de la norme préconisée par **Jarrige (1988)** à savoir une ingestion de 2,5 à 3 kg de MS par 100 kg de poids vif.

Les quantités journalières ingérées sont très variables entre exploitations (figure 18), variant de 14,1 à 25,8 kg de MS (tableau 21). Il est à noter que deux exploitations (exp 6 et 31) affichent des quantités ingérées en dessous des normes.

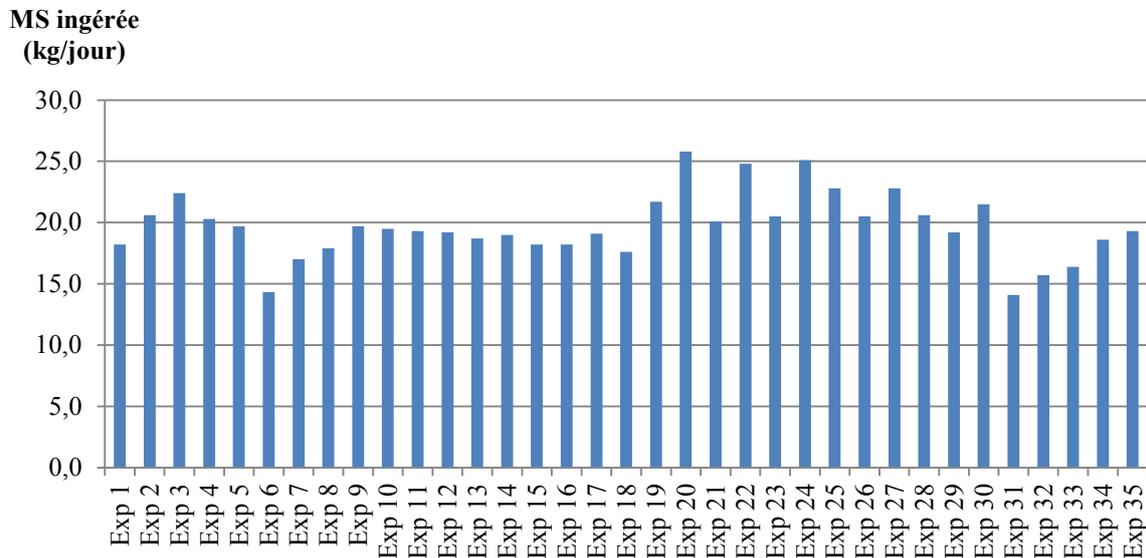


Figure 18. Représentation graphique des quantités journalières moyennes de la MS ingérée par vache en début de lactation pour les exploitations suivies

▪ **Les apports en UFL et PDI**

Les apports énergétiques et azotés dans les élevages suivis sont en moyenne de $16,2 \pm 2$ UFL, 1672 ± 200 g de PDIN et 1756 ± 202 g de PDIE (tableau 21).

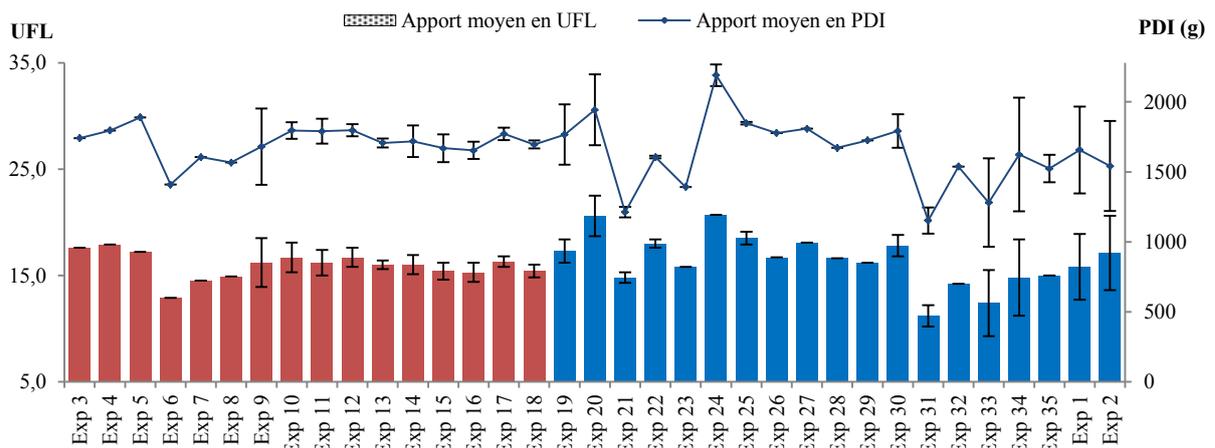


Figure 19. Variation inter et intra exploitations des apports moyens en énergie (UFL) et azote (PDI) en début de lactation
(Bâtons en rouge = élevages du sud ; Bâtons en bleu = élevages du nord)

De ces résultats, nous constatons que 34% des exploitations distribuent le même régime alimentaire aux vaches laitières tout au long de l'année. Pour les autres élevages, les rations sont tributaires des disponibilités fourragères, la différence dans les apports alimentaires entre rations pour une même exploitation est cependant minime, à l'exception des exploitations (1, 2, 9, 20, 33 et 34) où elle dépasse les 3 UFL et 450 g de PDI (figure 19).

En comparant les niveaux d'apports alimentaires moyens (en énergie et azote) entre les élevages des régions du sud et ceux des régions du nord, nous n'observons pas de différence significative (tableau 21). Néanmoins, la variation de ces apports en inter et intra exploitation est plus marquée dans les élevages du nord. En effet, les rations distribuées dans ces exploitations sont dépendantes des disponibilités fourragères alors que dans les élevages du sud, une grande partie des apports alimentaires est assurée par le concentré qui participe en moyenne avec plus de 60% dans l'apport énergétique globale de la ration (tableau 21).

2.2.3. Le rapport fourrage/concentré

Le ratio fourrage/concentré est un facteur majeur dans la variation de la teneur en matière grasse du lait, mais joue aussi un rôle important dans l'ingestion de la matière sèche. **Faverdin et al (1992)**, ont rapportés que les apports élevés en aliments concentrés s'accompagnaient d'une augmentation de l'ingestion de la matière sèche totale mais d'une diminution des quantités de fourrages ingérées.

2.2.3.1. Le taux d'apport en MS par le concentré et les fourrages

En fonction des régimes alimentaires distribués dans les différentes exploitations, la part de concentré dans l'apport global en MS est en moyenne de 43,8%. Cette proportion reste à la limite préconisée par **Wolter (1997)** qui recommande un apport en fourrages de 50 à 60% au minimum, et ceci pour permettre un bon transit alimentaire.

Nous constatons d'après la figure 20 qu'il existe une grande variabilité entre exploitations dans l'utilisation des concentrés dans l'alimentation des vaches laitières. En effet, les taux les plus importants en cet aliment sont constatés dans les élevages des régions du sud où le concentré participe en moyenne avec plus de 50% dans l'apport total en MS (tableau 21), contrairement aux élevages des régions du nord qui favorisent l'utilisation des fourrages en raison de l'importance des surfaces fourragères dans ces exploitations.

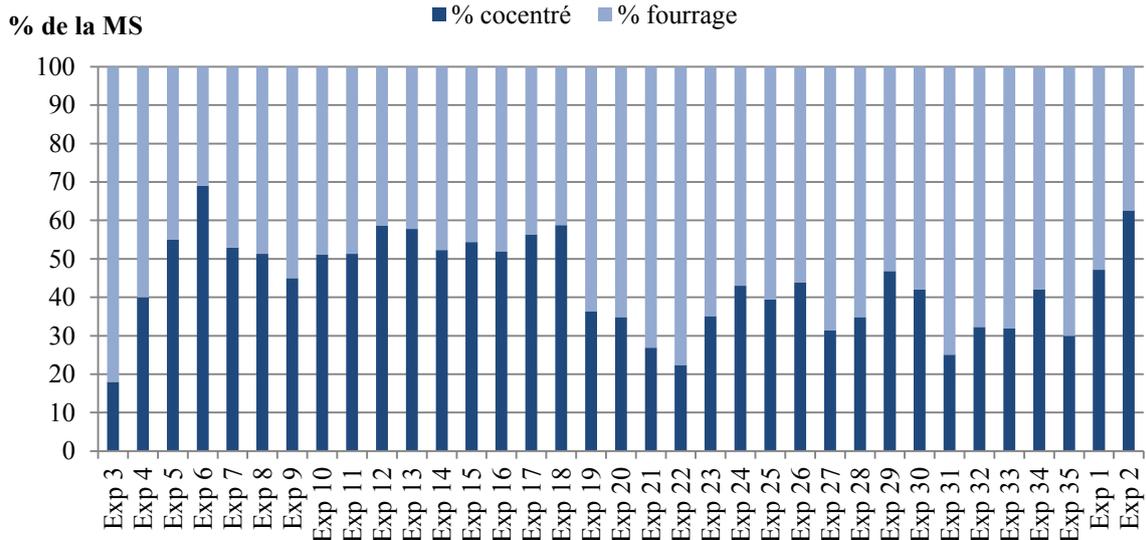


Figure 20. Variation de la part de concentré et des fourrages dans la ration totale en pourcentage de la MS dans les exploitations suivies

2.2.3.2. Le taux d'apport en UFL par le concentré et les fourrages

La figure 21 fait ressortir que dans plus de la moitié (54%) des exploitations suivies, l'alimentation en concentré assure plus de 50% de l'apport énergétique total de la ration. Ceci est notamment remarqué dans les exploitations qui distribuent des quantités insuffisantes en fourrages à l'exemple des élevages du sud dont les superficies fourragères sont limitées. Par contre, nous constatons que dans les exploitations des régions du nord, le concentré participe en moyenne avec 46,2 % dans le taux énergétique global de la ration.

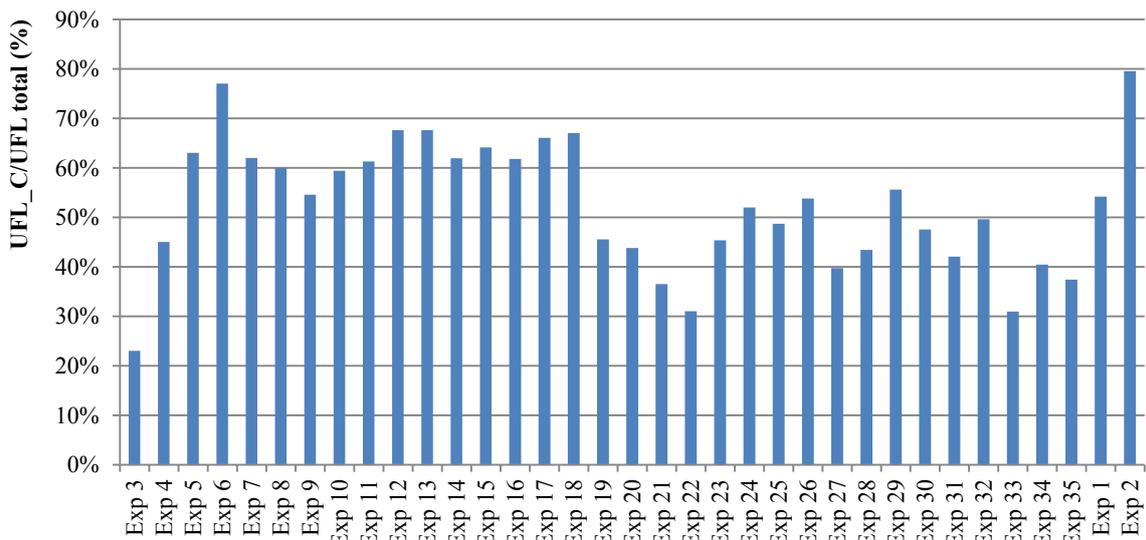


Figure 21. La part des UFL apportées par le concentré dans les différentes exploitations suivies

2.2.4. Equilibre général des rations

Les rations distribuées dans les différentes exploitations ont été vérifiées à travers le calcul du rapport microbien (Rmic) qui détermine le déficit en PDIN par rapport au PDIE (Brocard et al, 2010). Ce rapport donne une idée sur le bon fonctionnement du rumen, il se calcul par l'équation suivante :

$$\text{Rmic (en g PDI/UFL)} = (\text{PDIN}-\text{PDIE})/\text{UFL}$$

Le Rmic moyen a été en moyenne de (-7) et (-5) g de PDI/UFL respectivement pour les exploitations avec un niveau de production laitière de 15-25 kg et 25-35 kg par vache et par jour. Ces résultats sont à la limite des seuils recommandés par la littérature (tableau 22). Néanmoins, 17% des exploitations suivies, leurs rations présentent un déficit en PDIN variant de (-11) à (-27) g de PDI/UFL reflétant ainsi un déséquilibre dans ces rations pouvant perturber le bon fonctionnement de la microflore ruminale.

Tableau 22. Valeurs seuil du rapport microbien (Rmic) en fonction du niveau atteint de production laitière du troupeau (Brocard et al, 2010)

Rmic (en g PDI/UFL)	Niveau de production laitière (kg lait/vache/j)		
	15 à 25	25 à 35	> 35
	-8	-4	0

Par ailleurs, les données bibliographiques indiquent qu'un rapport PDI/UFL de l'ordre de 100 à 105 g est l'objectif recherché en élevage bovin laitier quelle que soit la production laitière potentielle (Brocard et al, 2010), afin de satisfaire les besoins des animaux, d'éviter les gaspillages d'azote et leurs impacts négatifs sur l'environnement et de maîtriser le coût alimentaire.

Nos résultats montrent que 43% des élevages suivis distribuent des rations respectant cette norme. En revanche, 06 exploitations sur 35 donnent des rations avec un équilibre énergie/azote inférieur à 95 g PDI/UFL. Ceci pourrait pénaliser inévitablement le rendement laitier de ces élevages. Aussi, 40% des exploitations utilisent des régimes alimentaires dont le niveau azoté est jugé élevé avec des rapports PDI/UFL dépassant les 105 g. Ces taux, bien que légèrement favorables à une amélioration des niveaux de production laitière en augmentant le niveau d'ingestion de la MS (Vérité et Delaby, 1998), augmentent les rejets d'azote dans les déjections.

2.3. Analyse descriptive des niveaux de production des troupeaux laitiers

Les données moyennes concernant les paramètres de production laitière enregistrés pour les exploitations suivies sont rapportées dans le tableau 23.

Tableau 23. Performances de production laitière des exploitations suivies

Paramètres	Sur les 29 élevages suivis				Elevages du Sud (n=13)	Elevages du Nord (n=16)
	Min	Max	Moyenne	Ecart type	Moy ± ET	Moy ± ET
Pi (kg)	8	24	14	5	17 ± 4	11 ± 2
Pmax (kg)	11	41	21	8	28 ± 5	16 ± 4
PLT (kg)	1928,7	8184	4533,3	1806,5	6252,3 ± 991,3	3136,5 ± 814,5

Pi : production initiale ; *Pmax* : production maximale ; *PLT* : production laitière totale ; *Moy ± ET* : moyenne ± écart type.

2.3.1. La production initiale

Appelée également la *Pi*, elle représente la production moyenne du 4e, 5e et 6e jour de lactation. Etant donné que c'est un paramètre très précis et très difficilement mesurable dans tous les élevages, nous nous sommes basé sur la quantité de lait journalière produite dans les quinze premiers jours de lactation, ou celle mesurée au premier mois de lactation lors du contrôle laitier, pour estimer cette production initiale. Cette dernière a été calculée pour 29 exploitations (1 415 vaches laitières), avec une moyenne de 14 ± 5 kg de lait. Ce résultat se rapproche de celui rapporté par **Bouamra (2011)** et **Ghozlane (2012)** dans une ferme étatique du nord algérien. Toutefois, une nette différence a été constatée entre exploitations avec des variations allant de 8 à 24 kg de lait (tableau 23). Les résultats de notre enquête indiquent d'ailleurs que 51% des exploitations ont une production initiale inférieure à 15 kg de lait, alors que 05 unités de production présentent des *Pi* dépassant les 20 kg de lait.

2.3.2. La production maximale

Elle représente la production laitière journalière la plus élevée obtenue durant les quatre premiers contrôles laitiers (**Boujenane, 2010**). Elle affiche une moyenne de 21 ± 8 kg pour un effectif de 1 415 têtes, avec un écart important entre élevages allant jusqu'à 30 kg de lait (tableau 23). Cette production laitière, notée au pic de lactation, est supérieure à celle trouvée par **Merdaci et Chemmam(2016)** pour les vaches Prim'Holstein au Nord-Est algérien. Cependant, elle reste largement en dessous des valeurs obtenues en France par **Freret et al (2010)** et **Balberini et al (2012)** qui ont enregistré des productions maximales dépassant les 30 kg de lait.

2.3.3. La production laitière totale

Ce paramètre correspond à la somme des productions journalières du vêlage jusqu'au tarissement. Le résultat obtenu indique une moyenne de 4533,3 kg de lait par vache avec un écart type de 1806,5.

Cette valeur semble être supérieure à celle enregistrée par **Ghozlane (2012)** et **Bouraoui et al (2009)** en Tunisie qui ne dépasse pas les 4000 kg de lait. Elle reste toutefois très médiocre comparativement aux productions réalisées au Maroc par deux élevages en zone semi-aride, à savoir 7530 et 6210 kg de lait (**Sraïri et Mousili, 2014**). Il en est de même par rapport aux données rapportées par **Kiers et al (2006)** et **Freret et al (2006)** en France où la production de lait est supérieure à 8000 kg par vache. Notons que certaines exploitations arrivent à enregistrer des niveaux de production assez élevés notamment celles des régions du sud qui affichent une PLT moyenne de $6252,3 \pm 991,3$ kg (tableau 23).

2.3.4. Comparaison entre la production laitière réelle et celle permise par les apports alimentaires

Les résultats de nos calculs montrent que la production laitière théorique permise par les apports alimentaires dans toutes les exploitations est en moyenne de $24,6 \pm 4,6$ kg de lait. D'une manière générale, elle est supérieure de 3 kg par rapport à la moyenne obtenue pour la production maximale.

Comparativement à la production laitière permise par les rations alimentaires distribuées dans les élevages suivis, la production réelle enregistrée au pic de lactation semble être plus faible dans les élevages du nord alors qu'elle est plus au moins comparable dans les élevages du sud ou même légèrement plus élevée (figure 22).

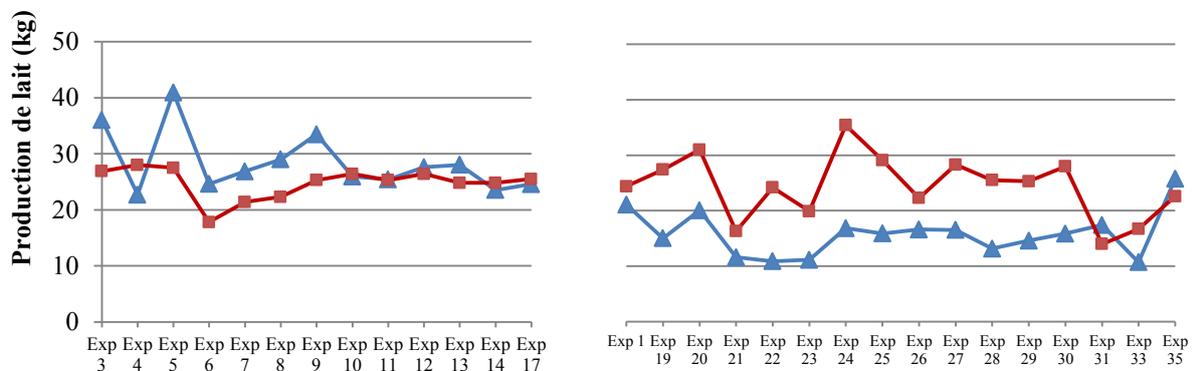


Figure 22. Comparaison entre la quantité de lait permise par les apports alimentaires (■) et la production laitière enregistrée au pic de lactation (▲) en fonction des exploitations suivies
(à gauche : les élevages du sud ; à droite : les élevages du nord)

Cette faible quantité de lait produite dans les élevages du nord est due, d'une part, à la qualité médiocre des fourrages utilisés qui ont des valeurs nutritives réelles probablement très basses par rapport à celles utilisées dans notre étude pour le calcul du rationnement, et d'autre part, aux déséquilibres des rations notamment en énergie-azote. Par ailleurs, les niveaux élevés de production laitière obtenus pour les élevages du sud pourraient s'expliquer par la part importante de l'aliment concentré dans la constitution des régimes alimentaires (tableau 21) mais aussi au respect de l'équilibre des rations dans ces exploitations.

2.4. Analyse de la variation de la composition physico-chimique du lait

L'étude de la variation de la composition physico-chimique du lait a été réalisée au niveau de deux exploitations (exploitation 1 et 31). Elle a concerné 52 vaches laitières au total de différentes races (Prim'Holstein, Montbéliarde, Brune des alpes et Fleckvieh), avec 26 vaches dans chaque exploitation.

Pour l'interprétation des résultats, nous avons constitué 3 groupes de vaches dans chaque ferme selon leur période de vêlage. Le suivi des contrôles laitiers a été effectué durant les deux premiers mois de lactation (un contrôle chaque 15 jour).

La composition physico-chimique moyenne du lait en taux protéiques (TP) et butyreux (TB) au cours des deux premiers mois de lactation dans les deux exploitations suivies est représentée dans le tableau 24.

Tableau 24. Valeurs moyennes des taux butyreux et protéiques du lait dans les deux exploitations suivies.

N° exploitation	Groupes	TB (g/kg)	TP (g/kg)
Exploitation 31	<i>Groupe 1</i>	39,5 ± 8,1	27,5 ± 5,8
	<i>Groupe 2</i>	39,7 ± 7,7	27,6 ± 6,3
	<i>Groupe 3</i>	41,4 ± 8,9	28,3 ± 7,0
	Moyenne des 4 premiers contrôles	40,2 ± 8,2	27,8 ± 6,3
Exploitation 1	<i>Groupe 4</i>	37,0 ± 8,6	24,7 ± 3,0
	<i>Groupe 5</i>	37,9 ± 8,8	24,8 ± 2,8
	<i>Groupe 6</i>	39,2±9,4	24,8 ± 3,0
	Moyenne des 4 premiers contrôles	38,2± 9,0	24,8 ± 2,9

Les résultats obtenus révèlent une différence dans les taux des matières utiles du lait entre les deux élevages. Nous constatons un écart de 2 g/kg pour le TB et de 3 g/kg pour le TP (tableau 24).

Le TB moyen enregistré dans les deux fermes est comparable à celui rapporté dans la littérature à savoir des taux compris entre 38 et 40 g/kg. En revanche, l'exploitation 31 affiche une moyenne en TB supérieure à celle trouvée dans l'exploitation 1 (40,2 vs 38,2 g/kg). Cette dernière présente également des valeurs très basses en TP (24,8 ± 2,9 g/kg) comparativement à celles enregistrées dans l'exploitation 31 (27,8 ± 6,3 g/kg) ou même par rapport à celles indiquées par les données bibliographiques.

Nous constatons également d'après nos résultats que les deux exploitations présentent un rapport TP/TB (0,65 et 0,69 respectivement pour l'exploitation 1 et 31) en dessous des normes préconisées par **Hoden et Coulon (1991)** à savoir une moyenne variant de 0,87 à

0,75. Selon les mêmes auteurs, l'objectif recherché est de produire un lait dont le rapport TP/TB soit le plus élevé possible.

D'autre part, une diminution graduelle des taux des matières utiles du lait a été remarquée avec l'avancement de la lactation (figure 23 et 24). Les taux butyreux et protéiques du lait ont diminué respectivement de 19 g/kg et 15 g/kg entre le 1^{er} et le 4^{ème} contrôle laitier dans l'exploitation 31. La même constatation a été notée dans l'exploitation 1, avec une baisse de près de 20 g/kg pour le TB et de 9 g/kg pour le TP dans les 60 jours postpartum.

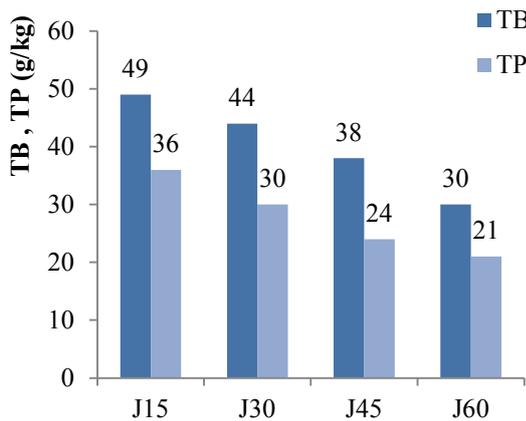


Figure 23. Evolution moyenne du TB et TP du lait en début de lactation dans l'exploitation 31

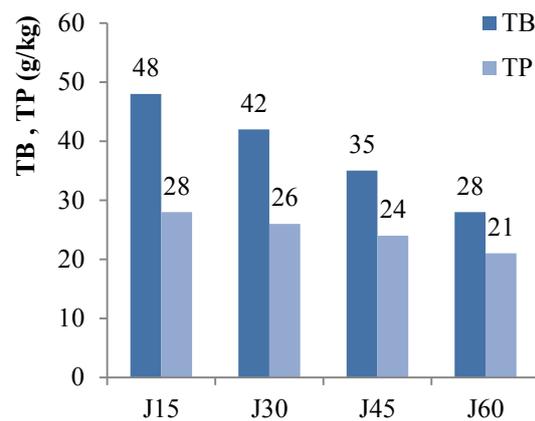


Figure 24. Evolution moyenne du TB et TP du lait en début de lactation dans l'exploitation 1.

D'après les données bibliographiques, la variation de ces taux pourrait être en relation avec plusieurs facteurs dont la race, la parité, le niveau de production laitière et l'alimentation.

2.4.1. Variation de la composition du lait selon la parité

La diminution du TB et du TP du lait au cours du postpartum est plus au moins linéaire. En revanche, les vaches multipares enregistrent des taux plus élevés par rapport aux primipares, et ceci dans les deux exploitations (figures 25 et 26).

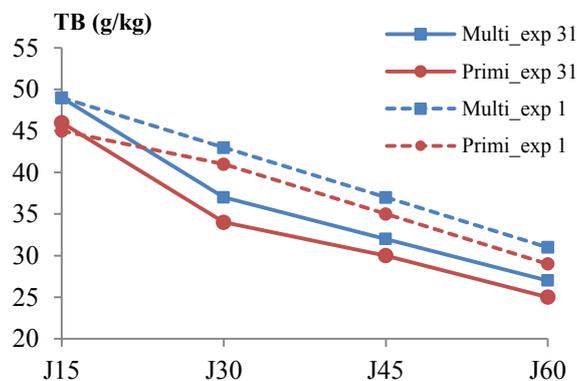


Figure 25. Evolution moyenne du TB du lait au cours du postpartum dans les deux exploitations suivies selon la parité (marqueur carré : vaches multipares ; marqueur rond : vaches primipares)

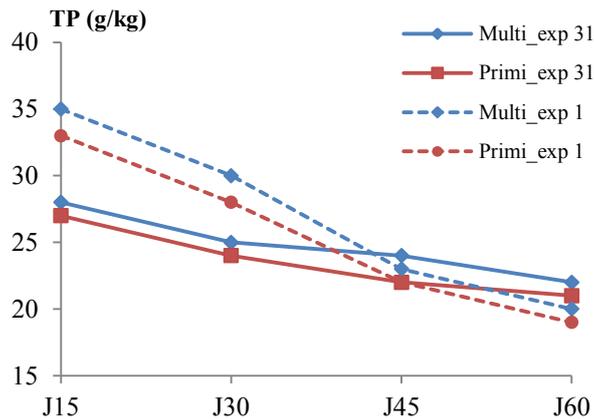


Figure 26. Evolution moyenne du TP du lait au cours du postpartum dans les deux exploitations suivies selon la parité (marqueur carré : vaches multipares ; marqueur rond : vaches primipares)

Cette différence entre multipares et primipares a été signalée également par **Belhadi (2010)** qui a constaté que la variation des taux butyreux et protéiques du lait était proportionnelle avec l'avancement de l'âge de l'animal.

2.4.2. Variation de la composition du lait selon le niveau de production

La variation des taux butyreux et protéiques du lait durant les 60 jours postpartum sont inversement proportionnels au niveau de production laitière (figures 27 et 28). En effet, les concentrations les plus élevées en TB et TP ont été notées au démarrage de la lactation où la production de lait était encore faible. Avec l'avancement de la lactation et l'augmentation des quantités de lait produites, on assiste à une diminution de ces taux. Ce résultat corrobore avec celui de **Faverdin et al (1987)**. Il est expliqué par le fait que les niveaux bas de la production laitière entraînent une forte concentration du lait en matières utiles (**Coulon et al, 1998**).

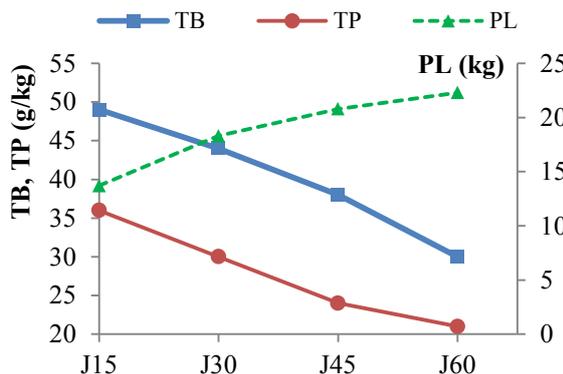


Figure 27. Evolution de la production et la composition du lait au cours des 60 jours postpartum dans l'exploitation 31.

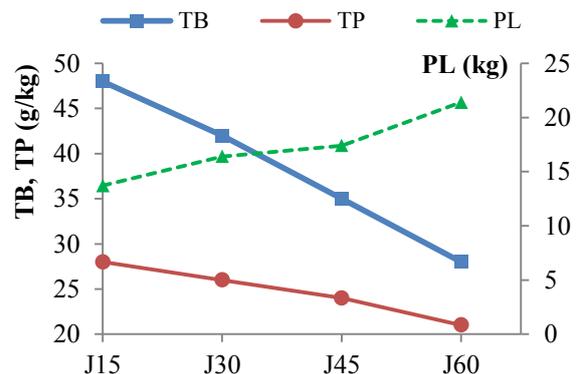


Figure 28. Evolution de la production et la composition du lait au cours des 60 jours postpartum dans l'exploitation 1.

2.4.3. Variation de la composition du lait selon l'alimentation

2.4.3.1. Variation de la composition du lait selon la ration du 1^{er} mois de lactation

Nous constatons d'après les figures 29 et 30 que la diminution de l'apport en MS a plus d'effet sur la variation du taux protéique que sur le taux butyreux. Ce dernier a connu la même variation dans les deux fermes avec des niveaux de MS différents.

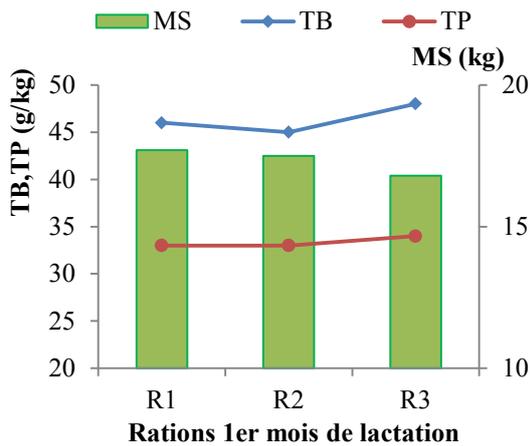


Figure 29. Variation moyenne du TB et TP du lait en fonction du niveau de matière sèche des rations du 1^{er} mois de lactation de l'exploitation 31.

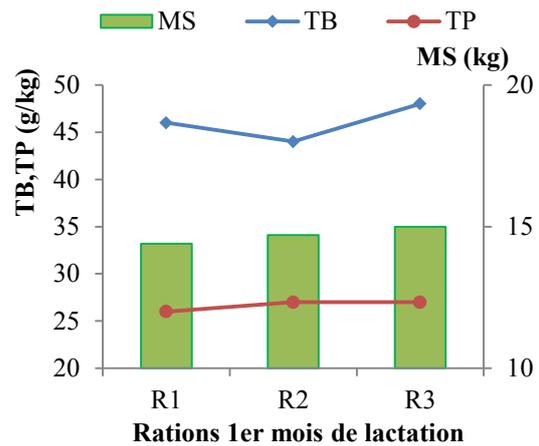


Figure 30. Variation moyenne du TB et TP du lait en fonction du niveau de matière sèche des rations du 1^{er} mois de lactation de l'exploitation 1.

Le taux protéique du lait semble baisser lorsque les quantités de MS des premières rations post vêlage sont moins importantes. En revanche, d'après les figures 31, 32, 33 et 34, cette diminution est beaucoup plus liée aux niveaux énergétiques et azotés des rations. En effet, nous constatons que les taux protéiques les plus faibles sont enregistrés avec les rations faiblement énergétiques et qui présentent un niveau d'apport azoté faible.

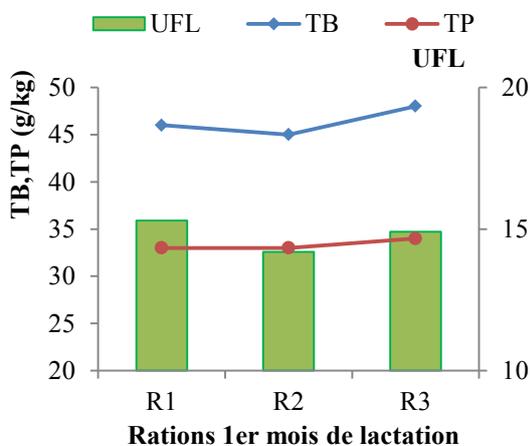


Figure 31. Variation moyenne du TB et TP du lait en fonction des apports énergétiques (UFL) des rations du 1^{er} mois de lactation pour l'exploitation 31.

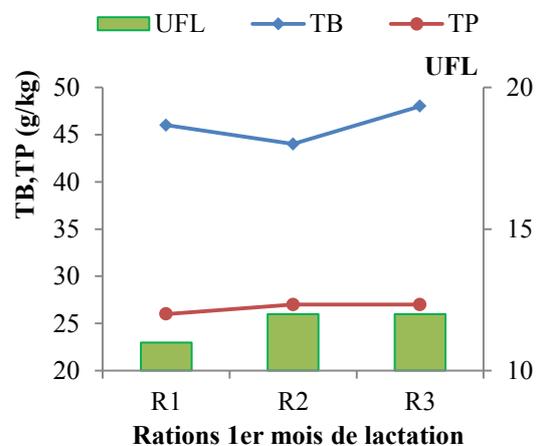


Figure 32. Variation moyenne du TB et TP du lait en fonction des apports énergétiques (UFL) des rations du 1^{er} mois de lactation pour l'exploitation 1.

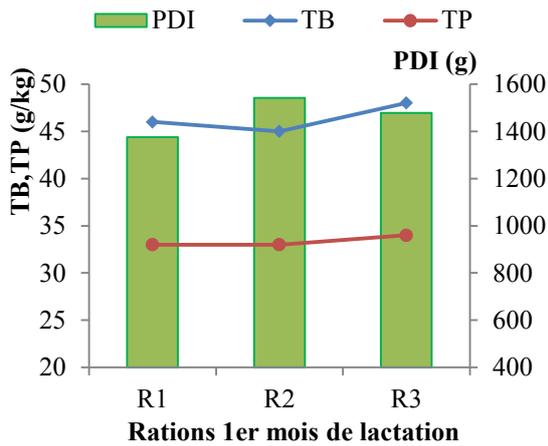


Figure 33. Variation moyenne du TB et TP du lait en fonction des apports azotés (PDI) des rations du 1^{er} mois de lactation pour l'exploitation 31.

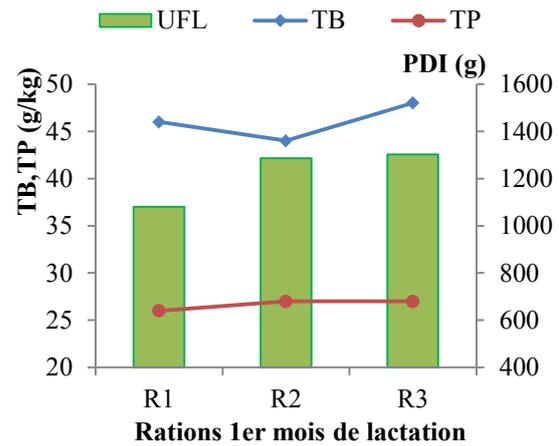


Figure 34. Variation moyenne du TB et TP du lait en fonction des apports azotés (PDI) des rations du 1^{er} mois de lactation pour l'exploitation 1.

Cette constatation rejoint les résultats de l'étude de **Coulon et Remond (1991)** qui ont trouvé que le TP augmente de manière linéaire avec les apports énergétique. Par ailleurs, **Remond (1985)** constate que l'augmentation du niveau des apports azotés dans la ration entraîne une augmentation conjointe des quantités du lait et des protéines sécrétées. En revanche, le taux protéique est peu modifié.

2.4.3.2. Variation de la composition du lait selon la ration du 2^{ème} mois de lactation

Le TB est plus bas dans le 2^{ème} mois de lactation comparativement au 1^{er} mois. Sa variation en fonction du niveau alimentaire n'est pas très évidente. Néanmoins, il semble diminuer légèrement lorsque le niveau de MS des rations est plus bas (figures 35 et 36), alors qu'il augmente avec le niveau énergétique de la ration. Ceci est contradictoire aux résultats de **Sutton (1989)** qui trouve que le taux butyreux du lait diminue lorsque la part des aliments concentrés dans la ration augmente. En effet, lors d'une consommation élevée d'amidon, les fermentations ruminales donnent lieu à des quantités importantes de propionate, ce qui se répercute positivement sur le taux protéique et non sur le taux butyreux (**Araba, 2006**).

Toutefois, selon le même auteur, la nature des glucides de la ration a aussi une influence sur le taux butyreux. Les concentrés dont l'amidon est rapidement dégradé (orge, avoine) par la microflore ruminale influencent plus le taux butyreux que les aliments dont la dégradabilité de l'amidon est plus lente, tel que le maïs. De plus, les aliments riches en sucres simples (betteraves, mélasse) augmentent la production ruminale de butyrate, ce qui est favorable à des taux butyreux élevés.

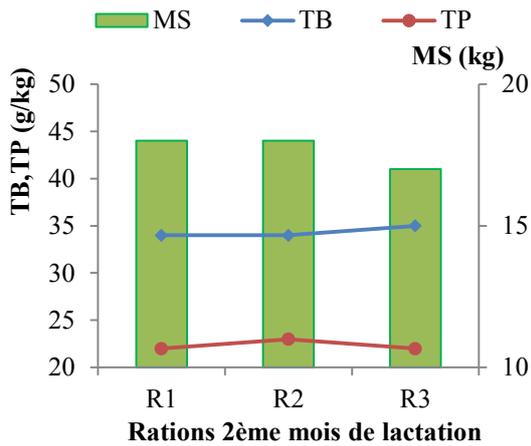


Figure 35. Variation moyenne du TB et TP du lait en fonction selon le niveau de matière sèche des rations du 2^{ème} mois de lactation de l'exploitation 31.

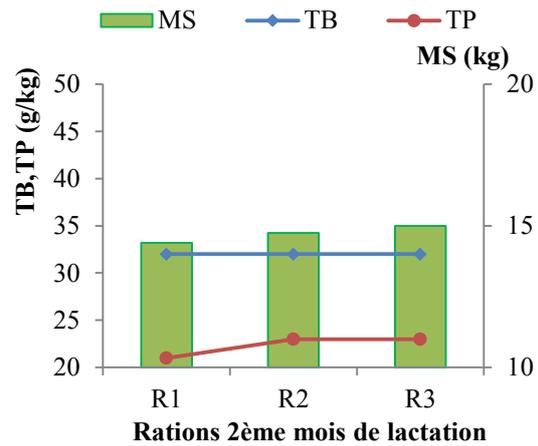


Figure 36. Variation moyenne du TB et TP du lait en fonction selon le niveau de matière sèche des rations du 2^{ème} mois de lactation de l'exploitation 1.

En parallèle, contrairement aux constatations remarquées au 1^{er} mois de lactation, les variations du TP sont presque similaires dans les deux fermes même avec des apports énergétiques et azotés nettement différents pour les rations du 2^e mois de lactation (figures 37, 38, 39 et 40).

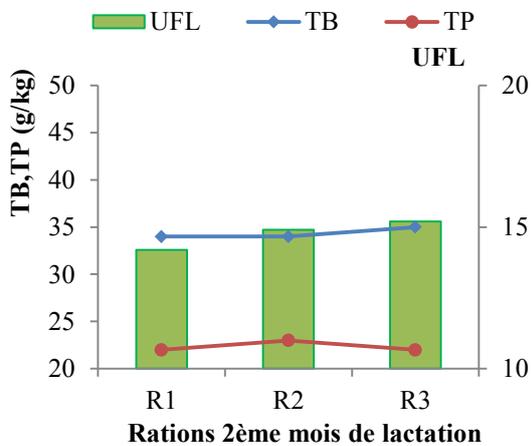


Figure 37. Variation moyenne du TB et TP du lait en fonction des apports énergétiques (UFL) des rations du 2^{ème} mois de lactation de l'exploitation 31.

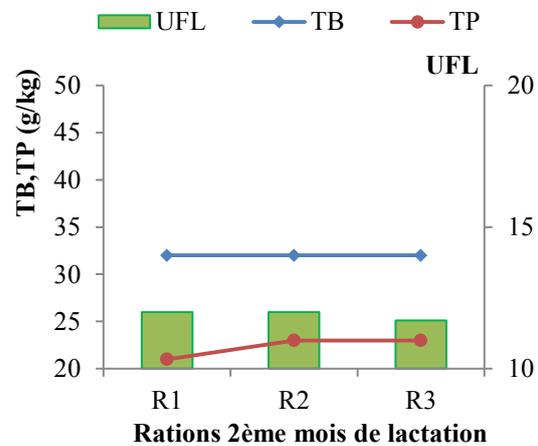


Figure 38. Variation moyenne du TB et TP du lait en fonction des apports énergétiques (UFL) des rations du 2^{ème} mois de lactation de l'exploitation 1.

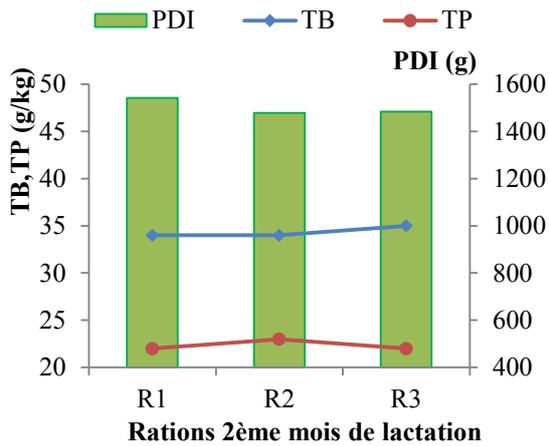


Figure 39. Variation moyenne du TB et TP du lait en fonction des apports azotés (PDI) des rations du 2^{ème} mois de lactation de l'exploitation 31.

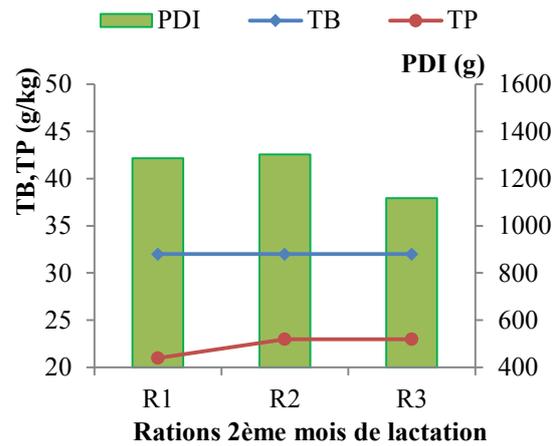


Figure 40. Variation moyenne du TB et TP du lait en fonction des apports azotés (PDI) des rations du 2^{ème} mois de lactation de l'exploitation 1.

Le niveau des matières utiles du lait est lié également aux facteurs génétiques. L'effet race n'a pas été pris en considération dans cette étude. Il pourrait expliquer une grande partie de la variation de la composition physico-chimique du lait entre les deux fermes.

2.5. Analyse des performances de reproduction

Les résultats de reproduction moyens des troupeaux laitiers des exploitations suivies sont résumés dans le tableau 25.

Tableau 25. Performances de reproduction des exploitations suivies

Paramètres	Sur les 23 élevages suivis (1 098 VL)				16 élevages du Sud (510 VL)	7 élevages du Nord (588 VL)
	Min	Max	Moyenne	Ecart type	Moy ± ET	Moy ± ET
V-IAF (jours)	67	255	115	43	96 ± 14	158 ± 56
V-IA1 (jours)	57	164	84	27	70 ± 13	116 ± 25
TRIA1	17	76,2	44,3	17,8	46,3 ± 19	39,9 ± 15
% VL à 3IA et +	0	40	16,8	12,6	16,5 ± 12,8	17,5 ± 13,2
IA/IAf	1,2	2,1	1,6	0,3	1,5 ± 0,2	1,6 ± 0,3

V-IAF : intervalle vêlage-insémination fécondante ; V-IA1 : intervalle vêlage-insémination première ; TRIA1 : taux de réussite en 1^{ère} insémination ; %VL à 3IA et + : pourcentage de vaches à 3inséminations et plus ; IA/IAf : le nombre d'inséminations pour avoir une fécondation.

2.5.1. Intervalle vêlage-insémination fécondante

Un troupeau bovin laitier peut être considéré comme ayant une bonne fécondité lorsque le maximum d'animaux a un intervalle vêlage-vêlage (V-V) d'un an. Les résultats économiques sont alors les meilleurs : plus de lait et plus de veaux. En revanche, sur le plan pratique, cet intervalle présente l'inconvénient de ne pas être connu immédiatement après la fin de la campagne. Etant donné que la durée de gestation est plus ou moins fixe, l'intervalle séparant le vêlage et la fécondation est un excellent critère pour estimer la fécondité du troupeau, il est d'ailleurs étroitement corrélé avec l'intervalle V-V.

L'intervalle V-IAF enregistré pour les exploitations enquêtées est en moyenne de 115± 43 jours. Bien qu'il soit plus court par rapport aux intervalles rapportés par certains auteurs algériens à l'exemple de **Bouamra et al (2016)** dans la région de la Mitidja (176,1 ± 98,5 jours), et **Abdelli et Iguer-Ouda (2017)** dans la wilaya de Tizi Ouzou (181 jours), il reste en deçà des recommandations de la littérature (tableau 26).

Une grande variabilité de ce paramètre est constatée entre exploitations. Il varie de 67 à 255 jours avec plus de la moitié des élevages (52%) présentant des délais de fécondation dépassant les 100 jours. Les intervalles les plus longs étant ceux enregistrés dans les régions du nord (tableau 25).

Tableau 26. Performances de reproduction des vaches laitières en Algérie et en France

Auteurs	Fécondité			Fertilité		
	Race	V-IA1 (jours)	V-IAf (jours)	TRIA1 (%)	% VL à 3 IA et +	IA/IAf
Objectifs (Cauty et Perreau, 2003)		50 - 70	< 100	60	< 15	< 1,6
Kiers et al (2006)		81,8 ± 8,5	109,9 ± 15	40,4 ± 9,6	28,9 ± 1,4	2,1 ± 0,4
Ghozlane et al (2010)		67,8 ± 34,4	157,7 ± 93,7	18,6	54,6	3,12
Lucie et al (2015)		(79,4 - 90,1)	(69,9 - 77,9)	(41,3 - 52,1)	-	-
Bouamra et al (2016)	-	132,6 ± 71,5	176,1 ± 98,5	67,4 ± 9,1	9,4 ± 2,9	1,41 ± 1,2
Kaouche-Adjlane et al(2016)		166 ± 59	188 ± 47	70 ± 11	7 ± 2	-
Merdaci et Chemmam (2016)	PH	96 ± 15	145 ± 12	20	26	-
	MB	74 ± 12	115 ± 17	35	13	-
Grimard et al (2016)	PH	88 ± 1,9	-	54,8	-	-
	MB	76,5 ± 1,9	-	60,8	-	-

PH : Prim'Holstein ; MB : Montbéliarde.

2.5.2. Intervalle vêlage-insémination première

L'intervalle séparant la date de la première insémination et celle du vêlage, appelé également le délai de mise à la reproduction, est un élément important de la conduite du troupeau. La majorité des animaux devrait être inséminée entre 50 et 70 jours après le vêlage (Cauty et Perreau, 2003).

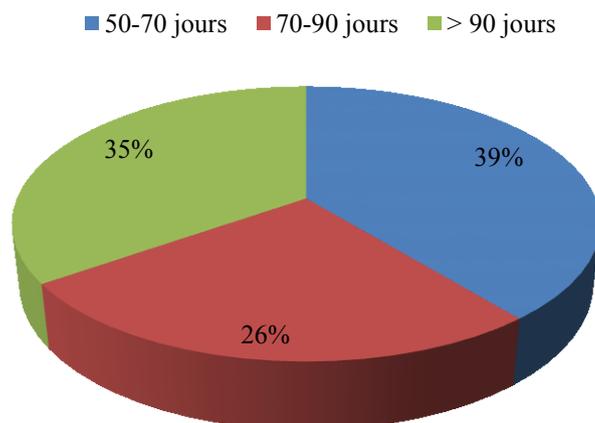


Figure 41. Répartition des exploitations selon le délai de mise à la reproduction des vaches laitières.

La figure 41 montre que seulement 39% des exploitations ont des intervalles V-IA1 respectant cette norme. La moyenne obtenue pour ce paramètre dans l'ensemble des élevages suivis est de 84 ± 27 jours avec des variations allant de 57 à 164 jours (tableau 25).

Ce résultat, bien que supérieur aux objectifs, avoisine les intervalles obtenus en France par **Kiers et al (2006)** et **Grimard et al (2016)** chez les vaches Prim'Holstein. Il reste même meilleur que les résultats de **Kaouche-Adjlane et al (2016)** enregistrés dans les régions de l'Est algérien et ceux de **Bouamra et al (2016)** dans la Mitidja (tableau 26). Enfin, ce délai de mise à la reproduction est plus court dans les élevages du sud comparativement aux élevages du nord (70 ± 13 vs 116 ± 25 jours).

2.5.3. Le taux de réussite en première insémination

Sur l'ensemble des élevages suivis, le pourcentage moyen de vaches dont l'insémination a réussie à la première tentative est de 44,3%, variant de 17 à 76,8%. Cinq exploitations seulement présentent des TRIA1 au-dessus de la norme de 60% préconisée par **Cauty et Perreau (2003)**, alors que 39% des élevages affichent des taux inférieurs à 40%.

La moyenne obtenue pour ce paramètre est plus au moins comparable à celle trouvée en France par **Kiers et al (2006)** et **Lucie et al (2015)**. Elle est même meilleure que les résultats de **Merdaci et Chemmam (2016)** dans le Nord-Est algérien, mais reste très faible par rapport aux taux rapportés par **Kaouche-Adjlane et al (2016)** et **Bouamra et al (2016)** qui dépassent les 65%.

2.5.4. Le pourcentage de vaches à 3 inséminations et plus

Le taux enregistré pour ce critère est de 16,5% en moyenne avec un écart type de 12,8%. Il est légèrement supérieur à la norme fixée par la littérature, à savoir 15% au maximum. Ce résultat est plus intéressant que celui observé par **Kiers et al (2006)** et **Ghozlane et al (2010)** mais il reste supérieur aux moyennes enregistrées par **Kaouche-Adjlane et al (2016)** et **Bouamra et al (2016)** qui ne dépassent pas les 10%.

En se basant sur ce paramètre et sur le pourcentage de vaches gravides lors de la première insémination (TRIA1), nous pouvons estimer le niveau de fertilité des troupeaux enquêtés, à travers la grille d'appréciation de la fertilité élaborée par **Loisel (1976)** et illustrée dans la figure 42.

Nous constatons d'après cette grille que 78% des élevages présentent des résultats de fertilité médiocres (entre le mauvais et le très mauvais) en comparaison avec les recommandations de

Cauty et Perreau (2003), qui préconisent un TRIA1 supérieur à 60% et un pourcentage de vaches à 3 inséminations et plus inférieur à 15%.

Ces mauvais résultats de fertilité sont dus à plusieurs facteurs dont probablement la mauvaise gestion de la reproduction dans ces troupeaux mais aussi la technicité des inséminateurs dans les élevages qui se basent sur la pratique de l'insémination artificielle pour la reproduction de leurs animaux.

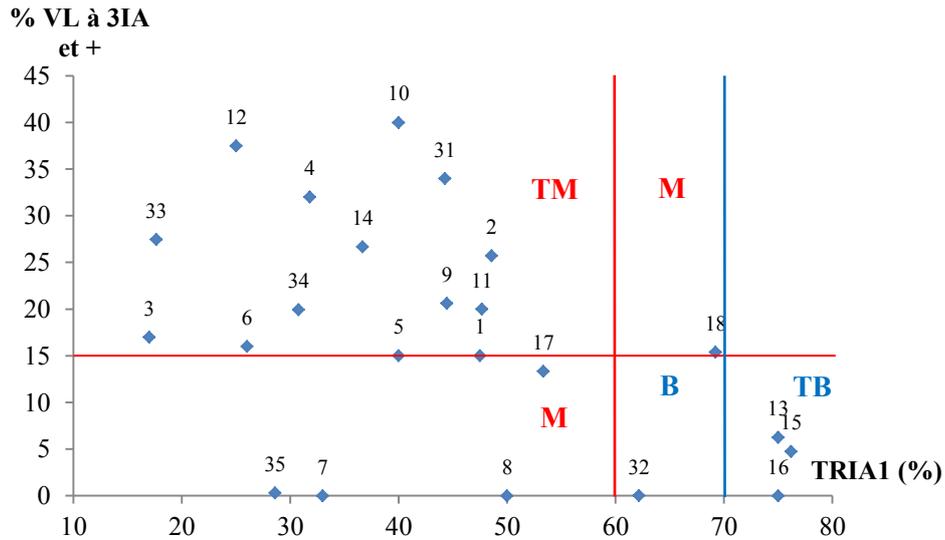


Figure 42. Répartition des résultats de fertilité des exploitations enquêtées

(B : bonne fertilité ; M : mauvaise fertilité ; TB : très bonne fertilité ; TM : très mauvaise fertilité)

2.5.5. L'indice coïtal

Ce critère représente le nombre d'inséminations effectuées pour avoir une fécondation (IA/IAf). Dans notre étude, cet indice avoisine les $1,6 \pm 0,3$ avec des variations allant de 1,2 à 2,1. Ce résultat est à la limite fixée par les spécialistes de la reproduction bovine. Cependant, il est bien meilleur que celui enregistré par **Kiers et al (2006)** en France et par quelques auteurs algériens tels que **Bouzebda et al (2006)** et **Ghozlane et al (2010)** qui ont obtenu des moyennes supérieures à 2. L'élévation de cet indice est tributaire des échecs de l'insémination et des facteurs qui entravent sa réussite.

2.6. Variation de l'état corporel des vaches laitières au péripartum dans quelques élevages

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

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

Le BCS varie en fonction du stade physiologique des vaches laitières. Cette variation est très liée à la quantité et la qualité des apports alimentaires, qui contrôlent la dynamique de la mobilisation des réserves corporelles. La variation du BCS avant et après le part est un indicateur du futur rendement de reproduction et de la production laitière (**Prandi et al, 1999**).

Dans cette étude, le suivi de l'évolution de la note d'état corporel du troupeau laitier au cours des différents stades physiologiques a été réalisé durant deux campagnes (2013-2014 et 2015-2016) au niveau de deux exploitations (tableau 27) sur un effectif total de 141 vaches laitières dont 48 femelles péri parturientes.

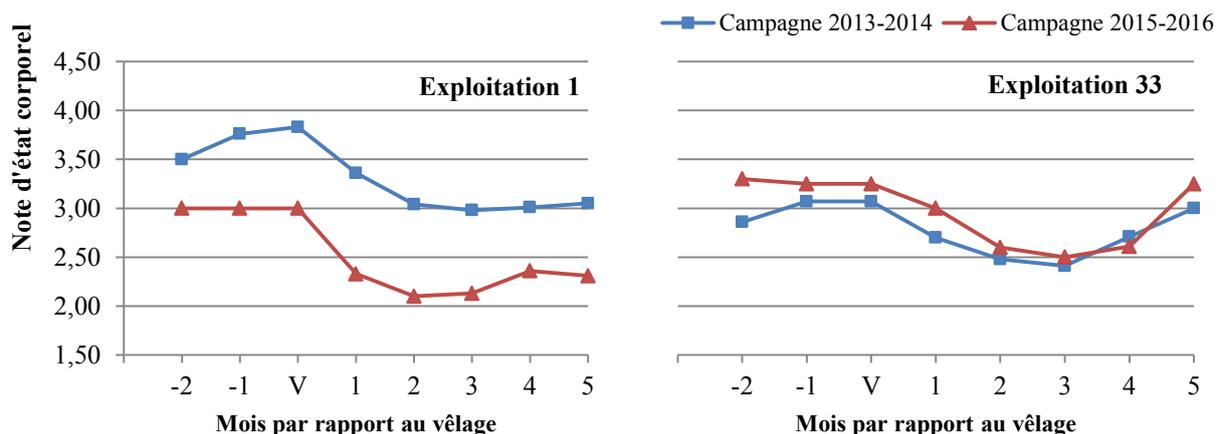


Figure 43. Evolution de la note d'état corporel moyenne du troupeau laitier des exploitations 1 et 33 au cours du cycle de production.

La figure 43 illustre l'évolution du BCS dans les deux élevages. Nous constatons d'après cette figure que la variation de la note d'état corporel moyenne du troupeau de l'exploitation 33 est presque similaire durant les deux campagnes contrairement à l'exploitation 1 où une nette

différence dans la notation de l'état de chair du troupeau est remarquée entre les deux campagnes. Ceci est probablement lié, d'une part, au régime alimentaire adopté par l'exploitation 33 qui est plus au moins stable chaque année, basé essentiellement sur un type de fourrage vert, du foin et de concentré, alors que dans l'autre exploitation, les apports alimentaires sont tributaires des disponibilités fourragères. D'autre part, le niveau de production laitière des vaches de l'exploitation 1 est variable entre les deux campagnes ce qui pourrait expliquer également cette différence.

Tableau 27. Variation de la note d'état corporel moyenne du troupeau laitier au cours des différents stades physiologiques dans l'exploitation 1 et 33 durant les campagnes 2013-2014 et 2015-2016.

Mois par rapport au vêlage		Exploitation 1		Exploitation 33	
		Campagne 2013-2014	Campagne 2015-2016	Campagne 2013-2014	Campagne 2015-2016
Tarissement	-2	3,50 ± 0,43	3,00 ± 0,38	2,86 ± 0,76	3,30 ± 0,78
	-1	3,76 ± 0,46	3,00 ± 0,45	3,07 ± 0,73	3,25 ± 0,71
Vêlage		3,83 ± 0,49	3,00 ± 0,45	3,07 ± 0,73	3,25 ± 0,73
Mois de lactation	1	3,36 ± 0,63	2,33 ± 0,48	2,70 ± 0,58	3,00 ± 0,62
	2	3,04 ± 0,45	2,10 ± 0,42	2,48 ± 0,74	2,60 ± 0,56
	3	2,98 ± 0,48	2,13 ± 0,54	2,41 ± 0,74	2,50 ± 0,52
	4	3,01 ± 0,50	2,36 ± 0,29	2,71 ± 0,71	2,61 ± 0,52
	5	3,05 ± 0,54	2,31 ± 0,56	3,00 ± 0,67	3,25 ± 0,84

2.6.1. La note d'état corporel au tarissement et au vêlage

L'objectif préconisé par **Ferre (2003)** et **Hanzen (2004)** est une note de 3 à 4 au tarissement qui doit être maintenue jusqu'au vêlage, en évitant les gains et les pertes excessives de poids (**Ferguson et Otto 1992 ; Domecq et al 1997**). Les résultats de notre étude indiquent que la note d'état corporel au cours de cette période (1 mois avant vêlage) est plus ou moins stable (figure 43), avec des notes moyennes de $3,76 \pm 0,46$ et $3 \pm 0,45$ dans l'exploitation 1 et de $3,07 \pm 0,73$ et $3,25 \pm 0,71$ dans l'exploitation 33, respectivement pour les campagnes 2013-2014 et 2015-2016.

Globalement, ces notes correspondent aux normes de la littérature.

2.6.2. La perte d'état corporel au cours du postpartum

La note d'état corporel moyenne enregistrée au 2^{ème} mois post-partum était de $3,04 \pm 0,45$ et $2,1 \pm 0,42$ pour l'exploitation 1 ce qui correspond respectivement à une perte de 0,72 et 0,9 points par rapport au vêlage. Dans l'exploitation 33, le BCS à 60 jours postpartum a été de $2,48 \pm 0,74$ et $2,6 \pm 0,56$ soit une perte d'état corporel de 0,59 et 0,65 points.

Cette perte est acceptable tant qu'elle correspond aux recommandations décrites par **Ozt (2006)**, à savoir une perte de 1 à 1,5 point au maximum en début de lactation à l'échelle du troupeau. En revanche, nous constatons que la perte d'état corporel est moins importante dans l'exploitation 33 comparativement à l'exploitation 1 (figure 43). Ceci pourrait s'expliquer par la faible mobilisation des réserves graisseuses des vaches de l'exploitation 33 en raison de leur faible niveau de production par rapport aux femelles laitières de l'exploitation 1 qui produisent des quantités de lait plus importante (PLT de 3970 vs 1929 kg respectivement pour l'exploitation 1 et 33).

2.6.2.1. Perte d'état corporel selon l'état d'engraissement au vêlage

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

Le suivi de la cinétique de l'état corporel des vaches en début de lactation montre que la diminution de la note d'état corporel à 60 jours post-partum est plus importante chez les vaches vêlant avec un état d'embonpoint élevé. En effet, cette perte n'est qu'une manifestation de l'utilisation intense des réserves corporelles survenant après le part. Elle se traduit par la réduction de l'épaisseur de la graisse sous cutanée, et cela reflète un bilan énergétique négatif.

Les vaches qui ont vêlé avec des notes supérieures à 3,5 « vaches grasses » ont subi des pertes plus intenses que les vaches vêlant avec un BCS plus faible (tableau 28, figure 44).

Tableau 28. L'intensité de la perte d'état corporel au postpartum selon la note d'état d'engraissement au vêlage

Classe des NEC au vêlage	n	NEC moyenne au vêlage	NEC moyenne à 2 mois postpartum	Perte d'état à 2 mois postpartum
< 3	13	$2,5 \pm 0,2$	$2,0 \pm 0,4$	$0,5 \pm 0,4$
3 - 3,5	17	$3,1 \pm 0,1$	$2,5 \pm 0,4$	$0,6 \pm 0,4$
≥ 3,5	18	$3,8 \pm 0,3$	$2,9 \pm 0,6$	$0,9 \pm 0,5$

n : nombre de vaches ; *NEC* : note d'état corporel

Ces résultats correspondent aux données de la littérature qui montrent que les vaches grasses au vêlage mobilisent plus leurs réserves corporelles en début de lactation comparativement aux vaches maigres.

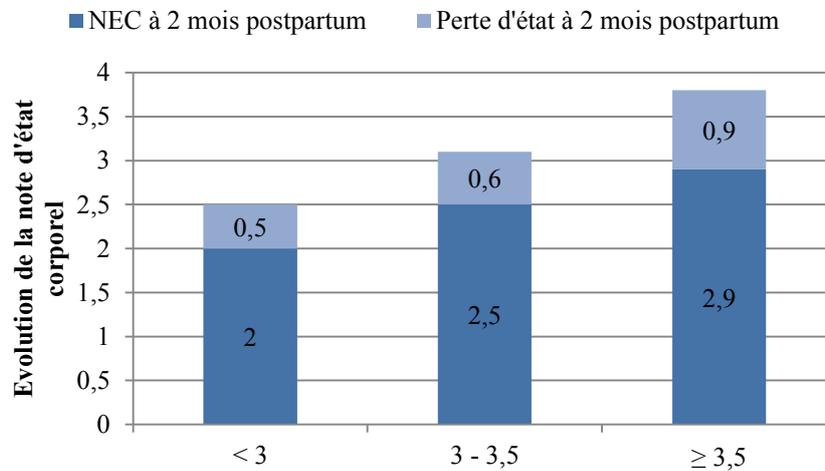


Figure 44. Relation entre l'état corporel au vêlage et la perte d'état en début de lactation.

2.6.2.2. Variation de la note d'état corporel en fonction de la race

La NEC chez les vaches ne varie pas de la même manière pour toutes les races. Il est connu que les races mixtes (Montbéliardes) perdent moins d'état corporel comparativement aux races laitières (Prim'Holstein), en raison de la forte consommation d'énergie de ces dernières pour assurer une forte production de lait (Cutillic et al, 2011 ; Merdaci et Chemmam, 2016).

Cette constatation a été observée. En effet, une nette différence dans la chute de la note d'état d'embonpoint entre les deux races a été constatée. Cette perte a été de $0,97 \pm 0,35$ chez la Prim'Holstein et de $0,71 \pm 0,32$ chez la Montbéliarde (figure 45).

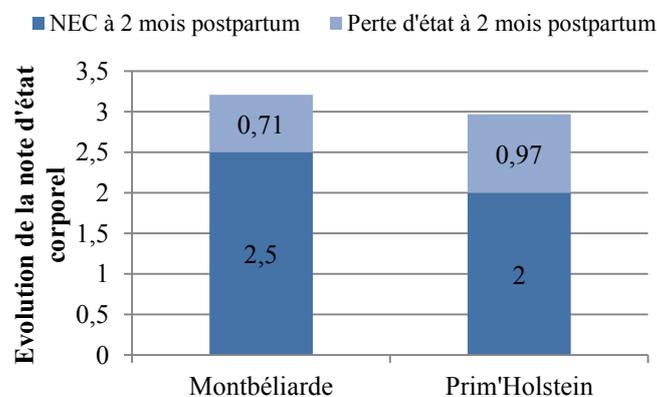


Figure 45. Perte d'état corporel au post-partum en fonction la race (Prim'Holstien vs Montbéliarde)

2.6.2.3. Variation de la note d'état corporel en fonction de la parité

Le numéro de lactation est l'un des facteurs de variation de la note d'état corporel au cours du cycle de production.

Les résultats obtenus indiquent que la perte d'état corporel à 2 mois postpartum est plus importante chez les vaches multipares ($1 \pm 0,46$ points) comparativement aux primipares ($0,78 \pm 0,26$ points) (Figure 46), ce qui rejoint les données rapportées dans la littérature.

En effet, la chute importante de l'état de chair chez les multipares pourrait s'expliquer par le fait que le niveau production laitière chez ces vaches est plus élevé comparativement aux primipares.

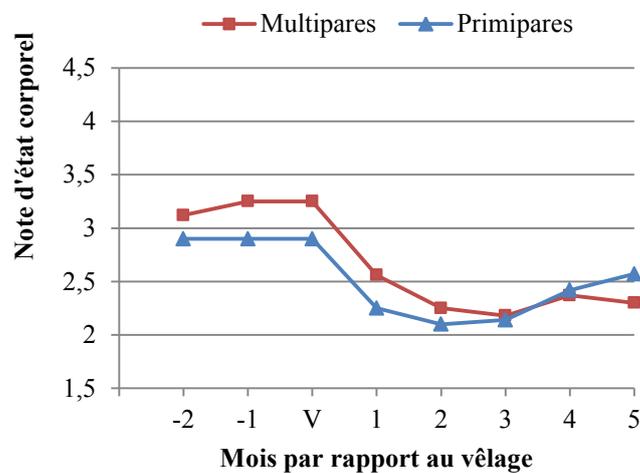


Figure 46. Variation de la note d'état corporel en fonction de la parité (Primipares vs Multipares)

2.6.3. La reprise de l'état corporel

D'après la littérature, le gain de poids devrait être visible dès la 12^{ème} semaine post-partum. Les valeurs enregistrées montrent que l'état corporel des vaches a commencé à se rétablir progressivement à partir du 3^{ème} mois de lactation, pour atteindre un score de $3 \pm 0,67$ et $3,25 \pm 0,84$ points en milieu de lactation dans l'exploitation 33, respectivement pour les campagnes 2013-2014 et 2015-2016, se rapprochant ainsi des recommandations de **Hanzen (2004)**, à savoir une note comprise entre 3 et 3,5. En revanche, dans l'exploitation 1, le BCS moyen du troupeau au 5^{ème} mois de lactation a été plus bas notamment lors de la campagne 2015-2016 où il a été de $2,3 \pm 0,56$ points. Ceci témoigne de la difficulté rencontrée par les vaches de cet élevage à reprendre leur état corporel en raison de la forte lipomobilisation lors des premiers mois de lactation pour satisfaire les besoins de la production de lait.

D'une manière générale, le rétablissement de l'état corporel observé dans la 2^{ème} moitié de lactation est la conséquence d'une reprise de la capacité d'ingestion et de la diminution progressive de la production laitière. La reconstitution des réserves corporelles pendant cette période devient donc une priorité, toutefois, la différence dans la rapidité de la reprise de l'état d'engraissement entre les deux exploitations est probablement en relation avec la nature du régime alimentaire mais aussi le niveau de la production laitière des vaches. Cependant, le gain de poids semble être meilleur dans l'exploitation 33 (figure 43), en partie à cause de la composition raciale de l'effectif bovin laitier de cet élevage, prédominé par la race Montbéliarde. Cette dernière, étant moins exigeante par rapport aux races laitières (Prim'Holstein) en raison de son niveau de production moins important, ne mobilise pas beaucoup de ses réserves graisseuses (figure 45) et peut donc rétablir rapidement son état corporel, à condition que l'apport alimentaire soit suffisant.

2.7. Variation des taux plasmatiques de quelques marqueurs biologiques au péripartum

Le dosage des paramètres plasmatiques chez les femelles bovines au cours du péripartum a été réalisée au niveau d'une exploitation privée de la wilaya de Ain Defla (exploitation 35) sur un effectif de 18 vaches laitières périparturientes de race Prim'Holstein à différents numéros de lactation.

2.7.1. Analyse de quelques indicateurs du métabolisme énergétique

2.7.1.1. La glycémie

Les valeurs moyennes de la glycémie enregistrées au cours du péripartum correspondent globalement aux données rapportées par la littérature (tableau 29). Cependant, il est nécessaire de tenir compte du stade physiologique de l'animal dans l'interprétation des résultats (Vaggneur, 1996).

Tableau 29. Valeurs moyennes de la glycémie chez la vache laitière au cours du péripartum

Jours par rapport au vêlage	Min	Moyenne ± écart type (g/l)	Max	Normes physiologiques
J-30	0,51	0,72 ± 0,13	1,01	(0,40 - 0,70 g/l) Brugèr-Picoux (1995)
J-15	0,4	0,57 ± 0,09	0,69	(0,50 g/l) Hagawane et al (2009)
Jour du vêlage	0,38	0,40 ± 0,06	0,59	(0,59 g/l) Roy et al (2010)
J+15	0,32	0,40 ± 0,05	0,49	(0,51 - 0,74 g/l) Oregon St (2017)
J+30	0,39	0,45 ± 0,05	0,59	(0,51 - 0,77 g/l) Penn St (2017)

La baisse continue de la glycémie, constatée à partir du dernier mois de gestation jusqu'aux premiers jours de lactation (figure 47), est probablement due aux changements hormonaux qui coordonnent la parturition et le déclenchement de la lactation, d'une part, et à la demande excessive du glucose pour la synthèse du lactose, d'autre part. Selon **Gerardo et al (2009)** et **Park et al (2010)**, le stress associé au vêlage entraîne une décharge de cortisol et d'épinephérine qui réduisent l'utilisation périphérique du glucose augmentant ainsi que sa disponibilité pour le fœtus et la mamelle.

En début de lactation, le taux plasmatique en glucose atteint généralement son minimum à un mois postpartum correspondant au pic de lactation. Toutefois, dans notre étude, les valeurs les plus basse de la glycémie ont été observées à 15 jours postpartum ($0,40 \pm 0,05$ g/l) avec une valeur minimale de 0,32 g/l. Ceci reflète un état de déficit énergétique des vaches à cette période (**Ingvartsen et Andersen, 2000**). En effet, la forte consommation du glucose pour la production lactée coïncide avec la faible capacité d'ingestion de la vache en début de lactation (**Chorfi et Girard, 2005**). La balance énergétique négative est donc inévitable, amenant la vache à un état de lipomobilisation et d'accumulation de lipides au niveau hépatique ; cela engendre une diminution de la néoglucogenèse et l'établissement d'une hypoglycémie (**Filipejova et Kovacik, 2009**).

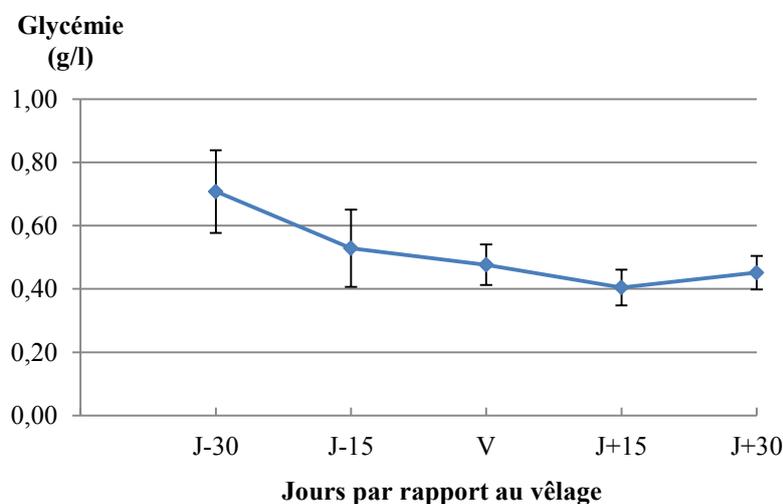


Figure 47. Evolution moyenne de la glycémie chez les vaches laitières au cours du péripartum

Au 30^{ème} jour postpartum, une légère augmentation des concentrations plasmatiques en glucose est observée pour atteindre une valeur moyenne de $0,45 \pm 0,05$ g/l. Ceci pourrait être expliqué par la reprise de l'ingestion de la matière sèche (**Vazquer-Anon et al, 1994**). Cette constatation corrobore aussi avec celle de **Park et al (2010)** et **Ghanem et al (2012)**.

Les études concernant la variation de la glycémie de la vache durant la lactation restent contradictoires. Dans ce sens, l'influence de l'état physiologique sur la glycémie chez les ruminants a été démontrée par plusieurs travaux. En effet, **Bûlent et al (2006)** et **Mir et al (2008)** ont noté que la glycémie chez la vache laitière diminue significativement avec l'avancement de la gestation. En revanche, **Firat et Özpınar (2002)** et **Roy et al (2010)** rapportent au contraire, que l'état physiologique n'a aucune influence sur la glycémie de la vache. Toutefois, **Rollin et Frédéric (2002)** signalent que la glycémie n'est pas un très bon indicateur du statut énergétique chez les vaches laitières, du fait de sa grande variation dans le

courant de la journée en fonction des stress encourus par les animaux et en fonction aussi du nombre et du moment des repas.

2.7.1.2. La cholestérolémie

La concentration moyenne du cholestérol sanguin est passée de $1,5 \pm 0,23$ g/l au tarissement (30 jours avant vêlage) à $0,93 \pm 0,1$ g/l en période de vêlage (tableau 30 et figure 48), soit une baisse de 0,57 g/l. Selon **Nakagawa et Katoth (1998)**, la concentration plasmatique du cholestérol d'une vache tarie en bonne santé est de 3,31 mmol/l soit 1,28 g/l. Nos valeurs semblent être légèrement supérieures mais correspondent aux normes rapportées par **Merck (2011)** et **Oregon St (2017)**.

Tableau 30. Valeurs moyennes de la cholestérolémie chez la vache laitière au cours du péripartum

Jours par rapport au vêlage	Min	Moyenne \pm écart type (g/l)	Max	Normes physiologiques
J-30	0,99	$1,5 \pm 0,23$	1,8	
J-15	0,92	$1,33 \pm 0,24$	1,78	(1,05 - 1,21g/l) Cuvellier (2005)
Jour du vêlage	0,81	$0,93 \pm 0,10$	1,15	(0,62 - 1,93 g/l) Merck (2011)
J+15	0,97	$1,08 \pm 0,09$	1,25	(0,80 - 2,30 g/) Oregon St (2017)
J+30	1,17	$1,38 \pm 0,12$	1,58	(0,65 - 1,14 g/l) Penn St (2017)

Cette diminution de la concentration du cholestérol plasmatique durant les derniers jours de gestation pourrait être expliquée par l'accroissement des besoins du fœtus ainsi que celles des glandes maternelles pour la synthèse des hormones stéroïdes (**Turk et al 2005**).

Par ailleurs, cette baisse pourrait être attribuée à un état cétosique des vaches suite à un manque d'approvisionnement en énergie, induisant une mobilisation intense des réserves lipidiques et prédisposant à l'infiltration graisseuse du foie et par conséquent à une réduction de la fonction de synthèse et de sécrétion hépatique du cholestérol et des lipoprotéines surtout les LDL qui contiennent un pourcentage élevé en cholestérol (**Gerardo et al, 2009**).

A l'inverse, **Ghanem et al (2012)** ont démontré que la cholestérolémie chez une vache saine s'élève huit semaines avant vêlage jusqu'au jour de vêlage grâce à l'effet hypoinsulinémique

durant la fin de gestation, qui engendre une élévation du taux sérique du glucose, des triglycérides, des AGNE et du cholestérol (Annen et al, 2003).

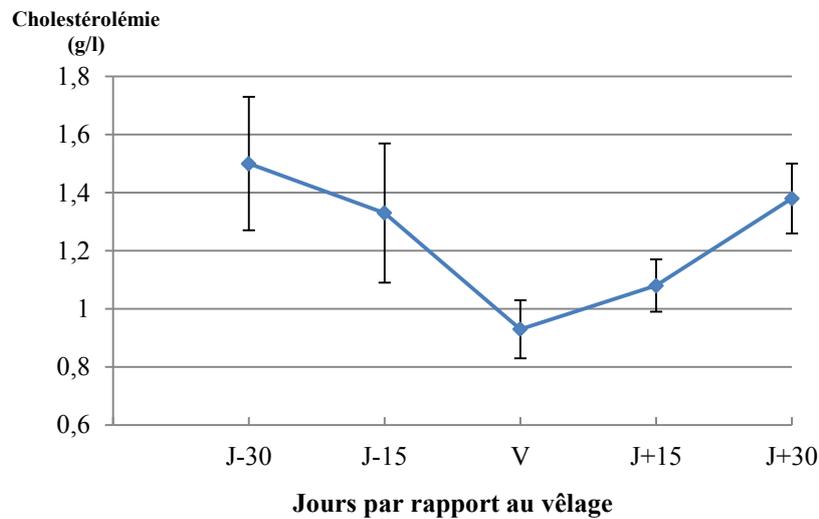


Figure 48. Evolution moyenne de la cholestérolémie chez les vaches laitières au cours du péripartum.

En début de lactation, il y a une augmentation graduelle de la cholestérolémie (figure 48). Cette constatation va dans le même sens des résultats de **Atheer (2011)**. L'élévation des concentrations sanguines en cholestérol après vêlage est due probablement à un déficit énergétique des vaches laitières qui entraîne une mobilisation des réserves lipidiques.

2.7.1.3. La triglycéridémie

La triglycéridémie des vaches laitières au péripartum se rapproche des données de la littérature (tableau 30).

Tableau 30. Valeurs moyennes de la triglycéridémie chez la vache laitière au cours du péripartum

Jours par rapport au vêlage	Min	Moyenne ± écart type (g/l)	Max	Normes physiologiques
J-30	1,03	1,36 ± 0,41	2,47	(0,25 - 0,66 g/l) Sevinc et al (2000)
J-15	0,62	0,83 ± 0,08	0,93	(0,60 - 0,65 g/l) Laizeau (2003)
Jour du vêlage	0,17	0,37 ± 0,11	0,54	(0,80 - 2,30 g/l) Cuvellier (2005)
J+15	0,32	0,49 ± 0,07	0,6	(< 1,5 g/l)
J+30	0,45	0,66 ± 0,08	0,81	Siliart et Jaillardon (2012)

La baisse du taux plasmatique des triglycérides (TG) avant vêlage (figure 49) pourrait être liée soit à un bilan énergétique négatif qui provoque une diminution de la synthèse des triglycérides à cause d'un manque en glucose (glucose étant le principal précurseur du glycérol) (Sevinc et al, 2003), soit à l'utilisation accrue de ce dernier comme source énergétique par les tissus périphériques (Djokovic et al, 2010).

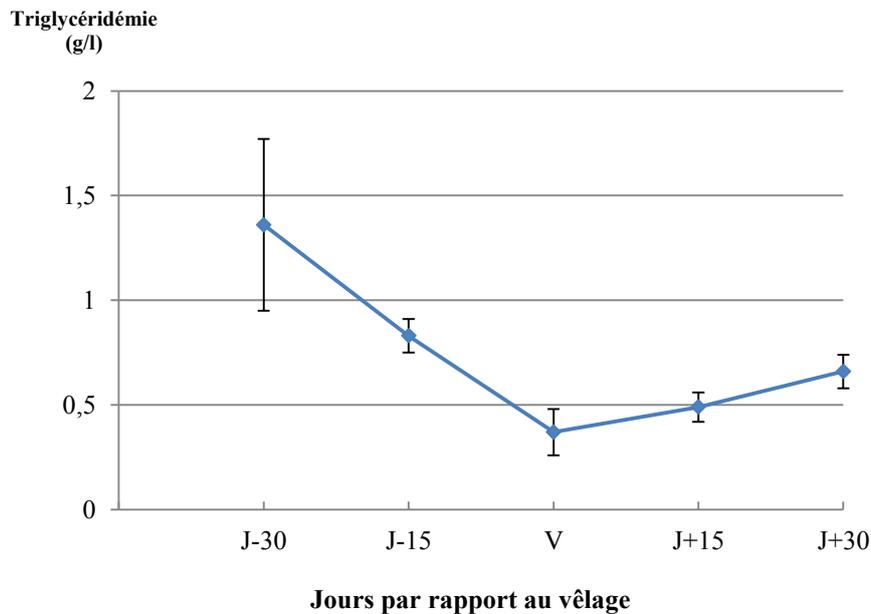


Figure 49. Evolution moyenne de la triglycéridémie chez les vaches laitières au cours du péripartum

Lubojočka et al (2005) ont associé l'hypotriglycéridémie à une lipomobilisation chez les vaches acétonémiques, et en parallèle, à l'accumulation des TG dans le foie. Gonzales et al (2011) ont démontré d'ailleurs que la lipolyse incontrôlable à l'approche de la parturition amène à une stéatose hépatique qui endommage l'intégrité morphologique et la fonction endogène du foie et provoque aussi la diminution des taux de triglycérides.

En début de lactation, nous constatons une légère augmentation des taux de triglycérides arrivant à une valeur moyenne de $0,66 \pm 0,08$ g/l à J30 postpartum, soit une élévation de 0,29 g/l par rapport au vêlage. Cet accroissement témoigne du déficit énergétique des vaches laitières en début de lactation dû à une mobilisation des réserves lipidiques (Kouamo et al, 2011). D'autre part, il est probablement lié à l'utilisation massive des TG par la glande mammaire pour la synthèse des matières grasses du lait (Park et al, 2010).

La variation de ce paramètre avant et après le part (figure 49), est en accord avec les résultats de **Sobiech et al (2008)** qui ont démontré que les triglycérides plasmatiques ont tendance à augmenter de la mise-bas jusqu'à la cinquième semaine du postpartum.

2.7.2. Analyse de quelques indicateurs du métabolisme azoté et minéral

2.7.2.1. L'urémie

L'urée plasmatique est un bon indicateur de l'équilibre énergétique et azoté de la ration pour une vache en bonne santé (**Yokus et al, 2006**). Les variations de l'urée plasmatique sont enregistrées au tableau 31.

Tableau 31. Valeurs moyennes de l'urémie chez la vache laitière au cours du péripartum

Jours par rapport au vêlage	Min	Moyenne ± écart type (g/l)	Max	Normes physiologiques
J-30	0,09	0,14 ± 0,04	0,20	(0,07-0,25 g/l) Merck (2011)
J-15	0,16	0,32 ± 0,12	0,56	
Jour du vêlage	0,10	0,17 ± 0,04	0,24	(< 0,4 g/l) Siliart et Jaillardon (2012)
J+15	0,09	0,14 ± 0,03	0,19	
J+30	0,05	0,10 ± 0,02	0,13	(0,08-0,27 g/l) Oregon St (2017)

Nos résultats sont semblables à ceux de **Ghanem et al (2012)** qui ont noté également une augmentation de l'urémie avec l'avancement de la gestation (figure 50).

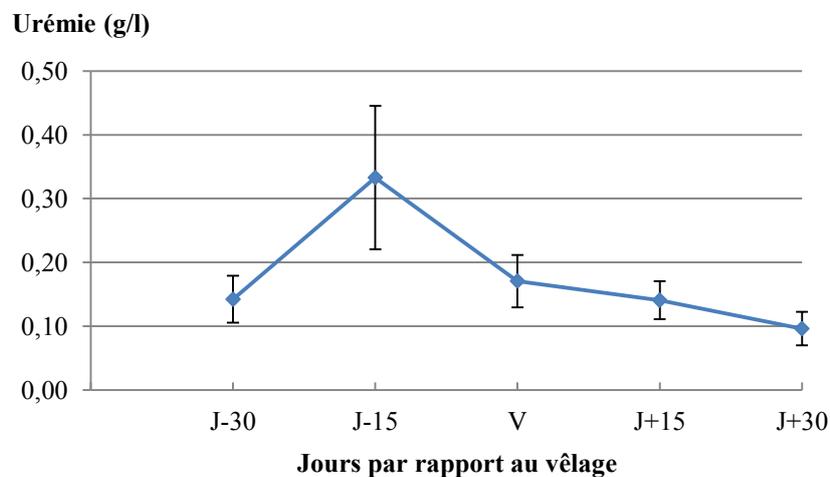


Figure 50. Evolution moyenne de l'urémie chez les vaches laitières au cours du péripartum

Cette élévation pourrait être liée, d'une part, aux besoins croissants du fœtus mettant en jeu l'effet catabolique du cortisol et des hormones thyroïdiennes (**Silanikove, 2000**), d'autre part, au déficit glucidique par manque d'appétit qui pourrait conduire à une augmentation de la concentration de l'urée sanguine suite à un stress nutritionnel. Ainsi, les protéines catabolisées sont utilisées pour la synthèse du glucose (la néoglucogénèse) (**Hagawane et al, 2009**).

La forte diminution du taux d'urée sanguin après vêlage pourrait être qualifiée d'une hypo-urémie du moment où les taux enregistrés sont inférieurs à 0,15 g/l (**Brugere-Picoux et Remy 1995**). Cette baisse de l'urémie au postpartum est liée probablement à un dysfonctionnement hépatique plutôt qu'à un déficit azoté de la ration, qui ne peut être marquée que si la carence azotée alimentaire est très prononcée. Cette atteinte hépatique semble être une conséquence d'une acétonémie avec accumulation de graisse au niveau du foie. D'un autre côté, l'urémie moyenne obtenue dans cette étude témoignerait d'une ration alimentaire ne présentant pas un excès d'azote non dégradable.

2.7.2.2. La calcémie

Les valeurs moyennes du calcium plasmatique enregistrées chez les vaches laitières au cours du péripartum correspondent aux normes de la littérature (tableau 32).

Tableau 32. Valeurs moyennes de la calcémie chez la vache laitière au cours du péripartum

Jours par rapport au vêlage	Min	Moyenne ± écart type (g/l)	Max	Normes physiologiques
J-30	82,4	87,9 ± 3,1	91,5	
J-15	86,5	94,2 ± 7,2	109,8	(84 - 110 mg/l) Merck (2011)
Jour du vêlage	84,2	88,4 ± 2,9	93,2	(85 - 100 mg/l) Siliart et Jaillardon (2012)
J+15	80,0	86,0 ± 3,9	92,5	(82 - 100 mg/l) Oregon St (2017)
J+30	74,5	82,6 ± 4,1	90,8	(87 - 110 mg/l) Penn St (2017)

De faibles variations de la calcémie sont observées au cours du péripartum par rapport aux autres paramètres étudiés (figure 51), en revanche, une nette élévation est remarqué à 15 jours avant vêlage atteignant une moyenne de $94,2 \pm 7,2$ mg/l.

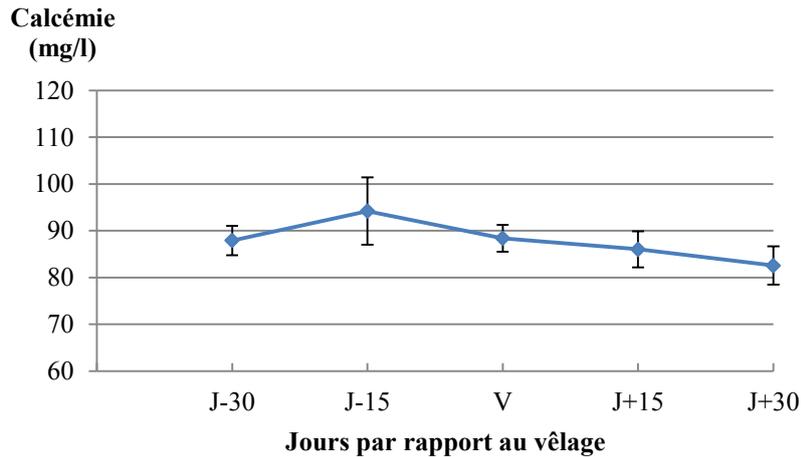


Figure 51. Variation moyenne de la calcémie chez la vache laitière au cours du péripartum.

Cette évolution au cours du tarissement est semblable à celle rapportée par **Jacob et al (2002)** et **Horst et al (2005)**, qui ont enregistré une augmentation des taux de calcium sanguin avec l'avancement de la gestation. Cette élévation est liée à la forte demande en calcium pour la minéralisation fœtale et pour la synthèse du pré-colostrum qui nécessite une concentration en calcium d'environ 1,7 à 2,3 g par litre de colostrum (alors qu'elle n'est que de 1,25 g/l de lait), ce qui amène à une mobilisation des réserves osseuses d'environ 13 % (**Beighle, 1999**).

Une diminution progressive et continue de la calcémie est observée à partir des 15 derniers jours de gestation jusqu'au 30^{ème} jour après vêlage atteignant une valeur de $82,6 \pm 4,1$ mg/l. Ce taux moyen avoisine les limites minimales préconisées par la littérature (tableau 32). Cependant, certaines vaches ont présenté des valeurs en deçà des fourchettes physiologiques de 80 mg/l ce qui pourrait être qualifié d'une hypocalcémie (**Goff et al, 2014**). Ce faible taux témoigne d'un apport alimentaire insuffisant en calcium chez ces animaux qui est accentué par l'accroissement des besoins liés à la gestation et à la lactation.

Par ailleurs, selon **Underwood et Suttle (1999)**, la baisse de la calcémie au péripartum pourrait être expliquée par une mauvaise absorption gastro-intestinale du calcium, ou par une résorption osseuse insuffisante coïncidant avec l'exportation massive de ce minéral vers la glande mammaire entraînant ainsi une défaillance du mécanisme homéostatique de l'organisme.

2.8. Facteurs explicatifs des performances zootechniques des vaches laitières

2.8.1. Facteurs alimentaires influençant la production laitière

Les exploitations dont les superficies fourragères sont limitées se basent sur l'alimentation en concentré ($r = -0,60$, $p < 0,01$) pour satisfaire les besoins de leurs animaux (tableau 33). Or, la production laitière a tendance à être corrélée positivement à la consommation de cet aliment ($r = 0,53$, $p < 0,01$).

Tableau 33. Corrélations entre la superficie fourragère, la proportion du concentré, le niveau azoté des rations et les performances de lactation

	SF	PDI/UFL	% [C]	UFL_C/ UFL total	Pi	Pmax	PLT
SF	1						
PDI/UFL	-0,266	1					
% [C]	-0,604**	0,528**	1				
UFL_C/UFL total	-0,574**	0,450**	0,960**	1			
Pi	-0,026	0,499**	0,449*	0,444*	1		
Pmax	-0,187	0,564**	0,438*	0,421*	0,806**	1	
PLT	-0,282	0,614**	0,532**	0,526**	0,780**	0,959**	1

% [C] : pourcentage de concentré dans la ration ; Pi : production initiale ; PLT : production laitière totale ; Pmax : production au pic de lactation ; SF : surface fourragère ; UFL_C/UFL total : part de l'énergie permise par le concentré dans la ration globale.

** La corrélation est significative au niveau 0,01 (bilatéral).

* La corrélation est significative au niveau 0,05 (bilatéral).

En effet, les exploitants distribuant de grandes quantités de concentré observent une meilleure production de lait (figure 52). Ceci apparaît dans la figure 53 où les élevages intégrant plus de 40% de concentré dans leurs rations présentent des productions laitières plus importantes que celles distribuant des proportions plus faibles (27 vs 17 kg de lait au pic de lactation, $p < 0,01$).

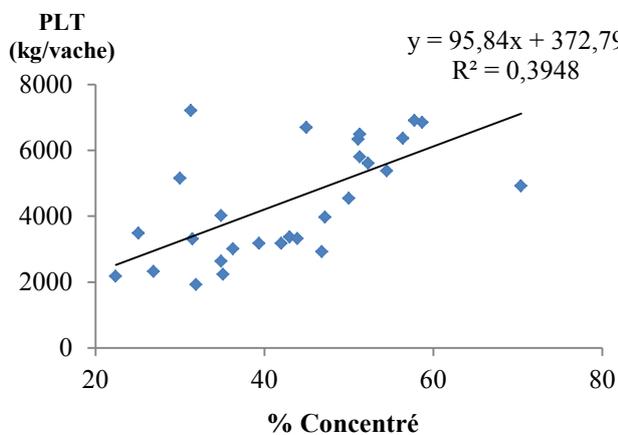


Figure 52. Relation entre la part du concentré dans la ration et le niveau de production laitière

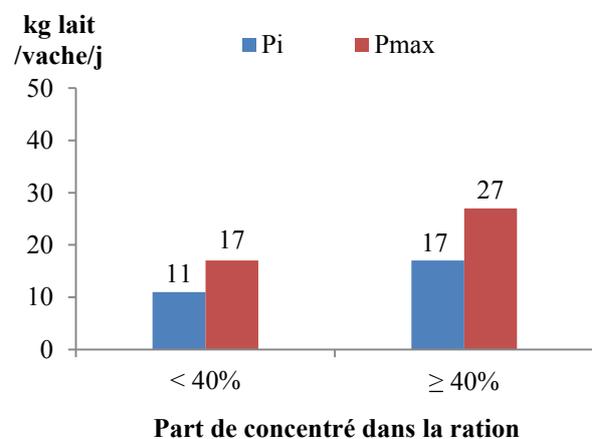


Figure 53. Variation du niveau de production selon la part de concentré dans la ration

Par ailleurs, les UFL permis par le concentré expliquent en partie la différence de productivité entre exploitations (figure 54). Ce résultat rejoint les observations de **Sraïri (2004)** qui a enregistré des corrélations positives entre la moyenne économique réalisée dans 6 étables marocaines en système hors-sol et la quantité d'UFL des concentrés consommés par vache.

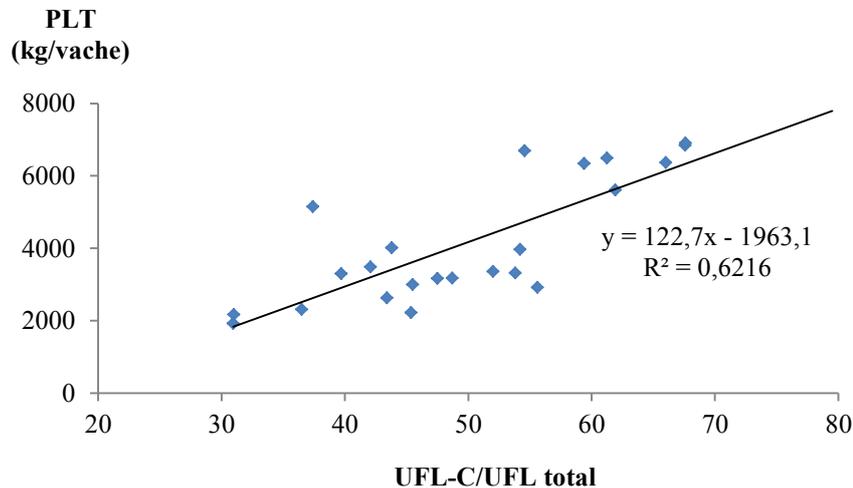


Figure 54. Relation entre l'apport énergétique permis par le concentré et le niveau de production laitière

Par ailleurs, le concentré semble améliorer également le niveau azoté des rations ($r=0,52$ $p<0,01$), ce qui se répercute positivement sur la production de lait qui est plus élevée dans les exploitations où le rapport PDI/UFL des rations est supérieur ($r=0,61$ $p<0,01$) (figure 55).

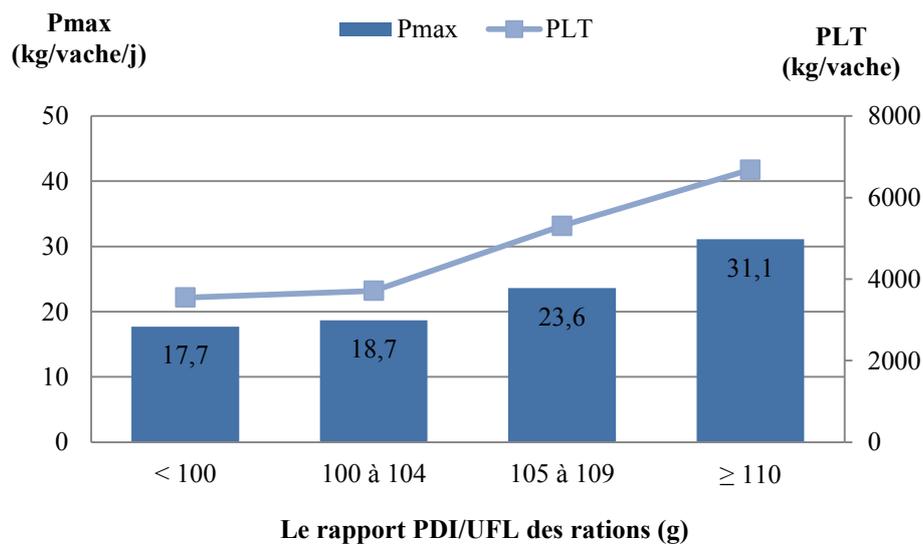


Figure 55. Variation du niveau de production de lait selon le rapport PDI/UFL de la ration

D'un autre côté, l'équilibre des rations apprécié à travers le rapport PDIE-PDIN/UFL mesuré en valeur absolue, semble avoir également un effet sur le niveau de production des vaches laitières. Ainsi, les troupeaux consommant des rations plus équilibrées en énergie-azote ($|\text{PDIE-PDIN}|/\text{UFL}$ proche de zéro) enregistrent les meilleurs rendements laitiers (figure 56). En effet, plus la ration est équilibrée, meilleur est le développement de la microflore du rumen ce qui améliore l'efficacité de la digestion ruminale et maximalise donc la productivité des vaches laitières.

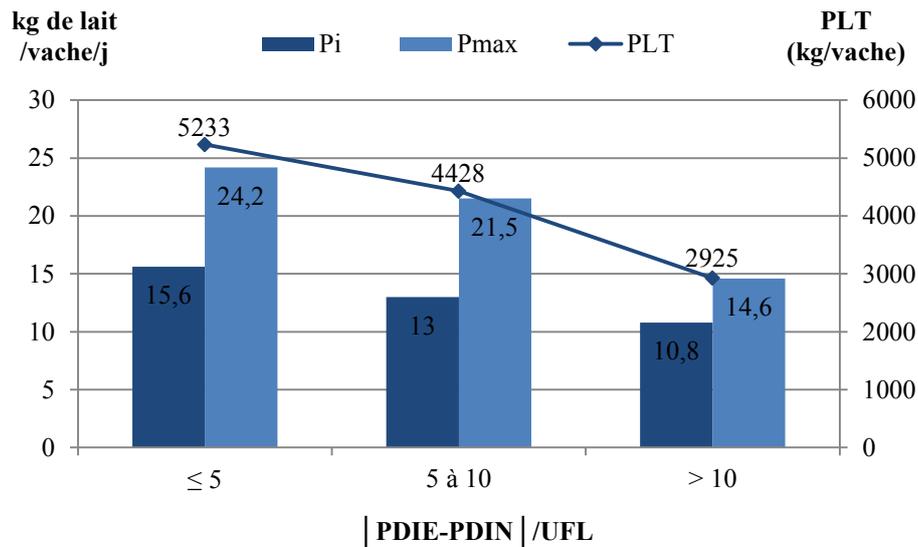


Figure 56. Variation du niveau de production laitière en fonction de l'équilibre énergie-azote des rations

2.8.2. Facteurs alimentaires influençant les performances de reproduction

Les niveaux d'apports azotés en période sèche semblent avoir un effet sur la fécondité des troupeaux laitiers. Des corrélations négatives ont été trouvées entre la teneur des rations en azote durant cette période et les intervalles V-IA1 et V-IAF (tableau 34).

Tableau 34. Corrélations entre l'apport alimentaire au tarissement et les performances de reproduction

	UFL	PDI	% MAT	% [C]	V-IAF	V-IA1	TRIA1	%VL 3IA et +
UFL	1							
PDI	0,942**	1						
% MAT	0,472	0,419	1					
% [C]	0,054	0,381	0,828**	1				
V-IAF	-0,140	-0,494*	-0,530*	-0,380	1			
V-IA1	-0,042	-0,532*	-0,595*	-0,449*	0,917**	1		
TRIA1	0,198	-0,244	0,422	0,106	-0,037	0,037	1	
%VL 3IA et +	-0,024	-0,100	-0,055	0,083	0,070	-0,010	-0,459*	1

** . La corrélation est significative au niveau 0,01

* . La corrélation est significative au niveau 0,05

En effet, les élevages dont les animaux présentent un bilan azoté élevé au tarissement (supérieur à 250 g de PDI) enregistrent des délais de mise à la reproduction plus courts comparativement aux troupeaux avec un bilan azoté plus faible (73 vs 101 jours). Ceci pourrait être lié à l'expression des premières chaleurs. Dans ce sens, **Marie et al (1996)** trouvent que les vaches dont le bilan azoté est moyen à négatif (de 0 à -360g PDIN/j) présentent des premières chaleurs plus tardives que celles dont le bilan azoté est supérieur à 250g PDIN/j (42,7 vs 30,4 jours).

Les teneurs les plus élevées en azote durant la période sèche sont surtout observées dans les exploitations dont les rations sont constituées principalement de concentré ($r=0,82$ $p<0,01$). Il ressort d'ailleurs de la figure 57 que les intervalles V-IA les plus courts sont généralement remarqués dans ces élevages.

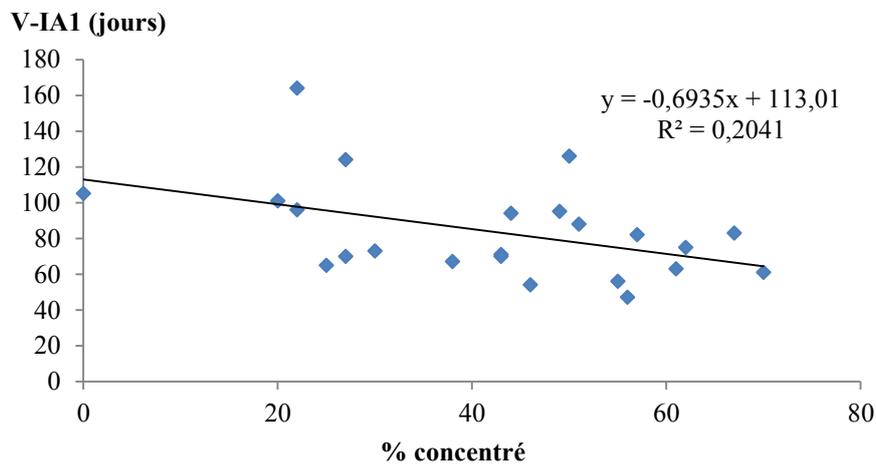


Figure 57. Variation de l'intervalle V-IA1 en fonction de la proportion du concentré au tarissement

L'effet de l'apport en concentré sur la reproduction des vaches laitières a été démontré par plusieurs auteurs. Cependant, en période de lactation, **Marcant et al (2001)** cités par **Disenhaus et al (2005)** ont trouvé que le passage de 40 à 20% de concentré dans une ration à base d'ensilage de maïs a entraîné une baisse de la production laitière et une forte dégradation des performances de reproduction. En revanche, ce phénomène a été lié principalement à la diminution des concentrés énergétiques et non à la réduction des apports azotés. D'après **Brunschwig et Lamy (2004)**, la baisse de l'apport en azote est une pratique utilisée par certaines exploitations pour réduire la production laitière et stabiliser le bilan énergétique des animaux en début de lactation avec l'objectif de faciliter la mise à la reproduction. Toutefois, à l'exception d'une tendance favorable sur le taux de gestation, aucun effet sur les résultats de reproduction n'a été signalé.

Par ailleurs, nos résultats montrent que les exploitations dont les productions de lait sont élevées, présentent les bilans énergétiques et azotés les plus négatifs (figure 58 et 59). Néanmoins, ces bilans négatifs n'ont pas pénalisé les performances de reproduction dans ces élevages.

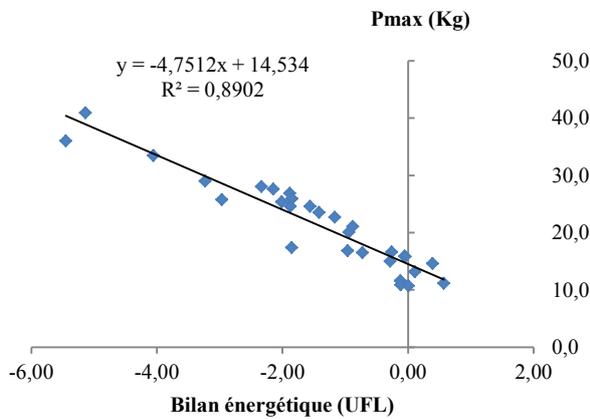


Figure 58. Relation entre le bilan énergétique en début de lactation et le niveau de production laitière.

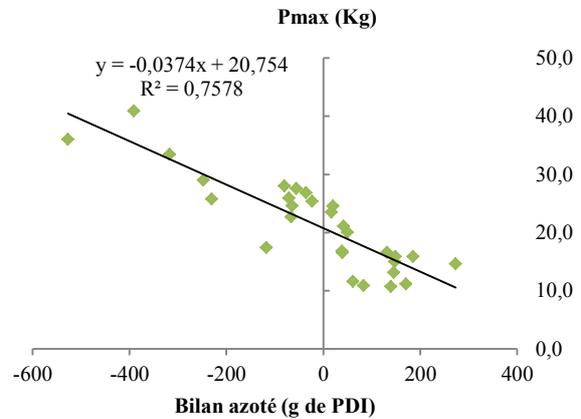


Figure 59. Relation entre le bilan azoté en début de lactation et le niveau de production laitière.

2.8.3. Relation entre l'apport alimentaire des rations en début de lactation et la composition physico-chimique du lait en matières utiles

Du tableau 35, nous relevons de fortes corrélations entre le TP et le niveau d'apport alimentaire au 1^{er} mois de lactation. La part du concentré dans la ration qui fait augmenter le niveau énergétique et azoté de la ration globale, a permis une augmentation significative du TP ($r=0,95$ $p<0,01$), en accord avec les résultats de la littérature (Hoden et coulou, 1991 ; Coulou et al, 1998).

Tableau 35. Matrice de corrélation entre le niveau alimentaire des rations au 1^{er} mois de lactation et la composition physico-chimique du lait

	MSI	UFL	PDI	% [C]	TB	TP	PL
MSI	1	0,960**	0,825*	0,870*	0,045	0,953**	,359
UFL		1	0,817*	0,877*	0,160	0,973**	,252
PDI			1	0,764	0,078	0,858*	,307
% [C]				1	0,203	0,959**	-,101
TB					1	,169	,022
TP						1	,120
PL							1

** : La corrélation est significative au niveau 0,01 (bilatéral).

* : La corrélation est significative au niveau 0,05 (bilatéral).

En revanche, le tableau 36 indique des résultats inverses. Les rations du 2^{ème} mois de lactation ont eu un effet positif sur le TB, alors qu'aucun effet n'a été observé sur le TP.

Nous notons des corrélations positives et très significatives entre le TB et le niveau énergétique des rations au 2^{ème} mois de lactation ($r= 0,98$ $p<0,01$), de même avec le pourcentage du concentré dans la ration ($r= 0,96$ $p<0,01$). Ce résultat est contradictoire aux données bibliographiques qui rapportent que des régimes riches en aliments concentrés font baisser le taux butyreux du lait (Sauvant et al, 2005). Néanmoins, ceci ne s'observe qu'avec des proportions plus importantes en cet aliment (40 à 65%) (Hoden et coulon, 1991).

Tableau 36. Matrice de corrélation entre le niveau alimentaire des rations du 2^{ème} mois de lactation et la composition physico-chimique du lait

	MSI	UFL	PDI	% [C]	TB	TP	PL
MSI	1	0,922**	0,967**	0,910*	0,904*	-,265	,509
UFL		1	0,888*	0,978**	0,980**	-,270	,280
PDI (g)			1	0,824*	0,853*	-,388	,491
% [C]				1	0,964**	-,179	,308
TB					1	-,233	,169
TP						1	,249
PL							1

***. La corrélation est significative au niveau 0,01 (bilatéral).*

**. La corrélation est significative au niveau 0,05 (bilatéral).*

2.8.4. Relation entre la perte d'état corporel au postpartum et le niveau de production laitière

Le tableau 37 montre le degré de la perte d'état corporel à 60 jours postpartum en fonction du niveau de production des vaches laitières au pic de lactation. Nous constatons que les chutes d'état corporel les plus importantes sont notées chez les vaches produisant le plus de lait (0,93 vs 0,75).

Tableau 37. Perte d'état corporel à 60 jours postpartum en fonction du niveau de production des vaches laitières au pic de lactation

Niveau de production laitière (kg/j)	≥ 20	< 20
Pmax moyenne (kg/j)	22 ± 3	14 ± 3
Perte d'état corporel à J60 pp	0,93	0,75

La matrice de corrélations illustrée au tableau 38 révèle d'ailleurs que le BCS au 2^{ème} mois postpartum est corrélé négativement et de manière significative avec le niveau de production au pic de lactation ($r= -0,43$ $p<0,05$), ce qui signifie que, plus les vaches atteignent des productions maximales importantes, plus elles sont maigres en début de lactation. Ceci est expliqué par le fait que les vaches produisant le plus de lait puisent d'avantage de leurs réserves graisseuses pour satisfaire leurs besoins plus élevés. D'un autre côté, la perte d'état corporel est corrélée positivement également avec la note d'état d'embonpoint au vêlage ($r=0,39$ $p<0,05$), ce qui rejoint les résultats obtenus par Ghozlane et al (2012).

Tableau 38. Matrice de corrélation entre la note d'état corporel et la production laitière

	NEC_V	NEC V+2	Perte état corporel A J60 pp	Pi	Pmax
NEC_V	1,000	0,736**	0,398*	-0,028	-0,189
NEC V+2		1,000	-,309	-,273	-0,434*
Perte état corporel à J60 pp			1,000	0,362	0,353
Pi				1,000	0,657**
Pmax					1,000

** La corrélation est significative au niveau 0,01 (bilatéral).

* La corrélation est significative au niveau 0,05 (bilatéral).

2.8.5. Influence de la taille du troupeau sur les résultats de reproduction

La détérioration de la fertilité et la fécondité des vaches laitières pourrait s'expliquer par d'autres facteurs dont notamment la taille des troupeaux. En effet, le délai de fécondation est plus court dans les élevages avec un effectif réduit en vaches laitières (inférieur à 30 têtes) (figure 60). Ceci pourrait s'expliquer par le fait qu'il y ait une bonne gestion de la reproduction dans les petits troupeaux notamment dans la surveillance des chaleurs qui conditionne le moment de l'insémination, non seulement par rapport au vêlage (durée de la période d'attente), mais également par rapport au début des chaleurs.

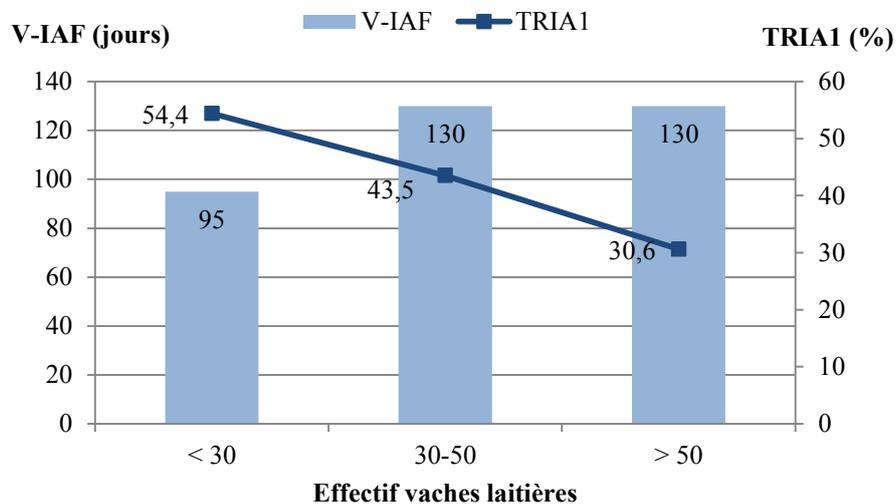


Figure 60. Variation du délai de fécondation et du TRIA1 selon la taille des troupeaux.

Les taux de réussite en première insémination obtenus dans ces élevages renforcent également cette hypothèse. En effet, l'insémination est plus réussie dans les élevages à petits effectifs (figure 60) probablement en raison d'une meilleure observation des chaleurs et donc des inséminations au moment opportun. Cette constatation rejoint la plupart des données

bibliographiques qui concluent que la fertilité diminue avec la taille du troupeau (Taylor et al, 1985 cité par Hanzen, 2016). Néanmoins, nos résultats sont en contradiction avec l'étude de Bekara et al (2016) qui ont observé que les performances de reproduction des élevages de petite taille sont moins bonnes que celles des élevages de taille moyenne ou grande. Ceci étant très marqué dans les élevages à faible niveau de production laitière.

Parallèlement, l'allongement de l'intervalle V-IAF est expliqué, en partie, par l'augmentation du délai d'attente entre le vêlage et la première insémination. L'intervalle V-IA1 est d'ailleurs fortement corrélé et de manière positive avec le délai de fécondation ($r=0,91$ $p<0,01$).

2.8.6. Effet de la localisation géographique des exploitations sur les performances zootechniques

Les résultats illustrés au tableau 39 montrent que les rendements laitiers et la fécondité des troupeaux en régions arides sont meilleurs que ceux observés dans les élevages du nord. En revanche, aucune différence significative en inter région n'a été observée pour les résultats de fertilité.

Tableau 39. Tableau comparatif des performances zootechniques des troupeaux laitiers selon la situation régionale des exploitations

Critères	Elevages du Sud (n=16)	Elevages du Nord (n=19)	Probabilité <
Effectif VL	31,9 ± 24,3	57,5 ± 55,2	*
SF (ha)	29,3 ± 36,8	85,7 ± 79,2	*
Pi (kg)	17 ± 4	11 ± 2	**
Pmax (kg)	28 ± 5	16 ± 4	**
PLT (kg)	6252,3 ± 991,3	3136,5 ± 814,5	**
V-IAF (jours)	96 ± 14	158 ± 56	**
V-IA1 (jours)	70 ± 13	116 ± 25	**
TRIA1 (%)	46,3 ± 19	39,9 ± 15	NS
% VL à 3IA et +	16,5 ± 12,8	17,5 ± 13,2	NS

Probabilité inter région ** : $p<0,01$: très significatif ; * : $p<0,05$: significatif ; NS : non significatif

Ces bonnes performances enregistrées dans les exploitations du sud peuvent s'expliquer, d'une part, comme nous l'avons cité précédemment, par l'utilisation massive du concentré dans la ration alimentaire des vaches laitières. En effet, en présence d'une assiette foncière limitée, les éleveurs sont dans l'obligation de distribuer de grandes quantités d'aliments concentrés pour satisfaire les besoins de leurs animaux. Néanmoins, cette pratique a eu des répercussions positives non seulement sur les niveaux de production de lait (6252,3 vs 3136,5 kg de lait, $p<0,01$) mais aussi sur les délais de fécondation (96 vs 158 jours, $p<0,01$) et de

mise à la reproduction des vaches (70 vs 116 jours, $p < 0,01$) qui sont plus courts. En parallèle, en dépit d'une disponibilité fourragère parfois importante, les exploitations du nord n'arrivent pas à enregistrer des performances laitières satisfaisantes. La qualité des fourrages cultivés dans ces régions serait donc à incriminer.

D'autre part, les élevages des zones arides sont caractérisés par des effectifs en vaches laitières moins importants que ceux des élevages du nord où les effectifs exploités sont parfois de grande taille (respectivement 31,9 vs 57,5 vaches en moyenne, $p < 0,05$). Cette caractéristique inter-régionale est un des éléments qui pourrait expliquer notamment la variabilité des performances de reproduction des vaches laitières entre le nord et le sud.

Enfin, nous pouvons dire que les résultats obtenus sont à prendre avec précaution du moment que les valeurs alimentaires utilisées dans les calculs des rations ne reflètent pas forcément la vraie valeur nutritive de nos fourrages. Des surestimations ou au contraire des sous-estimations auraient pu concerner certaines rations.

En outre, plusieurs obstacles ont été rencontrés. L'étude de la conduite alimentaire au péripartum dans plusieurs élevages à travers plusieurs wilayas du pays présentait en elle-même une difficulté majeure notamment par rapport au suivi quotidien des quantités ingérées réelles par les vaches périparturientes. De plus, la variation mensuelle de la note d'état corporel des animaux pour évaluer leur statut nutritionnel au tour du vêlage n'a pas pu être apprécié dans toutes les exploitations. Elle aurait pu apporter plusieurs éléments de réponse dans l'interprétation de nos résultats. Ajoutant à cela, le manque de données sur la qualité du lait en matières utiles (rapport TB/TP), mais aussi la difficulté d'effectuer des prélèvements sanguins, ceci auraient pu être également un point clé dans le suivi du déficit énergétique des femelles bovines notamment à travers le dosage plasmatique des BHB après vêlage ou encore le dosage des AGNE en fin de gestation.

Par ailleurs, un des objectifs de cette étude était de voir si la situation géographique des exploitations suivies, permettaient d'expliquer ou non la variabilité des performances des troupeaux laitiers. Néanmoins, les paramètres climatiques (température, humidité, pluviométrie...) n'ont pas été pris en considération dans nos investigations. Leur intégration dans l'interprétation de nos résultats renforcerait probablement la compréhension de cette variation inter-régionale concernant les performances zootechniques des vaches laitières.

Conclusions

Conclusions

L'analyse des régimes alimentaires adoptés dans les élevages suivis révèle une grande variabilité dans les stratégies de rationnement des vaches laitières au péripartum. En effet, plus de la moitié des exploitations enquêtées ne respectent pas la bonne conduite alimentaire au tarissement. Les niveaux d'apports énergétiques et azotés en fin de gestation sont parfois très élevés ce qui risque de prédisposer les femelles bovines à certaines pathologies du postpartum. D'un autre côté, les apports alimentaires en début de lactation sont très différents, leur variation en inter et intra exploitation est plus marquée dans les élevages du nord. En effet, les rations distribuées dans ces exploitations sont dépendantes des disponibilités fourragères, contrairement aux élevages des régions du sud où la majorité des exploitants font un recours massif aux concentrés pour satisfaire les besoins de leurs animaux. La part de cet aliment dépasse d'ailleurs les 50% de l'apport total en MS.

En détaillant les pratiques alimentaires, un certain déséquilibre énergie-azote des rations a été remarqué dans quelques exploitations ou parfois un déficit en PDIN pouvant perturber le bon fonctionnement du rumen et entraînant une mauvaise utilisation des rations.

L'analyse des performances laitières a révélé que le niveau de production des exploitations est très variable, il a été beaucoup plus meilleur dans les élevages du sud par rapport à ceux du nord (6252 vs 3137 kg de lait, $p < 0,01$), ceci est lié d'une part à l'utilisation importante du concentré dans ces élevages en raison de leurs surfaces fourragères limitées, et d'autre part, la faible valeur nutritive des rations distribués dans les exploitations basant leur alimentation sur les fourrages grossiers. La productivité des vaches laitières a été également plus importante dans les exploitations distribuant des rations plus équilibrées avec un rapport PDI/UFL dépassant les 105 g et un déficit en PDIN par rapport au PDIE plus faible, ce qui est favorable à un bon développement de la flore ruminale améliorant ainsi le rendement laitier.

L'étude de la variation des matières utiles du lait au postpartum dans deux élevages a révélé que les taux butyreux et protéiques diminuent progressivement en début de lactation, et ils sont moins importants chez les primipares comparativement aux multipares. Cette baisse a été liée à l'augmentation du niveau de production laitière durant les deux premiers mois de lactation suite à l'augmentation des quantités de MS ingérées. D'un autre côté, la part du concentré dans les rations a joué un rôle important dans la variation du TP et TB du lait. En effet, en augmentant les UFL et PDI des rations, le concentré a amélioré le taux protéique lors du 1^{er} mois de lactation sans aucun effet sur le TB, alors que dans le 2^{ème} mois de

lactation, c'est l'effet inverse qui a été remarqué où le TB a été plus élevé avec des rations plus énergétiques.

En matière de reproduction, plus de 70% des élevages présentent des résultats de fertilité médiocres avec un TRIA1 ne dépassant pas les 50 % et un pourcentage de vaches à trois inséminations et plus au-delà de 15%. Par ailleurs, les paramètres de fécondité ont été en moyenne légèrement au-dessus des normes de la littérature (84 jours et 115 jours respectivement pour les intervalles V-IA1 et V-IAf). Cependant, d'une manière générale, les performances de reproduction ont été meilleures dans les petits élevages comparativement aux grands troupeaux (54% vs 31% pour le TRIA1 et 95 vs 130 jours pour l'intervalle V-IAf), ceci est plus en relation avec la bonne gestion de la reproduction dans les élevages à effectif réduit. Toutefois, les délais de mise à la reproduction ont été plus courts dans les troupeaux présentant un bilan azoté élevé durant le tarissement. Ces niveaux importants d'azote auraient probablement eu un effet positif sur l'expression des premières chaleurs dans ces troupeaux.

Le suivi du statut métabolique des vaches laitières péri parturientes dans un élevage du nord, indique des valeurs moyennes plus au moins conformes aux normes physiologiques. La forte variation de la cholestérolémie et la triglycéridémie autour du vêlage, de même que la diminution de la glycémie en début de lactation révèlent un déficit énergétique des vaches durant cette période, et témoignent aussi de la mobilisation des réserves graisseuses pour faire face à la forte demande d'énergie, d'autant plus qu'aucune suralimentation (steaming up) n'a été pratiquée pendant le tarissement dans ces élevages. D'un autre côté, la baisse de la cholestérolémie et celle de la triglycéridémie au tarissement pourraient être attribuées à un état cétosique des animaux par manque d'apport énergétique ce qui entraîne une mobilisation intense des réserves lipidiques qui prédisposerait à une infiltration graisseuse du foie et par conséquent une réduction de sa fonction de synthèse. La baisse des taux d'urée plasmatique après vêlage conforte l'idée d'un dysfonctionnement hépatique.

En parallèle, le degré de mobilisation des réserves corporelles durant les 2 premiers mois suivant le part était plus accentué chez les vaches grasses au vêlage, plus important chez les multipares par rapport au primipares, mais aussi plus marqué pour les Prim'Holstein que les Montbéliardes. La différence dans la variation de l'état corporel dans les deux fermes étudiées est liée en partie au niveau de la production laitière des vaches. Dans ce sens, les chutes d'état corporel ont été plus importantes chez les vaches produisant le plus de lait.

Les résultats obtenus apportent un constat sur la conduite alimentaire au péripartum en élevage bovin laitier en Algérie. Ils montrent également l'utilité de surveiller l'équilibre des

rations avant et après le part afin de maximiser leur utilisation par les vaches laitières et donc améliorer les performances zootechniques.

Il ressort également de cette étude que, le suivi de la qualité du lait en matières utiles ainsi que la variation de l'état corporel et le profil métabolique des femelles bovines péri parturientes constitue une importance capitale pour appréhender l'état sanitaire et nutritionnel des animaux, et prendre des mesures préventives afin d'améliorer l'efficacité de la gestion alimentaire.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

A

- Abbas K et Abdelguerfi A., 2005.** Perspectives d'avenir de la jachère pâturée dans les zones céréalières semi-arides. *Fourrages*, 184, 533-546 pp.
- Abbas K ; Laouar M ; Madani T ; Mebarkia A et Abdelguerfi A., 2005.** Rôle et usage des prairies naturelles en zones semi-arides d'altitude en Algérie. *Fourrages*, vol.183 : 475-479 pp.
- Abdelguerfi A et Laouar M., 2003.** Situation et possibilités de développement des productions fourragères et pastorales en Algérie. In : Actes de l'atelier national sur la stratégie de développement des cultures fourragères en Algérie, ITGC (2001), Alger, 36 – 45 p.
- Abdelguerfi A et Abdelguerfi-Laouar M., 2004.** Les ressources génétiques d'intérêt fourrager et-ou pastoral : diversité, collecte et valorisation au niveau méditerranéen. In : Ferchichi A. (comp.), Ferchichi A. (collab.). Réhabilitation des pâturages et des parcours en milieux méditerranéens. Zaragoza : CIHEAM, p. 29-41 (Cahiers Options Méditerranéennes; n. 62).
- Abdelguerfi A et Laouar M., 2002.** Distribution des espèces d'Onobrychis en relation avec quelques facteurs du milieu, en Algérie. *Ann. Inst. Nat. Agro. El Harrach*.
- Abdelli A et Iguer-Ouda M., 2017.** Characterization of dairy cattle feeding systems in Algeria: impact on productive and reproductive performance. *Livest. Res. Rural Dev., Vol. 29, N° 1*.
- Accorsi PA., Govini N., Gaiani R., Pezzi C, Seren E et Tamanini C., 2005.** Leptin, GH, PPvL, insulin and metabolic parameters throughout the dry period and lactation in dairy cows. *Reproduction in Domestic Animals*, vol.40, pp. 217-223 pp.
- Adamou S., Bourennane N., Haddadi F et Hamidouche S., 2005.** Quel rôle pour les fermes-pilotes dans la préservation des ressources génétiques en Algérie? Série de Documents de Travail N° 126 Algérie – 2005, 119 p.
- AFNOR, 1985 .,** Aliments des animaux, méthodes d'analyses françaises et communautaires, recueil de normes françaises, 2° édition, 131-134 pp.
- Ait Amar B., 2005.** Production, utilisation et caractérisation de la valeur alimentaire des fourrages et des sous produits des cultures au Maroc. *Mém ing, IAV Hassan II Maroc*. 112 p.
- Akar Y., Gazioglu A., 2006.** Relationship between vitamin A and β -carotene levels during the post-partum period and fertility parameters in cows with or without retained placenta. *Bull. Vet. Inst. Pulawy*, 50, 93-96 pp.
- Amellal R, 1995.** La filière lait en Algérie : entre l'objectif de sécurité alimentaire et la réalité de la dépendance. In : Les agriculteurs maghrébins à l'aube de l'an 2000. *Options méditerranéennes, série B n°14* : 229-238 pp.
- Annen EL ; Mc Guire MA ; Vicini JL et Collier RJ., 2003.** Effects of POSILAC® (bST) and dry period management strategy on milk yield. *J. Dairy Sci.*, 86: 607-607 pp.
- Annison EF., Linzell JL et West CE., 1968.** *J. Physiol.*, London. 197, 445 p.
- Araba A., 2006.** Alimentation de la vache laitière : pour une meilleure qualité du lait, comment augmenter les taux butyreux. *Transfert de technologie en agriculture, Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA*, n° 142, 4 p.
- Araba A., 2009.** Alimentation de la vache laitière : Gestion des taux butyreux et protéiques du lait. *Bulletin mensuel de liaison et de liaison du PNTTA*, N° 37, Institut Agronomique et Vétérinaire, Hassan II, Rabat.
- Arzul P et Enjalbert F, 2006.** Conduite de la génisse laitière du sevrage au vêlage ; conséquences des déséquilibres alimentaires. In : *Le pré troupeau, Compte rendu des journées nationales des groupements techniques vétérinaires*. Dijon, France, 17-18-19 Mai 2006. Paris : SNGTV, 175-183.
- Atheer Q M 2011** A Study of some Haematological and Biochemical Parameters in Late Pregnancy, Parturition and early Lactation in Crossbred Cows . Master memory. College of Vet. Med. University of Basrah, 141p.
- Aubadie-Ladrix M, 2005.** Abord pratique d'une fièvre vitulaire chez la vache laitière. *Point Vét.*, 36 (257), 40-42 pp.

B

- Balberini L, Cutullic E et Delaby L., 2012.** Les performances de reproduction des vaches laitières Holstein et Normande face à deux stratégies d'alimentation diffèrent selon les étapes du cycle de reproduction. ISARA-Lyon. INRA Rennes, 9 p.
- Bareille N., Beaudeau F., Billon S., Robert A et Faverdin P., 2003.** Effects of health disorders on feed intake and milk production in dairy cows. *Livestock Production Science* 83, 53-62 pp.
- Bareille S et Bareille N, 1995.** La cétose des ruminants. *Point Vét.*, 27 (numéro spécial), 727-738 pp.
- Barnouin J ; Fayet J.C ; Levieux D ; Chacornac J.P et Paccard P., 1988.** Ecopathologie et utilisation de marqueurs biochimiques en épidémiologie globale. Application aux facteurs de risque de l'agression hépatique chez la vache. In : XXII Simposio Internazionale di Zootecnia, 43-59 pp.
- Baudet HM, 1994.** L'urée dans le lait, un témoin de choix. *Prod. Lait Mod*, 214 : 61-62.
- Beam SW et Butler WR., 1997.** Energy balance and ovarian follicle development prior to the first ovulation postpartum in dairy cows receiving three levels of dietary fat. *Biology of Reproduction* 56, 133-142 pp.
- Beever D.E., 2006.** The impact of controlled nutrition during the dry period on dairy cow health, fertility and performance. *Animal Reproduction Science*, 96: pp 212-226.
- Beighle DE., 1999.** The effect of gestation and lactation on bone calcium, phosphorus and magnesium in dairy cows. *J. S. Afr. Assoc.*, 70-142 pp.
- Bekara MEA, Bidan F, Le Mezec P et Bareille N., 2016.** Impact des caractéristiques du troupeau sur les performances de reproduction des vaches Prim'Holstein en France. *Renc. Rech. Ruminants*, 23, 127p.
- Belhadi N., 2010.** Effet des factures d'élevage sur la production et la qualité du lait de vache en régions montagneuses. Mémoire de Magister, Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou, 141p.
- Bell AW., 1995.** Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. *J. Anim. Sci.* 73 : 2804-2819 pp.
- Bencharif D et Tainturier D, 2005.** Les métrites chroniques chez les bovins. *Point Vét.*, 36, 72-77 pp.
- Bertics S J ; Grummer R R ; Cadorniga-Valino C et Stoddard EE, 1992.** Effect of prepartum dry matter intake on liver triglyceride concentration and early lactation. *J Dairy Sci* 75 : 1914-1922 pp.
- Bessaoud O., 1994.** L'agriculture en Algérie : de l'autogestion à l'ajustement (1963-1992). Options Méditerranéennes, Sér. B/ 8, 90-103 pp.
- Bjerre-Harpøth V; Friggens NC ; Thorup VM ; Larsen T ; Damgaard BM ; Ingvarsten KL et Moyes KM., 2012.** Metabolic and production profiles of dairy cows in response to decreased nutrient density to increase physiological imbalances at different stage of lactation. *Journal of Dairy Science* 95 : 2362-2380 pp.
- Block E ; Dépatie C ; Lefebvre D et Petitclerc, D., 1998.** L'urée du lait: les sources de variation et les implications. In: *Symposium sur les bovins laitiers*, Québec, Canada. CPAQ, 77-87 pp.
- Bobe G, Young JW et Beitz DC, 2004.** Invited review: pathology, etiology, prevention, and treatment of fatty liver in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 87 (10), 3105-3124 pp.
- Bocquier F et Caja G., 2001.** Production et composition du lait de brebis : effets de l'alimentation. *INRA Prod. Anim.*, 14,129-140 pp.
- Bosio L., 2006.** Relations entre fertilité et évolution de l'état corporel chez la vache laitière : le point sur la bibliographie. Thèse docteur vétérinaire, ENV Lyon, 110 p.
- Bouamra M., Ghozlane F et Ghozlane MK., 2016.** Facteurs influençant les performances de reproduction de vaches laitières en Algérie. *Livest. Res. Rural Dev.*, Vol. 28, No. 4.
- Boujenane I., 2010.** La courbe de lactation des vaches laitières et ses utilisations. *L'Espace Vétérinaire* N° 92, IAV Hassan II, 5p.
- Bouyakoub A., 2009.** Une analyse scientifique aux multiples prolongements, le paradoxe de la consommation inégalitaire en Algérie. *El Watan* du 17 septembre 2009.
- Bouzebda Z, Bouzebda F, Guellati M A et Grain F., 2006.** Evaluation des paramètres de la gestion de la reproduction dans un élevage bovin du Nord-Est Algérien. *Sciences et Technologie C – N°24*,13-16 pp.

- Brisson J., 2003.** Nutrition, alimentation et reproduction. Symposium sur les bovins laitiers, 30 octobre 2003, centre de référence en Agriculture et Agroalimentaire du Québec, 66 p.
- Brocard V, Brunshwing P, Legarto J, Paccard P, Rouillé B, Bastien D et Leclerc MC (2010).** Guide pratique de l'alimentation du troupeau bovin laitier. Institut de l'élevage. Coll Les Incontournables, Ed Quae, 262 p.
- Brugere-Picoux J et Brugere H, 1987.** Particularités de la biochimie clinique des ruminants. Rec. Med. Vet, 163 (11) : 1043-1053 pp.
- Brugere-Picoux J et Brugere H, 1995.** Les maladies métaboliques. *La Dépêche Technique*, 46, 30p.
- Brugère-Picoux J., 1995.** Baisse de la disponibilité en glucose. La dépêche vétérinaire supplément technique, vol.46, 9-21 pp.
- Brulle L, 2008.** Diagnostic des carences en oligo-éléments chez les bovins, thèse. Docteur Vétérinaire, école nationale vétérinaire de Lyon, 142 p.
- Brunschwig P et Lamy JM., 2004.** Trois stratégies de correction protéique de ration complète pour VL en début de lactation. Renc. Rech. Ruminants, 11, 280.
- Bulent E, Kabu M et Elitok OM., 2006.** Evaluation of liver function tests in cows during periparturient period. *Saglik Bilimleri Dergisi* 20 (3) : 205-209 pp.
- Bulvestre MD., 2007.** Influence du β -carotène sur les performances de reproduction chez la vache laitière. Thèse de doctorat vétérinaire. École Nationale Veterinaire D'alfort, Faculté de Médecine De Créteil, 124p.
- Butler W.R., 2000.** Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. *Anim Reprod Sci*, 60-61 : 449-457 pp.

C

- Calberry J., 2003.** Milk urea nitrogen testing to improve protein utilization in dairy cattle. Program Assistant/OMAFRA "Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs 414, 54.
- Callejas M, 2009.** Le sélénium et la reproduction chez la vache : diagnostic et prévention des carences, thèse, doctorat vétérinaire, école nationale vétérinaire d'Alfort, 85 p.
- Carroll DJ., Barton BA., Anderson GW et Smith RD., 1988.** Influence of Protein Intake and Feeding Strategy on Reproductive Performance of Dairy Cows. *Journal Dairy Sci*, Vol 71, 12, 3470-3481 pp.
- Cauty I et Perreau JM., 2003.** La conduite du troupeau laitier. Ed France agricole, 288 p.
- Chabanas A, 2005.** Contribution à l'étude des effets d'une complémentation alimentaire en iode chez la vache laitière, thèse Docteur Vétérinaire, école nationale vétérinaire de Lyon, 72p.
- Chebouti A., Abdelguerfi A et Mefti M., 1995.** Etude comparative de la production de gousses de populations de *Medicago orbicularis* (L.) Bart ; relation avec les conditions du milieu d'origine. In : Systèmes sylvopastoraux. Pour un environnement, une agriculture et une économie durables. Cahiers Options Méditerranéennes, vol.12, 21-24 pp.
- Chehat F., 2001.** La question des fourrages en Algérie. Actes du 1^{er} Atelier national sur la stratégie de développement des fourrages en Algérie, 10-12 juin 2001, Alger : 27-28.
- Chenost M et Kayouli C., 1997.** Utilisation des fourrages grossiers en régions. Volume 135 de l'étude FAO production et santé animales, Ed Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, 226 p.
- Chibani C ; Chabaca R et Boulberhane D., 2010.** Fourrages algériens : 1.composition chimique et modèles de prédiction de la valeur énergétique et azotée. *Livestock Research for Rural Development*, 22 (8).
- Chilliard Y., Ferlay A et Doreau M., 2001.** Contrôle de la qualité nutritionnelle des matières grasses du lait par l'alimentation des vaches laitières : acides gras trans, polyinsaturés, acide linoléique conjugué. *INRA Prod. Anim.*, 14, 323-335.
- Chorfi Y et Girard V., 2005.** Le profil métabolique chez la chèvre. CRAAQ, 4p.
- CIZ/SYFEL, 2004.** Circuit d'information zootechnique. ITELV, Baba-Ali, Document interne.
- Coulon JB et Remond B., 1991.** Facteurs de variation du taux protéique du lait des vaches en exploitation : réflexion à partir des résultats d'enquête. *INRA Prod. Anim.*, 4, 303-309p.

Coulon JB., Hurtaud C., Rémond B et Vérité R., 1998. Facteurs de variation de la proportion de caséines dans les protéines du lait de vache. *INRA Prod. Anim.*, 11, 299-310.

Coulon JB., Remond B et Verite R., 1998. Facteurs de variation de la proportion de caséines dans les protéines du lait de vache. *INRA Prod. Anim.*, 11 (4), 299-310p.

Cutullic E, Delaby L, Gallard, Y et Disenhaus C., 2011. Dairy cows' reproductive response to feeding level differs according to the reproductive stage and the breed. *Animal*, 5, 731-740 pp.

Cuvelier C., 2005. Transport sanguin et métabolisme hépatique des acides gras chez les ruminants. *Annales de Médecine vétérinaire* (149), 117-131 pp.

D

Disenhaus C ; Grimard B ; Trou G et Delaby L., 2005. De la vache au système : s'adapter aux différents objectifs de reproduction en élevage laitier. *Renc.Rech,Rum*, 12 : 125-136 pp.

Djokovic R, Šamanc H, Bojkovski J and Fratric N., 2010. Blood concentrations of thyroid hormones and lipids of dairy cows in transitional period. *Lucrari Stiintifice - Universitatea de Stiinte Agricole a Banatului Timisoara. Medicina Veterinara* 43(2): 34-40.

Doepel L., Lapierre H et Kennelly JJ., 2002. Peripartum performance and metabolism dairy cows in response to prepartum energy and protein intake. *J. Dairy Sci.* 85, 2315-2334 pp.

Domecq J.J, Skidmore A.L, Lloyd J.W et Kaneene J.B., 1997. Relation ship between body condition scores and milk yield in a large dairy herd of high yielding Holstein cows - *J Dairy Sci.*; 80 : 101-112.

Doreau M et Chilliard Y., 1991. Influence d'une supplémentation de la ration en lipides sur la qualité du lait chez la vache. *INRA Prod. Anim.*, (2), 103-111.

Doreau M, Ollier A et Michalet-Doreau B., 2001. Un cas atypique de fermentations ruminales associées à une cétose chez la vache en début de lactation. *Rev. Med. Vet.*, 152 (4), 301-306.

Doumalin L., 2000. Cétose et signes nerveux. *Prod. Lait Mod.*, 307, 18-19.

Drackley JK., 1999. Biology of dairy cows during the transition period: the final frontier. *Journal of Dairy Science*, vol.82, 2259-2273 pp.

Drackley JK., Overton TR et Douglas GN., 2001. Adaptations of Glucose and Long-Chain Fatty Acid Metabolism in Liver of Dairy Cows during the Periparturient Period. *Journal Dairy Sci*, vol.84, 100-112 pp.

Duffield TF et Herdt TH., 2000. Subclinical ketosis in lactating dairy cattle. *Veterinary Clinics of North America, Food Animal Practice*, 16 (2), 231-253 pp.

Duffield TF., Lissemore KD., McBride BW et Leslie KE., 2009. Impact of hyperketonemia in early lactation dairy cows. *Journal of Dairy Science*, vol. 92, n°2, pp. 571-580 pp.

Duffield TF., Seifi HA., Le Blanc SJ et Leslie KE., 2011. Metabolic predictors of post-partum disease and culling risk in dairy cattle. *The Veterinary Journal*, vol.188, n°2, 216-220 pp.

Dunn TG et Moss GE., 1992. Effects of nutrient deficiencies and excesses on reproductive efficiency of livestock. *Journal of Animal Science*. 70 :1580-1593 pp.

Dunne LD., Diskin MG., Boland MP., O'Farrell KJ et Sreenan JM., 1999. The effect of pre- and postinsemination plane of nutrition on embryo survival in beef heifers. *Animal Science*, 69:411-417 pp.

Durand D, Gruffat D et Chillard Y, 1995. Stéatose hépatique : mécanisme et traitements nutritionnels chez la vache laitière. *Point Vét.*, 1995, 27, 741-748.

E

Eddebarh A., 1989. Systèmes extensifs d'élevage bovin laitier en Méditerranée. Le lait dans la région méditerranéenne. *Options Méditerranéennes: Série A*, 6 : 123- 133 pp.

Eddy RG, 2004. Major metabolic disorders. *In* : AH Blowey W, Boyd H, Eddy RG, editors. *Bovine medicine diseases and husbandry of cattle*. 2nd ed., Oxford: Blackwell publishing, 781-803.

Edmonson A J, Lean I J, Weaver L D, Farver T et Webster G., 1989. A body condition Scoring chart for Holstein dairy cows - *J Dairy Sci* ; 72 (1): 68- 78.

Elgersma A., Ellen G., Van Der Horst H., Boer H., Dekker PR et Tamminga S., 2004. Quick changes in milk fat composition from cows after transition from fresh grass to a silage diet. *Animal Feed Science and Technology* 117, 13–27.

Elrod CC et Butler WR, 1993. Reduction of fertility and alteration of uterine pH in heifers fed excess ruminally degradable protein. *J. Dairy Sci.* 71 : pp 694-701.

Enjalbert F., 2005. Les carences en oligoéléments ou vitamines et la reproduction chez les bovins. *Point Vét*, numéro spécial reproduction, 32-39 pp.

Enjalbert F, 1994. Relations alimentation-reproduction chez la vache laitière. *Point Vét*, 158: p. 77-83.

Enjalbert F, 1996. Nutrition et immunité chez les bovins. In : SNGTV (EDS). Pathologies et nutrition. Journées Nationales des GTV, Angers, 22-24 Mai 1996, 271-281.

Enjalbert F, 1998. Alimentation et reproduction chez la vache laitière SNDF, ENV Toulouse.

Enjalbert F, 2003. Les déséquilibres alimentaires à l'origine de mortalité embryonnaire chez la vache. *Bulletin Technique G.T.V.* 21: pp 53-56.

Enjalbert F, 2007. Relations entre alimentation et reproduction chez la vache laitière, Session Nutrition - Reproduction des Ruminants, 5èmes Journées des Sciences Vétérinaires, Ecole Nationale Vétérinaire d'Alger, 21-22 avril 2007, 3-22pp.

F

Faverdin P ; Dulphy J.B ; Coulon J.B ; Vérité R ; Garel J.P ; Rouel J et Marquis B., 1992. Les phénomènes de substitution fourrages-concentrés chez la vache laitière. *INRA Prod. Anim*, 5 (2) : 127-135 pp.

Faverdin P., Hoden A et Coulon JB., 1987. Recommandations alimentaires pour les vaches laitières. GRZV. Theixe, INRA. 133p - 152p.

Ferguson JD et Otto K., 1992. Managing body condition in dairy cows. In (proceeding of Cornell nutrition conference for feed manufactures), Syracuse (New York), 75 p.

Ferguson JD., Galligan DT., Blanchard T., Reeves M., 1993. Serum urea nitrogen and conception rate: The usefulness of test information. *Journal of Dairy Science*, 76, 3742–3746 pp.

Ferrah A., 2000. L'élevage bovin laitier en Algérie, problématique, questions et hypothèses de recherche. Séminaire-Atelier sur la stratégie des acteurs de la filière lait en Algérie (S.A.F lait). 6 et 7 juin 2000.

Ferrah A., 2005. Aides publiques et développement de l'élevage en Algérie. Contribution à une analyse d'impact (2000-2005). Cabinet GREDAAL.COM. www.Greddal.com.

Ferre D., 2003. Méthodologie du diagnostic à l'échelle du troupeau, application en élevage bovin laitier, (thèse de docteur vétérinaire), Université Paul-Sabatier, Toulouse, 164 p.

Ferrouillet C et Carrier J, 2004. Pathologie nutritionnelle de la vache laitière. Diagnostic de l'acidose subaigüe du rumen. *Point Vét.*, 35 (244), 42-45.

Filipejova T and Kovacik J., 2009. Evaluation of selected biochemical parameters in blood plasma, urine and milk of dairy cows during the lactation period. *Slovak J. Anim. Sci.*, 42: 8-12.

Firat A et Özpınar A., 2002. Metabolic profile of pre-pregnancy, pregnancy and early lactation in multiple lambing Sakiz ewes. 10 Changes in plasma glucose, 3-hydroxybutyrate and cortisol levels. *Ann Nutr Metab*, 46 : 57-61 pp.

G

Gerardo F., Quiroz R., Stephen J., Le Blanc., Todd F., Duffield., Darren W., Ken E., Leslie., Robert M et Jacob S., 2009. Reference limits for biochemical and hematological analytes of dairy cow one week before and one week after parturition. *Can. Vet. J* (50), 383-388 pp.

Gerloff BJ., 2000. Dry cow management for the prevention of ketosis and fatty liver in dairy cows. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, Vol. 16, pp. 283-292.

Ghanem, M M, Mahmoud M E, Abd ElRaof Y M and El-Attar H M., 2012. Metabolic profile test for monitoring the clinical, haematological and biochemical alterations in cattle during peri-parturient period. *Banha Vet Med J.* 23: 13-23.

- Ghozlane MK ; Atia A ; Miles D et Khellef D., 2010.** Insémination artificielle en Algérie: Etude de quelques facteurs d'influence chez la vache laitière. *Livest. Res. Rural Dev., Vol. 22, No. 2.*
- Ghozlane MK, Bouamra M et Temim S., 2012.** Impact de l'alimentation péri- et post-partum sur la variation de la note d'état corporel de vaches laitières. *Livest. Res. Rural Dev., Vol. 24 No. 8.*
- Ghozlane MK., 2012.** Stratégies alimentaires : effets sur les performances de production et reproduction de la vache laitière (cas de la ferme de démonstration de l'ITELV Baba Ali). Mém Magister, ENSV Alger. 94 p.
- Goff JP., Kimura K et Horst RL., 2002.** Effect of mastectomy on milk fever, energy, and vitamins A, E, and β -carotene status at parturition. *Journal of Dairy Science*, vol. 85, pp. 1427-1436.
- Goff JP., Liesegang A et Horst RL., 2014.** Diet-induced pseudohypoparathyroidism: A hypocalcemia and milk fever risk factor. *J. Dairy Sci.* 97: 1520-1528.
- Gonzales FD, Muino R, Pereira V et Campos R., 2011.** Relationship among blood indicators of lipomobilization and hepatic function during early lactation in high-yielding dairy cows. *Journal of Veterinary Science* 12 (3): 251–255 pp.
- Grant RJ ; Colenbrander VE et Albright JL, 1990.** Effect of particule size of forage and rumen cannulation upon chewing activity and laterality in dairy cows. *J.dairy Sci*, 73, 3158-3164.
- GREDAAL, 2002.** Aperçu sur les populations bovines d'Algérie.
- Grimard B., Chuiton A., Coignard M., De Boyer Des Roches A., Mounier L., Veissier I et Bareille N., 2016.** Existe-t-il une relation entre bien-être et performances de reproduction chez la vache laitière ? *Renc. Rech. Ruminants*, 23, 117-120 pp.
- Guelou K, 2010.** La mortalité embryonnaire chez la vache et l'influence de l'alimentation. Thèse docteur vétérinaire. ENV Alfort, 133 p.
- Guerin D, 2014.** Maîtrise de la reproduction en élevage allaitant un impact économique conséquent. 6p.
- Guo J., Peters RR et Richard K., (2007).** Effect of a transition Diet on Production Performance and Metabolism in Periparturient Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*. 2007, Vol. 90, 11, 5247-5258 pp.
- H**
- Hagawane SD., Shinde SB et Rajguri DN., 2009.** Haematological and blood biochemical profile in lactating buffaloes in and around Parbhani city .*Veterinary Word* Vol 2 No (12), 467-469 pp.
- Hamadache A., 2016.** Grandes cultures : Principaux itinéraires techniques ddes principales especes de grandes cultures pluviales cultivées en Algérie et en afrique du nord (agriculture conventionnelle). Tome III - Ressources fourragères, 395 p.
- Hanzen C., 2004.** Cours d'obstétrique et pathologie de la reproduction des ruminants, équidés et porcs. Fac Méd Vét. Univ Liège. <http://www.fmv.ulg.ac.be/oga/index.html>
- Hanzen C., 2010.** Physiologie de la glande mammaire et du trayon de la vache laitière. Cours Faculté de Médecine Vétérinaire, Service de Thériogénologie des animaux de production. Université de liège, 49 p.
- Hanzen C., 2016.** Cours sur les facteurs d'infertilité et d'infécondité en reproduction bovine. Service de Thériogénologie des animaux de production. Fac Méd Vét. Univ Liège, 18 p.
- Hoden A et Coulon JB., 1991.** Maîtrise de la composition chimique du lait : influence des facteurs nutritionnels sur la quantité et les taux de matières grasses et protéiques. *INRA Prod. Anim*, 4, 361-367
- Hoden A, 1987.** Influence de l'alimentation sur la composition du lait *Bull. Tech. CRZV. Theix*, Ed. INRA, 35-62 pp.
- Holter JB, Slotnick MJ, Hayes HH., 1990.** Effects of pre-partum dietary energy on condition score, post-partum energy, nitrogen partitions, and lactation production responses. *J. Dairy Sci.*, 1990, 73, 3502-3511 pp.
- Horst RL., Goff JP et Reinhardt TA., 2005.** Adapting to the transition between gestation and lactation: Differences between Rat, Human and Dairy cow. *J. Mammary Gland Biol. Neoplasia*, 10 (2), 141-156 pp.
- Houmani M., 1998.** Valorisation des pailles algériennes par traitement technologique dans l'alimentation du cheptel. Thès doctorat d'état, INA El harrach.
- Houmani M., 1999** : Situation alimentaire du bétail en Algérie. *Recherche Agronomique INRA*, Alger, n° 4, 35-45 pp.

Huang W., Tian Y., Wang Y., Simayi A., Yasheng A., Wu Z., Li S et Cao Z., 2014. Effect of reduced energy density of close-up diets on dry matter intake, lactation performance and energy balance in multiparous Holstein cows. *J. Anim. Sci Biotechnol.* 5: 30.

I

Ingvartsen KL et Andersen JB., 2000. Integration of metabolism and intake regulation: a review focusing on periparturient animals. *J. Dairy Sci.*, **83**. PP: 1573-1597.

INRA France., 2010. Alimentation des bovins, ovins et caprins : besoin des animaux – valeurs des aliments. Edition Quae, 309 p.

INRAA., 2006. Deuxième rapport national sur l'état des ressources phylogénétiques, 92 p.

ITELV (Institut Technique des Elevages), 2015. Filière et systèmes d'élevage laitiers en Algérie ; Note de synthèse, 9 p.

J

Jacob SK ; Philomina PT et Ramnath V., 2002. Serum profile of calcium, phosphorus and magnesium in crossbred heifers as influenced by gestation and early lactation. *Indian J Physiol Pharmacol.* 46 (2): 245-248 pp.

Janovick NA et Drackley J K, 2010. Parturient dietary management of energy intake affects postpartum intake and lactation performance by primiparous and multiparous Holstein cows. *J Dairy Sci* 93 : 3086-3102.

Jarrige R., 1988. Alimentation des bovins ovins et caprins. INRA, Paris, 470 p.

Jorgensen, NA., 1973. Combating milk fever. *Journal of Dairy Science*, vol.57, pp 933-944.

K

Kamgarpour R, Daniel RGW, Fenwick DG, Mc Guigan K et Murphy G, 1999. Post-partum subclinical hypocalcaemia and effects on ovarian function and uterine involution in a dairy herd - *The Veterinary Journal.* 158: 59-67pp.

Kaouche-Adjlane S., Habi F., Benhacine R 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. *Livest. Res. Rural Dev.,* Vol. 28, No. 4.

Kerkatou B., 1989. Contribution à l'étude du cheptel bovin en Algérie : les populations locales. *Mem. Ing. Agro ; ENSA (Alger)*, 89 p.

Kerr MG., 2002. *Veterinary laboratory medicine :Clinical Biochemistry and Hematology.* 2nd Ed : Blackwell Science, 368 p.

Kiers A ; Berthelot X et Picard-Hagen N., 2006. Analyse des résultats de reproduction d'élevages bovins laitiers suivis avec le logiciel VETOEXPERT. *Bull GTV N°36*, 85-91.

Kouamo J, Leye A, Ouédraogo G A, Sawadogo G J et Benard P., 2011. Influence des paramètres énergétiques, protéiques et minéraux sur la réussite de l'insémination artificielle bovine en élevage traditionnel dans la région de Thiès au Sénégal. *Revue de Médecine vétérinaire* 162, (8-9): 425-431.

L

Laizeau J S., 2003. Variation factors of the embryos production in montbéliarde dairy cows. Thèse Doctorat Vétérinaire. 113 p.

Lapeyronie., A. 1982. Les productions fourragères méditerranéennes. Tome I: Généralités, caractères botaniques et biologiques. *Techniques agricoles et productions méditerranéennes.* G.P. Maison neuve et Larose, Paris, France.

Le Bars H., 1991. Interrelation entre glycogénèse et lipogénèse chez les ruminants. *Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France*, vol. 64, n°2, pp. 193-206.

Le Coustumier J, 2000. Le niveau azoté agit sur l'ingestion. *Prod. Lait Mod*, 303 : 20-21 pp.

Leng RA et Nolan JV., 1984. Nitrogen metabolism in the rumen. *Journal of Dairy Science*, vol.67, n°5, pp.1072-1089.

Loisel J., 1976. Comment situer et gérer la fécondité d'un troupeau laitier ? Proposition d'un bilan annuel de reproduction d'un troupeau. *ITEB, Ed. Paris*, 66 p.

Loiselle MC., Ster C., Talbot BG., Zhao X., Wagner GF., Boisclair YR et Laçasse P., 2009. Impact of postpartum milking frequency on the immune system and the blood metabolite concentration of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, vol.92, 1900-1912 pp.

Lubojacka V., Pechova A., Dvorak R., Drastich P., Kummer V et Poul J., 2005. Liver steatosis following supplementation with fat in dairy cows diets. *Acta.Veterinaria Brno*, 74. 217-224 pp.

Lucie M., Roger A., Rouille B., Delaby L et Clarys L., 2015. Performances de reproduction de deux systèmes laitiers conduits en deux périodes de vêlages groupés espacées de 6 mois. *Renc. Rech. Ruminants*, 22, p 217.

M

Marie M ; Parrassin PR ; Trommenschlager JM ; Bazard C et 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. *Renc.Rech.Rum*, 3 : 167-170.

Markusfeld O ; Galon N et Ezra E, 1997. Body condition score, health, yield and fertility in dairy cows. *Vet Rec*, 141: pp 67-72.

Martinez N, Risco CA, Lima FS, Bisinotto ES, Greco LF, Ribeiro ES , Maunsell F, Galvao K, et Santos JE, 2012. Evaluation of peripartal calcium status, energetic profile, and neutrophil function in dairy cows at low or high risk of developing uterine disease. *J. Dairy Sci.*, Vol. 95, 7158-7172 pp.

Mayer C et Denis JP., 1999. Élevage de la vache laitière en zone tropicale. CIRAD France, 314 p.

Mazicki AA, 2004. Biochimie de la vache laitière : étude de la glycémie et de la calcémie en relation avec la concentration des corps cétoniques chez la vache jersiaise en production intensive. Mémoire de diplôme d'études approfondies de productions animales. Université cheikh Anta Diop de Dakar.38p.

Meissonnier E., 1994. Tarissement modulé, conséquence sur la production, la reproduction et la santé des vaches laitières. *Point Vét*, 26: pp 69-75.

Merck Veterinary. Manual., 2011. Metabolic disorders. Hepatic lipidosis. Fatty liver disease of cattle.

Merdaci L et Chemmam M., 2016. Evolution comparée des performances de vaches laitières Prim'Holsteins et Montbéliardes au Nord-Est algérien. *Livestock Research for Rural Development* 28 (2).

Merdjane L et Ikhlef H., 2016. Le déficit énergétique fourrager : Diagnostic régionalisé de la situation des ressources alimentaires destinées aux herbivores domestiques en Algérie. Ed Universitaires européennes, 137 p.

Meschy F, 1995. La fièvre de lait : mécanismes et prévention. *Point Vét.*, 27, 751-758.

Meurant C, 2004. Physiopathologie de la cétose de la vache laitière et analyses des profils épidémiologiques et biochimiques en cas spontanés. Thèse docteur vétérinaire. ENV Lyon, 118p.

Meyer C., 2002. Etat corporel et production chez les bovins (fiches techniques), cirad/Gret/Ministère des Affaires Etrangères, Mémento de l'agronome (cdrom n°1), 1: 5 p.

Michaux HVA., 2008. Cétose de la vache laitière : dosage du bêta- hydroxybutyrate avec le lecteur optimum Xceed. Thèse Docteur Vétérinaire, ENVT, France, 136p.

Mir MR ; Pampori ZA ; Iqbal S ; Bhat S ; Pal MA et Kirmani A., 2008. Hemato-biochemical indices of crossbred cows during different stages of pregnancy. *Int. J. Dairy. Sci.*, 3 : 154-159 pp.

Moskal S, 1983. Essai d'évaluation du bilan fourrager en Algérie du Nord. INA d'Alger 25 p.

Mpouam SE, 2007. Etude des relations entre les problèmes de reproduction et les concentrations des métabolites proteo- énergétiques autour du vêlage chez les vaches locales de la zone péri-urbaine de Bobo-Dioulasso (Burkina Faso). Thèse de docteur vétérinaire. Université Cheikh Anta Diop de Dakar. 133p.

N

Nakagawa H et Katoh N., 1998. Reduced Activity of Lecithin-Cholesterol Acyltransferase in the Serum of Cows with Ketosis and Left Displacement of the Abomasum. *Veterinary Research Communications*, 22 (8), 517-524 pp.

Nedjraoui D et Bedrani S., 2008. La désertification dans les steppes algériennes : causes, impacts et actions de lutte. *Revue Vertigo*, volume 8, n°1. <http://vertigo.revues.org/5375>

Nedjraoui D., 2001 : Profil fourrager. Algérie. FAO, 14p.

Nicol JM, 2000. Fièvre de lait : la prévention est au point. *Réussir Lait/Elevage*, 129, 146-148.

Nocek JE, 1997. Bovine acidosis : implications on laminitis. *J. Dairy Sci.* 80 : 1005- 1028.

NRC (National Research Council), 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.

O

Oliver S., 2005. Les troubles du péripartum de la vache laitière : risques associés et contrôle. *Bull. Acad. Vét. France –Tome –N 2*, 153-160 pp.

Oregon State University., 2017. College of Veterinary Medicine. Veterinary Diagnostic Laboratory. Reference Ranges. Biochemistry Reference Interval.

Otz P., 2006. Le suivi d'élevage en troupeau bovin laitier: approche pratique. Thèse docteur vétérinaire, ENV de Lyon, 112 p.

Overton, TR, 1998. Substrate utilization for hepatic gluconeogenesis in the transition dairy cow. In *Proc. Cornell Nutr. Conf. Feed Manuf., Cornell Univ., Ithaca, NY*, pp. 237-246.

Owens FN, Secrist DS, Hil WJ et Gill DR, 1998. Acidosis in cattle : a review. *J. Anim Sci.* 76 : 275-286.

P

Paragon BM., 1991. Qualité alimentaire et fécondité chez la génisse et la vache adulte : importance des nutriments non énergétiques. *Bull. G.T.V.* 91: 39-52 pp.

Park AF., Shirley JE., Titgemeyer EC., Cohran RC., Defain JM., Wicker EE., Sham et Johson ED., 2010. Characterization of Plasma Metabolites in Holstein Dairy Cows during the Periparturient Period. *International Journal of Dairy .Science* (5), 253-263 pp.

Penn State University., 2017. Veterinary and Biomedical Sciences. Metabolic Profiling. Reference Values.

Poncet J., 2002. Etude des facteurs de risque de l'infertilité dans les élevages bovins laitiers de l'île de la réunion : Influence de l'alimentation sur la reproduction. Thèse docteur vétérinaire. ENV Toulouse, 146 p.

Prandi A, Messina M, Tondolo A et Motta M., 1999. Correlation between reproductive efficiency, as determined by new mathematical index, and the body condition score in dairy cows, *Theriogenology*, 52: 1251-1265 pp.

Q

Quiroz-Rocha G F, LeBlanc S J, Duffield T F, Wood D, Leslie K E and Jacobs R M 2009 Reference limits for biochemistry and haematological analyses of dairy cows one week before and one week after parturition. *Can. Vet. J.* 50 (4), 383-388 pp.

R

Rabelo E., Rezende LR., Bertics SJ et Grummer RR., 2003. Effects of transition diets varying in dietary energy density on lactational performance and ruminal parameters of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 86 : 916–925.

Rajala-Schultz PJ., Saville WJA., Frazer GS et Wittum TE., 2001. Association Between Milk Urea Nitrogen and Fertility in Ohio Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 84 (2) : 482-489.

Reist M., Erdin D., Von euw D., Tschvemperfin K., Leuenberger H., Chilliard Y., Hammon HM., Morel C., Philipona C., Zbinden Y., Kuenzi N et Blum JW., 2002. Estimation of energy balance at the individual and herd level using blood and milk traits in high yielding dairy cows. *Journal Dairy Science*, 85. PP: 3314-3327.

Remond B., 1985. Influence de l'alimentation sur la composition du lait. 2. Taux protéique : facteurs généraux. *Bull. Tech. CRZV Theix, INRA*, 62, 53-67p.

Richard L., 2014. Nouveaux indicateurs de déficit énergétique chez la vache laitière en péripartum. *Le point Vét*, N° 1603, p 44.

Rollin et Frédéric, 2002. Tests de terrain pour la mise en évidence des pathologies subcliniques de la vache laitière: examens cliniques et analyses complémentaires. *Proceedings of the Veterinary Sciences Congress , SPCV, Oeiras, 10-12 Out., 63-78 pp.*

Roy S., Royand M., Mishra S., (2010). Heamatological and biochemical profile during gestation period in Sahiwal cows. *Veterinary .World .vol 3 No* (1).

Ruegg PL., Goodger WJ., Holmberg CA., Weaver LD et Huffman EM., 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 : 5-9.

Rukkamsuk T, 2011. Effect of Nutrition on Reproductive Performance of Postparturient Dairy Cows in the Tropics: A Review Department of Large Animal and Wildlife Clinical Sciences , Thailand corrresponding author Thai J Vet Med Suppl vol 41: 103-107 pp.

Rychembush V, 2000. L'urée pour dépister les déséquilibres azotés. *Réussir Lait/Elevage*, 122, 56-57.

S

Salat O, 2005. Les troubles du péripartum de la vache laitière : risques associés et moyens de contrôle. *Bull. Acad. Vét. France*, Vol 158 - n°2, 153-160.

Sauvant D., 2005. L'alimentation de la vache laitière. In Théwis A., Bourbouze A., Compère R., Duplan J.-M., Hardouin J. (coords.). *Manuel de zootechnie comparée Nord-Sud*. Coéditions AUF/INRA. Paris. p. 245-257.

Schelcher F, Foucras G, Meyer G et Valarcher JF., 2002a. Traitement des hypocalcémies. *Point Vét.*, 33 (225), 22-25 pp.

Schelcher F, Foucras G, Meyer G et Valarcher JF., 2002b. Maladies métaboliques de la vache laitière. Traiter les hypophosphatémies, kaliémies et magnésiémies. *Point Vét.*, 33 (226), 34-37.

Schlecher F., Valarcher J.F., Foucras G., Espinasse J., 1995. Profils métaboliques : intérêts et limites. *Point Vét.*, 27 (n° spécial "Maladies métaboliques des ruminants"), 25-31 pp.

Schmidely P et Sauvant D., 2001. Taux butyreux et composition de la matière grasse du lait chez les petits ruminants : effets de l'apport de matières grasses ou d'aliment concentré. *INRA Prod. Anim.*, 14, 337-354.

Schouvert F, 2000. La stéatose hépatique chez la vache laitière. *Point Vét.*, 31 (211), 551-557.

Senoussi A., Haïli L et Maïz B., 2010. Situation de l'élevage bovin laitier dans la région de Guerrara (Sahara Septentrional Algérien). *Livestock Research for rural Development* 22 (12).

Sériyès F., 1997. Le tarissement des vaches laitières : une période-clé pour la santé, la production et la rentabilité du troupeau. *Ed France agricole*, 223 p.

Sevinc M., Basoglu A et Guzelbektas H., 2000. Lipid and lipoprotein levels in dairy cows with fatty liver. *Turk J.* 27: 295-299 pp.

Sevinc M., Basoglu A; Güzelbektas H et Boydak M., 2003. Lipid and lipoprotein levels in dairy cows with fatty liver. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 27: 295–299 pp.

Seymour W, 2001. Review: Update on vitamin nutrition and fortification in dairy cattle. *The Professional Animal Scientist*, 17: pp 227-237.

Silanikove N., 2000. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. *Livestock Prod. Sci.* 67:1–18.

Siliart B et Jaillardon L., 2012. Biochimie classique : valeurs de référence. Petit mémento de biochimie. Oniris, laboratoire du CHUV, ENV Nantes.

Sobiech P, Radwińska J, Krystkiewicz W, Snarska A et Stopyra A., 2008. Changes in the coagulation profile of cattle with left abomasal displacement. *Pol J Vet Sci* 11: 301-306.

Sraïri MT., 2004. Typologie des systèmes d'élevage bovin laitier au Maroc en vue d'une analyse de leurs performances. Thèse doctorat, Gembloux Agro-Bio Tech Univ Liège, Belgique., 214 p.

Straub O C, Lorenz R J, Chevrier L, Donnelly W J C, Flensburg J C, Gentile G, Mammerickx M, Markson LM et Ressang A A., 1978. Bovine hematology: I. Technical problems in the counting of leucocytes. *Zentralblatt für veterinärmedizin*, vol.25, n°1, 14-28 pp.

Sutton JD., 1989. Altering milk composition by feeding. *J. Dairy Sci.*, 72: 2801-2814p.

T

Tammaing S., 2006. The effect of the supply of rumen degradable protein and metabolisable protein on negative energy balance and fertility in dairy cows. *Journal of Animal Reproductive Science*, vol 96, 227-239 pp.

Thebault A, 2004. La tétanie d'herbage. *Action Vét.*, 1668, 24-26 pp.

Tillard E ; Humblot P ; Lecompte P et Bocquier F, 2007. Les facteurs nutritionnels ante-partum sont associés à l'infertilité / infécondité dans les élevages bovins laitiers : exemple de l'île de la Réunion, *Renc,Rech,Rum*, 14: 363-366 pp.

Turk, R, Juretic D, Geres D, Turk N, Rekić B, Simeon- Rudolf V, Robić M et Svetina A., 2005. Serum paraoxonase activity in dairy cows during pregnancy. *Res. Vet. Sci* ; 79:15–18.

U

Underwood EJ et Suttle NF., 1999. The mineral nutrition of livestock 3rd edition. Moredun Research Institute. CABI Publishing. London. PP: 614.

V

Vagnneur M, 1996. Relation entre la nutrition et la fertilité de la vache laitière. Le point de vue du vétérinaire praticien. In : SNGTV (ed.). Pathologie et nutrition. Journées nationales des GTV, Angers, 105-110 pp.

Varga GA, Dann HM et Ishler VA, 1998. The use of fiber concentrations for ration formulation. *J. Dairy Sci.*, 81 (11), 3063-3074.

Vazquez–Anon M., Bertics S., Luck M., Grummer R.R., Pinheiro J., 1994. Peripartum liver triglyceride and plasma metabolites in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 77: 1521-1528 pp.

Velladurai C, Selvaraju M et Ezakial RN, 2016. Effects of Macro and Micro Minerals on Reproduction in Dairy Cattle. | Volume 2 | Issue 1 | Print ISSN: 2395-6011 | Online ISSN: 2395-602 X Themed Section: Science and Technology, *International Journal of Scientific Research in Science and Technology*, 68-74 pp.

Vérité R et Delaby L., 1998. Conduite alimentaire et rejets azotés chez la vache laitière. Interrelations avec les performances. *Renc, Rech, Rum* (5), 185-192 pp.

Vérité R et Peyraud JL, 1988. Nutrition azotée. In : Jarrige R. Alimentation des bovins, ovins et caprins. INRA, Paris, 75-93.

Vouillot A, 2006. Prévention de la fièvre de lait chez la vache laitière. Thèse Docteur Vétérinaire, ENV Lyon, 98p.

Voyvoda H et Erdogan H., 2010. Use of a hand held meter for detecting Subclinical Ketosis in dairy cows. *Research Veterinary Science*. Vol. 89, 344-351 pp.

W

Wattiaux MA., 2000. Métabolisme protéique chez la vache laitière. *Essentiels laitiers*. 2000, p. Chap. 2.

Westwood CT., Lean IJ et Garvin JK., 2002. Factors influencing fertility of Holstein dairy cows: a multivariate description. *J Dairy Sci* ; 85, 3225-3237 pp.

Wolter R, 1997. Alimentation de la vache laitière. 3^{ème} édition. Ed France Agricole, Paris, 236p.

Y

Yakhlef H., 1989. La production extensive de lait en Algérie. Options Méditerranéennes, série séminaires, n° 6, 135-139 pp.

Yokus B et Cakir UD., 2006. Seasonal and physiological variations in serum chemistry and mineral concentrations in cattle. *Biological Trace Element Research*, 109: 255-266 pp.

Z

Zhang WC., Nakao T., Kida K., Moriyoshi M et Nakada K., 2002. Effect of nutrition during pregnancy on calf birth weights and viability and fetal membrane expulsion in dairy cattle. *Journal of Reproduction and Development*. 48 (4): 415-422 pp.

Annexes

Annexes

Annexe 1. Coefficients applicables (UF) aux différents fourrages par hectare (CIZ/SYFEL, 2004)

	Humide		Subhumide		Semi-aride		Humide	Sub Humide	Semi- aride
	Faible	Fort	Faible	Fort	Faible	Fort	Moy	Moy	Moy
Chaumes de blé	300	500	300	400	300	350	400	350	325
Chaumes d'orge et d'avoine	350	550	350	450	350	400	450	400	360
Jachère pâturée	400	600	350	450	300	350	500	400	325
Jachère fauchée	250	400	250	350	200	300	300	300	300
Céréales en vert	1 560	3 000	1 560	3 000	1 560	3 000	2 300	2 300	2 300
Légumineuses en vert	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000
Autres (maïs en vert)	3 900	4 000	3 900	4 000	3 900	4 000	3 950	3 950	3 950
Paille de légumes secs	90	100	90	100	90	100	95	95	95
Packages zone humide	500	600	-	-	-	-	550	-	-
Parcours subhumides	-	-	300	400	-	-	-	350	150

**Annexe 2. Coefficients d'UGB retenus pour l'évaluation du cheptel
(Moskal, 1983)**

Espèce animale	Coefficients UGB utilisés
BOVIN	
Vache laitière (BLM)	1
Vache laitière (BLL+BLA)	0,75
Génisses + de 18 mois	0,65
Taurillons	0,6
Veaux et vèles	0,4
Taureaux	1
OVIN	
Bélier	0,11
Brebis	0,1
Jeunes moins de 2 ans	0,07
CAPRIN	
Boucs	0,08
Chèvres	0,07
Jeunes de 2 ans	0,05
CAMELIN	
Chamelle	1
Autres	0,9
EQUIN	
Chevaux adultes	1,2
Jeunes de 2 ans	0,75
Mulet	1
Anes	0,3

Annexe 3. Questionnaire

1. La structure générale de l'exploitation :

- le nom et lieu de l'exploitation agricole.....
- la forme juridique
 - FE : ferme étatique
 - FP : ferme privée

2. Structure des terres de l'exploitation :

1. Surface Totale
2. Surface Agricole Utile (SAU).....
 - Surface irriguée.....
 - Surface en sec.....

3. La production végétale :

3.1. Les cultures fourragères

- Surface fourragère.....

Les cultures	Surface en ha
Vesce avoine	
Vesce	
Avoine	
Orge	
Luzerne	
Sorgho	
Bersim	
Maïs	
Autres	

3.2. L'affouragement :

Espèce fourragère	Date de semis	Nombre de coupes par culture	Période de coupe

3.3. Calendrier fourrager :

Espèce du fourrage	Nature du fourrage	Quantité de distribution (Kg/vache/j)	Affouragement											
			O	N	D	J	F	M	A	M	J	JU	AO	S
	<i>Vert</i>													
	<i>Ensilage</i>													
	<i>Sec</i>													
	<i>Vert</i>													
	<i>Ensilage</i>													
	<i>Sec</i>													
	<i>Vert</i>													
	<i>Ensilage</i>													
	<i>Sec</i>													

3.4 Les principales contraintes qui freinent l'intensification de la production fourragère

.....

4. La Structure du cheptel de l'exploitation :

- Effectif total :dontvaches laitières.
- Effectif des VL par race :Holstein.
Montbéliardes.
Brune des Alpes.
Fleckvieh.
Autres races.
- Lait produit par jour..... (kg)
- Taureau(x) reproducteur(s).....
- Nombre de Génisses
- Nombre de Taurillons.....

6. La production laitière :

- Nombre de vaches en lactation.....
- Leur rang de lactation (en moyenne).....
- Moyenne de la Production Laitière Totale (PLT)..... (kg)
- Production moyenne au pic de lactation..... (kg)
- Production initiale moyenne..... (kg)
- Production laitière mensuelle (kg)

7. La conduite de la reproduction

- Identification des animaux : Oui Non
- Planning d'étable : linéaire rotatif informatisé
Cahier d'étable Fiche d'élevage

- La détection des chaleurs : Oui Non
- A quel moment se fait l'observation des chaleurs ? et pendant combien de temps ?

.....

- Quels sont les signes à observer ?

.....

Utilisez-vous des méthodes de détection de chaleurs ? Oui Non

Si oui, lesquelles ?

- La méthode de reproduction :
 Saillie naturelle

Connaissez-vous les performances du géniteur ? Oui Non

- Insémination artificielle

Le moment d'insémination :

Par qui elle est pratiquée ?

Lieu de dépôt de la semence :

- Elle est pratiquée sur chaleurs : naturelles ou provoquées.

Si c'est sur chaleurs induites, selon quel protocole de synchronisation ?

.....

- D'où proviennent les paillettes d'insémination ? CNIAAG ou Importation
- A quel moment se fait le diagnostic de gestation ?

.....

Par quelle méthode ?.....

❖ **Les performances de reproduction :**

- Intervalle V-V (jours):.....
- Intervalle V-IAF (jours):.....
- Intervalle V-IA (jours):.....
- TRIA1 (%):.....
- % de VL à 3IA et + :
- Indice coïtal :.....

Annexe 4. Calcul des valeurs nutritives des aliments

1. La détermination de la valeur énergétique

$$UFL = EN/1700 = (EM \times KI)/1700$$

$$EM = EB \times dE \times EM/ED$$

$$KI = 0,60 + 0,24(q-0,57)$$

$$q = EM/EB$$

1	<p>EB : Energie brute</p> <p>Kcal/Kg de MO {</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Fourrages verts + Foins : EB= 4531+ 1,73 MAT + Δ <p style="text-align: right;">Δ= -71 Fourrages verts. Graminées Δ= -11 Fourrages verts. Trèfle, Foins Δ= +82 Fourrages verts. Luzerne</p> <p>Kcal/Kg de MS {</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ensilages : EB= 3910+ 2,450 MAT+ 169,6 pH ▪ Concentrés <p style="margin-left: 150px;">Simples : EB= 4134 + 1,473MAT + 5,239MG + 0,925CB - 4,44MM + Δ</p> <p style="margin-left: 150px;">Composés : EB= 5,7MAT + 9,57MG + 4,24(MO-MAT-MG)</p>
2	<p>dE : digestibilité de l'énergie</p> <p>Fourrages verts (graminée + légumineuses) : dE= 0,957 dMO – 0,068</p> <p style="margin-left: 100px;">Ensilages : dE= 1,0263 dMO – 5,723</p> <p style="margin-left: 100px;">Foins : dE= 0,985 dMO – 2,556</p> <p style="margin-left: 100px;">Concentrés : dE= dMO – 3,94 + 0,0104MAT + 0,0149MG + 0,0022NDF – 0,0244 MM</p> <p><i>La dMO a été calculée à partir des équations rapportées par CHIBANI et al (2010).</i></p>
3	<p>EM/ED= (84,17 - 0,0099CBo - 0,0196MATo + 2,21NA) / 100</p> <p style="margin-left: 150px;">NA : Niveau alimentaire = 1,7 pour les fourrages verts 1,5 pour les ensilages 1,35 pour les foins 1 pour les aliments concentrés</p> <p>CBo : teneur en CB (g/Kg de MO) MATo : teneur en MAT (g/Kg de MO)</p>

2. La détermination de la valeur azotée

$$PDIN = PDIMN + PDIA$$

$$PDIE = PDIME + PDIA$$

$$PDIA = 1,11 \times MAT \times (1 - Dt) \times dr$$

$$PDIMN = 0,64 \times MAT \times (Dt - 0,1)$$

$$PDIME = 0,093 \times MO_f$$

$$MO_f = MOD - MG - MAT (1 - Dt)$$

$$MOD = MO \times dMO$$

Fourrages verts et ensilages (Dt= 73%, dr= 75%)

Foins (Dt= 66%, dr= 65%)

Tourteau de soja (Dt= 62%, dr= 90%)

Orge (Dt= 74%, dr= 85%)

Annexe 5. Tableau de rationnement pour une vache standard en lactation

Ration	MS (%)	Composition des aliments (/kg MS)			Quantités ingérées (kg/VL/j)	Apports nutritifs (/VL/j)			
		UFL	PDIN (g)	PDIE (g)		MS (kg)	UFL	PDIN (g)	PDIE (g)
Foin d'avoine	89	0,67	59,00	72,00	7,50	6,68	4,47	393,83	480,60
Ensilage de luzerne	31	0,73	89,00	82,00	7,37	2,28	1,67	203,34	187,35
Ensilage de maïs	33	0,91	46,00	79,00	9,82	3,24	2,95	149,07	256,01
Concentré	88	0,98	128,30	111,50	6,50	5,72	5,61	733,88	637,78
Apports nutritifs totaux					31,19	17,92	14,69	1480,11	1561,73
Déduction des besoins journaliers d'entretien							<i>-5,00</i>	<i>-400,00</i>	<i>-400,00</i>
Disponibilité pour la production laitière							9,69	1080,11	1161,73
Besoins pour 1 kg de lait à 4% de MG							<i>0,43</i>	<i>50,00</i>	<i>50,00</i>
Production de lait permise par la ration							22,55	21,60	23,23

Annexe 6. Classement des calendriers fourragers

1. Aucun fourrage vert dans la ration :

EXP 6 et 8	Mois											
Nature du fourrage	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	At
Foin d'avoine	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X

2. Utilisation du fourrage vert sur une période de l'année seulement :

EXP 2	Mois											
Nature du fourrage	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	At
Sorgho en vert									x	x	x	X
Foin d'avoine	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X

EXP 5 et 7	Mois											
Nature du fourrage	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	At
Luzerne en vert	x	x	x			x	x	x	x	x	x	X
Foin d'avoine	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X

EXP 33	Mois											
Nature du fourrage	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	At
Bersim en vert			x	x	x	x	x	x				
Foin d'avoine	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X
Paille de blé	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X
Orge en vert (pâturage)						x	x	x				

EXP 23	Mois											
Nature du fourrage	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S
Maïs en vert							x	x	x			
Sorgho en vert	x									x	x	X
Foin de vesce avoine	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X
Pâturage de luzerne					x	x	x	x	x			

3. Un seul fourrage vert dans la ration sur toute l'année :

EXP 9	Mois											
Nature du fourrage	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	At
Sorgho en vert	x	x	x								x	X
Ensilage sorgho									x	x		
Ensilage d'orge				x	x	x						
Orge en vert							x	x				
Paille de blé	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X
Pâturage luzerne	x								x	x	x	X

EXP 20	Mois											
Nature du fourrage	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S
Orge en vert						x	x	x				
Sorgho en vert									x	x	x	X
Ensilage d'orge	x	x	x	x	x							
Foin de luzerne	x	x	x	x	x	x						+
Foin de vesce avoine	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X

EXP 21	Mois											
Nature du fourrage	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S
Ensilage d'orge		x	x	x	x	x						
Sorgho en vert	x									x	x	X
Foin de vesce avoine	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X
Pâturage							x	x	x			

EXP 22	Mois											
Nature du fourrage	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S
Ensilage d'orge		x	x	x	x	x						
Foin de vesce avoine	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X
Pâturage	x						x	x	x	x	x	X

EXP 24	Mois											
Nature du fourrage	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S
Ensilage d'orge	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X
Foin de luzerne	x	x									x	X
Foin d'avoine	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X

EXP 25	Mois											
Nature du fourrage	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S
Ensilage de triticales	x	x								x	x	X
Ensilage d'orge			x	x	x	x	x	x	x			
Foin de vesce avoine		x	x	x	x	x	x	x				
Foin de luzerne	x	x						x	x	x	x	X

EXP 26	Mois											
Nature du fourrage	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S
Ensilage de triticales	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X
Foin d'avoine	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X

EXP 27	Mois											
Nature du fourrage	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S
Ensilage d'orge	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X
Foin d'avoine	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X

EXP 28 et 29	Mois											
Nature du fourrage	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S
Ensilage d'orge	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X
Foin de luzerne	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X

4. Un seul fourrage vert au minimum dans la ration, parfois deux durant une période :

EXP 3	Mois											
Nature du fourrage	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	At
Sorgho en vert											x	x
Luzerne en vert	x	x	x						x	x	x	x
Ensilage d'orge		x	x	x	x	x	x	x				
Foin d'orge	x	x							x	x	x	x
Paille de blé	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

EXP 10	Mois											
Nature du fourrage	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	At
Sorgho en vert	x									x	x	x
Luzerne en vert	x	x	x					x	x	x	x	x
Orge en vert				x	x	x	x					
Avoine en vert				x	x	x	x					
Foin d'avoine	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

EXP 11	Mois											
Nature de fourrage	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	At
Sorgho en vert	x									x	x	x
Luzerne en vert	x	x						x	x	x	x	x
Orge en vert			x	x	x	x	x					
Foin de Sorgho		x	x	x	x	x	x	x	x			
Paille de blé	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

EXP 12	Mois											
Nature du fourrage	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	At
Sorgho en vert	x	x								x	x	x
Luzerne en vert	x							x	x	x	x	x
Orge en vert			x	x	x	x	x					
Paille de blé	x	x								x	x	x
Foin d'avoine		x	x	x	x	x	x	x	x			

EXP 13	Mois											
	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	At
Sorgho en vert	x	x								x	x	x
Luzerne en vert	x	x						x	x	x	x	x
Orge en vert			x	x	x	x	x					
Foin d'avoine			x	x	x	x	x	x	x			
Paille de blé	x	x						x	x	x	x	x

EXP 14	Mois											
	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	At
Sorgho en vert	x								x	x	x	x
Orge en vert			x	x	x	x	x					
Luzerne n vert	x	x						x	x	x	x	x
Drinn sec	x								x	x	x	x
Foin d'avoine		x	x	x	x	x	x	x				
Paille de blé	x	x						x	x	x	x	x

EXP 16	Mois											
	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	At
Sorgho en vert	x								x	x	x	x
Luzerne en vert	x	x						x	x	x	x	x
Orge en vert			x	x	x	x	x					
Foin d'avoine		x	x	x	x	x	x	x				
Paille de blé	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

EXP 17	Mois											
	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	At
Sorgho en vert	x									x	x	x
Luzerne en vert	x	x						x	x	x	x	x
Orge en vert			x	x	x	x	x					
Foin d'avoine	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

EXP 19	Mois											
Nature du fourrage	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S
Ensilage de sorgho			x	x	x	x	x	x				
Ensilage d'orge	x	x	x					x	x	x	x	x
Foin de luzerne	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Paille d'orge	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

EXP 30	Mois											
Nature du fourrage	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S
Orge en vert						x	x	x				
Sorgho en vert	x								x	x	x	x
Ensilage d'orge	x	x	x	x	x	x						
Foin d'avoine	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

EXP 34	Mois											
Nature du fourrage	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	At
Sorgho en vert	x										x	x
Luzerne en vert	x	x	x	x								
Bersim en vert					x	x	x	x	x			
Foin d'avoine	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Paille de blé	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Orge en vert (pâturage)					x	x	x					
Ray grass (pâturage)					x	x	x	x	x	x		

5. Utilisation de deux fourrages verts dans la ration, parfois un seul sur une courte période de l'année :

EXP 4	Mois											
Nature du fourrage	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	At
Luzerne en vert	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x
Ensilage du maïs	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Foin d'avoine			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Paille de blé	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

EXP 15	Mois											
Nature du fourrage	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	At
Sorgho en vert	x	x								x	x	x
Orge en vert			x	x	x	x	x					
Luzerne en vert	x	x						x	x	x	x	x
Avoine en vert			x	x	x	x	x					
Foin d'avoine			x	x	x	x	x	x	x			
Paille de blé	x	x						x	x	x	x	x

EXP 18	Mois											
Nature du fourrage	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	At
Sorgho en vert	x	x								x	x	x
Luzerne en vert	x	x						x	x	x	x	x
Orge en vert			x	x	x	x	x					
Avoine en vert			x	x	x							
Foin d'avoine			x	x	x	x	x	x	x			
Paille de blé	x	x						x	x	x	x	x
Pâturage d'avoine						x	x					

6. Utilisation de deux fourrages verts ou plus dans la ration sur toute l'année :

EXP 1	Mois											
	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	At
Luzerne en vert	x	x					x	x	x	x	x	x
Bersim en vert			x	x	x	x	x	x	x			
Sorgho en vert	x	x								x	x	x
Ensilage d'orge		x	x	x				x	x			
Maïs en vert												x
Orge en vert					x	x	x	x	x			
Foin d'avoine/orge	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

EXP 31	Mois											
	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	At
Luzerne en vert	x	x								x	x	x
Bersim en vert			x	x	x	x	x	x	x	x		
Sorgho en vert	x	x	x								x	x
Ensilage d'orge								x	x	x		
Ensilage de Maïs				x	x	x	x					
Foin d'avoine			x							x	x	x
Pâturage (orge/avoine)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

EXP 32	Mois											
	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	At
Ensilage de maïs	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Ensilage de luzerne	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Foin d'avoine	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

EXP 35	Mois											
	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	At
Luzerne en vert	x	x	x	x	x	x	x	x				
Bersim en vert					x	x	x					
Ensilage de maïs	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Ensilage de sorgho				x								
Ensilage de vesce avoine					x	x	x	x	x	x	x	x
Luzerne en bouchon	x	x	x	x								
Paille de blé	x	x	x	x	x							
Foin vesce avoine/avoine					x	x	x	x	x	x	x	x

Résumé :

Cette étude s'est intéressée à l'analyse des pratiques alimentaires au péripartum et leur impact sur les performances de production et de reproduction des troupeaux laitiers. Elle a été réalisée durant une période de trois années (2013-2016) dans 35 exploitations réparties sur différentes régions bioclimatiques (Alger, Ain Defla, Constantine, Médéa et Ghardaïa) totalisant un effectif de 1602 vaches laitières prédominé par la race Holstein. Il en ressort une grande variation inter et intra exploitation dans la gestion alimentaire des vaches péri parturientes. Les niveaux de production laitière les plus élevés ont été ceux enregistrés pour les élevages respectant un bon équilibre des rations, mais aussi pour ceux ayant recours à une utilisation importante de concentré, ceci a été notamment le cas pour les élevages des régions du sud. Ces derniers, affichent d'ailleurs des rendements laitiers meilleurs que ceux enregistrés dans les élevages du nord (6252 vs 3137 kg). D'autre part, les résultats de fertilité et de fécondité sont nettement plus faibles dans les grands troupeaux comparativement aux petits élevages (31% vs 54% pour le TRIA1 et 130 vs 95 jours pour l'intervalle V-IAf). Par ailleurs, l'augmentation des concentrations plasmatiques liées au métabolisme énergétique (glycémie, cholestérolémie et triglycéridémie) après vêlage dans un élevage du nord, pourrait témoigner d'une forte lipomobilisation due à un déficit énergétique durant cette période. Le degré de la perte d'état corporel a été plus important chez les vaches produisant le plus de lait (0,9 vs 0,75). Ainsi, cette étude apporte un constat sur les pratiques alimentaires au péripartum dans les conditions d'élevage en Algérie mais aussi sur le statut métabolique et nutritionnel des vaches laitières péri parturientes.

Mots clés : fertilité, péripartum, pratiques alimentaires, statut métabolique, vache laitière.

Abstract :

This study focused on the analysis of peripartum feeding practices and their impact on milk production and reproduction performance. It was conducted over a three-year period (2013-2016) in 35 farms spread over different bioclimatic regions (Algiers, Ain Defla, Constantine, Médéa and Ghardaïa) with a total of 1602 dairy cows predominated by the Holstein breed. This shows a great variation between and within exploitation in the food management of peri-parturient cows. The highest levels of milk production were recorded for farms maintaining a good balance of rations, but also for those using a large use of concentrate, this was particularly the case for farms in southern regions. The latter, moreover, display better milk yields than those recorded in farms in the north (6252 vs 3137 kg). On the other hand, the fertility and fecundity results are much lower in large herds compared to small farms (31% vs 54% for TRIA1 and 130 vs 95 days for V-IAF interval). On the other hand, the increase in plasma concentrations related to energy metabolism (blood glucose, cholesterol and triglyceride levels) after calving in a northern breeding could indicate a strong lipomobilization due to an energy deficit during this period. The degree of body condition loss was greatest in cows producing the most milk (0.9 vs 0.75). Thus, this study provides a report on peripartum feeding practices in the breeding conditions in Algeria but also on the metabolic and nutritional status of peri-parturient dairy cows.

Key words: fertility, peripartum, feeding practices, metabolic status, dairy cow.

ملخص :

ركزت هذه الدراسة على تحليل ممارسات التغذية قبل وبعد الولادة وأثرها على إنتاج الحليب و نتائج تكاثر الأبقار الحلوب. وقد أجريت لفترة ثلاث سنوات (2013-2016) في 35 مزرعة موزعة على مناطق بيومناخية مختلفة (الجزائر العاصمة، عين الدفلى، قسنطينة، المدية و غرداية) تضم 1602 بقرة حلوب يهيمن عليها سلالة هولشتاين. اظهرت تباينا كبيرا بين وداخل المزارع في الإدارة الغذائية للأبقار قبل وبعد الولادة. وقد سجلت أعلى مستويات إنتاج الحليب في المزارع التي تحترم وجبات غذائية متوازنة، ولكن أيضا لأولئك الذين يستخدمون الاغذية المركزة بشكل كبير، وكان هذا هو الحال بالنسبة لمزارع المناطق الجنوبية. وعلاوة على ذلك، فإن إنتاج الحليب في هذه المزارع أفضل من ما هو مسجل في مزارع مناطق الشمال (6252 مقابل 3137 كغ). من ناحية أخرى، فإن نتائج الخصوبة هي أقل بكثير في القطعان الكبيرة مقارنة مع المزارع الصغيرة (31% مقابل 54% لل TRIA1 و 130 مقابل 95 يوما للفصل V-IAF). من جهة أخرى، زيادة تركيزات البلازما المتعلقة بالايض الطاقوي (الجلوكوز والكوليسترول والدهون الثلاثية) بعد الولادة بمزرعة في الشمال يمكن أن يبرهن على وجود تجنيد كبير للدهون بسبب العجز في الطاقة خلال هذه الفترة. وكانت درجة فقدان حالة الجسم أكبر في الأبقار التي لها إنتاج كبير للحليب (0.9 مقابل 0.75). وبالتالي، فإن هذه الدراسة تقدم تقرير معاينة للممارسات الغذائية في الفترة المحيطة بالولادة في الظروف التي تميز تربية الأبقار في الجزائر ولكن أيضا للوضع الأيضي والحالة التغذوية للبقرة الحلوب قبل وبعد الولادة.

الكلمات المفتاحية: الخصوبة، الفترة المحيطة بالولادة، ممارسات التغذية، الوضع الأيضي، البقرة الحلوب.