

République Algérienne Démocratique et Populaire
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire - Alger
المدرسة الوطنية العليا للبيطرة - الجزائر

Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de

Magistère en Sciences Vétérinaires

Option : Nutrition et Reproduction des bovins

THEME :

**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)**

Présenté par : Mr GHOZLANE Mohamed Khalil

Soutenu devant le jury composé de:

Mme TEMIM KESSACI S.	Professeur à l'ENSV	Présidente
Mr GHOZLANE F.	Professeur à l'ENSA	Promoteur
Mr KHELLEF D.	Maître de conférences classe A à l'ENSV	Examineur
Mme GAOUAS Y.	Maître assistante classe A à l'ENSV	Examinatrice
Mr SOUAMES S.	Maître assistant classe A à l'ENSV	Examineur

Année universitaire: 2011/2012

Remerciements

Au terme de ce travail, je remercie ALLAH 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 mon promoteur, Mr GHOZLANE Faissal, Professeur à l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie d'Alger, pour ses conseils, ses encouragements, sa disponibilité et sa contribution efficace pour le bon déroulement de ce travail.

Je remercie vivement Mme TEMIM KESSACI Soraya, Professeur à l'Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire d'Alger d'avoir acceptée de présider le jury de cette thèse. Je vous exprime Madame ma profonde gratitude.

Mes remerciements les plus respectueux s'adressent également à Mr KHELLEF Djamel, Mme GAOUAS Yamina et Mr SOUAMES Samir pour l'honneur qui m'ont fait en acceptant d'examiner ce travail.

Il m'est agréable aussi d'exprimer mes sincères reconnaissances pour Mr BOUDJENAH Ahmed Abdelhakim, Directeur générale de l'ITELV et Mr REZZOUG Abderahmen ancien directeur de la ferme de l'ITELV qui m'ont ouvert les portes et m'ont fourni les meilleurs conditions afin d'accomplir cette étude.

J'adresse aussi un grand Merci à toute l'équipe de la station ruminant de l'ITELV ainsi que le personnel du laboratoire central, pour leur aide et leur disponibilité tout au long de mon stage.

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 pas vu le jour. Merci pour tous ce que vous faites pour nous.

A tous ceux que j'aime et qui m'ont toujours soutenu, chacun à leur façon :

- Mes sœurs,
- Maya, Ayoub,
- Yacine et Mouh.

A mes amies de la post-graduation et à tous ceux qui me sont chers et que j'ai oublié de citer.

Khalil

SOMMAIRE

LISTE DES ABREVIATIONS.....	
LISTE DES TABLEAUX.....	
LISTE DES FIGURES.....	

Page

INTRODUCTION 1

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : Situation de l'élevage bovin laitier en Algérie 3-7

1.1. Evolution et répartition du cheptel bovin en Algérie.....	3
1.2. Evolution de la production laitière nationale.....	4
1.3. Les contraintes du développement de l'élevage bovin et de la filière lait en Algérie.....	5
1.4. Perspectives d'amélioration.....	7

Chapitre II : Situation des ressources alimentaires du cheptel national 8-13

2.1. Superficie et nature des cultures fourragères en Algérie.....	8
2.2. Evaluation du bilan fourrager en Algérie.....	9
2.3. Les contraintes de la production fourragère en Algérie.....	11
2.4. Importance des aliments complémentaires destinés aux cheptels.....	12

Chapitre III : Impact de l'alimentation sur les paramètres de reproduction 14-27

3.1. Impact de l'alimentation énergétique.....	14
3.1.1 Effet d'un excès d'énergie en péri-partum sur la reproduction de la vache laitière....	14
3.1.2. Effet d'un déficit en énergie sur la fonction de la reproduction.....	15
3.1.2.1. Effet du déficit énergétique postpartum.....	15
3.1.2.2. Effet du déficit énergétique antepartum.....	19
3.2. Impact de l'alimentation azotée.....	20
3.2.1. Impact de l'excès d'azote sur la reproduction.....	20
3.2.2. Effet d'un déficit en azote sur les performances de reproduction.....	22
3.3. Impact de l'alimentation minérale.....	23
3.4. Impact de l'alimentation vitaminique.....	25

Chapitre IV : Impact de la variation de l'état corporel sur les performances des vaches laitières 28-33

4.1. Définition et importance de la notation de l'état de chair.....	28
4.2. Les objectifs d'évolution de la note d'état corporel au cours du post-partum.....	28

SOMMAIRE

4.3. Perte d'état corporel et performances de reproduction.....	30
4.4. L'effet de la note d'état corporel sur les performances laitières.....	32

Chapitre V : Impact de l'alimentation sur la production laitière à l'égard des taux butyreux et protéiques du lait 34-39

5.1. Composition chimique du lait de vache.....	34
5.2. Effet du rapport fourrages/concentrés.....	35
5.3. Effet de la nature des aliments.....	37
5.4. Effet du mode de présentation physique des aliments.....	39

Chapitre VI : Production laitière et fertilité des vaches 40-45

6.1. Interrelations entre production laitière et reproduction.....	40
6.2. Effet du niveau de production sur les paramètres de reproduction.....	41
6.3. Effet du niveau de production sur le taux de conception.....	42
6.4. Effet du potentiel laitier des races et du numéro de lactation sur la fertilité.....	43

PARTIE EXPERIMENTALE

Chapitre I : Matériels et méthodes 46-52

I.1. Méthodologie de travail.....	46
I.1.1. Objectifs.....	46
I.1.2. Démarche méthodologique.....	46
I.1.2.1. Choix de la l'exploitation.....	46
I.1.2.2. Déroulement de l'étude.....	47
I.1.2.2.1. Données de l'alimentation.....	48
I.1.2.2.2. Notation de l'état corporel.....	48
I.1.2.2.3. Données de la reproduction.....	48
I.1.2.2.4. Données de la production laitière.....	49
I.1.2.3. Traitement des données.....	49
I.2. Présentation de l'exploitation.....	49
I.2.1. Situation géographique.....	49
I.2.2. Répartitions des superficies fourragères.....	49
I.2.3. Matériel animal.....	50
I.2.4. Conduite de la reproduction.....	51
I.2.5. Le suivi sanitaire et médical.....	52

SOMMAIRE

Chapitre II : Résultats et discussion 53-82

II.1. Analyse descriptive.....	53
II.1.1. La conduite de l'alimentation.....	53
II.1.1.1. Composition chimique et valeurs nutritives des aliments distribués.....	53
II.1.1.2. Rationnement du troupeau.....	55
II.1.1.3. Rapport fourrage/concentré.....	60
II.1.1.4. Production laitière permise par les rations distribuées.....	62
II.1.2. La notation de l'état corporel.....	64
II.1.2.1. Variabilité de la note d'état corporel du troupeau.....	64
II.1.2.2. Note d'état corporel au tarissement et au vêlage.....	65
II.1.2.3. La perte d'état corporel au cours du postpartum.....	65
II.1.2.4. La reprise de l'état corporel.....	66
II.1.3. Analyse des performances de reproduction.....	67
II.1.3.1. Les paramètres de fécondité.....	67
II.1.3.1.1. Intervalle vêlage-insémination première	67
II.1.3.1.2. Intervalle vêlage-insémination fécondante.....	68
II.1.3.2. Les paramètres de fertilité.....	69
II.1.3.2.1. Le taux de réussite en première insémination.....	69
II.1.3.2.2. Le pourcentage de vaches à 3 inséminations et plus.....	69
II.1.3.2.3. L'indice coïtal.....	70
II.1.3.2.4. Les retards dus aux retours décalés.....	70
II.1.4. Analyses des performances laitières.....	71
II.1.4.1. Etude des paramètres de lactation.....	71
II.1.4.1.1. La production initiale (PI).....	71
II.1.4.1.2. La production maximale (PM).....	71
II.1.4.1.3. Intervalle PI-PM.....	72
II.1.4.1.4. La durée de lactation.....	72
II.1.4.1.5. La production laitière totale (PLT).....	72
II.1.4.1.6. La production de référence (P 305).....	73
II.1.4.1.7. La durée de tarissement.....	73
II.1.4.2. Analyse de la composition du lait.....	74
II.1.4.2.1. Evolution du taux butyreux.....	74
II.1.4.2.2. Evolution du taux protéique.....	74
II.1.4.2.3. Le rapport TB/TP.....	75

SOMMAIRE

II.2. Etude d'impact.....	75
II.2.1. Impact de l'alimentation au vêlage.....	75
II.2.1.1. Sur la note d'état corporel.....	76
II.2.1.2. Sur la fertilité.....	76
II.2.1.3. Sur la production laitière et les matières utiles du lait.....	77
II.2.2. Impact de l'alimentation des deux premiers mois de lactation.....	78
II.2.2.1. Sur la note d'état corporel.....	79
II.2.2.2. Sur la fertilité.....	79
II.2.2.3. Sur la production laitière et les matières utiles du lait.....	80
II.2.3. Impact de l'alimentation au pic de lactation.....	80
II.2.3.1. Sur la note d'état corporel.....	81
II.2.3.2. Sur les paramètres laitiers.....	81
II.2.4. Impact de l'alimentation au moment de l'insémination.....	81

CONCLUSION 83

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 85-94

ANNEXES 95-99

Annexe.1.....	95
Annexe.2.....	98
Annexe.3.....	99

LISTE DES ABREVIATIONS

A

AGNE : Acides gras non estérifiés.

App_PDI : Apport azoté global de la ration.

App_UFL : Apport énergétique global de la ration.

B

βHB: Béta-hydroxybutyrate.

C

Ca: Calcium.

CB : Cellulose brute.

CMV : Complément minérale et vitaminique.

dE : Digestibilité de l'énergie.

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.

F

FNDA: Fond National de Développement Agricole.

G

g: gramme.

GnRH: Gonadotropin Releasing Hormone.

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.

LISTE DES ABREVIATIONS

L

LH : Luteinizing Hormone.

M

MADR: Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural.

MAT: Matières azotées totales.

MAX: Valeur maximale.

MG: Matière grasse.

MIN: Valeur minimale.

MM: matières minérales.

MO: Matière organique.

MOD: Matière organique digestible.

MOF: Matière organique fermentescible.

MS : Matière sèche.

MSI : Matière sèche ingérée.

N

NA : Niveau alimentaire.

Nb : Nombre.

NDF: Neutral detergent fiber.

NEC: Note d'état corporel.

NEC_pic : Note d'état corporel au pic de lactation.

NEC_V : Note d'état corporel au vêlage.

O

ONAB : Office Nationale des Aliments du Bétail.

P

P 305 : Production de référence.

P : Phosphore.

p.p : Post-partum.

PDI : Protéines digestible dans l'intestin.

PGf2 α : Prostaglandines f2 alpha.

PI : Production initiale.

PLT : Production laitière totale.

PM : Production maximale (production au pic de lactation).

PNDA : Plan National de Développement Agricole.

PV: Poids vif.

Q

q: Rendement (digestion – élimination).

R

Rn : Numéro de la ration alimentaire.

S

SAT : Surface Agricole Totale.

SAU: Surface Agricole Utile.

SFT : Surface Fourragère Totale.

LISTE DES ABREVIATIONS

T

TB : Taux butyreux.

TB1: Taux butyreux au premier contrôle laitier.

TB2: Taux butyreux au deuxième contrôle laitier.

TP : Taux protéique.

TP1 : Taux protéique au premier contrôle laitier.

TP2 : Taux protéique au deuxième contrôle laitier.

TRIA: Taux de réussite des inséminations.

TRIA1: Taux de réussite à la première insémination.

U

UFL: Unité fourragère lait.

UFL-C: Apport énergétique permis par le concentré.

UGB: Unité de Gros Bétail.

V

V+n: n mois après le vêlage.

V-IA1: Intervalle vêlage - insémination première.

V-IAf: Intervalle vêlage – insémination fécondante.

Vit: Vitamine.

VL: Vache laitière.

V-V: Intervalle vêlage – vêlage.

LISTE DES TABLEAUX

	<i>Page</i>
<i>PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE</i>	
Chapitre I : Situation de l'élevage bovin laitier en Algérie 3-7	
Tableau 1. Evolution des effectifs bovins durant la période 2000-2007.....	4
Tableau 2. Evolution de la production laitière nationale (1998-2007).....	4
Chapitre II : Situation des ressources alimentaires du cheptel national 8-13	
Tableau 3. Evolution des superficies agricoles et fourragères 1999-2009.....	9
Tableau 4. Le bilan fourrager pour l'année 2010.....	11
Tableau 5. Evolution de la production des aliments de bétail durant la période 2004-2007.....	13
Chapitre III : Impact de l'alimentation sur les paramètres de reproduction 14-27	
Tableau 6. Bilan énergétique en fin de gestation et fertilité.....	19
Tableau 7. Influence de l'excès d'azote alimentaire sur les paramètres de reproduction des vaches laitières.....	21
Tableau 8. Effet du niveau de protéine brute de la ration sur les performances de reproduction...	21
Tableau 9. Troubles de la reproduction de la vache laitière en fonction des déséquilibres minéraux et vitaminiques.....	27
Chapitre IV : Impact de la variation de l'état corporel sur les performances des vaches laitières 28-33	
Tableau 10. Objectifs d'état corporel au vêlage en fonction des systèmes d'élevages.....	29
Chapitre V : Impact de l'alimentation sur la production laitière à l'égard des taux butyreux et protéiques du lait 34-39	
Tableau 11. Composition moyenne (en g/Kg) du lait de vache.....	34
Chapitre VI : Production laitière et fertilité des vaches 40-45	
Tableau 12. Effet du niveau de production sur les performances de reproduction.....	41
Tableau 13. Effet de la production laitière moyenne du troupeau sur le taux de gestation.....	43
<i>PARTIE EXPERIMENTALE</i>	
Chapitre I : Matériels et méthodes 46-52	
Tableau 14. Répartition des superficies fourragères de l'exploitation pour la campagne 2010-2011.....	50
Tableau 15. Répartition de l'effectif bovin de la ferme (Octobre 2011).....	51

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 16. Composition chimique des fourrages et aliments concentrés distribués dans la ferme.....	53
Tableau 17. Valeurs nutritives des fourrages et aliments concentrés distribués à la station de l'ITELV.....	55
Tableau 18. Valeurs nutritives de quelques fourrages français.....	55
Tableau 19. Calendrier fourrager de l'exploitation pour la campagne 2010-2011.....	57
Tableau 20. Les différentes rations distribuées aux vaches laitières durant la période d'étude....	59
Tableau 21. Les taux d'apport en MS, UFL et PDI par le concentré et les fourrages.....	61
Tableau 22. La production laitière permise par les différentes rations.....	62
Tableau 23. Évolution de la note d'état corporel moyenne du troupeau selon le stade physiologique des vaches.....	64
Tableau 24. Répartition de l'intervalle vêlage - insémination première.....	67
Tableau 25. Performances de reproduction des vaches laitières en Algérie et en France.....	68
Tableau 26. Répartition de l'intervalle vêlage - insémination fécondante.....	68
Tableau 27. Paramètres de fertilité.....	69
Tableau 28. Paramètres de production laitière.....	71
Tableau 29. Matrice de corrélation entre l'apport alimentaire au vêlage, note d'état corporel et fertilité.....	75
Tableau 30. Matrice de corrélation entre l'apport alimentaire au vêlage et les paramètres laitiers.....	77
Tableau 31. Matrice de corrélation entre l'apport alimentaire en début de lactation, la note d'état corporel et les performances de reproduction et de production laitière.....	79
Tableau 32. Matrice de corrélation entre le niveau d'apport alimentaire au pic de lactation, la note d'état corporel et les paramètres laitiers.....	81
Tableau 33. Matrice de corrélation entre le niveau d'apport alimentaire au moment de l'insémination et la fertilité.....	82

LISTE DES FIGURES

<i>PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE</i>	<i>Page</i>
Chapitre II : Situation des ressources alimentaires du cheptel national 8-13	
Figure 1. Répartition des différentes superficies fourragères pour l'année 2009.....	8
Figure 2. Le bilan fourrager national pour l'année 2010.....	10
Chapitre III : Impact de l'alimentation sur les paramètres de reproduction 14-27	
Figure 3. Effets néfastes sur la reproduction d'un déficit énergétique trop marqué en début de lactation.....	16
Chapitre IV : Impact de la variation de l'état corporel sur les performances des vaches laitières 28-33	
Figure 4. Evolution de l'état corporel à l'échelle individuelle ou de troupeau et objectifs.....	30
Figure 5. Relations entre perte d'état corporel postpartum et performances de reproduction chez la vache laitière.....	31
Figure 6. Evolution de la note d'état corporel en fonction du niveau de production.....	32
Chapitre V : Impact de l'alimentation sur la production laitière à l'égard des taux butyreux et protéiques du lait 34-39	
Figure 7. Schéma de l'origine des matières grasses du lait.....	35
Figure 8. Influence de l'apport d'aliment concentré sur la composition moyenne du lait.....	36
Figure 9. Teneurs en parois végétales et en amidon des aliments.....	38
Chapitre VI : Production laitière et fertilité des vaches 40-45	
Figure 10. Evolutions de la production laitière annuelle et du taux de conception en race Prim'Holstein aux Etats-Unis.....	42
Figure 11. Evolution de l'intervalle mise bas-1ère IA de 1995 à 2001 selon le numéro de lactation (Ln) en race Prim'Holstein.....	44
Figure 12. Evolution du taux de réussite en 1 ^{ère} IA par race et rang de lactation.....	44
Figure 13. Evolution du TRIA1 en race Prim'Holstein.....	45
PARTIE EXPERIMENTALE	
Chapitre I : Matériels et méthodes 46-52	
Figure 14. Schéma récapitulatif du protocole expérimental.....	47
Figure 15. Répartition de l'effectif bovin total par race (Octobre 2011).....	51
Figure 16. Schéma du protocole de synchronisation des chaleurs à base de Prostaglandines f2 α .	52
Figure 17. Schémas des protocoles de synchronisations des chaleurs à base de Progestagènes...	52

LISTE DES FIGURES

Figure 18. Variation de la part du concentré et du fourrage dans la ration totale en % de MS.....	60
Figure 19. La part des UFL apportés par le concentré et les fourrages des différentes rations distribuées.....	61
Figure 20. La part des PDI apportés par le concentré et les fourrages des différentes rations Distribuées.....	62
Figure 21. La production laitière journalière permise par les apports en MS des différentes rations.....	63
Figure 22. Variation de la note d'état corporel moyenne du troupeau au cours du cycle de production.....	64
Figure 23. Variation de la note d'état corporel au cours du post-partum selon l'état d'engraissement au vêlage.....	66
Figure 24. Relation entre l'état corporel au vêlage et la perte d'état en début de lactation.....	66
Figure 25. Niveau de fertilité du troupeau.....	69
Figure 26. Variation mensuelle du taux butyreux au cours de la période d'étude.....	74
Figure 27. Variation mensuelle du taux protéique durant la période d'étude.....	75

INTRODUCTION

L'Algérie est connue comme étant le premier pays consommateur de lait au Maghreb, avec une consommation annuelle estimée à près de 3 milliards de litres d'équivalent lait (BOUYAKOUB, 2009), soit une consommation moyenne de l'ordre de 100 à 110 litres/habitant/an.

Pour faire face à la demande croissante en cette source de protéine animale de la part d'une population en plein essor démographique, les pouvoirs publics ont misé fortement sur l'importation de la poudre de lait pour la consommation, et l'achat de génisses et de vaches laitières à haut potentiel génétique dans l'espoir d'augmenter la production laitière nationale.

Cette dernière, bien qu'elle ait connue une progression positive ces dernières années (près de 2,3 milliards de litres de lait enregistrée en 2007) (MADR, 2008), elle demeure faible à l'égard des potentialités génétiques des bovins laitiers importés et ne couvre que 40% des besoins de la population en matière de lait et de produits laitiers (BOUYAKOUB, 2009).

Plusieurs contraintes freinent l'évolution de la production laitière nationale. En plus de la rareté du cheptel bovin laitier (3,3 vaches reproductrices pour 100 habitants, contre 18 en France, 20 aux USA, 100 en Nouvelle- Zélande) (SENOUSSI, 2008) et les faibles performances zootechniques des vaches laitières (MADANI et FAR, 2002), l'alimentation constitue un handicap majeur. 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. CHEMLAL (2011) rapporte que le bilan fourrager est marqué par un réel déficit en UF, de l'ordre de 3,8 milliards d'UF soit 34,42% des besoins du cheptel algérien.

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, à des répercussions importantes tant sur le plan nutritionnel et sanitaire du troupeau, que sur les performances globales des animaux. Face à toutes ces contraintes alimentaires, la question fondamentale qui mérite d'être posée : y-a-t-il une stratégie alimentaire dans la conduite du cheptel algérien ?



C'est dans cette optique que nous répondrons à cette question à travers une expérimentation non dirigée réalisée au niveau de la station de l'ITELV Baba-Ali dont l'objectif est d'évaluer l'impact de l'alimentation sur les performances de production et de reproduction, mais aussi sur la variation de la note d'état corporel et la qualité du lait.



Chapitre I : Situation de l'élevage bovin laitier en Algérie

1.1. Evolution et répartition du cheptel bovin en Algérie

Après l'indépendance, l'effectif bovin national a connu une augmentation considérable, passant de 700.000 têtes en 1966 à 1.557.000 têtes en 1986 avec un taux de croissance annuel de 2,8% entre 1966-1976, et 3,8% entre 1976-1986 (FAO, 1986 cité par KERKATOU, 1989), cette progression est due surtout aux importations massives de cheptel de races améliorées.

De 1985 à 1997, le cheptel local a connu une régression très sensible, le nombre total de bovin est passé de 1.416.000 têtes à 1.255.000 têtes. Sachant que cette période correspond à la réorganisation du secteur agricole et aux réformes économiques. D'autres causes aussi peuvent expliquer cette diminution, notamment : les sorties frauduleuses des animaux au niveau des frontières, l'abattage massif et incontrôlé des animaux reproducteurs et la mauvaise conduite de la reproduction dans les troupeaux. En revanche, l'effectif des vaches laitières a évolué de façon très nette pendant cette période, passant de 799.921 têtes en 1985 à 928.000 têtes en 1997 (MADR, 1999).

L'évolution de l'effectif bovin après 1999 a connu des fluctuations d'une année à une autre. Après une régression enregistrée entre 2000 et 2003 en raison de la l'interdiction des importations à cause des épidémies qui ont frappé le cheptel européen (principale source d'approvisionnement), la taille du cheptel national était marqué par une progression sensible après l'année 2004, atteignant 1.657.000 têtes bovines en 2007 dont 879.000 vaches laitières (tableau 1). Et depuis le nombre de bovin ne cesse d'augmenter mais avec un rythme moins accentué pour atteindre 1.682.433 têtes en 2009 soit une augmentation de 1,5% par rapport à 2007. Cette évolution s'explique par la nouvelle politique de l'état à savoir l'importation de génisses pleines dans l'espoir d'augmenter la production laitière nationale (MADR, 2009).

Notre cheptel bovin se caractérise par la présence de trois types distincts : le bovin laitier importé dit "BLM" avec 15% de l'effectif national, le bovin laitier amélioré "BLA" (46%) et le bovin laitier local "BLL" qui représente 39% de l'effectif global.

L'ensemble du troupeau national (près de 80%) se concentre dans les régions nord du pays, avec 53% à l'Est, 24,5% au centre et 22,5% à l'Ouest (AMELLAL, 1995), notant que près de 95% de ce cheptel est détenue par le secteur privé (KHEFFACHE et KESSAOUAR, 1999). Cette forte concentration à l'Est du pays s'explique par la bonne pluviométrie dans cette région permettant une plus grande disponibilité des ressources fourragères.



Tableau 1. Evolution des effectifs bovins durant la période 2000-2007 (MADR, 2008)

Années	Milliers de têtes				Pourcentage (%)	
	Total bovins	Total vaches	Bovin laitier moderne (BLM)	Bovin laitier local et amélioré (BLL+BLA)	BLM/Total Vaches (%)	BLL+BLA/Total vaches (%)
2000	1595	997	254	743	25,47	74,52
2001	1613	1008	267	741	26,48	73,51
2002	1511	842	205	637	24,34	75,65
2003	1539	882	223	659	25,28	74,71
2004	1546	853	210	643	24,61	75,38
2005	1584	850	213	637	25,06	74,94
2006	1614	743	217	526	29,21	70,79
2007	1657	879	223	656	25,37	74,63

1.2. Evolution de la production laitière nationale

L'élevage bovin laitier national permet une production de lait d'environ 2244 milliards de litres (en 2007) soit un accroissement de 2,62% par rapport à l'année 2006 et de 6,77% par rapport à l'année 2005 (tableau 2). Cette augmentation est surtout le résultat des importations massives de vaches laitières hautement productives, mais aussi le fruit d'une amélioration progressive des techniques de production sans oublier l'effort constater chez certains éleveurs pour améliorer la qualité de leurs produits.

Tableau 2. Evolution de la production laitière nationale (1998-2007) (MADR, 2008)

Année	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Production nationale (Unité: Milliards de litres)	1,2	1,558	1,583	1,637	1,544	1,61	1,915	2,092	2,185	2,244

Etant connu comme le premier pays consommateur de lait au Maghreb avec une consommation annuelle estimée en 2008 à près de 3 milliards de litres soit en moyenne 100 à 110 litre/habitant/an, la production laitière nationale malgré l'augmentation enregistrée ces dernières années reste encore faible et ne permet pas l'auto-provisionnement en matière de lait et de produits laitiers, elle ne couvre en moyenne que 40% des besoins de la population (BOUYAKOUB, 2009).

Pour faire face à la demande croissante en cette source de protéine de la part d'une population en plein essor démographique, l'action des pouvoirs publics a consisté principalement en l'importation de la poudre de lait pour la consommation, et l'achat de vaches laitières et de génisses à fort potentiel génétique pour réduire la dépendance vis-à-vis de l'étranger.



En revanche, la fixation du prix du lait à un prix bas ainsi que le faible développement du réseau de collecte n'ont pas permis le développement de la filière lait dans notre pays.

1.3. Les contraintes du développement de l'élevage bovin et de la filière lait en Algérie

Les contraintes qui s'opposent au développement de l'élevage bovin en Algérie sont nombreuses, complexes et interdépendantes. Elles sont en relation avec le milieu, le matériel animal exploité ainsi que les politiques agricoles adoptées dès l'indépendance.

▪ *Contraintes liés à l'environnement*

Le climat algérien est caractérisé par un été sec et chaud, un hiver doux et une irrégularité des pluies dans l'espace et dans le temps avec une pluviométrie qui diminue du Nord au Sud et d'Est en Ouest. Ce déficit hydrique donne un choix unique aux éleveurs, celui de cultiver des espèces fourragères en sec ou d'utiliser des sous produits de la céréaliculture (jachère, paille...), or ces types de fourrages récoltés tardivement ne permettent pas l'expression du potentiel génétique des animaux. En outre les fortes températures estivales agissent de façon négative sur les niveaux de production notamment sur la production de lait.

La superficie agricole utile en Algérie est très réduite, avec ces 8 millions d'hectares elle ne représente que 3% de la superficie totale (JOUVE, 1999). Les superficies consacrées aux cultures fourragères sont évaluées en moyenne à 510.000 ha, représentant ainsi 7% de la SAU, dont seulement 18% conduite en irriguée et exploitée en vert. Les superficies des prairies sont très réduites (estimées à environ 25.000 ha en 2002), concentrées surtout en montagne et exploitées à double fin : le pâturage et la production de foins, notant que la période de vert est de 3 à 6 mois (MOUFFOK, 2007).

L'élevage bovin en Algérie est concentré principalement au nord du pays. Le tiers de cette région est constitué de plaines et de vallées qui sont des zones favorables aux cultures en vert grâce à la pluviométrie importante, cependant le développement industriel et urbain tend à réduire cette surface de plus en plus. Les deux tiers restants, sont occupées par des chaînes montagneuses inutilisables pour l'agriculture.

Le reste du territoire nationale (près de 90%) est constituée d'une région aride (le désert saharien), ce dernier n'offre que de rares pâturages pour les quelques troupeaux caprins et camelins existants.



▪ *Contraintes liées au matériel animal*

L'Algérie exploite deux types de populations bovines : le bovin local (pure ou croisé) et le bovin issu de races importées.

Le bovin local est représenté par la race « Brune de l'Atlas » et par ses croisements avec les races européennes. La race locale domine l'ensemble de l'effectif (près de 80%) avec une majorité concentrée dans les régions montagneuses. Ce type de bovin est exploité pour la production de viande alors que sa production en lait est très faible de l'ordre de 4kg/jour (MADANI et YAKHLEF, 2000) et destinée uniquement à l'autoconsommation.

La population importée est estimée actuellement à plus de 300.000 têtes, or l'objectif fixé par l'état pour palier à la dépendance vis-à-vis de l'étranger en matière de lait et produits laitiers, était d'arriver au minimum en 1996 à 1.800.000 têtes issues de vaches importées (BEDRANI et BOUAITA, 1998). CHERFAOUI (2003) estime que seulement 19,96% de ce qui devrait être comme cheptel en 1995 existait en réalité, ce qui dénote une perte énorme en matériel animal productif. Ce gaspillage peut s'expliquer par le taux de réforme important de ces animaux avant la fin de leur carrière productive à cause : du prix de la viande plus intéressant que celui du lait, mais aussi suite aux difficultés d'élevage et des problèmes d'adaptation des vaches au milieu algérien entraînant une mauvaise expression de leur potentiel génétique et donc une chute de leur production laitière.

▪ *Contraintes liées aux politiques agricoles*

Les politiques prises par les autorités publiques algériennes depuis l'indépendance n'ont pas permis l'amélioration de la filière lait, au contraire elles étaient un frein pour le développement de cette filière. Les principales raisons se résument comme suit :

- La fixation du prix du lait à des prix bas a orienté les éleveurs vers la production de viande et à la pratique d'engraissement des animaux destinés à l'abattage, et même à la réforme de vaches laitières avant la fin de leur carrière productive, ce qui a engendré d'énormes pertes en terme de matériel animal et production laitière.
- La déconnexion de l'industrie laitière nationale du secteur de l'agriculture étant donnée que ses besoins sont satisfait par l'importation de la poudre de lait.
- Le faible développement du segment de la collecte ainsi que le manque de confiance entre les éleveurs et les transformateurs de lait.



1.4. Perspectives d'amélioration

Le développement du secteur agricole demeure l'une des priorités majeures de la politique de l'état afin d'arriver à une autosuffisance ou du moins à la réduction de la dépendance vis-à-vis de l'étranger notamment en matière de produits à large consommation (NAÏLI, 2009).

Après les grands investissements dans le secteur étatique par les différents plans de développement agricole (les domaines autogérés, révolution agraire, restructuration des domaines et création des EAI et EAC), les pouvoirs publics ont tenté d'orienter les aides à partir de 1995 vers le secteur privé. Cette politique s'est renforcée par la création du Plan National de Développement Agricole (PNDA) en 2000 dont les financements sont assurés par le FNDA (Fond National de Développement Agricole) d'une valeur de 220 milliards de dinars tirés des recettes algériennes des exportations en hydrocarbures (MOULAI, 2008 cité par DEBECHE, 2010).

La mission principale du PNDA est de donner un nouveau souffle à l'investissement agricole en encourageant surtout les producteurs privés et les industriels à investir dans le domaine agricole et notamment dans le secteur laitier.

L'objectif visé par les pouvoirs publics à travers cette action est bien évidemment le développement de la production locale de lait cru, mais aussi sa collecte et sa transformation.

En revanche, d'après CHARFAOUI et al (2003) cités par BOUSBIA (2007), les pouvoirs publics ont donné une plus grande importance à l'aval de la filière par rapport à son amont. En effet la collecte de lait reste le secteur privilégié des subventions en consommant à elle seule 80% du montant réservé au secteur laitier, alors que les secteurs de l'amont (investissement à la ferme, insémination artificielle et production de génisses) n'ont bénéficié que de 13% des subventions totales. Ce niveau faible des enveloppes destinées à l'amont s'explique par la vision dominante du gouvernement qui ne subventionne qu'un modèle unique (au moins un troupeau de 12 vaches laitières et 6 hectares cultivés en fourrages) pour l'exploitation laitière, sans prendre en considération les différences agro-climatiques entre les régions.



Chapitre II : Situation des ressources alimentaires du cheptel national

2.1. Superficie et nature des cultures fourragères en Algérie

En Algérie, la production fourragère est marquée par les insuffisances tant en quantité qu'en qualité. Les superficies fourragères sont très limitées au regard de la faible pluviométrie et superficies irriguées réservées en priorité aux cultures maraichères et fruitières lesquelles sont plus rentables.

Les cultures fourragères occupent une place marginale au niveau des productions végétales, la superficie réservée à ces cultures (en sec et en irrigué) était estimée en 2009 à 4,94% de la SAU. Les surfaces pastorales et les résidus des cultures céréalières constituent les ressources dominantes en matière d'alimentation du cheptel (ABBAS, 2005).

Outre la faible superficie fourragère cultivée, la diversité des espèces est très limitée. Les graminées fourragères comme l'orge, l'avoine et parfois le triticale constituent les principales cultures, utilisées en vert ou en conserve (foin, rarement en ensilage). Ces graminées et ses associations sont les ressources fourragères dominantes. Les légumineuses constituent aussi une ressource assez importante. En hiver et au printemps, le bersim constitue souvent la seule ressource fourragère verte pour le cheptel bovin. Il est relayé en été par la luzerne pérenne et le sorgho ou le sudan-grass dans certaines régions. Le maïs fourrager est rarement utilisé sauf dans certain endroit où l'eau ne constitue pas un facteur limitant (ABDELGUERFI et al, 2001).



Figure 1. Répartition des différentes superficies fourragères pour l'année 2009 (MADR, 2011).



Les ressources fourragères sont assurées en grande partie par les pacages et les terres de parcours (parcours steppique, parcours forestiers) qui occupent 92% de la SFT, les jachères avec 7% de la SFT alors que la proportion des terres réservées aux cultures fourragères exploitées de manière extensive ne représente que 1% (figure 1).

L'ensemble des superficies n'a pratiquement pas changé durant la période allant de 1999 à 2009 comme le montre le tableau 3, cependant l'évolution des superficies réservées aux cultures fourragères est aléatoire, et leur accroissement (lorsqu'il existe) s'avère lent par rapport à celui du cheptel (BOUZIDA, 2008).

Tableau 3. Evolution des superficies agricoles et fourragères 1999-2009 (MADR, 2009)

Années	SAT (ha)	SAU (ha)	Prairies naturelles (ha)	Pacages et parcours (ha)	Jachères pâturées et fauchées (ha)	Fourrages cultivés (ha)
1999	40.623.340	8.226.900	35.210	31.503.820	2.668.431	460.750
2000	40.888.100	8.227.440	35.230	31.794.320	2.743.560	442.298
2001	40.983.841	8.193.741	30.900	31.914.760	3.038.331	331.270
2002	40.735.920	8.228.690	23.640	31.624.770	3.141.090	395.840
2003	40.817.940	8.270.930	25.950	31.635.240	2.984.920	377.110
2004	42.209.600	8.321.680	25.434	32.824.410	2.592.320	461.589
2005	42.380.629	8.389.639	26.070	32.821.550	2.673.270	484.152
2006	42.367.889	8.403.569	25.548	32.776.670	2.526.028	611.817
2007	42.448.840	8.414.670	25.462	32.837.225	2.770.479	493.793
2008	42.435.990	8.424.760	24.297	32.884.875	2.715.275	588.890
2009	42.466.920	8.423.340	24.550	32.955.880	2.475.325	416.297

Si la superficie agricole totale (SAT) a augmenté entre 2003 et 2009 c'est grâce au programme de mise en valeur des terres du plan national du développement agricole (PNDA), sa superficie a été estimée à 42.466.920 ha en 2009 mais la part utile reste toujours minime et représente à peine 20% de la SAT.

2.2. Evaluation du bilan fourrager en Algérie

▪ *Evaluation des besoins alimentaires du cheptel*

L'évaluation des besoins alimentaires nécessite en premier lieu la présentation du cheptel en termes d'UGB par espèces et par zone agro écologique. En utilisant les coefficients de



conversion rapportés par le MADR (2001), CHEMLAL (2011) a pu calculer les besoins alimentaires du cheptel national en unités fourragères (UF) en se basant sur le fait qu'une UGB équivaut à des besoins alimentaires de 3000 UF.

Les besoins alimentaires du cheptel algérien s'élèvent donc à **11.119.492.680 UF**.

▪ *Evaluation des ressources fourragères en UF*

Les ressources fourragères sont représentées par les pacages et parcours, les jachères pâturées et fauchées, les fourrages naturels (prairies), les fourrages cultivés (avec les céréales reconvertis en fourrages) ainsi que la contribution des chaumes et des pailles (CHEMLAL, 2011). L'offre fourragère pour l'année 2010 a été estimée à **7.292.271.910 UF**.

Le bilan fourrager met en évidence un réel déficit en UF évalué à **3.827.220.770 UF** soit 34,42% des besoins du cheptel algérien (tableau 4 ; figure 2).

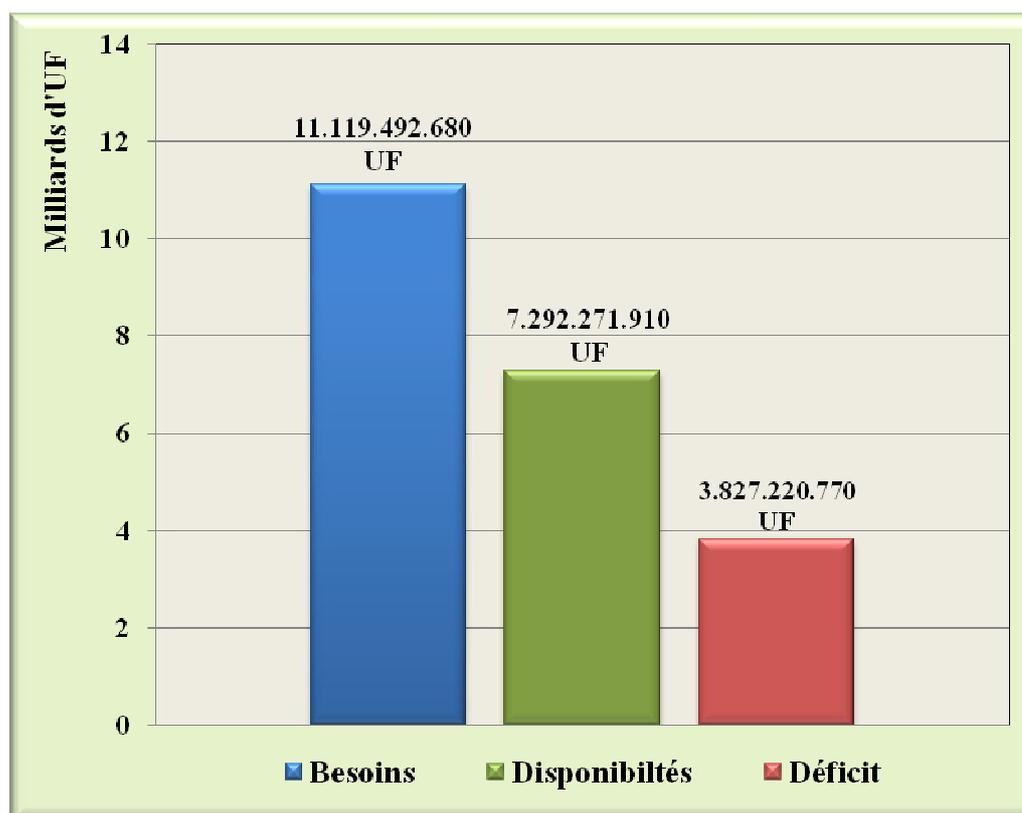


Figure 2. Le bilan fourrager national pour l'année 2010



Tableau 4. Le bilan fourrager pour l'année 2010 (CHEMLAL, 2011 d'après les données du MADR, 2010)

Zones	UGB total	Besoins du cheptel	Disponibilité fourragère	Déficit	Déficit	Couverture
		Unité fourragère (UF)			Pourcentage (%)	
Zone humide	691.097,62	2.073.292.860	710.030.005	-1.363.262.855	-65,75	34,25
Zone subhumide	369.884,39	1.109.653.170	722.502.735	-387.150.435	-34,89	65,11
Zone littorale et tellienne	1.060.982	3.182.946.030	1.432.532.740	-1.750.413.290	-54,99	45,01
Zone sublittoral irrigable	154.242,46	462.727.380	452.132.750	-10.594.630	-2,29	97,71
Zone subhumide semi aride	200.885,51	602.656.530	456.539.650	-146.116.880	-24,25	75,75
Zone subhumide	697.292,32	2.091.876.960	1.777.394.780	-314.482.180	-15,03	84,97
Zone de la grande céréaliculture	898.177,83	2.694.533.490	2.233.934.430	-460.599.060	-17,09	82,91
Zone steppique	110.4469, 2	3.313.407.570	2.329.429.975	-983.977.595	-29,7	70,3
Zone saharienne	488.626,07	1.465.878.210	844.242.015	-621.636.195	-42,41	57,59
Total	3.706.497,6	11.119.492.680	7.292.271.910	-3.827.220.770	-34,42	65,58

2.3. Les contraintes de la production fourragère en Algérie

Les efforts consentis pour l'amélioration de la production fourragère en Algérie restent insuffisants. Les cultures fourragères sont souvent vouées à l'échec en raison de la méconnaissance ou du non respect des exigences du matériel végétal cultivé. Parmi les nombreuses contraintes qui freinent la production fourragère en Algérie, nous pouvons citer :

- La superficie réduite qu'occupent les cultures fourragères, en plus de la dominance des cultures destinées à la constitution de réserves principalement le foin.
- Utilisation d'un matériel végétal de faible performance, la qualité des fourrages secs est médiocre à cause de la récolte souvent tardive et un rendement en grain et en matière sèche faible (lié aux conditions d'implantation, au stade et mode de récolte et à la conservation), (KHALDOUN et al, 2001).
- Les méthodes de conservation restent très limitées, le fanage reste l'unique méthode de conservation, la pratique de l'ensilage est pratiquement rare.
- Méconnaissance totale des techniques culturales des espèces fourragères à petite graine (luzerne, bersim...)
- La production de semences des espèces fourragères et pastorales est pratiquement absente et celle qui existe est souvent non maîtrisée.



- La gamme de semences fourragères utilisées est constituée surtout d'espèces introduites donc généralement non adaptées à nos sites écologiques (NOUAD, 2001).
- Le choix des variétés reste très limité et souvent c'est la même variété qui est utilisée à travers tout le pays quel que soit le milieu ou le terroir.
- Absence de législation concernant la gestion des parcours steppiques.
- Un déficit hydrique précoce et des gelées tardives, des ressources hydriques pour l'irrigation limitées, cette dernière est donc peu utilisée pour les productions fourragères.
- Un système de vulgarisation défaillant.
- Le manque de personnel qualifié et absence de motivation pour engager des activités de recherche et de développement dans le domaine des fourrages (MAATOUGUI, 2001).
- Faiblesses des niveaux d'équipements et l'utilisation d'outils non adaptés pour la récolte.

2.4. Importance des aliments complémentaires destinés aux cheptels

Les pailles et les chaumes constituent une ressource alimentaire importante pour le bétail en Algérie. Elles ont contribué dans la couverture de 28% des besoins du cheptel en 2007 et la quantité de paille disponible pour l'approvisionnement du troupeau était de 22 millions de tonnes en 2005 (MADR, 2008). Ces ressources peuvent être encore mieux valorisées par l'utilisation des techniques d'enrichissement par certains produits tel que l'urée.

D'autres sous produits sont également utilisés dans l'alimentation du bétail, nous distinguons les sous produits agricoles issus des cultures maraichères, les rebus de dattes, le feuillage de taille des arbres fruitiers et les sous produits industriels tels que : le son, les marcs de raisin, les grignons d'olives...

L'ensemble de ces ressources n'arrive pas à satisfaire les besoins du cheptel en énergie et en azote, d'où le recours à l'utilisation importante des aliments concentrés au détriment des fourrages verts et de l'ensilage. Les concentrés sont généralement fabriqués industriellement, mais il existe aussi des aliments concentrés fabriqués à la ferme à base d'orge, d'avoine et d'issues de meunerie.

En Algérie, la filière aliments du bétail est composée de 3246 unités de fabrications, il s'agit essentiellement de petites unités. Le secteur public est représenté par l'office national des aliments du bétail (ONAB) qui dispose de plus de 20 unités réparties sur l'ensemble du



territoire national. Les aliments concentrés fabriqués par les unités de l'ONAB sont basées surtout sur le mixage maïs/tourteau de soja/farine de poisson/issus de meuneries.

Tableau 5. Evolution de la production des aliments de bétail durant la période 2004-2007

(ONAB, 2008 cité par HABBAS, 2009)

Espèces animales	Aliments concentrés (tonnes)					
	2004	2005	2006	2007	Moyennes 2004-2007	%
Volailles	810.500	610.000	454.000	353.000	556.875	98,42
Bovin	6.000	8.200	3.700	3.100	5.250	0,93
Ovin	4.900	4.600	2.900	2.300	3.675	0,65
Total	821.400	622.800	460.600	358.400	565.800	100

Par ailleurs, il faut noter que les concentrés destinés aux vaches laitières représentent de faibles proportions dans les tonnages fabriqués, ainsi d'après les données de l'ONAB (Tableau 5) 98,42% des aliments du bétail fabriqués durant la période 2004-2007 étaient destinés aux volailles contre uniquement 1,58% destinés aux ruminants dont 0,93% pour les bovins.

La fabrication des concentrés dans les exploitations est rendue difficile voire impossible en raison des pénuries fréquentes en matières premières généralement importés de l'étranger avec des prix relativement chers.



Chapitre III : Impact de l'alimentation sur les performances de reproduction

3.1. Impact de l'alimentation énergétique

3.1.1 Effet d'un excès d'énergie en péri-partum sur la reproduction de la vache laitière

La distribution d'aliments énergétiques en période de tarissement a pour but de préparer la flore ruminale à une augmentation de la densité énergétique de la ration en début de lactation et d'éviter une mobilisation trop précoce des réserves corporelles (PONCET, 2002).

La suralimentation énergétique constitue l'une des erreurs de rationnement les plus fréquentes pendant cette période (COLLAS, 2008), elle résulte généralement d'une préparation au vêlage assez longue avec des aliments très énergétiques et distribués de façon libérale. Cette suralimentation expose la vache à un surengraissement, à un certain excès de volume du fœtus ainsi qu'à l'allongement de la durée de gestation, ce qui prédispose la vache à des risques accrus de difficultés de vêlage, des rétentions placentaires et d'éventuelles conséquences sur la fertilité (WOLLTER, 1997).

D'après GEARHART et al (1990), le pourcentage de dystocies augmente sensiblement lors de rations trop énergétiques, suite à une réduction du diamètre pelvien par excès de tissu adipeux. Ces dystocies favorisent la survenue de rétentions placentaires, et par conséquent aux métrites d'où une diminution du taux de réussite à l'insémination (BOISCLAIR et al, 1987 ; BAROUIN et al, 1988).

Une surnutrition énergétique avant vêlage est aussi connue pour augmenter les risques de certaines complications lors du vêlage (syndrome de la vache grasse, la fièvre vitulaire (WOLLTER, 1997) mais aussi elle prédispose à la cétose, la stéatose hépatique, à des parésies ainsi qu'aux pathologies infectieuses dont les mammites.

Le déficit énergétique en début de lactation est aussi aggravé par une suralimentation antepartum, cette dernière tend à diminuer l'appétit en postpartum et donc exagérer l'amaigrissement (WOLLTER, 1997) déprimant ainsi les performances de reproduction (PONCET, 2002).

NADEAU (1968), rapporte que l'apparition des chaleurs est favorisée par des rations excédant 40-50% les niveaux énergétiques standards, cependant elles augmentent le taux de mortalité embryonnaire. Suite à un excès de graisses, les ovules atteignent difficilement



l'utérus pour s'y implanter.

Ainsi, selon ARMSTRONG et al (2001), il semblerait que des apports élevés en énergie sont délétères pour la qualité des ovocytes et sont à l'origine d'une diminution du taux de développement des embryons après fécondation. Cependant, selon le même auteur, un haut niveau d'apport est bénéfique pour les ovocytes issus d'animaux de faible état corporel mais néfaste chez les animaux d'état corporel modéré à élevé.

De même, une ration riche en glucides rapidement fermentescible distribuée de façon massive pour palier au déficit énergétique en début de lactation prédispose à l'apparition de l'acidose et favorise l'installation de pathologies podales qui nuisent à la bonne expression des comportements de chaleurs. En revanche, un flushing (une alimentation énergétique passagère chez des vaches sous alimentées avant la mise à la reproduction) améliore le taux de réussite à l'insémination (CARTEAU, 1984).

3.1.2. Effet d'un déficit en énergie sur la fonction de la reproduction

On parle d'une balance énergétique négative chez la vache laitière lorsque les besoins en énergie excèdent les apports ou autrement dit lorsque les entrées (énergie consommée) sont insuffisantes pour couvrir les sorties (production de lait et gestation), la vache va donc compenser en utilisant ses réserves (BRISSON, 2003).

Le déficit énergétique ne se résume pas uniquement à un apport insuffisant d'énergie, il pourrait être aussi la conséquence d'un niveau de consommation insuffisant de la matière sèche (baisse d'appétit, quantité de fourrage distribuée limitée,...) ou une mauvaise utilisation des aliments par les animaux due à un mauvais équilibre de la ration (mauvaise transition alimentaire, manque d'azote dégradable...) (ENJALBERT, 1998).

3.1.2.1. Effet du déficit énergétique postpartum

Le déficit énergétique postpartum est presque systématique et inévitable pendant les 6-12 premières semaines de lactation, il est dû à une prise alimentaire qui augmente moins rapidement que les besoins énergétiques (REIST et al, 2003) et à une aptitude des vaches à bon potentiel génétique à donner la priorité à la production laitière par rapport à leurs réserves corporelles (ENJALBERT, 1998).



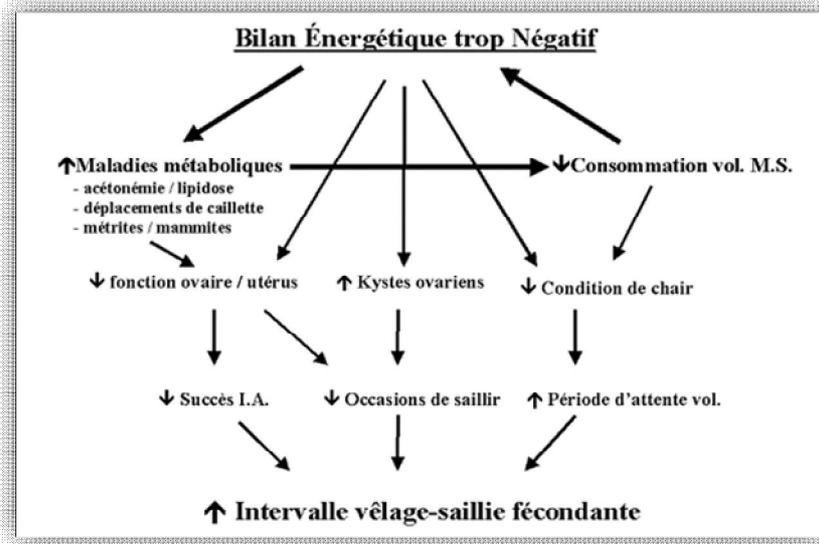


Figure 3. Effets néfastes sur la reproduction d'un déficit énergétique trop marqué en début de lactation (CALDWELL, 2003).

Par la multiplicité de ses effets (figure 3), le déficit énergétique postpartum est le facteur alimentaire ayant le plus grand impact sur l'efficacité reproductive des vaches laitières (CALDWELL, 2003). D'après ENJALBERT (1998), l'infécondité observée dans les élevages à haut potentiel est la conséquence de l'impact négatif du déficit énergétique en début de lactation sur la fonction de la reproduction.

Selon le même chercheur, les premières ovulations ont tendance à être retardées chez les vaches en bilan énergétique négatif. BRISSON (2003), signale qu'une relation étroite a été trouvée entre le déficit énergétique durant les 3 premières semaines de lactation et l'intervalle vêlage-1^{ère} ovulation, cette dernière est plus tardive (à 45 jours post-partum) chez les vaches en déficit énergétique (PONCET, 2002). Dans une étude rapportée par BUTLER et SMITH (1989) cités par le même auteur, le pourcentage de vaches dont le premier follicule dominant est ovulatoire est plus faible chez les vaches en bilan énergétique négatif (30,8% contre 83,3%).

Cette 1^{ère} ovulation peut survenir même si le déficit énergétique est encore très négatif (ENJALBERT, 1998 ; BRISSON, 2003), mais elle est d'autant plus tardive chez les vaches dont le bilan énergétique reste longtemps très négatif (ENJALBERT, 1998).

L'impact négatif de l'intensité ou la durée du déficit énergétique postpartum sur la reproduction a été mis en évidence par de nombreuses études, BUTLER et al (1989) trouvent qu'un déficit prononcé est d'avantage lié au niveau de production, et son effet sur la reproduction est d'autant plus marqué que le bilan énergétique reste faible tardivement (DISENHAUS et al, 2002).



Chapitre III : Impact de l'alimentation sur les performances de reproduction

Il apparaît en outre que le moment au quel intervient le pic du déficit énergétique a une importance capitale dans la reprise de l'activité ovarienne normale (ENJALBERT, 1998). En effet, le moment du déficit énergétique maximal est plus important que la durée totale du déficit. D'après GRIMARD et al (1995), l'ovulation n'a pas lieu tant que le déficit énergétique se creuse et que la vache perd du poids.

Plusieurs études ont mis en évidence la relation de l'intensité du déficit énergétique (ENJALBERT, 2002), le moment du pic du déficit (BUTLER et al, 2000) et la reprise de l'activité ovarienne (COLLAS, 2008). La date du déficit énergétique maximal dépend de l'intensité de ce déficit. En effet le pic du déficit énergétique est plus tardive lorsque il est plus intense ; autrement dit, plus le déficit énergétique maximal est important, plus il faut du temps pour que le bilan énergétique redevient positif. La première ovulation est donc d'autant plus retardée que le bilan énergétique retourne lentement à des valeurs positives (PONCET, 2002).

BEAM et BUTLER (1998) ont mis en évidence l'effet de l'intensité du déficit énergétique précoce sur la croissance folliculaire et l'activité ovarienne ultérieure. Selon ESPINASSE et al (1998), les follicules ayant initié leur croissance au moment du déficit énergétique maximal (10 à 20 jours postpartum), leur développement ultérieur pourrait être pénalisé.

De même, la croissance folliculaire pourrait être affectée lors d'un déficit énergétique surtout par altération des petits follicules 60 à 80 jours avant l'ovulation. Leur développement ultérieur pourrait donc être gêné. Un tel phénomène explique le décalage observé entre le déficit énergétique et ses conséquences sur l'activité ovarienne (ENJALBERT, 2002).

Les altérations de la reproduction due au déficit énergétique sont donc à la fois immédiates pour la perturbation de l'ovulation et différées de 60 à 80 jours pour l'altération de la croissance folliculaire (COLLAS, 2008).

Une corrélation négative a été observée également entre la balance énergétique et la durée de l'anoestrus postpartum (MONGET et al, 2004). Ce dernier est d'autant plus long que le bilan énergétique reste faible tardivement (au delà de 6 semaines) (DISENHAUS et al, 2002).

La longueur de la période d'anoestrus a été associée à une diminution du relâchement de la LH par l'hypophyse et à une diminution de la réponse de l'ovaire à la LH (BRISSON, 2003).

L'axe hypothalamo-hypophysaire et particulièrement la sécrétion de GnRH et de LH semble très sensible aux variations du métabolisme énergétique (MONGET et al, 2004), leur sécrétion est moindre en période de déficit énergétique (ENJALBERT, 2002).



Chapitre III : Impact de l'alimentation sur les performances de reproduction

Cependant selon HANZEN et al (1996), il semblerait que la réduction des apports alimentaires affecte d'avantage la libération hypothalamique de la GnRH que celle hypophysaire de la LH. FROMENT (2007), rapporte que les réserves pituitaires en LH augmentent même lors d'un déficit en énergie ce qui semble indiquer que c'est la décharge de GnRH qui est diminuée. De nombreux chercheurs expliquent la diminution de la sécrétion de LH par la baisse de la sensibilité hypophysaire à la stimulation hypothalamique plutôt qu'une diminution de la synthèse hypophysaire de LH (PONCET, 2002).

La faible disponibilité en énergie diminue la sécrétion pulsatile de LH mais aussi la réceptivité des ovaires à cette hormone réduisant ainsi son effet lutéotrope sur le corps jaune (ENJALBERT, 2002 ; PONTER et al, 2005), ce qui pourrait diminuer la synthèse de progestérone (FROMENT, 2007) et prédisposer d'avantage le corps jaune à une lutéolyse précoce (WEAVER, 1987).

Le taux de réussite à l'insémination s'en trouve très affecté lors d'un déficit énergétique en début de lactation surtout chez les fortes productrices (BUTLER et SMITH, 1989). Selon TILLARD et al (2003), la probabilité de fécondation est inférieure chez les animaux présentant des bilans énergétiques déficitaires. PONCET (2002), explique les faibles taux de réussite à l'insémination première par la diminution de la sécrétion de progestérone associée à une moindre qualité des ovocytes.

De même, une faible sécrétion d'œstradiol a été observée chez des vaches recevant une ration à concentration énergétique modérée. Une telle diminution pourrait être à l'origine d'un retard d'ovulation mais aussi d'une moindre expression des chaleurs (ENJALBERT, 2002). Cependant, CUTULLIC et al (2010), rapporte qu'une stratégie alimentaire restrictive ne pénalise pas nécessairement la fertilité à l'insémination (DELABY et al, 2009) et peut même améliorer la détection des chaleurs (CUTULLIC et al, 2006). Selon une étude réalisée par le même auteur, il constate que les ovulations sont détectées plus fréquemment et sur des comportements de chaleurs plus nets dans des lots à régime alimentaire bas que dans des lots à régime haut.

Un niveau d'alimentation restreint dégrade la fécondation mais aussi les étapes du développement embryonnaire (CUTULLIC et al, 2010). Cependant selon GUELOU (2010), il semblerait que le développement des embryons récoltés chez des génisses dont le régime alimentaire est restreint, est meilleur que celui d'embryons récoltés sur des animaux dont le régime est fourni ad libitum.



Chapitre III : Impact de l'alimentation sur les performances de reproduction

Le taux de conception s'en trouve également pénalisé lors d'un déficit en énergie. RANDEL (1990), observe une diminution du taux de gestation (50 et 76% contre 87 et 95%) chez des vaches recevant une ration avec un apport insuffisant d'énergie. De même, DISANHAUS et al (2002) signale qu'une baisse de l'apport de concentré (de 40 à 20%) chez des vaches laitières diminue le taux de gestation de presque 30% (91% contre 64%).

3.1.2.2. Effet du déficit énergétique antepartum

Les déficits énergétiques sont rares en période de tarissement ; l'augmentation progressive de la densité énergétique de la ration pendant cette période est pratiquée en élevage laitier moderne afin de bien préparer les vaches laitières à la parturition (ENJALBERT, 1995). Un déficit en énergie antérieur au vêlage pourrait être le reflet d'une sous alimentation globale susceptible de pénaliser les fonctions de reproduction et de production (TILLARD et al, 2003).

Les premières vagues folliculaires commencent leur développement très tôt dans la lactation voir même avant vêlage (BRITT, 1992). Selon le même auteur, un déficit en énergie durant les jours précédant le part pourrait alors altérer la qualité des ovocytes au cours des premiers stades du développement folliculaire et affecter l'ovulation ultérieure.

D'après MARKUSFELD et al (1997), une insuffisance énergétique antepartum aggrave le déficit énergétique postpartum. Le bilan énergétique postpartum sera négatif plus longtemps et de façon plus intense retardant ainsi la reprise de l'activité ovarienne d'où l'allongement des intervalles V-1^{ère} ovulation, V-IA1 et V-IAf ; L'expression des chaleurs s'en trouve également diminuée (NADEAU, 1968 ; PONCET, 2002). Le tableau 6 montre l'impact du bilan énergétique en fin de gestation sur la reprise de l'activité sexuelle des vaches laitières.

Tableau 6. Bilan énergétique en fin de gestation et fertilité (DELETANG, 1983).

UF Totales	< 8	8 à 9	9 à 10	>10
Nombre de vaches	138	112	109	521
Taux de non retour (%)	50	62,5	49,5	41,6
Nombre d'insémination par fécondation	1,84	1,68	1,96	2,03

TILLARD et al (2007), rapporte qu'une hypoglycémie enregistrée avant vêlage due à une ration déficitaire en énergie semble être associée à une diminution du taux de réussite à la 1^{ère} insémination chez des vaches hautes productrices. Cette glycémie basse associée également à des concentrations sanguines en AGNE et BHB élevées avant vêlage est corrélée à une incidence accrue de non délivrance (ENJALBERT, 1994).

Les vaches perdant du poids pendant le tarissement sont d'avantage prédisposé aux dystocies, aux rétentions placentaires et aux métrites (CHARBONNIER, 1983). De plus, une



mobilisation trop importante des réserves corporelles pourrait induire une surcharge graisseuse précoce et excessive du foie qui pourrait être impliquée dans la diminution de la fertilité (WATSON et al 1984).

3.2. Impact de l'alimentation azotée

3.2.1. Impact de l'excès d'azote sur la reproduction

Les excès azotés alimentaires se rencontrent le plus souvent en début de lactation (PONCET, 2002), période à risque où la demande en protéines est la plus importante et l'ingestion limitée (GUELOU, 2010). Des rations riches en protéines sont recherchés afin de maximiser la production de lait des vaches laitières (BUTLER, 2000 ; ENJALBERT, 2003). L'augmentation de la production laitière qui en résulte pourrait aggraver le déficit énergétique suite à l'accroissement des besoins en énergie difficilement compensable par les apports (COLLAS, 2008).

Une mauvaise appréciation des fourrages (ENJALBERT, 1998), des aliments riches en azote soluble rapidement fermentescible ou des compléments azotés distribués en très grande quantité (GUELOU, 2010) peuvent être à l'origine d'un excès azoté.

La mauvaise adéquation des apports azotés aux besoins perturbe la reproduction à court et moyen termes (COLLAS, 2008), cependant selon NADEAU (1968), un régime riche en azote ne semble pas influencer la reproduction si la portion énergétique de la ration est bien représentée et les autres éléments de la ration fournis en quantités adéquates.

D'après ENJALBERT (2003), la notion d'excès azoté est d'avantage lié au rapport azote/énergie qu'au rapport apport/besoin. PONCET (2002) rapporte que l'excès azoté chez les multipares est d'autant plus néfaste que les apports azotés et énergétiques sont décalés dans le temps. Le synchronisme entre les disponibilités en énergie et en azote est nécessaire pour une bonne efficacité de la protéosynthèse microbienne (ENJALBERT, 2003).

FERGUSON et CHALUPA (1989), rapportent que la fertilité est altérée à partir de 17% de MAT dans la ration, et gravement atteinte pour 19% de MAT. Selon ENJALBERT (1998), les conséquences d'un excès d'azote dégradable sur la fonction de la reproduction sont les plus fortes et les plus nombreuses.

La teneur du jus de rumen en ammoniac augmente suite à un apport excédentaire en azote fermentescible, sa détoxification au niveau du foie entraîne une consommation accru d'énergie (ENJALBERT, 1998 ; GUELOU, 2010) d'où une possibilité d'aggravation du déficit énergétique (ENJALBERT, 1998). L'environnement utérin se trouve aussi altéré



Chapitre III : Impact de l'alimentation sur les performances de reproduction

par des niveaux protéiques élevés en raison de la diminution du pH (ENJALBERT, 1998 ; COLLAS, 2008) et les modifications des concentrations en ions (COLLAS, 2008). La fonction endocrine du corps jaune est également perturbée, l'excès d'azote agit soit directement sur la synthèse de la progestérone ou en altérant la sécrétion de LH (FOLMAN et al, 1983 ; BUTLER, 1998). Une diminution de la progestéronémie a été rapportée par PONTER et al (2005) ainsi qu'une augmentation de la sécrétion de PGf2 α (ENJALBERT, 2002) ce qui implique une moindre fertilité.

Les conséquences de ces divers effets dégradent surtout la réussite à l'insémination que la durée de la reprise de l'activité ovarienne post-partum (ENJALBERT, 1998 ; BUTLER, 2000).

FERGUSON (1996), indique que le taux de réussite en insémination est fortement diminué par des concentrations élevées en protéines hautement dégradables. CANFIELD et al (1990), ont enregistré une diminution du taux de réussite à la première insémination ainsi qu'une augmentation de l'intervalle V-IAf et du nombre de saillie. Le même résultat a été trouvé par BRISSON 2003 qui a enregistré une augmentation de l'indice coïtal (de 1,47 à 2,47) avec des rations riches en protéines brutes. GUELOU (2010), signale aussi l'augmentation du nombre d'insémination pour établir une gestation chez des vaches recevant des régimes à forte teneur en azote.

Les tableaux 7 et 8 montrent l'effet du niveau protéique de la ration sur les performances de reproduction.

Tableau 7. Influence de l'excès d'azote alimentaire sur les paramètres de reproduction des vaches laitières. (JORDAN et SWANSON, 1979 cités par PONCET, 2002)

Paramètres de Reproduction	16.3 % MAT/MS	19.3 % MAT/MS
V-1 ^{ère} ovulation (jours)	28	16
V-1 ^{ère} chaleur (jours)	45	27
V-IAf (jours)	96	106
IA / IAf	1,87	2,47

Tableau 8. Effet du niveau de protéine brute de la ration sur les performances de reproduction (VISEK, 1984 cité par BRISSON, 2003).

Critères	Niveau de protéine brute (P.B)		
	Bas (12,7 % P.B)	Moyen (16,3 % P.B)	Elevé (19,3 % P.B)
Intervalle vêlage-1 ^{ère} chaleur	36	45	27
Intervalle vêlage-conception	69	96	106
Saillies par conception	1,47	1,87	2,47



Chapitre III : Impact de l'alimentation sur les performances de reproduction

Les surplus azotés en fin de gestation (plus de 20% MAT/MS) (PARAGON, 1991) augmentent l'incidence des retentions placentaires, retardent l'involution utérine et en diminuant les défenses immunitaires prédisposent aux métrites et favorisent l'apparition des mammites. Dans le cas où ces pathologies préexistent, l'excès azoté les exacerbe (BARTON et al, 1996)

De nombreux auteurs ont signalé l'impact négatif d'un excès de protéines dégradable sur la qualité et la survie des embryons. BLANCHARD et al (1990) observent une altération de la qualité des embryons. BUTLER (2001) et PONTER et al (2005) quant à eux notent une augmentation du taux de mortalité embryonnaire et une diminution des taux de conception.

L'apport excessif d'azote dans la ration se traduit par une forte augmentation du taux d'urée dans le sang. L'urémie est donc un bon indicateur du niveau de couverture des besoins protéiques.

Les concentrations élevées d'urée et d'ammoniaque dans le mucus utérin sont toxiques pour les gamètes (ELROD et BUTLER, 1993) mais aussi pour l'embryon, elles diminuent leur développement ainsi que leurs chances de survie et d'implantation (BISHONGA et al, 1996; OCON et al, 2003). Le taux de conception s'en trouve donc réduit. TILLARD (2007), rapporte que l'urée pourrait même affecter les premières phases du développement folliculaire avec des conséquences différées de plusieurs semaines sur la reproduction.

Une urémie élevée est responsable aussi des faibles taux de réussite à l'insémination (FERRATON, 2010) mais également d'un allongement des intervalles entre les chaleurs (ELROD et BUTLER, 1993), les intervalles V-1^{ère} ovulation (GARCIA-BOJALIL et al, 1998) et les intervalles V-IA1 (TILLARD et al, 2007).

En revanche, l'excès d'azote dégradable pourrait avoir certains effets positifs sur la reproduction des vaches laitières, selon CANFIELD et al (1990), il semblerait qu'un régime riche en azote dégradable favorise l'expression des premières chaleurs postpartum, raccourci le délai V-1^{ère} ovulation et pourrait même apporter des résultats meilleurs de fertilité chez les vaches en 1^{ère} lactation (FERGUSON, 1996).

3.2.2. Effet d'un déficit en azote sur les performances de reproduction

Peu de travaux ont étudié les effets du déficit azoté. Bien que rares, les carences en azote ne peuvent altérées les performances de reproduction que lorsqu'elles sont fortes et prolongées (ENJALBERT, 1998).



NADEAU (1968), indique que, chez les bovins la carence en matières azotées par suite d'une hyposécrétion hormonale, conduit à un retard de la maturité sexuelle, absence de chaleur et à un infantilisme génital.

Un déficit protéique global retarde la survenue du premier œstrus et de la 1^{ère} ovulation postpartum, diminuant ainsi le taux de réussite à l'insémination (PARAGON, 1991). MARIE et al (1996), n'observe pas de relation entre les niveaux d'apports azotés et l'activité sexuelle postpartum, cependant elle rapporte que, les animaux dont le bilan azoté est moyen à négatif (de 0 à -360g PDIN/j) présentent des premières chaleurs plus tardives (42,7 vs 30,4 jours) que ceux dont le bilan azoté est supérieur à 250g PDIN/j. De même, TILLARD et al (2007) observe un allongement de l'intervalle V-IA1 lorsque l'urémie est faible (<4,5 mmol/l) avant vêlage.

Le risque de rétentions placentaires et de repeat breeding augmente aussi lors d'une carence azotée en fin de gestation (ENJALBERT, 1994).

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).

Une carence en PDIA (azote peu dégradable) et plus spécifiquement en certains acides aminés essentiels, restreint les synthèses protéiques, il en résulte des perturbations de toutes les fonctions vitales à l'origine d'infertilité (PONCET, 2002).

3.3. Impact de l'alimentation minérale

Il est très difficile d'établir un rôle précis des éléments minéraux et des vitamines dans la fonction de la reproduction, à cause des interactions de ces nutriments entre eux (NADEAU, 1968). En raison de cette relation complexe, tout excès ou carence en un minéral, un oligo-élément ou une vitamine se répercute sur d'autres éléments, entraînant des déséquilibres en cascade (PONCET, 2002).

Ces déséquilibres peuvent être d'origine primaire en cas d'un défaut d'apport alimentaire, résultant soit d'une mauvaise conservation ou un mauvais choix du CMV (complément minérale et vitaminique) par rapport au stade physiologique de l'animal, des fourrages avec des teneurs anormales en un élément particulier, soit d'un défaut de consommation



alimentaire ou même une contamination des points d'abreuvement ; comme ils peuvent être secondaires à un défaut d'absorption, en raison des antagonismes entre les éléments de la ration (le fer en excès dans l'eau de boisson ou l'excès de calcium réduisent l'absorption de presque tous les oligo-éléments) ou bien suite aux interactions avec la flore ruminale (le cobalt est très faiblement absorbé).

Les déséquilibres phosphocalciques et les carences en magnésium, cuivre, zinc, sélénium, vitamines A et E sont les plus répandus. Les carences en cobalt et les excès d'iode ne sont pas rares (PONCET, 2002).

▪ *Calcium*

PUGH (1985) cité par BRISSON (2003), rapporte qu'un déficit en calcium peut être responsable d'un vêlage difficile, des rétentions placentaires, un retard de l'involution utérine et même de prolapsus utérin chez les multipares. Cependant, d'après NADEAU (1968) c'est plutôt l'excès de calcium qui est le plus à craindre. Les rations distribuées aux vaches laitières contiennent en général des teneurs élevées en calcium qui sont tolérées par les animaux, cependant elles peuvent induire une diminution de la consommation et du gain de poids (BRUNET, 2002). De plus, l'excès de calcium entraîne une baisse de l'absorption du magnésium et des oligoéléments (AMMERMAN, 1983 cité par BRUNET, 2002) et s'il est observé au moment du tarissement, il induit une forte incidence de la fièvre de lait.

▪ *Phosphore*

Le phosphore n'a pas de fonction directement liée à la reproduction (BRISSON, 2003), cependant, il semblerait selon le même auteur que des niveaux bas de phosphore ne permettraient pas d'atteindre des performances de reproduction satisfaisantes. ISHLER (2002), indique qu'une carence sévère en phosphore est mise en cause lors d'une réduction des performances reproductives et lors d'apparition de problèmes d'infertilité. De nombreux chercheurs, rapporte NADEAU (1968), constatèrent une irrégularité ou même absence de chaleurs, un hypofonctionnement ovarien et des problèmes de kystes folliculaires (PONCET, 2002) lors d'un manque de phosphore.

Plusieurs producteurs québécois selon BRISSON (2003) ont pu régler au cours des ans des problèmes de fertilité par une augmentation du phosphore dans la ration. De même, une enquête réalisée en Ecosse en 1951 (HIGNETT, 1951 cité par BRISSON, 2003), montre que le taux de conception a été amélioré suite à une supplémentation en phosphore.



▪ *Magnésium*

Le magnésium est indispensable pour l'animal, car il intervient dans de nombreuses fonctions (la conduction nerveuse, la fonction musculaire, la composition osseuse...) (BRUNET, 2002), en plus c'est un cofacteur nécessaire à des réactions enzymatiques vitales dans chaque voie métabolique majeure. Comme il n'est pas stocké, il est peu disponible dans l'organisme animal, donc tout excès en cet élément est dû à un excès alimentaire.

L'augmentation de l'incidence des dystocies et des retards d'involution utérine est observée lors d'une carence en magnésium (PONCET, 2002). Certaines paralysies au vêlage s'expliquent par un déficit en magnésium. Des difficultés au vêlage, des non délivrances ainsi que des infections utérines peuvent faire suite à une paralysie, ce qui peut entraîner par conséquence des problèmes de reproduction (BRISSON, 2003).

▪ *Cuivre*

Un déficit en cuivre peut être la cause de certains problèmes de reproduction caractérisés par des chaleurs moins intenses ou retardées, un intervalle vêlage-première chaleur plus long, une incidence plus élevée de vêlages difficiles et de rétentions placentaires, des avortements et des mortalités embryonnaires, cela se traduit par des faibles taux de conceptions (BRISSON 2003).

▪ *Zinc*

Une déficience en zinc peut modifier la synthèse des prostaglandines, ce qui par conséquent peut affecter la phase lutéale, perturbant ainsi la reproduction.

▪ *Iode*

Lors de carence en iode, le fonctionnement de l'ensemble hypothalamus-hypophyse-gonades est altéré (PONCET, 2002). L'hypothyroïdie, causée par la carence en iode est responsable de l'absence de chaleurs (NADEAU, 1968 ; BRISSON, 2003), des rétentions placentaires, des vêlages prolongés, des avortements et la naissance de sujets faibles ou mort-nés (NADEAU, 1968).

3.4. Impact de l'alimentation vitaminique

Chez les ruminants, on ne se préoccupe généralement que des vitamines A, D et E. Les vitamines A et E sont les seules pour lesquelles la vache a des besoins absolus. La recherche de performances de lactation élevées peut entraîner un besoin important en vitamines. Ce besoin accru peut alors engendrer des situations carencielles du fait de l'exportation vitaminique nécessaire pour la synthèse de lait (GUELOU, 2010).



▪ *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. Lors d'un déficit en vitamine A on observe aussi un retard du développement embryonnaire, une augmentation de l'incidence des rétentions placentaires ainsi que la naissance de sujets faibles ou morts nés (NADEAU, 1968 ; BRISSON 2003).

NADEAU (1968), rapporte qu'il y a une amélioration des résultats de fécondité après des injections de vitamine A dans des élevages qui rencontrent des problèmes de reproduction. Une diminution de l'intervalle entre vêlages (de 386 à 360 jours), une augmentation du taux de conception et une réduction du nombre d'insémination par conception (de 2,1 à 1,4) ont été observés.

▪ *Vitamine E et Sélénium*

Une carence en vitamine E ou en sélénium peut être un facteur favorisant des rétentions placentaires (GUELOU, 2010) et des métrites (PONCET, 2002). Un déficit en vitamine E conduit à de la mortalité fœtale, à une dégénérescence du système vasculaire embryonnaire (GUELOU, 2010).

Des performances moins bonnes (chaleurs peu intenses et silencieuses, conception retardée) ont été attribuées à une carence en sélénium (BRISSON, 2003). Plusieurs études ont montré l'effet positif de l'administration de la vitamine E ou du sélénium durant la période de fin de gestation pour la prévalence des rétentions placentaires.

SEYMOUR (2001), observe une diminution de l'incidence des rétentions placentaires après l'ajout de vitamine E à la ration (1000 unités internationales par jour) avec une injection de 50 mg de sélénium administrée 21 jours avant le vêlage. D'autres expériences ont rapporté une diminution du nombre de saillies par conception.

Le tableau 9 résume les principaux troubles de la reproduction de la vache laitière en fonction des déséquilibres minéraux et vitaminiques.



Chapitre III : Impact de l'alimentation sur les performances de reproduction**Tableau 9.** Troubles de la reproduction de la vache laitière en fonction des déséquilibres minéraux et vitaminiques (MESCHY, 1994 cité par PONCET, 2002).

Fonctions perturbées	Carences	Excès
Développement des organes sexuels	Cu, Mn, Co	
Survenue de la puberté	P, Cu, Mn, Co, I	
Chaleurs discrètes	Ca, P , Na, Cu, Zn, Mn, Co, I, VitA	
Cycles irréguliers-Anoestrus	P, Cu, Zn, Mn, Co, I, Vit A , Vit D, (Vit C), β -carotène	K, F
Kystes ovariens	Ca, P, I , Cu, Zn, Mn, VitE+Se , Vit A, (Na), β -carotène	K, Mn
Fécondation-Implantation	P, Cu, Zn, Mn, Co, I, Se+Vit E , Vit A, β-carotène	F
Mortalité embryonnaire	Cu, Se, Vit A, β-carotène	
Anomalies du développement fœtal	Ca, P, Se, Mn, I, Vit A, VitE, Vit D	
Avortement	Cu, Mn, Co, I, Se, Vit A	I
Dystocie- Involution utérine retardée	Ca, Mg, Cu, Zn, Co, I, Vit A, Vit D , (Na)	
Rétention placentaire-Métrites	Ca, Mg, P, Cu, Zn, I, Vit A, Vit E+Se	K
Spermatogénèse	Cu, Zn , Vit A, Vit E+Se	

En gras: déséquilibres les plus fréquents (..): déséquilibres peu fréquents



Chapitre IV : Impact de la variation de l'état corporel sur les performances des vaches laitières

4.1. Définition et importance de la notation de l'état de chair

La notation de l'état corporel est une méthode d'évaluation du niveau des réserves énergétiques de la vache, mais aussi un moyen d'appréciation du statut nutritionnel d'un troupeau. En reflétant l'efficacité et la sécurité des régimes alimentaires (FROMENT, 2007), elle contribue de manière significative à la bonne gestion d'un élevage laitier.

Cette méthode est de plus en plus utilisée sur le terrain par les éleveurs, les techniciens et les vétérinaires, elle permet l'estimation des réserves corporelles en surmenant la variabilité du poids vif. En plus de l'avantage d'être peu coûteuse, cette technique est facile à appliquer en pratique et permet une évaluation rapide d'un grand nombre d'animaux.

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

Malgré son caractère subjectif qui nécessite une bonne maîtrise des critères de notation, la note d'état corporel reste l'outil de choix pour les scientifiques et les éleveurs pour l'évaluation de l'état d'engraissement et l'estimation du statut énergétique des vaches.

4.2. Les objectifs d'évolution de la note d'état corporel au cours du post-partum

La note d'état corporel varie significativement selon le stade physiologique de l'animal. L'évaluation de cette note au cours d'un cycle de production est nécessaire pour corriger tout programme alimentaire défaillant et éviter toute situation critique. Des cotes optimales sont donc à envisager selon le stade physiologique afin de maximiser la productivité et de minimiser les risques d'une mobilisation excessive des réserves corporelles.

Le tarissement est une phase critique et déterminante de la carrière productive et reproductive d'une vache laitière, la note d'état de chair pendant cette période doit rester stable et maintenue entre 3 et 3,5 sur une échelle de 0 à 5 (AUBADIE-LADRIX, 2005).



Chapitre IV : Impact de la variation de l'état corporel sur les performances des vaches laitières

Toute variation d'état corporel au tarissement (amaigrissement ou prise de poids) supérieure à un point, peut être une source de problèmes (BUTLER, 2005). Il est donc obligatoire de reconditionner les vaches avant cette période.

En raison de la mobilisation importante des réserves corporelles en début de lactation pour faire face à la forte demande d'énergie nécessaire à la production de lait, la vache doit être en bon état d'engraissement au moment du vêlage. Une cote d'état de chair se situant entre 3,5 et 4 a été recommandée par certains chercheurs (PONCET, 2002). Cependant, cette note d'état de chair à la mise bas est variable selon le type d'élevage, comme le montre le tableau 10.

Tableau 10. Objectifs d'état corporel au vêlage en fonction des systèmes d'élevages (DISENHAUS et al, 2005).

Critères/Systèmes	Productivité élevée	Coûts réduits	Vêlages groupés
NEC multipares	3,5 à 4	3 à 3,5	Automne 3 à 3,5
			Printemps 2,5 à 3
NEC primipares	3 à 3,5	3	3

Dans les premiers mois suivant le vêlage les vaches entrent dans un bilan énergétique négatif à cause des besoins énergétiques accrus qui dépassent les entrées d'énergie. Une chute de l'état corporel est inévitable pendant cette période, elle se manifeste par un amaigrissement de l'animal qui doit donc maîtrisé et compensé pendant la deuxième moitié de la lactation.

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

La note d'embonpoint en début du post-partum devrait se stabiliser de préférence à 2,5-3 (PONCET, 2002) ; La perte d'état de chair ne doit pas dépasser 1,5 point sur un animal, et 1 point en moyenne sur l'ensemble du troupeau (ENJALBERT, 1998). Les recommandations compte à la perte d'état en postpartum sont présentées sur la figure 4.

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



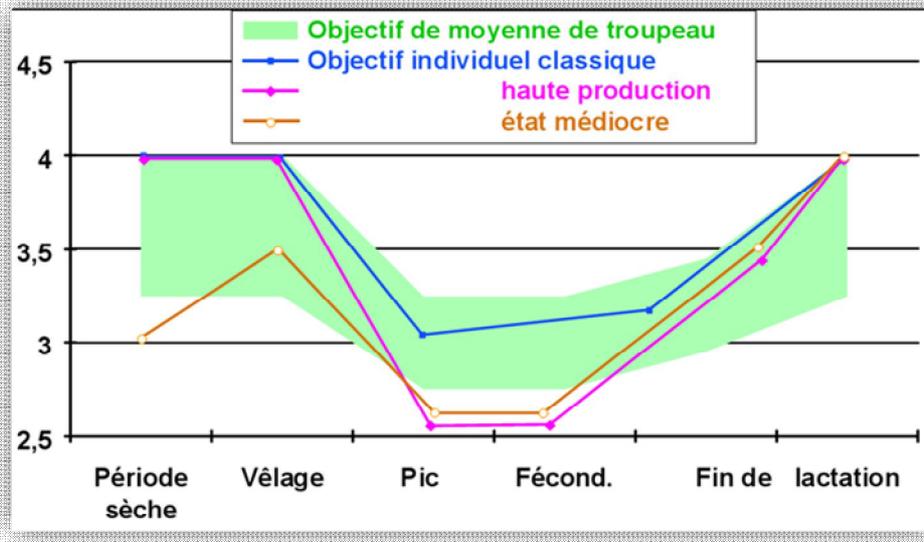


Figure 4. Evolution de l'état corporel à l'échelle individuelle ou de troupeau et objectifs (ENJALBERT, 1998).

4.3. Perte d'état corporel et performances de reproduction

La notation de l'état corporel au post-partum permet donc d'apprécier l'importance du déficit énergétique (ENJALBERT, 1998), cependant, ce n'est pas la valeur absolue du déficit en énergie qui compte mais aussi la dynamique ou la manière selon laquelle la perte de poids évolue dans le temps (BRISSON, 2003), ses conséquences sur la reproduction sont plus évidentes que celles de la note d'état elle-même (FROMENT, 2007).

De nombreux auteurs rapportent que les performances de reproduction ont tendance à être dégradés lorsque la perte d'état corporel après vêlage s'accroît. BUTLER et SMITH (1989), ont étudié la relation entre la perte d'état corporel durant les premières semaines de lactation et les performances de reproduction. Les résultats de leur étude montrent que les vaches ayant perdu plus d'un point de cote d'état de chair comparées aux vaches ayant perdu moins, ont un retard d'ovulation (MARIE et al, 1996), des chaleurs plus tardives et un faible taux de conception à la 1^{ère} saillie. De même, CUTULLIC et al (2006) indique que la perte d'état est associée aux troubles de la cyclicité, à une moindre expression des chaleurs et à une fertilité médiocre.

La perte d'état entre le vêlage et la 1^{ère} insémination est corrélée négativement au TRIA1. HADDADA et al, (2009) observe que le résultat de la 1^{ère} insémination est meilleur (respectivement 51,6 et 53,2% contre 33,3 et 34,7%) chez les femelles en bon état corporel ($NEC \geq 2,5$) à J30 et à J60 comparativement à celles plus maigres ($NEC < 2,5$).



Chapitre IV : Impact de la variation de l'état corporel sur les performances des vaches laitières

Les paramètres de fécondité (Intervalles V-1^{ères} chaleurs, V-IA1, V-IAf) à l'exception du rapport IA/IAf semblent également altérés dès que la perte d'état dépasse 1 point (figure 5).

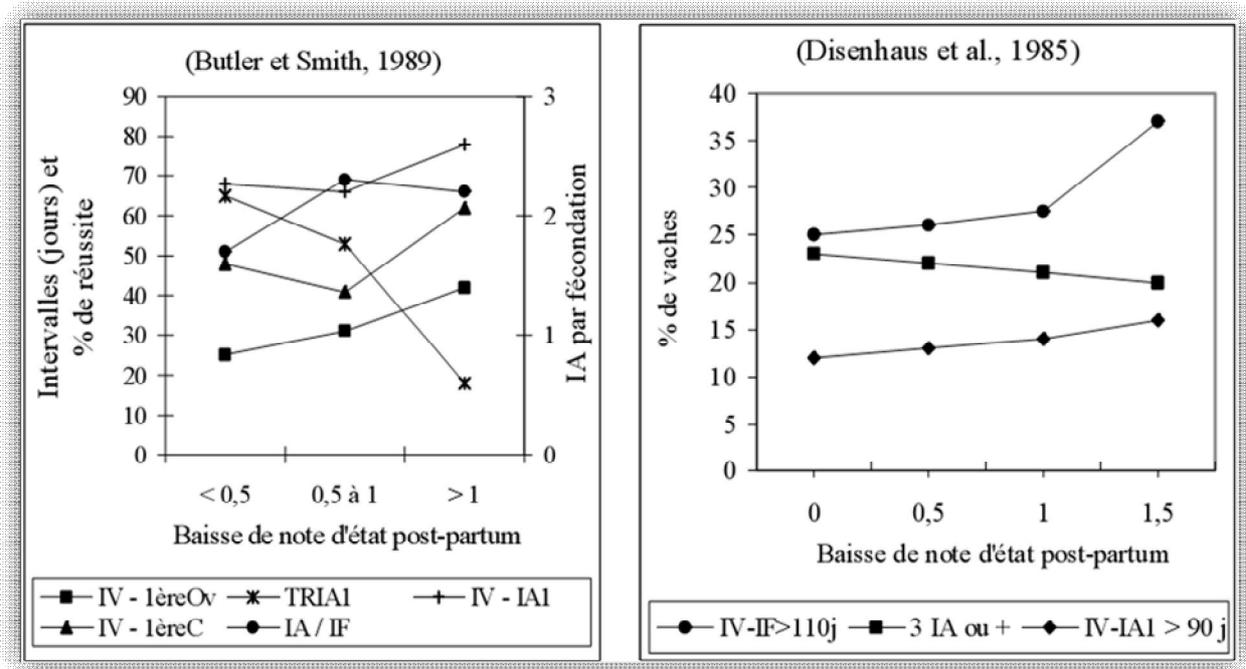


Figure 5. Relations entre perte d'état corporel postpartum et performances de reproduction chez la vache laitière (DISENHAUS et al, 1985 ; BUTLER et SMITH, 1989 cités par PONCET, 2002).

GARNSWORTHY et JONES (1987) cités par TILLARD et al (2003) remarquent aussi un allongement de l'intervalle V-IAf lorsque la perte d'état corporel est supérieure à 1 point dans le mois suivant le vêlage.

L'incidence de la mortalité embryonnaire augmente avec la perte de poids (ROBINSON, 1990 cité par HANZEN et al, 1996). Plus les pertes d'état sont importantes plus le risque d'arrêt de la gestation est élevé (GUELOU, 2010). Selon l'étude de FRERET et al (2005), la perte d'état durant les 2 premiers mois du post-partum a un effet important sur le taux de non fécondation et de mortalité embryonnaire précoce : ce taux est de 41,7% pour une perte supérieur a 1 point, contre 29,8% lorsque la perte est inférieur à un point.

Selon ENJALBERT (1998), l'impact de l'amaigrissement sur la reproduction reste modeste tant que la perte d'état ne dépasse pas 1 point.



4.4. L'effet de la note d'état corporel sur les performances laitières

La note d'état corporel est corrélée négativement avec les niveaux élevés de la production laitière (figure 6), notamment en début de lactation où les vaches sont en bilan énergétique négatif en raison de la forte croissance de la production de lait et la faible capacité d'ingestion. En conséquence, une forte mobilisation des réserves corporelles est observée, surtout chez les vaches à haut niveau de production, entraînant ainsi une chute de l'état corporel.

Les vaches hautes productrices perdent donc d'avantage de poids (PONCET, 2002) et ont des notes d'état corporel plus basses (PRYCE et al, 2006), que les vaches moins bonnes productrices. De plus, les vaches qui ont une production de lait moyenne au pic de lactation peuvent présenter une perte d'état corporel moins importantes et des profils d'état meilleurs que les vaches dont leur pic de production est élevé et tardif (PONSART et al, 2007).

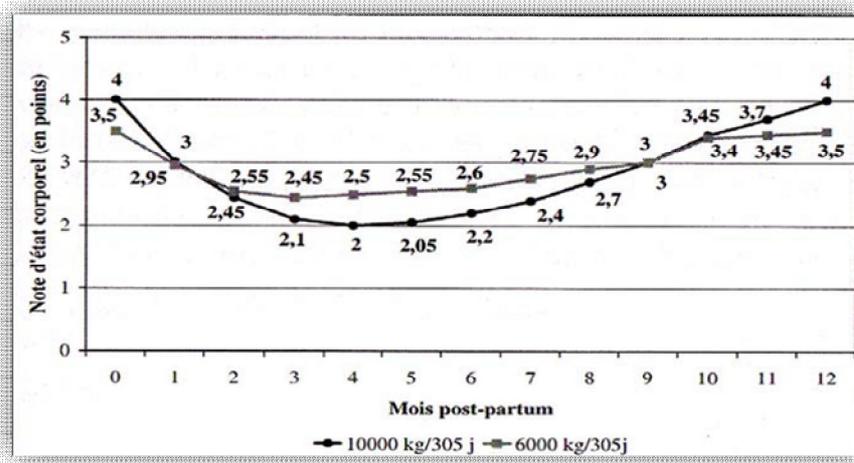


Figure 6. Evolution de la note d'état corporel en fonction du niveau de production (PONTER, 2003)

Une liaison très significative a été également observée entre la note d'état corporel et le taux des matières utiles de lait. Rappelons que les TB et TP sont aussi des paramètres d'évaluation du déficit énergétique en début de lactation.

Il existe une liaison hautement significative entre le TP et la note d'état corporel (ENJALBERT, 2003). PONSART et al (2007), rapportent que les vaches de race Prim Holstein dont l'état corporel est insuffisant présentent un TP au pic inférieur à 28g/Kg.

Le TB reflète aussi l'intensité de la lipomobilisation en début de lactation (ENNUYER, 1994 ; ENNUYER, 2002). Une vache grasse au vêlage libère beaucoup d'acides gras dans la



Chapitre IV : Impact de la variation de l'état corporel sur les performances des vaches laitières

circulation sanguine ce qui augmente le TB. Ce dernier restera toujours élevé tant que la vache continuera à puiser de ses réserves.

En revanche les vaches mettant bas dans un état insuffisant vont libérer peu d'acides gras et auront donc un TB peu élevé qui sera encore plus bas si la reprise de l'appétit est lente (ENNUYER, 1994).



Chapitre V : Impact de l'alimentation sur la production laitière à l'égard des taux butyreux et protéiques du lait

5.1. Composition chimique du lait de vache

Le lait est un complexe nutritionnel qui contient différentes substances qui sont en solution, en émulsion ou en suspension dans l'eau qui représente le constituant majeur du lait (90%), d'ailleurs le volume de la sécrétion lactée est déterminé par la quantité d'eau attirée et retenue par le pouvoir osmotique exercé notamment par le lactose et les minéraux. Selon WHEELER (1996), tout manque d'abreuvement (Une baisse de 40% de l'apport d'eau) entrainera une chute de 16 à 24% de consommation de MS et une forte diminution de la production laitière.

Le restant de la matière sèche comprend des sucres, des protéines, des matières grasses, des minéraux, des oligoéléments et des vitamines. La composition moyenne du lait de vache est récapitulée dans le tableau 11.

Tableau 11. Composition moyenne (en g/Kg) du lait de vache (WOLTER, 1997)

Matières sèches	125 à 135	(Eau : 865 à 875)
Matières grasses	34 à 40	} Matières utiles : 70 } Extrait sec non gras : 90
Matières protéiques	31 à 34	
Lactose	49 à 50	
Minéraux	8	

La proportion de ces composants varie largement d'une espèce à une autre, mais aussi au sein d'une même espèce selon des facteurs liés en général soit à l'animal (génétique, stade physiologiques, état sanitaire...) soit au milieu (saison, alimentation, traite...).

D'après ARABA (2006), l'alimentation est un facteur qui joue un rôle très important dans la variation de la qualité physico-chimique du lait. La composition analytique du lait est relativement stable quant au lactose et aux minéraux majeurs, cependant les plus fortes variations portent sur le taux butyreux et sur les teneurs en vitamines, le taux protéique est nettement moins influençable par rapport au taux butyreux, cependant il doit bénéficier de tous les efforts en raison de son importance primordiale sur la valeur fromagère.

Parmi les facteurs cités précédemment, certains (stade physiologique, saison) agissent dans le même sens sur les taux butyreux et protéiques alors que d'autres principalement l'alimentation permettent de les faire varier en sens inverse.



Le taux butyreux représente la teneur du lait en matières grasses. La majeure partie des acides gras du lait (< 16 atomes de carbone) provient des synthèses mammaires à partir de précurseurs sanguins, l'acétate et le butyrate qui dérivent des fermentations ruminales (figure 7). Une certaine proportion des acides gras est directement prélevée par la mamelle dans le plasma sanguin, une faible partie (16 à 18 atomes de carbone) provient de l'alimentation, sinon des réserves adipeuses suite à une lipolyse notamment en début de lactation (WOLTER, 1997).

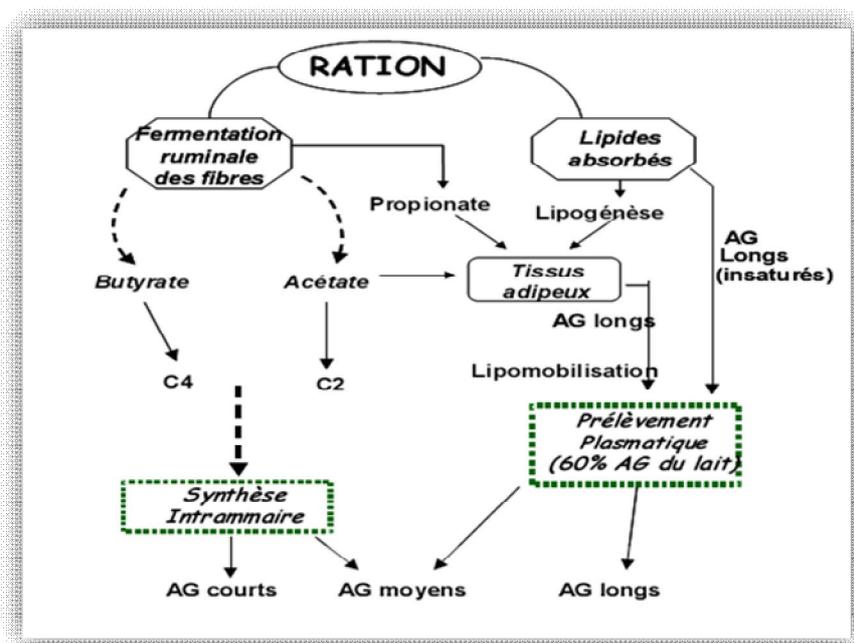


Figure 7. Schéma de l'origine des matières grasses du lait (PACCARD et al, 2006)

Le taux protéique représente la teneur du lait en protéines qui représentent un ensemble assez complexe : 80% de caséines, 20% de protéines solubles (lactalbumines, lactoglobulines, sérum albumines, immunoglobulines...). 90% des protéines du lait sont synthétisées par la mamelle (les caséines sont entièrement synthétisées par la mamelle, les lactoglobulines sont des protéines sanguines modifiées par la mamelle), tandis que les 10% qui restent (sérum albumines, immunoglobulines) proviennent directement du sang.

5.2. Effet du rapport fourrages/concentrés

Le rapport fourrages/concentrés est un important facteur de variation de la teneur en matière grasses du lait car il détermine la teneur en fibres et en glucides cytoplasmiques de la ration. D'après JARRIGE (1988), les quantités de fourrages dans la ration ainsi que leurs structures ont un effet très marqué sur la synthèse des matières grasses du lait. Les fourrages contribuent



dans l'augmentation des acides gras du lait par le biais de la microflore ruminale qui fermentent la cellulose et l'hémicellulose en acétate et butyrate, précurseurs de la fabrication de la matière grasse du lait (WOLTER, 1997).

Selon ARABA (2006), plus le rapport fourrages/concentrés diminue plus le taux butyreux (TB) diminue, mais c'est avec des proportions très élevées d'aliments concentrés (+ 40%) que le TB chute de façon nette. JOURNET et CHILLIARD (1985) cités par CHENAIS et al (1994) rapportent que le taux butyreux varie inversement aux proportions de concentré dans la ration (figure 8). Cette baisse du taux butyreux peut varier de 3 à 10 g/kg de lait selon le type d'aliments complémentaires et/ou la nature du fourrage utilisé (ARABA, 2006). COURTET LEYMARIOS (2010), explique cette chute par l'effet de dilution des matières grasses avec l'augmentation de la production laitière, et par la diminution du pH intraruminal qui favorise la fermentation propionique plus favorable au taux protéique qu'au taux butyreux (WOLTER, 1997).

En règle générale, pour maintenir un taux butyreux normal, ARABA (2006) conseille de veiller à ce que qu'un minimum de 35% de la MS totale de la ration soit sous forme de fourrage.

En parallèle, le taux protéique (TP) s'améliore avec l'apport de concentrés mais l'amplitude de sa variation est plus faible (3 à 4 fois moins) (ARABA, 2006). D'après les essais de CHENAIS et al (1994), le taux protéique est d'autant plus amélioré que la proportion de concentré est plus élevée (+ 0,8g/kg avec 40% de concentré, et + 1,4g/kg avec 60% de concentré), cependant le taux butyreux est resté inchangé, ce dernier était surtout pénalisé avec les rations à forte proportion de concentré.

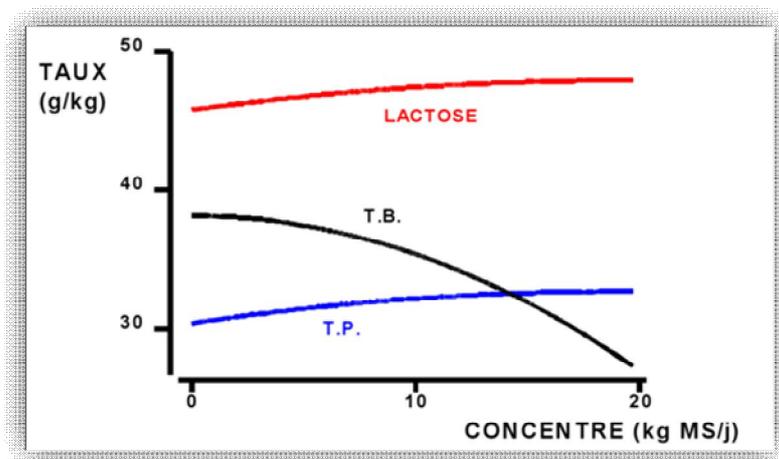


Figure 8. Influence de l'apport d'aliment concentré sur la composition moyenne du lait (SAUVANT et MERTENS, 2000 cités par SAUVANT, 2005)



En effet le taux protéique dépend essentiellement du niveau énergétique de la ration (CHENAIS et al, 1994), il diminue en générale lorsque les besoins énergétiques de l'animal ne sont pas couverts. Une sous-alimentation totale ou protéique provoque aussi une chute du taux protéique en plus d'une diminution de la production de lait, en revanche elle est favorable à l'augmentation du taux butyreux.

Chez la vache laitière, si la ration est riche en énergie, la synthèse protéique est stimulée, par contre, un excès de protéines alimentaires n'augmente pas le taux protéique mais augmente le taux d'azote non protéique en particulier le taux d'urée (COURTET LEYMARIOS, 2010).

5.3. Effet de la nature des aliments

La nature de l'énergie apportée par les aliments peut affecter la digestion ruminale en modifiant la composition du mélange d'acides gras volatils. Selon WOLTER (1997), la nature chimique des glucides et les taux des différents composants glucidiques décident fortement de la fermentescibilité de la ration.

Les fourrages par leur teneur en cellulose et hémicellulose qui favorisent les fermentations acétiques et butyriques, contribuent à l'augmentation du taux butyreux du lait. Cependant, le foin est plus efficace dans l'élaboration d'un taux butyreux élevé par rapport au même fourrage ensilé, même s'ils présentent la même quantité de fibres (ARABA, 2009).

LEDORE (1987) cité par COURTET LEYMARIOS (2010) trouve que, l'effet du foin et de l'ensilage d'herbe sur le TB semble le même alors que l'ensilage de maïs augmente le TB de 4 g/kg. La richesse de ce dernier en matières grasses (environ 4% MS) favorables aux fermentations butyriques, explique cette augmentation. De plus, en raison de sa valeur énergétique élevée, l'ensilage de maïs est souvent associé à de bons taux protéiques (ARABA, 2009).

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

La composition du lait est également influencée par la quantité ainsi que le type d'aliment concentré complémentaire aux fourrages. COTTO (1991), rapporte que la nature de l'énergie des concentrés (riches en amidon ou à base de constituants pariétaux) (figure 9) a un effet important sur la production laitière et la teneur en matière grasse et protéique du lait.



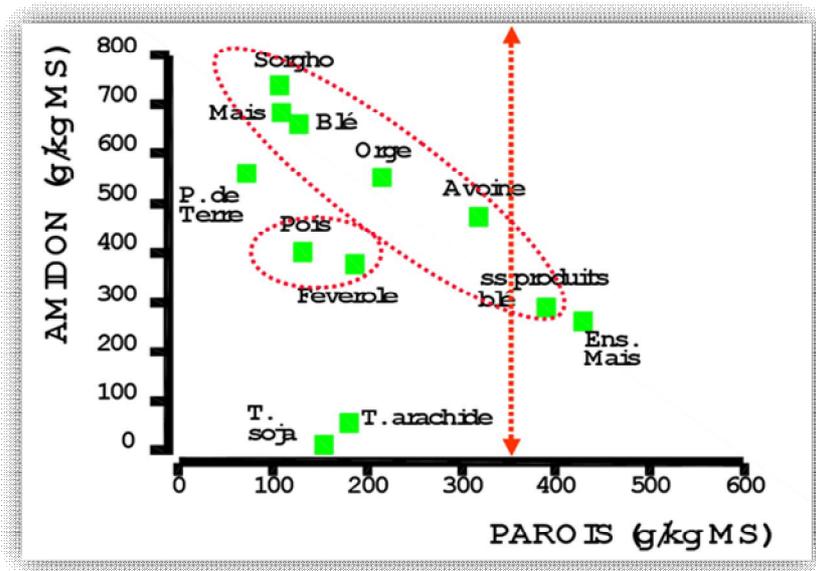


Figure 9. Teneurs en parois végétales et en amidon des aliments (SAUVANT, 2005).

Dans ce sens, plusieurs études ont cherché à comparer l'effet des parois (pulpe sèche de betteraves, drêches de brasserie...) et des sources d'amidon (blé, orge, maïs) sur la variation de la composition du lait.

PACCARD et al (2006) trouvent que, les concentrés riches en amidon conduisent à des taux butyreux variables et en moyenne légèrement supérieurs aux concentrés à parois.

ARABA (2009) rapporte que, la consommation de quantités élevées d'amidon donne lieu à des quantités importantes de propionates dans le rumen, ce qui se répercute positivement sur le taux protéique et non sur le taux butyreux. Toutefois, cette influence dépend du type d'amidon (et de la forme de distribution de ces aliments).

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

Quant aux aliments riches en sucres simples (betteraves, mélasse, lactosérum...), s'ils ne sont pas distribués en excès, augmentent la production ruminale de butyrate, ce qui est favorable à un bon taux butyreux (ARABA, 2009).



5.4. Effet du mode de présentation physique des aliments

Avec les traitements technologiques des aliments, la vitesse de fermentation, le temps de mastication ainsi que la salivation se trouvent modifiés, ce qui se répercute sur la quantité et la composition des acides gras volatils du rumen (COURTET LEYMARIOS, 2010). Les conséquences au niveau des fermentations ruminales se répercutent surtout sur la production des matières grasses du lait (PACCARD et al, 2006). Plusieurs auteurs (CHENAIS et al 1994 ; SAUVANT, 2000 et ARABA, 2006) ont rapporté que la réduction des aliments en particules de plus en plus fines se traduit essentiellement par une diminution du taux butyreux.

Le broyage des fourrages et/ou la granulation modifient la structure globale de la ration en augmentant la proportion de particules fines ce qui réduit le temps de mastication (PACCARD et al, 2006). Ce dernier joue donc un rôle important dans la variation du TB. Cette notion est traduite par l'indice de fibrosité exprimé en minute de mastication par kg de matière sèche (MS) ingérée (COURTET LEYMARIOS, 2010).

La fibrosité de la ration est principalement influencée par la finesse de hachage des fourrages et du broyage des aliments concentrés. En effet lorsqu'une ration manque de structure, la vache la mâchera peu et le temps de rumination diminuera, réduisant ainsi la sécrétion salivaire et son pouvoir tampon (ARABA, 2006), ceci abaisse le pH du rumen et perturbe les fermentations ruminales (COURTET LEYMARIOS, 2010). Ainsi selon le même auteur, quand les ensilages sont finement hachés, le taux butyreux diminue alors que le taux protéique reste principalement inchangé.

SAUVANT et al (1990), ont pu établir des relations entre l'indice de fibrosité, la granulométrie des rations et le taux butyreux. En effet, ce dernier, baisse de 3g/kg quand l'indice diminue de 10 minutes de temps de mastication/kg de MS ingéré, et chute de 2g/kg quand le diamètre médian des particules baisse de 1mm au dessous de 5mm (SAUVANT, 2000).

Afin de limiter les effets du broyage, les spécialistes conseillent souvent d'apporter à la ration une petite quantité de fourrage long tel que le foin pour stimuler la rumination et donc la salivation, et permettre une bonne régulation du pH intraruminal.



Chapitre VI : Production laitière et fertilité des vaches

6.1. Interrelations entre production laitière et reproduction

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

Chez la vache laitière, la période de lactation et de gestation se superposent. À partir du 4^{ème} mois, la gestation a un effet dépressif sur la persistance de la production de lait et peut limiter la durée de lactation notamment chez les vaches fécondées précocement. Au contraire, en postpartum, la lactation associée au déficit énergétique et à la mobilisation corporelle perturbent la fertilité.

Une adaptation rapide de la capacité d'ingestion aux besoins de production, permet un retour rapide à un bilan énergétique favorable et favorise donc à la fois la fertilité mais aussi la persistance de la production de lait, la santé et la longévité de l'animal (BOICHARD, 2000).

Selon VAGNEUR (1994), la production laitière est une fonction prioritaire et indispensable à la survie de l'espèce, elle nécessite la mise en place d'une régulation d'homéorhèse qui se fait au détriment d'autres fonctions notamment la fonction de reproduction. Le contrôle homéorhétique donne alors la priorité aux tissus mammaires pour l'obtention des nutriments (ENJALBERT, 1994 et 2003). Le déterminisme est hormonal, d'une part l'hormone de croissance (GH) qui est l'hormone de l'homéorhèse et d'autre part l'insuline qui s'oppose à la mobilisation des réserves.

Depuis plusieurs années, les niveaux élevés de production laitière ont été associés à une diminution de la fertilité (DISENHAUSE et al 2005 ; SEEGERS et al 2005). Ce constat a été observé déjà en 1929, un auteur du Minnesota a rapporté que les producteurs laitiers au Québec à cette époque, ont remarqué une plus grande fréquence des problèmes de reproduction dans les troupeaux à forte production laitière. La conclusion qui a été tirée, est que les deux ont une relation de cause à effet (BRISSON, 2003).

Selon BOICHARD (2000), cette opposition entre production laitière et reproduction apparaît comme essentiellement d'ordre génétique, les niveaux de fertilité d'une race diminuent lorsque son potentiel laitier augmente.



Cependant, malgré les niveaux bas de la fertilité enregistrés dans les troupeaux à forte production laitière, son impact sur l'économie reste faible, car elle permet une meilleure persistance de la production sans modifier la capacité de renouvellement du cheptel.

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

Selon BUTLER et SMITH (1989), le taux de réussite à la première insémination est pénalisé par les niveaux élevés de production suite à un déficit énergétique plus intense. GRIMARD (2005) explique la baisse de fertilité des vaches Prim'Holstein hautes productrices par la diminution de la qualité des ovocytes produits en début de lactation.

LOPEZ et al (2004), avaient mis en évidence l'influence négative d'une production laitière élevée (> 40 kg/j) dans les 10 jours précédant les chaleurs, sur la durée de celles-ci et sur le nombre d'acceptation de chevauchement. De même, PETERSSON et al (2003); et DISENHAUS et al (2003), observent une moins bonne expression des chaleurs chez les vaches les plus productrices.

DUBOIS et al (2006), remarquent quant à eux, un allongement de l'intervalle V-IA1 chez les femelles présentant un pic de lactation élevé et précoce. Afin d'éviter cette situation, la réduction de la production laitière et donc du déficit énergétique en début de lactation est une pratique qui est souvent appliquée par certaines exploitations bovines dans le but de faciliter la mise à la reproduction de leurs vaches (DISENHAUS et al, 2005).

Tableau 12. Effet du niveau de production sur les performances de reproduction (données du PATLQ 2002, sur 6238 troupeaux cités par BRISSON, 2003)

Production (Kg/vache/an)	Nombre de troupeaux	Intervalle de vêlage	Intervalle vêlage-1ère saillie	Saillies par vache
< 6000	364	421	82	1,64
6001 - 7000	742	423	88	1,73
7001 - 8000	1534	420	86	1,81
8001 - 9000	1962	417	83	1,89
9001 - 10000	1231	417	83	1,91
> 10 001	405	420	88	1,89

Les résultats d'une enquête réalisée au Québec en 2002 sur 6 238 troupeaux, montrent que les intervalles entre vêlages dans les troupeaux ayant un niveau de production élevé (>10.000) sont très comparables à celles des troupeaux avec une production plus faible. En revanche, comme il est rapporté au tableau 12, la fertilité est moins bonne dans les troupeaux où la production par vache est élevée si on la juge sur le nombre de saillies par conception. (BRISSON, 2003).



HADDADA et al (2009), en comparant le pourcentage de vaches avec moins de 3IA à 60j postpartum, entre les vaches produisant plus de 30kg/jour par rapport à celles qui produisent moins, ils ont remarqué que la différence était de presque 13% (respectivement 23% vs 10,5%). Le pourcentage de vaches avec un intervalle V-IAf >120 jours, était aussi supérieur chez les vaches avec une production laitière élevée à 30 jours postpartum.

Cette relation négative entre production laitière et fertilité n'est pas retrouvée par tous les auteurs, ainsi LOPEZ-GATIUS et ses collaborateurs (2006), suite à une étude rétrospective portant sur 2756 gestations chez des vaches laitières hautes productrices, observent une meilleure fertilité chez les vaches produisant d'avantage de lait. De même, HARRISON et al (1990) ne retrouvent pas d'antagonisme entre le niveau de production laitière et la reprise de l'activité ovarienne.

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

Suite à la sélection génétique intense basée surtout sur les caractères de production, une augmentation spectaculaire de la production laitière a été observée depuis quelques décennies, la production par lactation et par vache a augmenté de près de 20 % entre 1980 et 2000 (LUCY, 2001). Parallèlement à cette progression, les indices de reproduction se sont eux détériorés notamment le taux de conception qui était supérieur à 60% en 1951 alors qu'il ne dépassait pas les 40% en 2001 (figure 10).

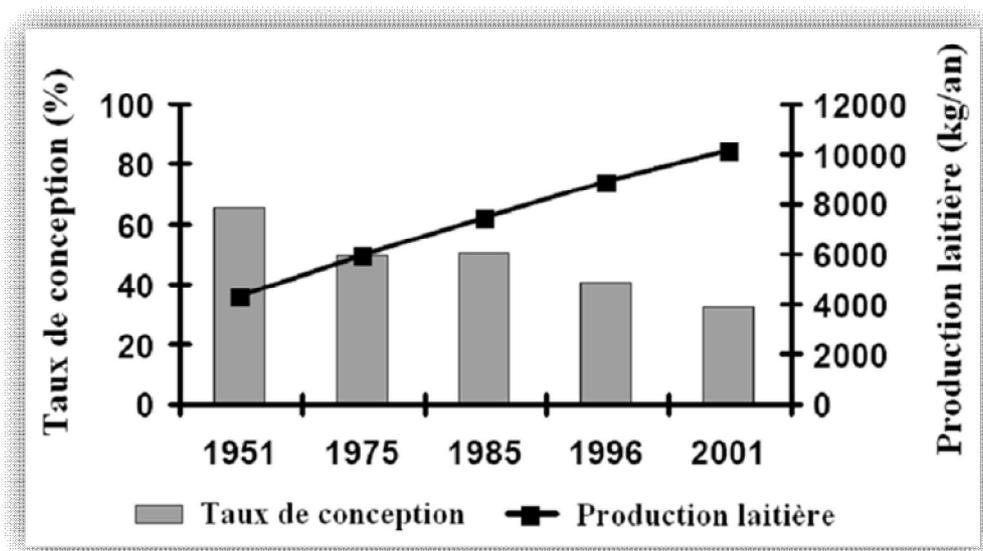


Figure 10. Evolutions de la production laitière annuelle et du taux de conception en race Prim'Holstein aux Etats-Unis (BUTLER et al, 1989 cités par BOSIO, 2006).



Le tableau 13 montre les résultats d'une étude réalisée par FRERET et al (2006), qui fait ressortir l'impact négatif de la production laitière moyenne du troupeau sur le taux de gestation.

Tableau 13. Effet de la production laitière moyenne du troupeau sur le taux de gestation (FRERET et al, 2006).

Production laitière du troupeau	N	% de gestation
8500 Kg	45	50,5
8500-9500	56	43,5
9500	27	40,1

Les phases lutéales prolongées ont été reliées par DISENHAUSE et al (2005) à une forte production laitière en début de lactation, ce qui est en accord avec les résultats de FRERET et al (2010). Ce dernier et ses collaborateurs ont remarqué également dans leur enquête, une augmentation des mortalités embryonnaires tardives ainsi que des taux de gestation à 45 jours plus faibles chez les vaches produisant le plus de lait.

MICHEL et al (2003), rapportent le même résultat concernant l'impact des niveaux élevés de production laitière sur la mortalité embryonnaire tardive ce qui est en accord avec les autres études de PINTO et al (2000), et SEEGERS et al (2001). Le même auteur a remarqué que le taux de gestation était significativement influencé non seulement par le niveau de production laitière au moment de l'IA (46,4% pour les faibles et moyennes productrices vs 30,3% pour les fortes productrices), mais aussi par la race (53% en race Normande vs 38% en race Prim'Holstein)

Selon FILTEAU et al (1999) cités par CALDWELL (2003), plus une vache produit du lait, plus son risque de devenir repeat breeder augmente.

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

Alors que la production laitière augmente avec le rang de lactation, BUTLER (2005) constate que le taux de conception diminue graduellement avec l'âge, il est maximal chez les génisses (plus de 65%), plus faible chez les primipares (51 %) et chute à 35-40% chez les multipares.

En revanche, BOICHARD et al (2002) remarquent que l'intervalle V-IA1 est généralement plus long en 1^{ère} lactation par rapport aux lactations suivantes (figure 11). TAYLOR et al (2004), expliquent ce raccourcissement par le retour à une activité cyclique normale davantage observé chez les vaches multipares que chez les primipares.



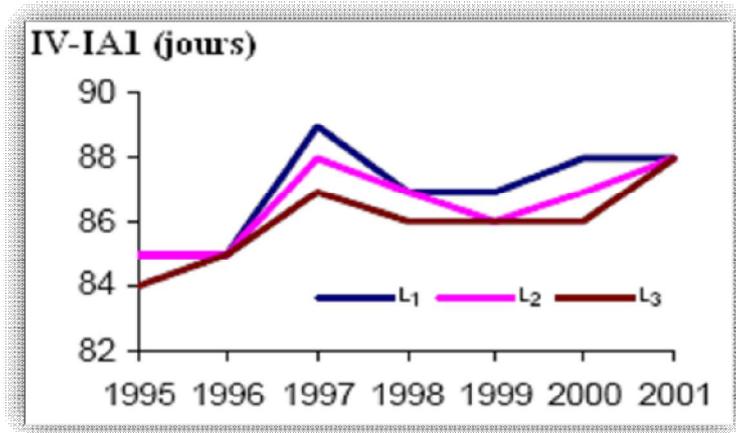


Figure 11. Evolution de l'intervalle mise bas-1ère IA de 1995 à 2001 selon le numéro de lactation (Ln) en race Prim'Holstein (BOICHARD et al, 2002 cité par BOSIO, 2006).

L'influence du numéro de lactation mais aussi de la race sur la fertilité a été également soulevée par BARBAT et al (2005) qui constatent une forte dégradation de la fertilité en race Prim'holstein contrairement aux deux autres races (Normandes et Montbéliardes) qui présentent des paramètres de fertilité relativement plus stables (Figure 12). Cette dégradation en race Pim'Holstein s'observe tant sur le taux de réussite à l'insémination (une baisse de 1% par an) (figure 13), qu'au niveau de l'intervalle mise bas-1^{ère} insémination (figure 11).

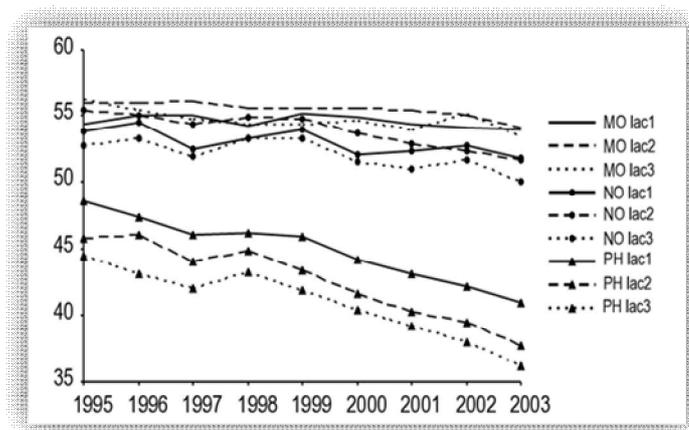


Figure 12. Evolution du taux de réussite en 1^{ère} IA par race et rang de lactation (BARBAT et al, 2005).

Selon BARBAT et al (2005), la baisse de 1% par an observée depuis 1995 est supérieure à la dégradation qui semblerait expliquée par la sélection laitière, soit 0,3 à 0,5 % compte tenu des corrélations génétiques et du progrès génétique sur la production laitière (BOICHARD et al, 1998), ce qui peut mettre en cause d'autres éléments tels que les systèmes de production, les pratiques pour la détection des chaleurs et l'insémination ainsi que l'alimentation.



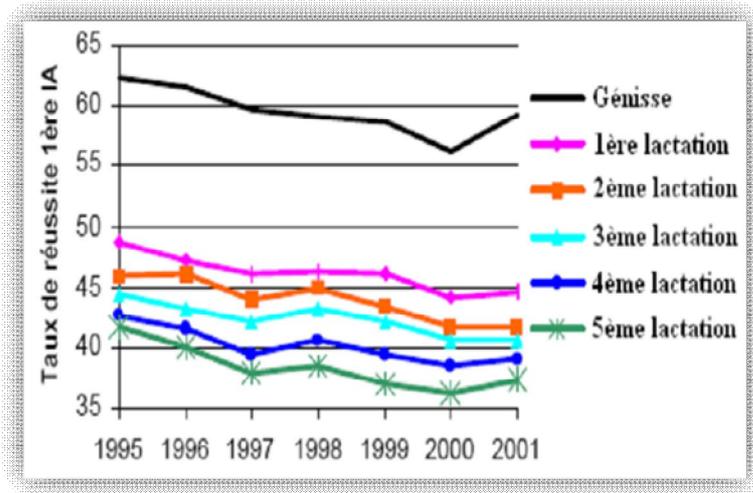


Figure 13. Evolution du TRIA1 en race Prim'Holstein (BOICHARD et al, 2002 cités par BOSIO, 2006).

MARIE et al (1996), explique la sensibilité des femelles Holstein pluripares à avoir une reprise d'activité sexuelle postpartum normale aux variations d'apport énergétique. Des régimes de plus faible concentration en énergie entraîne une plus forte mobilisation des réserves et un déficit énergétique plus marqué chez les vaches à fort potentiel laitier.



Chapitre I : Matériels et méthodes

I.1. Méthodologie

I.1.1. Objectifs

Cette étude fait suite aux travaux réalisés auparavant à Constantine par BOUSBIA (2007) et à Ghardaïa par BENAOUMEUR (2008) dans le but d'élucider l'impact de l'alimentation sur les performances des vaches laitières en Algérie. Ce travail a pour objectifs essentiels :

- L'évaluation de la conduite alimentaire du troupeau laitier et l'estimation du statut énergétique des animaux à travers la notation de l'état corporel.
- La recherche d'informations relatives à la reproduction et à la production laitière, dans le but d'évaluer les performances des vaches laitières et les situées par rapport aux normes admises.
- De préciser l'effet du facteur alimentaire sur les caractéristiques de lactation et son impact sur les paramètres de fertilité et de fécondité.
- La recherche d'éventuelles liaisons entre les différents critères étudiés.

I.1.2. Démarche méthodologique

I.1.2.1. Choix de la l'exploitation

Cette étude a été réalisée au niveau de la ferme de l'Institut Technique des Elevages (ITELV) de Baba-Ali, située dans la plaine de la Mitidja considérée comme l'un des plus importants bassins laitiers d'Algérie. Le choix de cette exploitation découle de :

- La disponibilité et l'accessibilité aux informations.
- L'importance de l'effectif bovin laitier et de la superficie consacrée aux fourrages.
- Le suivi régulier de l'alimentation et de la reproduction (planning d'étable).
- La pratique du contrôle laitier et de l'analyse fourragère.
- La disponibilité des moyens et la présence d'un personnel qualifié.



I.1.2.2. Déroulement de l'étude

Ce travail a été mené sous forme d'une expérimentation non dirigée, réalisé au niveau de la station ruminant de l'ITELV Baba-Ali sur une durée de 7 mois, allant de Décembre 2010 à Juin 2011. Il a porté sur la conduite alimentaire de 41 vaches laitières à différents stades du post-partum. Il s'est intéressé à la mesure des quantités ingérées, l'évaluation de la note d'état corporel, la mesure de la production laitière, l'appréciation de la qualité du lait et l'étude des paramètres de reproduction.

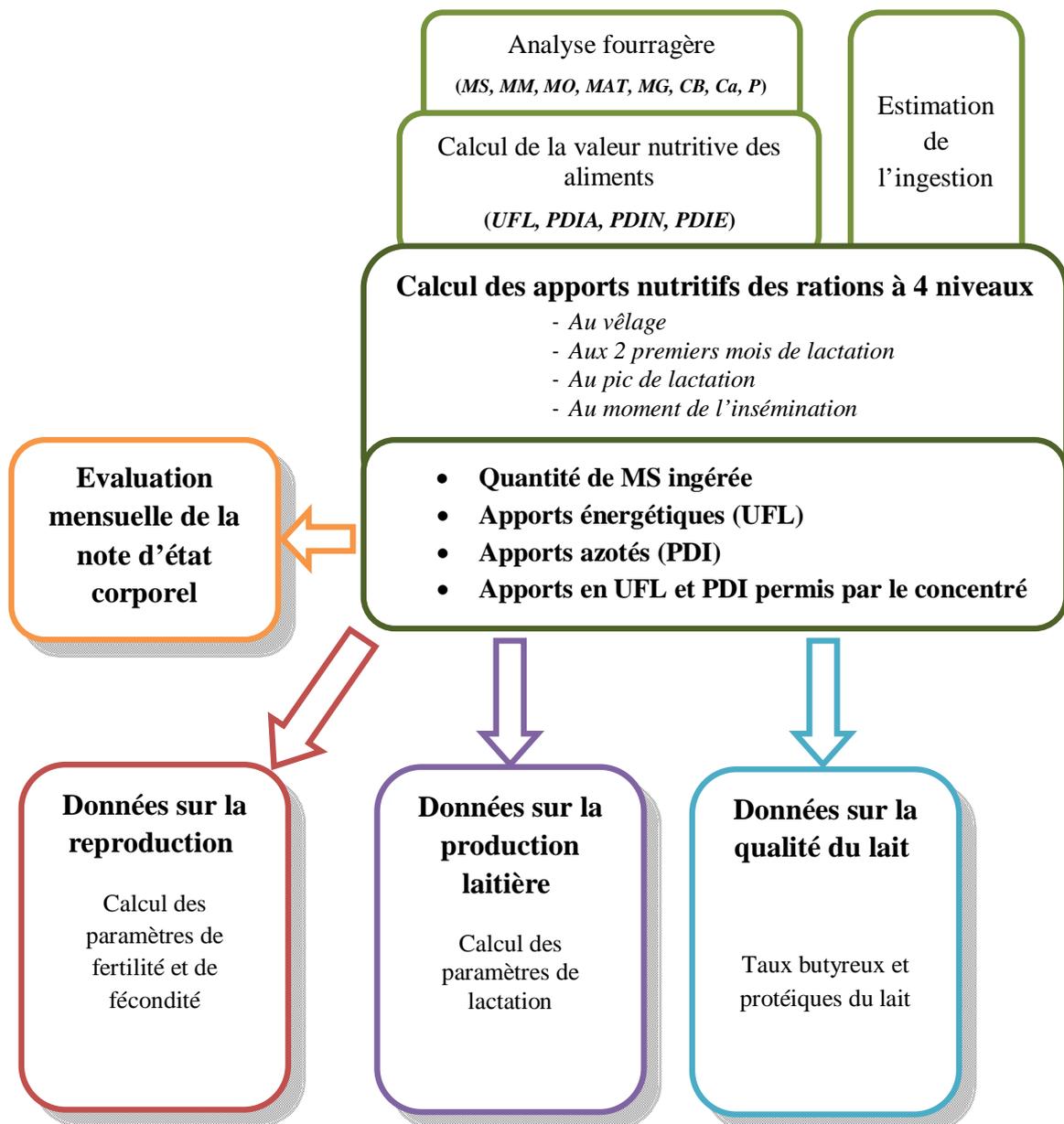


Figure 14. Schéma récapitulatif du protocole expérimental



I.1.2.2.1. Données de l'alimentation

L'étude de l'aspect alimentaire était surtout basé sur:

- Le suivi de la conduite alimentaire et l'estimation de la quantité d'aliments distribués.
- Estimation des quantités moyennes ingérées/vache en 24h.
- Appréciation de la composition chimique des aliments par des analyses classiques effectuées au niveau du laboratoire de la station de l'ITELV et aux laboratoires de zootechnie de l'ENSV et de l'ENSA.

Les principales valeurs analysées sont :

- * Matière sèche (MS) par étuvage.
 - * Matières minérales (MM) par incinération. La matière organique (MO) est obtenue par différence avec la matière sèche.
 - * Cellulose brute (CB) par la méthode *Weende*.
 - * Matières azotées totales (MAT) par la méthode *Kjeldahl*.
 - * Matière grasse (MG) par la méthode *Soxlets*.
 - * Calcium (Ca) et phosphore (P) par spectrophotométrie.
- Le calcul des valeurs énergétiques et azotées des aliments à travers les équations rapportées par JARRIGE et al (2007) et CHIBANI et al (2010). L'ensemble des formules utilisées pour ces calculs est représenté en Annexe 2.
 - Et enfin, l'étude du rationnement des vaches laitières et l'estimation de la production de lait permise par les différentes rations (Annexe 1).

I.1.2.2.2. Notation de l'état corporel

L'estimation de la note d'état corporel était pratiquée avec l'aide des zootechniciens et vétérinaires de la ferme. L'état d'embonpoint des vaches laitières était évalué chaque mois, selon la méthode élaborée par EDMONSON et al (1989) avec des notations variant sur une échelle de 1 (vache émaciée) à 5 (vache grasse). Nous avons également incorporée le système des ½ et ¼ point dans la grille de notation afin d'affiner l'évaluation.

I.1.2.2.3. Données de la reproduction

Concernant le volet reproduction, les informations relatives à celle-ci (dates de vêlages, dates d'inséminations et les résultats du diagnostique de gestation) étaient récoltées au près du technicien inséminateur et vétérinaires de la ferme, à partir des fiches d'inséminations et de planning d'étable.



En se basant sur ces données, nous avons pu calculer les paramètres de fécondité et de fertilité du troupeau, classiquement rapportés dans la littérature.

I.1.2.2.4. Données de la production laitière

Les informations concernant les rendements laitiers journaliers par vache, étaient collectés au près du service de zootechnie de la station, à partir des fiches du contrôle laitier afin de calculer et d'évaluer les performances de production des vaches laitières.

L'analyse biochimique du lait était effectuée deux fois par mois au niveau du laboratoire central de la station, à l'aide d'un analyseur du lait de type EKOMILK Ultra. Les taux butyreux et protéiques du lait étaient directement recueillis à partir des résultats de cette analyse.

I.1.2.3. Traitement des données

Pour le traitement des données nous avons fait appel :

- A Microsoft office Excel 2007 pour le calcul des moyennes et écart-types.
- Au logiciel STATISTICA V.6 pour la recherche de corrélations qui a porté sur la ration alimentaire et son impact sur la note d'état corporel, la production laitière, la qualité du lait et les paramètres de reproduction, et ceux à quatre niveaux : au vêlage, au 2 premiers mois de lactation, au pic de lactation et au moment de l'insémination.

I.2. Présentation de l'exploitation

I.2.1. Situation géographique

L'institut technique des élevages Baba-Ali est situé au sud-ouest de la wilaya d'Alger dans la commune de Birtouta. La station ruminant de l'institut se trouve sur l'axe routier reliant Baba-Ali à Chebli, elle est limitée à l'Ouest par la voie ferrée Alger-Oran, au Nord par la localité des Zouines et au Sud par les habitations de Baba-Ali.

I.2.2. Répartitions des superficies fourragères

L'ITELV dispose d'une superficie totale de **453,79 ha**, la surface agricole utile (SAU) occupe près de **402,3 ha** soit **88,6%** de la SAT dont **5,26 %** en irriguée et **94,74%** en sec.

Les superficies consacrées aux cultures fourragères sont représentées dans le tableau 14.



Tableau 14. Répartition des superficies fourragères de l'exploitation pour la campagne 2010-2011

	Espèces fourragères cultivées	Superficies (ha)	% superficies
Surface en sec	<i>Orge</i>	60	54,5%
	<i>Avoine</i>	29	26,4%
	<i>Bersim</i>	6	5,5%
Surface en irriguée	<i>Luzerne</i>	8	7,3%
	<i>Sorgho</i>	6	5,5%
	<i>Maïs</i>	1	0,9%

L'exploitation utilise près de **110 ha** de la SAU pour sa propre production fourragère, le reste de la superficie est exploité en collaboration avec des éleveurs privés.

D'après le tableau 14, l'orge est l'espèce fourragère dominante occupant près de 60 ha, soit plus de la moitié de la SAU, elle est exploitée en vert, en ensilage, en foin et même en grains.

L'avoine vient en deuxième position après l'orge avec une superficie de 29 ha, soit un peu plus du quart de la SAU, il est exploité en foin.

Les autres cultures fourragères (bersim, luzerne, sorgho et maïs) sont exploitées uniquement en vert, elles occupent des superficies plus faibles par rapport aux espèces citées précédemment.

I.2.3. Matériel animal

L'effectif bovin total de la ferme est de **136** têtes, dont **44** vaches laitières. Le troupeau est composé essentiellement de race Pie Noire (Prim'holstein) représentant **55%** de l'ensemble du cheptel bovin, suivie de la Pie Rouge (Montbéliarde et Fleckvieh) et la race Brune des alpes avec respectivement **21%** et **16%** de l'effectif total, et enfin **8%** représentée par la race locale (Brune de l'Atlas) (figure 15). La répartition du cheptel bovin par race et par catégorie d'animaux est illustrée dans le tableau 15.

En plus de l'élevage bovin, quatre races ovines (Oueled Djellal, Rembi, Hamra et D'men) et trois races caprines (Saanen, Alpine, Makatia) sont élevées au niveau de la ferme.



Tableau 15. Répartition de l'effectif bovin de la ferme (Octobre 2011)

Animaux	Effectif/race				Effectif/catégorie
	Pie Noire (PN)	Pie Rouge (PR)	Brune des Alpes (BR)	Brune des Alpes (BA)	
Vaches laitières	26	10	8	0	44
Génisses	34	10	7	11	62
Velles	7	5	4	0	16
Veaux	2	0	2	0	4
Taurillons	6	3	1	0	10
Taureaux	0	0	0	0	0
Effectif total	75	28	22	11	136

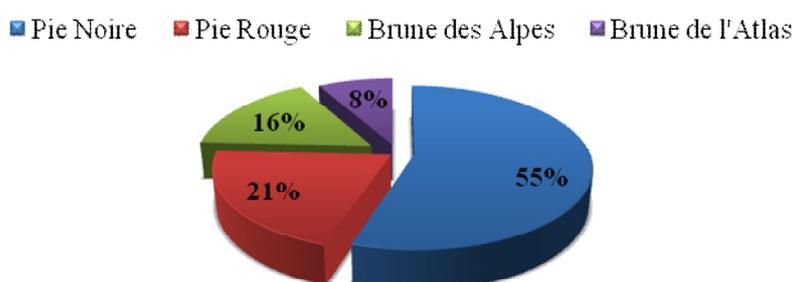


Figure 15. Répartition de l'effectif bovin total par race (Octobre 2011)

I.2.4. Conduite de la reproduction

La reproduction du cheptel bovin se fait par insémination artificielle, cette dernière est assurée par le technicien inséminateur de la ferme, qui veille sur le bon déroulement et son suivie. Les données relatives à l'insémination sont rapportées dans un planning d'étable de type linéaire et sur des fiches individuelles.

L'observation de l'œstrus est rarement pratiquée dans la ferme, les vaches sont donc inséminées sur chaleurs provoquées afin de palier aux problèmes de détection des chaleurs. Pour cela, l'inséminateur utilise deux protocoles classiques de synchronisation d'œstrus, à base de prostaglandine $f2\alpha$ (oestrumate) (figure 16) ou bien de progestagènes (Prid ou Crestar) (figure 17).

Le choix de la période d'insémination dépend fortement de la disponibilité des produits hormonaux mais aussi de la semence, ceci est un facteur limitant à prendre en considération dans l'explication des résultats de fécondité du troupeau.



Le diagnostic de gestation est effectué par exploration rectale à partir du 45^e jour après insémination. En cas de non fécondation, les ouvriers renseignent l'inséminateur sur les vaches qui reviennent en chaleurs pour qu'il les réintroduise à nouveau dans le programme d'insémination.

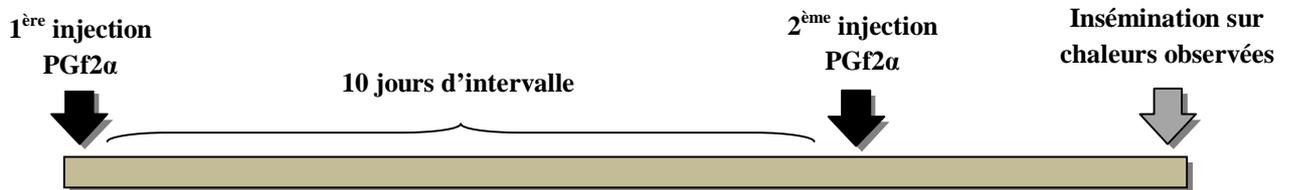
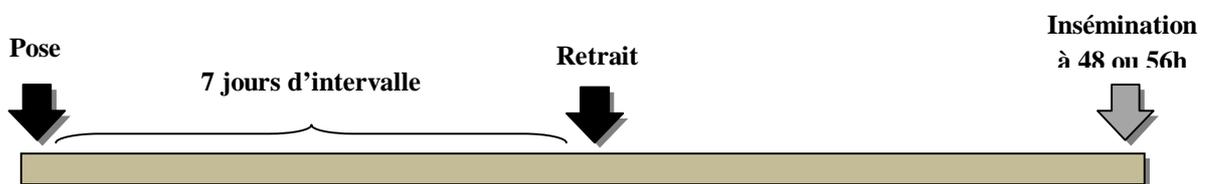


Figure 16. Schéma du protocole de synchronisation des chaleurs à base de Prostaglandines f2α

* **Prid :**



* **Crestar :**

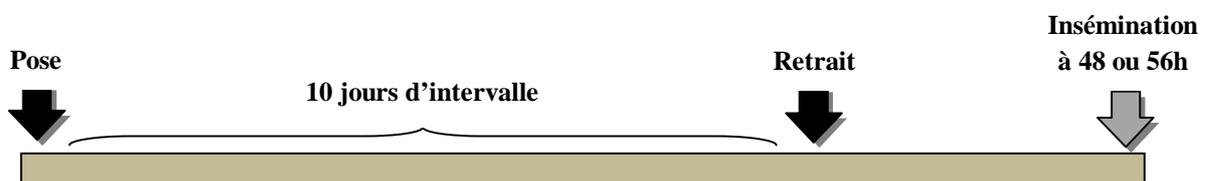


Figure 17. Schémas des protocoles de synchronisations des chaleurs à base de Progestagènes

I.2.5. Le suivi sanitaire et médical

Les vétérinaires de la ferme contrôlent quotidiennement l'état sanitaire des animaux, les parages ainsi que la pratique du CMT pour déceler les mammites subcliniques sont régulièrement réalisés. L'antibiothérapie, la vitaminothérapie et l'antiparasitage sont effectués de manière régulière, de même que la vaccination contre la rage et la fièvre aphteuse.

En revanche, les mammites et les boiteries constituent toujours un problème majeur au sein de cette ferme, elles sont dues essentiellement à un défaut d'hygiène de l'étable et de la salle de traite.



Chapitre II : Résultats et discussion

II.1. Analyse descriptive

II.1.1. La conduite de l'alimentation

II.1.1.1. Composition chimique et valeurs nutritives des aliments distribués

La composition chimique des aliments distribués aux vaches laitières durant la période de l'étude est mentionnée dans le tableau 16.

Tableau 16. Composition chimique des fourrages et aliments concentrés distribués dans la ferme

Nature du fourrage	Stade de coupe	MS (%)	Composition des fourrages (% de MS)						
			MM	MO	MAT	CB	MG	Ca	P
Ensilage d'orge	/	21	11,6	88,4	5,3	36,8	1,7	0,1	0,4
Foin d'orge	/	91,1	8	92	5,9	35,2	/	0,2	Traces
Foin d'avoine	/	86,6	9,2	90,8	6,1	37,8	1	Traces	0,3
Orge en vert	<i>Feuillu</i>	8,8	11,8	88,2	7,9	27,2	/	0,6	Traces
	<i>Pâteux</i>	38,3	9,1	90,9	13,9	27,2	/	0,6	Traces
Bersim	<i>Végétatif</i>	9,3	13,4	86,6	20,7	24,3	2,3	Traces	1,2
	<i>Floraison</i>	16,5	11,8	88,2	18,8	25,4	/	0,2	Traces
Luzerne en vert	<i>Début floraison</i>	21,8	12,3	87,7	20,1	18,5	3,2	1,9	Traces
Aliments concentrés		MS (%)	Composition des aliments concentrés (% de MS)						
			MM	MO	MAT	CB	MG	Ca	P
Tourteaux de soja		88,8	6,4	93,6	43,5	6	1,7	0,2	0,3
Orge en grains concassés		88,4	3,7	96,3	10,3	7,5	0,7	0,1	0,2
Complément de production (VLB 17)		89,9	8,1	91,9	16,5	6	2	0,1	0,9

Les teneurs en MS, MO, CB et MAT de l'ensilage et des foins utilisés à l'ITELV durant la campagne 2010-2011 sont presque semblables à ceux obtenus habituellement durant les campagnes précédentes, respectivement (15%), (89,9%), (5,2%) et (34,8%) pour l'ensilage d'orge (FETTEH et ZAOUALI, 2009), et (91,2%), (93,1%), (34,3%) et (5,04) pour les foins d'orge (LAOUADI, 2007).

Les foins utilisés dans cette ferme paraissent bien conservés du moment où leur quantité en eau ne dépasse pas les 15%, une teneur qui est défavorable au développement des moisissures (DEMARQUILLY, 1987), cependant la teneur de ces foins en MAT reste légèrement faible comparée aux moyennes rapportées par AGGOUNE et al (2011) (8,6% pour le foin d'orge et 7,5% pour le foin d'avoine).

En revanche, l'ensilage d'orge présente des teneurs en MS (21%) et en MAT (5,3%) nettement plus faible comparés aux résultats étrangers (MS=35%) et (MAT=8,1%)



(INRA France, 2007), alors que sa teneur en CB (36,8%) dépasse largement celle rapportée par l'INRA France (2007) qui est de (20%).

Pour les fourrages en vert, nos résultats indiquent que la teneur en MAT de l'orge feuillu qui s'établit à 7,9% est largement en deçà par rapport aux 23% obtenues par CHIBANI et al (2010), de même, la MS de ce fourrage (8,8%) ainsi que celle du bersim végétatif (9,3%) est jugée faible comparée aux résultats rapportés par le même auteur sur des fourrages algériens (12,2% pour l'orge et 13,7% pour le bersim).

Par contre, l'orge pâteux présente des teneurs en MS (38,3%) et en MAT (13,8%) légèrement supérieures aux moyennes données par l'INRA France (2007) (respectivement 30,8% et 8,6%), et celles trouvés par CHIBANI et al (2010) (respectivement 31,2% et 8%).

Concernant la luzerne en vert coupée au stade début floraison, nos résultats sont comparables à ceux rapportés par (CHIBANI et al, 2010) notamment en MS, MAT et MO, néanmoins la teneur de ce fourrage en CB (18,5%) est jugée faible par rapport aux valeurs obtenus par le même auteur sur des fourrages algériens (28,6%), et à celles de l'INRA France (2007) à savoir (31,5%).

D'une manière générale, nos résultats font ressortir que la composition chimique des fourrages varie selon l'espèce botanique, le stade de coupe et le mode de conservation du fourrage, ce qui est en accord avec la littérature, en parallèle nous remarquons un net déficit en MAT de certains aliments notamment les fourrages d'orge.

A propos des aliments concentrés utilisés à l'ITELV, nos résultats sont comparables aux données de l'INRA France (2007) et n'indiquent aucun commentaire particulier.

Les résultats de l'analyse fourragère nous ont permis de calculer les valeurs alimentaires des différents fourrages et aliments concentrés distribués dans la ferme. Les valeurs sont mentionnées dans le tableau 17.

D'après les résultats obtenus, nous estimons que les valeurs énergétiques des fourrages utilisées à la station de l'ITELV sont assez bonnes et presque comparables aux valeurs étrangères à l'exception de la luzerne dont la valeur en UFL (0,91) dépasse celle rapportée par l'INRA France (2007) (0,73 UFL).



Tableau 17. Valeurs nutritives des fourrages et aliments concentrés distribués à la station de l'ITELV

Valeurs nutritives des fourrages (g/kg MS)						
Fourrages	Stade de coupe	UFL	PDIN	PDIE	Ca	P
Foin d'avoine	/	0,63	36,7	59,2	/	3,0
Foin d'orge	/	0,67	35,8	61,1	1,8	/
Ensilage d'orge	/	0,63	33	40,9	1	4
Orge en vert	Feuillu	0,74	57,3	73,9	6	/
	Pâteux	0,75	87,2	84,3	6	/
Bersim	Végétatif	0,83	129,7	95,4	/	12
	Floraison	0,83	129,7	96,7	2	/
Luzerne en vert	Début floraison	0,91	126,1	102,2	18,5	/
Valeurs nutritives des aliments concentrés (g/kg MS)						
Aliments concentrés		UFL	PDIN	PDIE	Ca	P
Orge en grains concassés		1,00	67,6	96,5	0,8	1,9
Tourteaux de soja		1,06	309,8	228,1	2,3	3,2
Complément de production (VLB 17)		1,00	116	116	1,4	8,8

Concernant les teneurs en protéines digestibles, nous considérons que les valeurs obtenues pour les foins, le bersim ainsi que l'orge feuillu sont correctes. Cependant, l'orge en vert stade pâteux et la luzerne en vert récoltée au stade début floraison ont de bonnes valeurs de PDI mais jugées très supérieures par rapport à celles données par l'INRA France (2007) mentionnées dans le tableau 18.

Tableau 18. Valeurs nutritives de quelques fourrages français (INRA, 2007)

Fourrages	Stade de coupe	UFL	PDIN (g/kg)	PDIE (g/kg)
Ensilage d'orge	Laiteux-pâteux	0,69	50	58
Orge en vert	Pâteux	0,72	54	68
Luzerne en vert	Début floraison	0,73	114	83

Les faibles teneurs en PDI sont celles enregistrés pour l'ensilage d'orge qui sont nettement en dessous des moyennes étrangères. Ce déficit en PDI pourrait s'expliquer par un manque de technicité dans la production d'ensilage mais aussi par sa mauvaise conservation.

II.1.1.2. Rationnement du troupeau

❖ Période de tarissement

La ration du tarissement repose sur la distribution de fourrage grossier (foin d'orge ou d'avoine) et d'aliments concentrés pour couvrir les besoins d'entretien, et ceux de gestation.

La quantité de foin ingéré exprimée en kg brut/vache/jour a été estimée en moyenne à 10,5 kg soit 9,3 kg de MS/vache/jour.



Pendant la période précédant le vêlage, et afin de préparer les vaches à la prochaine lactation, une supplémentation en aliments concentrés à base de grains d'orge concassés (de 0,5 kg à 2 kg/vache/jour) et de tourteaux de soja (de 0,5 kg à 1 kg/vache/jour) est pratiquée de façon progressive à 1 mois avant le vêlage. En revanche, cette pratique se faisait uniquement pendant les deux premiers mois de notre étude (Décembre et Janvier), par la suite, en raison de la non disponibilité de ces aliments, les vaches ont été supplémentées par un mélange d'aliment concentré de type VLB 17 (jusqu'à 3kg/vache/jour).

De façon générale, la ration de tarissement permet un apport journalier de :

- 10,6 Kg de MS
- 7,2 UFL.
- 442 g de PDI.
- 18,3 g Calcium.
- 8 g phosphore.

La comparaison de nos résultats aux normes rapportés dans la littérature notamment à propos de la consommation de la MS, nous remarquons que cette dernière est légèrement insuffisante pour couvrir les besoins d'une vache de 600 Kg de poids vif, en revanche, elle permet de satisfaire les besoins d'une vache de 500 Kg de PV.

Néanmoins, les apports permis par cette ration en UFL et en PDI répondent aux normes préconisées par WOLTER (1997) à l'exception des apports en minéraux où on note un déficit en calcium et en phosphore, cependant nous estimons que le manque de ces deux éléments pourrait être compensé par l'apport fourni par les pierres à lécher utilisés au sein de l'étable.

❖ Période du début de lactation

- *L'alimentation en fourrages*

La distribution de l'alimentation se fait de manière collective et il n'existe pas un allotement des animaux selon leur niveau de production, cela signifie que, quel que soit le stade de lactation, toutes les vaches en production reçoivent la même ration, donc nous ne pourrions pas parler d'un vrai plan de rationnement des vaches laitières. De plus, les programmes d'alimentation sont dans la plupart des cas prévus en fonction de ce que les vaches produisent et non pas pour ce qu'elles pourraient produire, ce qui pourrait se traduire par une mauvaise exploitation du potentiel laitier de l'animal.



Le VLB 17 est distribué aux vaches laitières pendant la traite, à raison de 4 kg/vache/traite pour les animaux en début de lactation, et de 3 kg/vache/traite pour les autres vaches. Notons que deux traites sont effectuées quotidiennement.

Une supplémentation en aliment concentré est également pratiquée à l'auge pour certaines vaches dont l'état corporel est insuffisant mais aussi pour les vaches à forte production laitière, cependant cette pratique n'est pas toujours observée, elle est dépendante des disponibilités en aliments concentrés.

Les différentes rations distribuées aux vaches en lactation durant la période de notre étude, ainsi que les quantités ingérées/vache/jour en Kg brut et leur équivalent en MS sont présentées dans le tableau 20. Signalons que les quantités de concentrés rapportées dans ce tableau sont celles des vaches en début de lactation.

Les quantités de MS ingérées de la ration globale, exprimées en Kg/vache/jour, varient entre 12,6 Kg et 22,8 Kg avec une moyenne de $16,5 \pm 3,2$ Kg soit un apport de 2,75 Kg par 100 Kg de poids vif ce qui répond à la norme préconisée par JARRIGE (1988) à savoir une ingestion de 2,5 à 3 Kg de MS/100 Kg de poids vif. De plus, nous estimons que la quantité de concentré distribuée aux vaches en lactation (entre 8 et 10 kg/vache) correspond à la norme recommandée par le même auteur à savoir 12 Kg de concentré au maximum.

- *Abreuvement des animaux*

Il est inutile de rappeler l'importance de l'eau d'abreuvement pour les animaux d'élevage notamment les vaches laitières, sachant que le lait est constitué de 90% d'eau.

La ferme utilise des bassins collectifs pour l'abreuvement des animaux, un bassin pour chaque parc. L'eau provient des forages propres à l'exploitation, elle est servie en ad libitum et à volonté puisque les animaux sont en stabulation libre.



Tableau 20. Les différentes rations distribuées aux vaches laitières durant la période d'étude

Période	N° ration	Aliments distribués	Quantités ingérées (Kg brut/VL/j)	Quantités ingérées (Kg MS/VL/j)
Décembre 2010	R 1	Ensilage d'orge	31,8	6,66
		Foin d'orge	3	2,73
		Tourteaux de soja	1	0,89
		Concentré VLB 17	8	7,19
	Total		43,8	17,5
	R 2	Ensilage d'orge	35,5	7,44
		Foin d'orge	1,6	1,46
		Bersim (végétatif)	48,4	4,5
		Concentré VLB 17	8	7,19
	Total		93,5	20,6
	R 3	Foin d'avoine	1,4	1,2
		Bersim (végétatif)	26,2	2,44
Orge en grains concassés		2	1,76	
Concentré VLB 17		8	7,19	
Total		37,6	12,6	
Janvier 2011	R 4	Foin d'avoine	4	3,44
		Bersim (végétatif)	32,6	3,03
		Orge en grains concassés	2	1,76
		Concentré VLB 17	8	7,19
	Total		46,6	15,4
	R 5	Foin d'avoine	2,3	1,98
		Bersim (végétatif)	9,5	0,88
		Orge en vert (feuillu)	15,8	1,26
Concentré VLB 17		10	8,99	
Total		37,6	13,1	
Février 2011	R 6	Foin d'orge	2,5	2,28
		Orge en vert (feuillu)	33,4	2,67
		Concentré VLB 17	10	8,99
	Total		45,9	13,9
Mars 2011	R 7	Foin d'orge	4,5	4,1
		Bersim (végétatif)	18,6	1,73
		Orge en vert (feuillu)	32,5	2,6
		Concentré VLB 17	8	7,19
Total		63,6	15,6	
Avril 2011 & Mai 2011	R 8	Bersim (floraison)	11,5	7,48
		Orge en vert (pâteux)	21,4	8,13
		Concentré VLB 17	8	7,19
	Total		40,9	22,8
Juin 2011	R 9	Foin d'avoine	4,5	3,87
		Luzerne en vert (début floraison)	27,5	6,05
		Concentré VLB 17	8	7,19
	Total		40	17,1
Moyenne de la quantité ingérée (Kg/vache/jour)			49,9 ± 17,1	16,5 ± 3,2

Les apports permis par ces rations sont illustrés en annexe 1.



II.1.1.3. 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. De nombreux auteurs parmi eux 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 fourrage ingérées. Ce phénomène appelé substitution fourrage/concentré a été également observé dans notre étude, cependant l'ingestion du fourrage dépend aussi de la quantité distribuée de ce dernier et sa teneur en MS (tableau 20 et 21).

La figure 18 fait ressortir que la diminution de la part du fourrage dans la ration est surtout observée durant la période hivernale (R3, R4, R5, R6), une période où la teneur en eau des fourrages est très importante et celle de leur MS est faible.

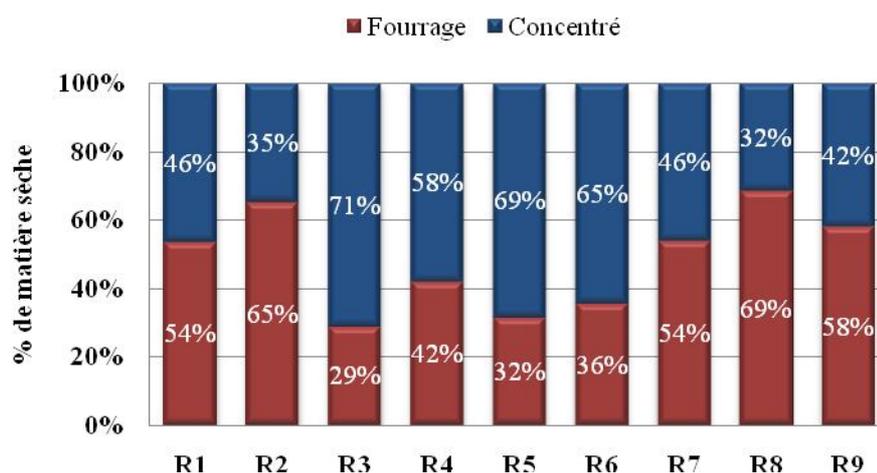


Figure 18. Variation de la part du concentré et du fourrage dans la ration totale en % de MS

Les quantités de fourrages et concentrés ingérés par ration exprimées en Kg de MS, ainsi que leurs apports en UFL et PDI sont représentés dans le tableau 21.

Les résultats obtenus montrent que la part moyenne en matière sèche du concentré et du fourrage est presque la même, respectivement 51% et 49% avec une variation de 31,5 à 70,6% pour le concentré et de 28,9 à 68,5% pour le fourrage.

La proportion moyenne de ce dernier dans la ration globale reste à la limite préconisée par WOLTER (1997) à savoir un apport en fourrages de 50 à 60% au minimum, et ceci pour permettre un bon transit alimentaire. En revanche, la part moyenne de la MS ingérée permise



par le concentré est au dessus des 40% recommandé par le même auteur. ARABA (2006) indique qu'au delà de ce seuil, les taux butyreux du lait chutent de façon nette.

Tableau 21. Les taux d'apport en MS, UFL et PDI par le concentré et les fourrages

Rations	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	Moyenne
L'apport de MS										
Concentré (Kg)	8,1	7,2	8,9	8,9	9,0	9,0	7,2	7,2	7,2	8,07
(%)	46%	35%	71%	58%	68%	65%	46%	32%	42%	51%
Fourrage (Kg)	9,4	13,4	3,6	6,5	4,1	5,0	8,4	15,6	9,9	8,44
(%)	54%	65%	29%	42%	32%	35%	54%	68%	58%	49%
L'apport en UFL										
Concentré (%)	57%	43%	60%	66%	75%	72%	54%	37%	48%	57%
Fourrage (%)	43%	57%	40%	34%	25%	28%	46%	63%	52%	43%
L'apport en PDI										
Concentré (%)	73%	50%	73%	65%	80%	82%	61%	37%	50%	63%
Fourrage (%)	27%	50%	27%	35%	20%	18%	39%	63%	50%	37%

Néanmoins, les quantités ingérées du concentré restent dans les normes rapportées par la littérature, estimées par JARRIGE (1988) à un maximum de 12 Kg/jour, et contribuent avec 51% dans l'augmentation de la consommation de la matière sèche totale.

Le tableau 21 fait ressortir également que le concentré bien que distribué avec des quantités modérées, il contribue en moyenne avec 57% dans l'augmentation de la valeur énergétique de la ration et de 63% dans l'apport azoté global.

L'apport insuffisant des fourrages en UFL mais surtout en PDI observé pour les rations R1, R3, R4, R5, R6 et R7 (figure 19 et 20) est associé d'une part à la faible proportion en MS de certains fourrages verts et ceci en raison de leur forte teneur en eau (8,8% de MS pour l'orge feuillu et 9,3% pour le bersim végétatif), d'autre part au déficit en MAT enregistré notamment pour l'ensilage d'orge (5,3%) et l'orge feuillu (7,9 %) d'où leur faible valeurs de PDI.

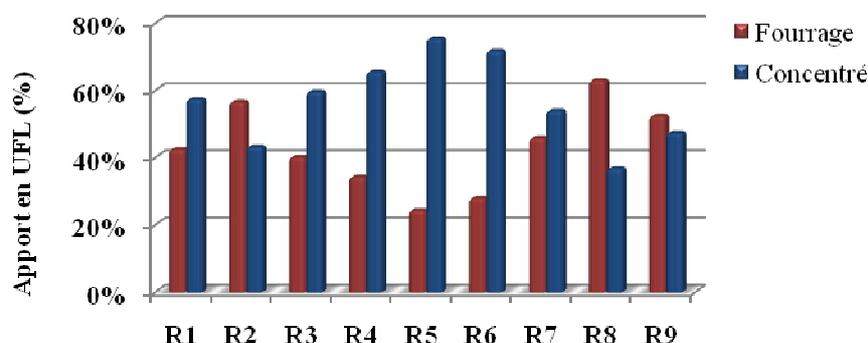


Figure 19. La part des UFL apportés par le concentré et les fourrages des différentes rations distribuées



Nous remarquons également que la ration R2 bien que constitué d'ensilage d'orge et de bersim végétatif, l'apport énergétique fourni par les fourrages de cette ration dépasse celui du concentré alors que l'apport azoté est presque le même (figure 19 et 20), ceci est expliqué par les quantités importantes de fourrage ingérées (85,5 Kg brut/vache/j) (tableau 20), ce qui à augmenter leur part de MS dans la ration globale (figure 18).

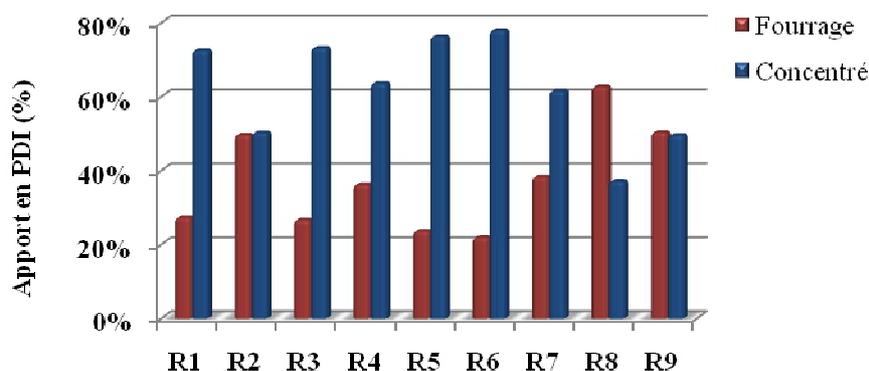


Figure 20. La part des PDI apportés par le concentré et les fourrages des différentes rations distribuées

II.1.1.4. Production laitière permise par les rations distribuées

Tableau 22. La production laitière permise par les différentes rations

Type de ration	Kg MS ingérée/j	Apports alimentaires			Production laitière permise par les			Production laitière moyenne enregistrée (Kg/vache/j)
		UFL	PDIN	PDIE	UFL	PDIN	PDIE	
R1	17,5	14,2	1427	1476	20,3	19,6	20,6	12,3 ± 3,9
R2	20,6	16,6	1715	1657	25,7	25,1	24	12,6 ± 4,2
R3	12,6	11,7	1314	1307	14,9	17,5	17,3	14,7 ± 4,4
R4	15,4	13,6	1472	1497	20,1	21,4	21,9	14,3 ± 4,4
R5	13,1	11,9	1212	1258	15	15,3	17	14,3 ± 5,1
R6	13,9	12,5	1277	1379	16,1	16,2	18,1	13,4 ± 4,4
R7	15,6	13,3	1354	1442	15,2	15,1	16,5	15,1 ± 4,5
R8	22,8	19,5	2513	2242	30,3	38	33,2	15 ± 4,7
R9	17,1	15,1	1739	1681	21,7	24,6	23,6	13 ± 3,6
Moyenne	16,5	14,3	1558	1549	19,9	21,4	21,4	13,8 ± 4,3

La production laitière permise par chaque ration a été calculée à partir d'un rationnement moyen, effectué sur des vaches adultes de 600 Kg de poids vif, en prenant en considération uniquement les besoins d'entretien et celles de la production laitière selon la teneur du lait en matières grasses et matières protéiques. Nous n'avons pas tenu compte des besoins de gestation, ces derniers ne deviennent importants qu'à partir des 3 derniers mois de gestation.



Les fiches comprenant les calculs détaillés ainsi que la production laitière permise par les différents régimes sont illustrés en annexe 1.

Le tableau 22 est un récapitulatif des productions laitières permises par chaque ration. Les résultats obtenus indiquent que la production laitière journalière permise par les rations distribuées varie entre 14,9 et 30,3 Kg avec une moyenne estimée à 20 kg/vache/jour. Cette variation est dépendante de la quantité de MS ingérée comme le montre la figure 21.

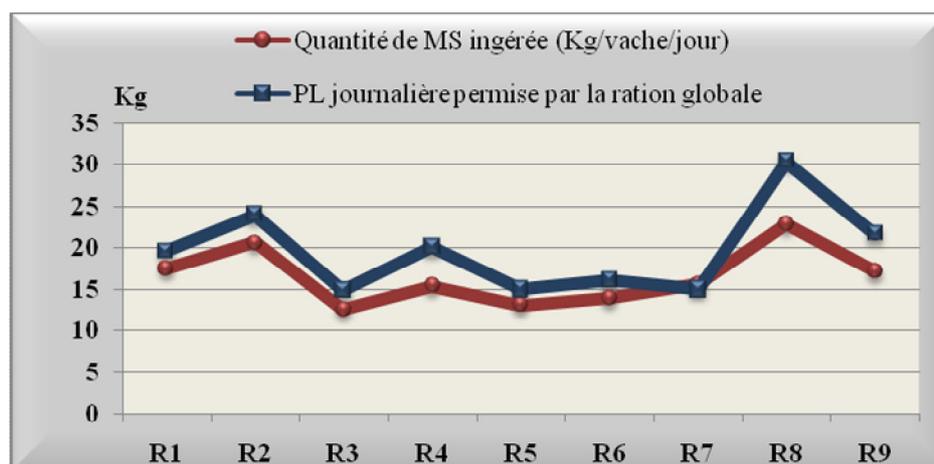


Figure 21. La production laitière journalière permise par les apports en MS des différentes rations

Nous constatons d'après le tableau 22 que la production laitière permise par les apports azotés est supérieure à celle permise par les apports énergétiques avec des moyennes, respectivement de 21,4 Kg et 20 Kg/vache/jour. Cela veut dire que ces rations sont déséquilibrées en énergie et en azote. 67% des rations étudiées présentent un déficit énergétique estimé en moyenne à 1,5 Kg de lait entre les UFL et les PDI, en parallèle, on note un excès en apports azotés globales (PDI) très marqué notamment pour les rations R3, R8 et R9.

D'un autre côté, ces rations présentent un déséquilibre réel entre la production laitière permise par les apports nutritifs et celle enregistrée réellement, une différence allant en moyenne jusqu'à 6 Kg de lait/jour. Les apports des rations distribués sont donc excédentaires par rapport aux besoins de la production réelle. Cette différence enregistrée pourrait être expliquée soit par un défaut de consommation des rations, soit par un déficit en apports alimentaires et donc c'est la conséquence d'une surestimation des valeurs nutritives des aliments distribués, comme elle peut être le reflet d'un potentiel génétique limité permettant des productions laitières bien inférieures aux productions permises par les apports alimentaires.



II.1.2. La notation de l'état corporel

II.1.2.1. Variabilité de la note d'état corporel du troupeau

Tableau 23. Évolution de la note d'état corporel moyenne du troupeau selon le stade physiologique des vaches

Mois par rapport au vêlage		NB	NEC MIN	NEC (Moyenne ± Ecart-type)	NEC MAX
Tariissement	V-2	12	2,5	3,52 ± 0,43	4
	V-1	24	2,75	3,63 ± 0,46	4,5
Vêlage		20	3	3,79 ± 0,50	4,5
Mois de lactation	V+1	18	2	3,36 ± 0,63	4,5
	V+2	19	2	3,04 ± 0,45	3,75
	V+3	20	1,75	2,98 ± 0,48	3,75
	V+4	26	1,75	3,00 ± 0,50	4
	V+5	28	2	3,05 ± 0,54	4
	V+6	26	2,25	3,15 ± 0,46	4
	V+7	20	2,5	3,08 ± 0,48	4
	V+8	15	2,5	3,21 ± 0,42	4
	V+9	11	2,75	3,43 ± 0,46	4

L'état de chair des animaux est un des indicateurs de l'efficacité et de la sécurité d'une ration alimentaire. Une simple estimation de l'état corporel nous permet donc d'avoir une idée sur le statut nutritionnel d'un troupeau et d'apprécier le bilan énergétique des vaches laitières notamment en début de lactation, une période où le déficit énergétique est systématique en raison de la forte demande en énergie.

L'état corporel varie en fonction du stade physiologique des vaches laitières, son évolution au cours d'un cycle de production est étroitement liée à la qualité mais aussi à la quantité des apports alimentaires, qui conditionnent la dynamique de la mobilisation des réserves corporelles.

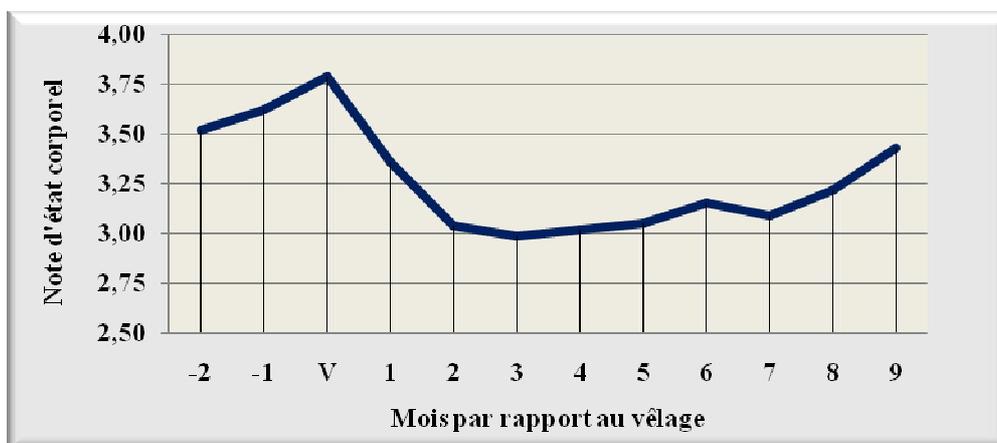


Figure 22. Variation de la note d'état corporel moyenne du troupeau au cours du cycle de production



La variation de la note d'état corporel moyenne du troupeau, enregistrée lors de la période d'étude est illustrée dans la figure 22. Les moyennes et écart-types par mois de lactation sont représentés dans le tableau 23.

II.1.2.2. Note d'état corporel au tarissement et au vêlage

L'estimation de l'état corporel au tarissement permet d'évaluer l'efficacité de la gestion alimentaire pendant cette période. Nous constatons d'après les résultats du tableau 23 que la note moyenne de l'état corporel des vaches laitières était de $3,52 \pm 0,43$ à 2 mois avant le part et de $3,63 \pm 0,46$ à 1 mois avant vêlage. Cette moyenne correspond aux normes de la littérature qui préconisent des notes d'état corporel situées entre 3 et 4 (HANZEN et CASTAIGNE, 2004 ; AUBADIE-LADRIX, 2005). En comparaison avec les notes enregistrées à 2 mois avant le part, nous remarquons qu'il ya un gain de poids variant de 0,25 à 0,5 point de note d'état corporel. En revanche des notes supérieures à 4 enregistrées pour certaines vaches pourraient être le reflet d'un excès d'apport énergétique.

Au vêlage, la note moyenne attribuée aux vaches laitières est de $3,79 \pm 0,50$, une moyenne qui correspond aux recommandations décrites par ENJALBERT (2003) à savoir des notes comprises entre 3 et 4. Cependant, 20% des bovins présentaient un état corporel au dessus de 4, cet état d'engraissement considéré comme excessif pourrait être un facteur de risque de rétention placentaire (PEDRON et al 1992 ; MARKUSFELD et al, 1997).

II.1.2.3. La perte d'état corporel au cours du postpartum

En début de lactation, et en raison de l'augmentation des besoins de la production laitière, et la diminution des apports nutritionnels suite à la baisse de la capacité d'ingestion, les vaches laitières puisent de leurs réserves pour combler ce déficit alimentaire et faire face à la forte demande d'énergie. La perte d'état corporel pendant cette période est donc inévitable et systématique, en revanche, elle est significativement proportionnelle à l'état d'engraissement au vêlage (RUEGG, 1991).

Dans notre étude, la note d'état corporel moyenne du troupeau enregistrée à 60 jours post-partum est de $3,04 \pm 0,45$, ce qui signifie une perte de 0,75 point par rapport au vêlage (figure 22 et tableau 23). Cette chute d'état corporel est acceptable tant qu'elle ne dépasse pas l'objectif de 1 point en moyenne fixé par ENJALBERT (1998) à l'échelle du troupeau.



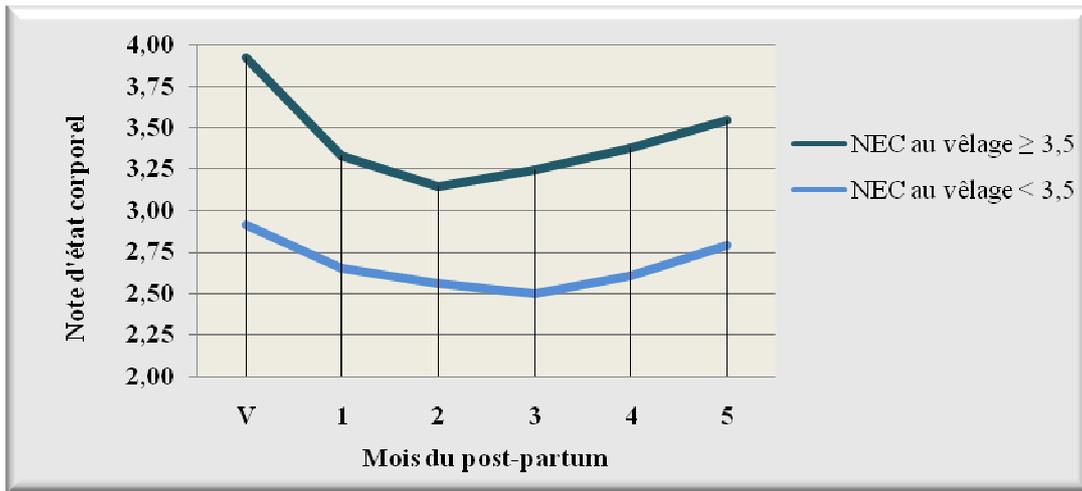


Figure 23. Variation de la note d'état corporel au cours du post-partum selon l'état d'engraissement au vêlage

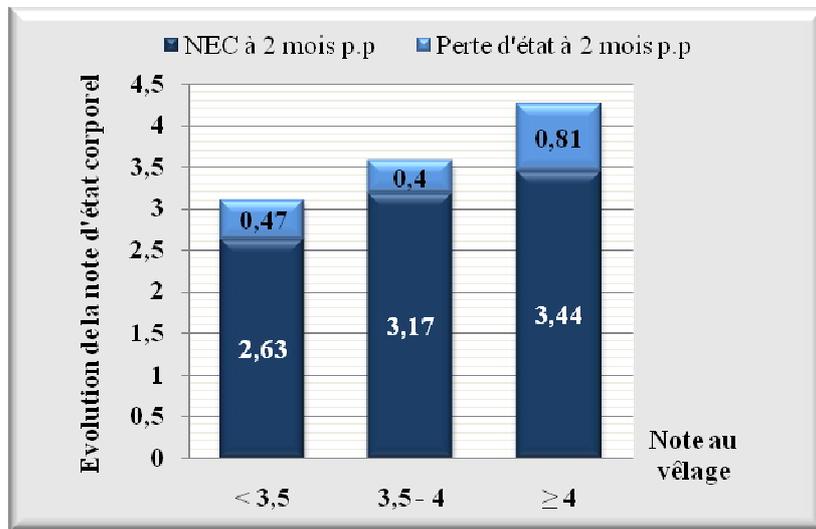


Figure 24. Relation entre l'état corporel au vêlage et la perte d'état en début de lactation

Il ressort de la figure 23 que la chute de l'état corporel dans les 2 mois suivant le part est d'autant plus importante et d'autant plus accentuée que les vaches sont grasses au vêlage. Cette perte s'élève à 0,81 point pour les vaches vêlant avec une note supérieure à 4, alors qu'elle est de 0,47 point pour les vaches qui vêlent avec un état corporel inférieur à 3,5 (Figure 23). Ce constat correspond aux données de la littérature et aux observations notées par MEISSONNIER (1994).

II.1.2.4. La reprise de l'état corporel

Après le premier tiers de lactation (figure 22), l'état corporel commence à se rétablir progressivement pour atteindre une note de $3,43 \pm 0,46$ en fin de lactation, se rapprochant ainsi des recommandations de HANZEN et al (2004) à savoir une note comprise entre 3 et 3,5. Cependant, la reprise de l'état corporel enregistrée chez les vaches vêlant avec une



note supérieure ou égale à 3,5 est plus précoce (vers le 2^{ème} mois post-partum) et progresse plus rapidement que chez les vaches mettant-bas avec une note inférieure à 3,5 (figure 23). Cette différence pourrait être en rapport avec le niveau de production laitière qui pourrait être plus important chez les vaches du 2^{ème} groupe.

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.

D'une façon générale, la courbe de variation de l'état corporel moyenne du troupeau s'inscrit dans la grille de profils idéals de notes d'état corporel recommandée par RODENBURG (1992) et ENJALBERT (1998).

II.1.3. Analyse des performances de reproduction

II.1.3.1. Les paramètres de fécondité

II.1.3.1.1. 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 40 et 70 jours après le vêlage.

Tableau 24. Répartition de l'intervalle vêlage - insémination première

Moyenne et écart type (jours)	164 ± 112	
Répartition	Nb vaches	%
< 40 jours	1	3%
40-70 jours	4	10,3%
70-90 jours	2	5,1%
> 90 jours	32	82,1%
Total vaches inséminées	39	100%

Dans notre étude, la moyenne obtenue pour l'intervalle V-IA1 est de **164 ± 112 jours**. Une variation allant de 31 à 629 jours a été noté, avec plus de 82% des vaches inséminées au delà de 90 jours, alors que seulement 10,3% sont inséminés dans la période optimale (40 - 70 jours), et 5% un peu plus tardivement entre 70 et 90 jours post-partum (tableau 24).

Ce résultat est très loin des objectifs préconisées par CAUTY et PERREA (2003), il est jugé très médiocre en comparaison avec les études réalisés par GHOZLANE et al (2010) dans la Mitidja et DEBECHE (2010) dans l'Est algérien, de même avec les résultats de



KIERS et al (2006) en France, en revanche, il est comparable à celui obtenu précédemment dans la même ferme par BOUAMRA (2011) (tableau 25).

Tableau 25. Performances de reproduction des vaches laitières en Algérie et en France

Auteurs	Fécondité			Fertilité		
	V-IA1 (jours)	V-IAf (jours)	V-V (jours)	TRIA1 (%)	% VL à 3 IA et +	IA/IAf
Objectifs CAUTY et PERREA (2003)	50 - 70	< 100	365	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	455	18,6	54,6	3,12
TROU et al (2010)	88	126	390	-	-	-
DEBECHE (2010)	98	125 ± 91,8	416 ± 116,1	73,7	9,6	1,48
BOUAMRA (2011)	146,4 ± 77	180,5 ± 98,5	386, 6 ± 19,4	78,3	5,4	1,27

II.1.3.1.2. 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.

Tableau 26. Répartition de l'intervalle vêlage - insémination fécondante

Moyenne et écart type (jours)	255 ± 186	
Répartition	Nb vaches	%
< 40 jours	0	0%
40-80 jours	2	5,9%
80-110 jours	3	8,8%
> 110 jours	29	85,3%
Total vaches fécondées	34	100%

Les vaches laitières de la station de l'ITELV présentent un intervalle vêlage- insémination fécondation (V-IAf) de l'ordre de **255 ± 186 jours** en moyenne, variant entre 40 et 746 jours avec plus de 85% des vaches dont le délai de fécondation dépasse les 110 jours (tableau 26).



Ce résultat est largement au dessus des normes de la littérature et il est nettement supérieur comparativement aux études citées précédemment (tableau 25).

II.1.3.2. Les paramètres de fertilité

Les critères de fertilités étudiés sont illustrés dans le tableau 27.

Tableau 27. Paramètres de fertilité

TRIA1 (n=19)	47,5%
% VL à 3IA et plus (n=6)	15%
Indice coïtal	1,6
Retards dus aux retours décalés (jours)	70 ± 135

II.1.3.2.1. Le taux de réussite en première insémination

Le pourcentage de vaches dont l'insémination a réussie à la première tentative est de **47,5%**. Bien qu'en dessous des 60% préconisés par CAUTY et PERREA(2003), ce résultat est plus au moins intéressant en comparaison avec les taux enregistrés par GHOZLANE et al (2010) et KIERS et al (2006), en revanche il est moins bon par rapport à celui obtenu auparavant par BOUAMRA (2011) dans la même ferme. Ce taux est considéré comme moyen, vue que plus de la moitié des vaches du troupeau n'ont pas été gravides à la première saillie. Cet échec peut être attribué à plusieurs facteurs, parmi eux la non détection des chaleurs et donc l'insémination parfois au mauvais moment. Le changement d'inséminateur peut également expliquer la baisse de ce taux par rapport à l'année d'avant.

II.1.3.2.2. Le pourcentage de vaches à 3 inséminations et plus

Le résultat obtenu pour ce critère est à la limite des normes fixées par l'ensemble des auteurs à savoir **15%** au maximum.

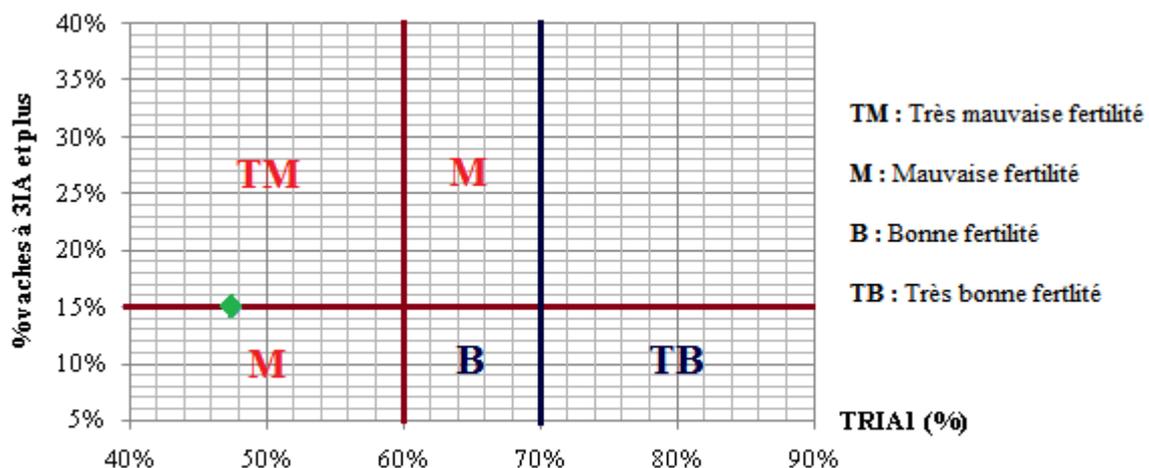


Figure 25. Niveau de fertilité du troupeau



En se basant sur ce paramètre et celui d'avant (TRIA1), nous pouvons estimer le niveau de fertilité du troupeau, à travers la grille d'appréciation de la fertilité élaborée par LOISEL (1976) illustrée dans la figure 25.

Nous constatons d'après cette grille que le niveau de fertilité de cette ferme est entre le mauvais et le très mauvais, ce qui signifie qu'il y'a une dégradation nette de la fertilité par rapport aux années précédentes, ceci est du principalement à l'augmentation du pourcentage de vaches non gravides à la première insémination suite à l'échec de celle-ci.

II.1.3.2.3. L'indice coïtal

Ce critère représente le nombre d'inséminations effectuées pour avoir une fécondation. Dans notre étude, cet indice avoisine les **1,6** ce qui correspond à la limite fixée par les spécialistes de la reproduction bovine. Cependant, ce résultat bien que meilleur que celui enregistré en France par KIERS et al (2006) ($2,1 \pm 0,4$), et par BOUZEBDA et al (2006) (2,05 à 2,15) dans le Nord Est algérien, il est tout de même supérieur à celui obtenu dans la même ferme durant les campagnes précédentes, respectivement 1,5 en 2008 et 1,27 en 2009 (BOUAMRA, 2011). Cette augmentation du rapport entre le nombre d'inséminations pour une insémination fécondante est toujours attribuée aux échecs de l'insémination et aux facteurs qui entravent sa réussite.

II.1.3.2.4. Les retards dus aux retours décalés

Calculé à partir de la formule suivante :

$$R = [(Intervalle IA1-IAf) - 21 \times (\text{nombre d'insémination} - 1)]$$

Ce paramètre correspond au temps perdu pour non observation des retours en chaleurs, et le temps perdu suite aux avortements tardifs. D'après les données bibliographiques, ce retard ne doit pas dépasser les 5 jours (CAUTY et PERREA, 2003).

Le résultat observé pour les vaches laitières de cette ferme est en moyenne de **70 ± 135 jours**, ce qui est énorme comparativement aux recommandations de la littérature, de même qu'avec les résultats de GHOZLANE et al (2010) ($45 \pm 64,4$ jours) et KIERS et al (2006) ($9,3 \pm 4,9$ jours). Ce retard confirme une fois de plus l'absence de la détection des chaleurs qui ne peut être que le facteur majeur de l'allongement des intervalles entre inséminations et donc de l'insémination fécondante.

A la lumière des résultats enregistrés, nous pouvons dire que les performances de reproduction de ce troupeau sont médiocres. Nous essayerons par la suite à traves des études statistiques d'expliquer les raisons de ces mauvais résultats.



II.1.4. Analyses des performances laitières

II.1.4.1. Etude des paramètres de lactation

Grace à la pratique du contrôle laitier au niveau de la station, nous avons pu calculer quelques paramètres de lactation dans le but d'étudier l'évolution des performances des animaux au cours de leur cycle de production. Les résultats de l'ensemble des paramètres étudiés sont illustrés dans le tableau 28.

Tableau 28. Paramètres de production laitière

Paramètres	NB	Min	Moyenne \pm écart type	Max
PI (Kg/j)	37	8	15,3 \pm 3,7	26
PM (Kg/j)	37	13	21,1 \pm 3,6	31,5
Intervalle PI-PM (jours)	37	10	56,4 \pm 33,7	144
DL (jours)	32	247	336,5 \pm 42,5	433
PLT (Kg/j)	32	2495,5	3970 \pm 660	5806,5
P 305 (Kg/j)	32	2690,5	3704 \pm 494	4731,5
DT (jours)	26	72	217 \pm 132,5	527

II.1.4.1.1. La production initiale (PI)

Ce paramètre représente la production moyenne du 4^e, 5^e et 6^e jour de lactation.

D'après les données récoltées, la production initiale moyenne a été estimée à **15,3 \pm 3,7 Kg** avec une variation allant de 8 à 26 Kg. Ce résultat est comparable à celui enregistré en 2008 par BOUAMRA (2011) dans la même ferme, par contre il est de presque 1 kg de plus par rapport à la moyenne obtenue en 2009 par le même auteur.

II.1.4.1.2. La production maximale (PM)

Elle est directement prise à partir des fiches du contrôle laitier, elle représente la production journalière la plus élevée obtenue en générale durant les 3 premiers mois de lactation. Elle affiche une moyenne de **21,1 \pm 3,6 Kg**, avec un écart important entre les vaches allant jusqu'à 18,5 Kg de lait. Cette valeur est la même que celle enregistrée en 2009, en revanche elle est de presque 3 Kg de moins par rapport à l'année 2008.

Cette production laitière notée au pic de lactation est supérieure à celle rapportée par GHOZLANE et al (2003) dans le Nord Est algérien ($19,46 \pm 4,2$), cependant, elle reste largement en dessous des valeurs obtenues en France par KIERS et al (2006), et FRERET et al (2010) qui ont enregistrés des productions maximales dépassant les 30 Kg de lait.



II.1.4.1.3. Intervalle PI-PM

La durée séparant ces deux productions est en moyenne de **56,4 ± 33,7 jours**, ce qui signifie que le pic de lactation est atteint en moyenne au 2^e mois de lactation. En revanche la variation entre vaches est énorme, elle peut aller de 10 jours à 5 mois. Cette différence peut être d'ordre génétique et donc en rapport avec le niveau de production, ou en relation avec l'état sanitaire et nutritionnel de l'animal.

Cet intervalle est nettement supérieur à celui observé durant les campagnes précédentes, respectivement 22,1 jours en 2008 et 19,5 jours en 2009 (BOUAMRA, 2011), néanmoins il reste toujours dans les normes de la littérature.

II.1.4.1.4. La durée de lactation

C'est l'intervalle séparant la date du vêlage et celle du tarissement, il est en moyenne de **336,5 ± 42,5 jours** ce qui correspond à **11,2 mois** de lactation. Cette durée varie de 247 jours à 433 jours, elle est surtout plus longue chez les vaches qui tardent à être féconder, ce qui signifie que l'allongement de la lactation est une politique adaptée par les zootechniciens de la ferme afin de profiter au maximum de la production de lait tant que les vaches ne sont pas gestantes à nouveau.

Ce résultat est supérieur aux moyennes enregistrées les années précédentes au sein de la même station, respectivement 309,24 jours en 2008 et 294,48 jours en 2009 (BOUAMRA, 2011), de même que celles notées par BOURAOUI et al (2009) en Tunisie (273 ± 100 jours), en revanche il semble être meilleur comparativement aux durées observées par GHOZLANE et al (2003 ; 2006) dans l'Est Algérien, respectivement de 348,6 et de 355,28 jours.

II.1.4.1.5. La production laitière totale (PLT)

Ce paramètre correspond à la somme des productions journalières du vêlage jusqu'au tarissement. Dans notre étude, les données récoltées indiquent que la production laitière totale par vache avoisine les **3970 Kg** de lait en moyenne avec un écart type de **660 Kg**.

Cette valeur semble être meilleure que celle enregistrée durant la campagne précédente (3267 Kg), elle est même semblable à celle obtenue en Tunisie par BOURAOUI et al (2009) à savoir 3980 Kg de lait/vache, alors qu'elle est inférieure de 829 Kg par rapport à la production totale rapportée par GHOZLANE et al (2003).



Cette moyenne reste cependant très médiocre vue qu'elle ne dépasse même pas la moitié des productions réalisées en France (> 8000 Kg/vache) (KIERS et al, 2006 ; FRERET et al, 2006).

II.1.4.1.6. La production de référence (P 305)

Cette production est une correction qui permet de comparer les lactations de durées différentes en les ramenant à une durée type de 305 jours.

Grâce à la méthode FLESCHMANN, les lactations longues sont ramenées à la durée standard de 305 jours, alors que celles qui n'ont pas atteints cette durée sont estimées à partir de la formule utilisée par le système français, définie comme suit :

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

La quantité moyenne de lait à 305 jours est de **3704 ± 494 Kg** variant entre 2690,5 et 4731,5 Kg.

Cette valeur est inférieure aux productions enregistrées en 2008 et 2009, respectivement 4793,14 et 4125,63 Kg (BOUAMRA, 2011), de même que celles rapportées par GHOZLANE et al (2003) (4346,5 ± 1054 Kg). Cela veut dire que la production laitière obtenue durant cette campagne est nettement plus faible.

Plusieurs facteurs peuvent être à l'origine de cette diminution, parmi eux le facteur alimentaire mais également l'état sanitaire des animaux en rapport avec l'hygiène de l'étable. Nous essayerons par la suite d'élucider de manière plus précise les raisons de cette variation.

II.1.4.1.7. La durée de tarissement

Elle est calculée à partir du début de tarissement jusqu'au vêlage. Sur les 26 vaches étudiées, la durée de la période sèche est de **217 jours** avec un écart type de **132,5 jours**, notant que 15% des animaux étaient en tarissement pendant plus d'une année. Cet intervalle est énorme par rapport aux données de la littérature qui préconisent des périodes de tarissement ne dépassant pas les 2 mois, car au delà la moyenne économique se trouve diminuée. L'augmentation inutile des jours sans production est dû principalement au décalage important entre la gestation et la lactation et ceci en raison des fécondations tardives.



II.1.4.2. Analyse de la composition du lait

II.1.4.2.1. Evolution du taux butyreux

L'évolution du taux butyreux moyen enregistrée chez les vaches en lactation est représentée dans la figure 26.



Figure 26. Variation mensuelle du taux butyreux au cours de la période d'étude

Cet histogramme fait apparaître que le taux butyreux est plus au moins constant durant les premiers mois de l'étude, il commence à diminuer à partir du mois de Février pour chuter de façon nette au mois de Mars avec un niveau minimal de 3%. Par la suite, il passe par de légères fluctuations avec des valeurs ne dépassant pas les 3,1%, pour remonter à nouveau à un taux de 3,35% au mois de Juin.

Les taux observés durant la période de Mars à Juin sont en dessous de la moyenne rapportés par la littérature à savoir 3,5 à 4,5%. Cette variation mensuelle du taux butyreux peut être d'origine alimentaire notamment avec le rapport fourrage/concentré de la ration, comme elle peut être en relation avec les niveaux de productions, fortement dépendants du potentiel génétique et du stade physiologique de la vache.

II.1.4.2.2. Evolution du taux protéique

Le taux protéique n'a pas connu une très grande variation comme celle observée pour le taux butyreux (figure 27), il est resté plus ou moins stable durant les trois premiers mois de l'étude avec des valeurs moyennes respectant les normes (3,1 à 3,8%). Une légère baisse est remarquée à partir du mois de Mars où il descend au dessous de la limite minimale admise par la littérature, pour chuter fortement au mois de Mai à un taux de 2,55%. Par la suite, son taux s'améliore à nouveau affichant un niveau de presque 3,1%.



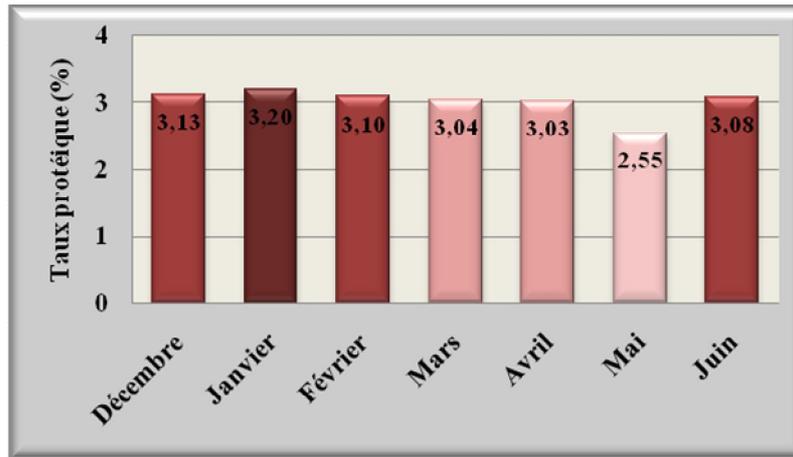


Figure 27. Variation mensuelle du taux protéique durant la période d'étude

D'après COULON (1991), plusieurs facteurs peuvent être à l'origine de la variation de la composition du lait, ils sont liés soit à l'animal lui-même (stade de lactation, facteurs génétiques, état sanitaire...), soit au milieu (alimentation, saison). Une étude statistique concernant l'effet des facteurs de variation sur l'évolution des taux protéiques et butyreux est intéressante pour comprendre les raisons de leur diminution.

II.1.4.2.3. Le rapport TB/TP

Les rapports TB/TP enregistrés lors des deux premiers contrôles laitiers après vêlage sont respectivement de $1,21 \pm 0,24$ et $1,17 \pm 0,16$, ces résultats correspondent aux valeurs moyennes (entre 1 et 1,5) rapportées par LOEFFLER et al (1999) indiquant ainsi qu'il ya un bon équilibre protéine/énergie de la ration.

II.2. Etude d'impact

II.2.1. Impact de l'alimentation au vêlage

Tableau 29. Matrice de corrélation entre l'apport alimentaire au vêlage, note d'état corporel et fertilité

	MSI	App_UFL	App_PDI	UFL_C	PDI_C	NEC_V	NEC_V+2	Perte d'état à 60 j	Intervalle V-IA1	TRIA1
MSI	1,00									
App_UFL	1,00	1,00								
App_PDI	0,97	0,98	1,00							
UFL_C	-1,00	-0,99	-0,95	1,00						
PDI_C	-0,94	-0,95	-0,99	0,90	1,00					
NEC_V	-0,74	-0,76	-0,88	0,70	0,93	1,00				
NEC_V+2	1,00	1,00	0,96	-1,00	-0,92	-0,71	1,00			
Perte d'état à 60 j	-0,90	-0,91	-0,98	0,90	1,00	0,96	-0,88	1,00		
Intervalle V-IA1	0,99	0,99	0,94	-1,00	-0,89	-0,66	1,00	-0,85	1,00	
TRIA1	-0,91	-0,93	-0,98	0,90	1,00	0,95	-0,89	1,00	-0,90	1,00

Les corrélations en rouge sont significatives à $p < 0,05$



La matrice de corrélation représentée au tableau 29 ne montre aucune corrélation statistiquement significative entre la matière sèche ingérée et les apports permis par le concentré, en revanche, nous constatons que ces deux paramètres sont toujours corrélés négativement, ce qui veut dire que, la part du concentré dans la ration joue un rôle important dans l'ingestion de la matière sèche. Cette matrice fait ressortir également que le niveau d'apport du concentré par rapport à l'apport alimentaire global, a le plus d'impact sur les critères étudiés, ce qui confirme une fois de plus l'importance de la part du concentré dans la ration.

II.2.1.1. Impact sur la note d'état corporel

Dans notre étude, l'alimentation au vêlage a eu un impact différé dans le temps sur la note d'état corporel, cet effet a été surtout observé au 2^{ème} mois après le part comme le montre la matrice de corrélation (tableau 29).

Une corrélation positive et très significative a été enregistrée entre la matière sèche ingérée au vêlage et la note d'état corporel au 2^e mois post-partum, cela permet d'affirmer que, plus l'ingestion de la matière sèche au part est insuffisante, plus la note d'état corporel à 2 mois après vêlage est basse.

Le niveau énergétique du concentré a été également corrélé significativement mais de manière négative avec la note d'état corporel au 2^e mois post-partum, ceci peut être expliqué par la corrélation négative entre la matière sèche ingérée et l'apport énergétique du concentré, ce dernier en diminuant l'ingestion de la MS, il contribue à la baisse de la note d'état corporel suite à la forte mobilisation des réserves corporelles pour faire face à la forte demande d'énergie en début de lactation.

D'après les données de la littérature, la perte d'état corporel après vêlage est fonction de la note au vêlage. Ainsi, plus la note d'état au vêlage est élevée, plus la perte d'état post-partum sera intense et prolongée (BROSTER et BROSTER, 1998). On constate dans notre étude que la perte d'état de chair à 2 mois post-partum est positivement corrélée avec la note d'état corporel au part, de même qu'avec l'apport du concentré durant la période de vêlage, en revanche ces corrélations ne sont pas significatives statistiquement en raison du nombre réduit de l'échantillon étudié.

II.2.1.2. Sur la fertilité

L'augmentation de la part du concentré dans la ration après vêlage a permis de raccourcir le délai de la première insémination, de même que l'amélioration du TRIA1. Ces résultats sont



indépendants de l'influence du concentré sur la note d'état corporel, cette dernière enregistrée d'ailleurs à 60 jours post-partum influe positivement sur l'intervalle V-IA1, de même que la perte d'état à J60 sur le TRIA1. D'une autre manière, la perte d'état de chair bien qu'importante, elle n'a pas eu d'effets négatifs sur les paramètres de reproduction étudiés.

Ce constat est comparable à celui rapporté par DISENHAUS et al (2005) qui ont observés un meilleur TRIA1 chez des vaches présentant des pertes d'états supérieures. Cependant, des résultats contradictoires aux nôtres ont été signalés par certains auteurs, HADDADA et al (2009) par exemple, rapportent que les meilleurs TRIA1 ont été ceux enregistrés chez les femelles en bon état à J60. Dans le même sens, PONSART et al (2006) indiquent que les vaches présentant un état insuffisant ou une perte d'état élevée ont eu des intervalles V-IA1 plus allongés par rapport à celles en bon état.

II.2.1.3. Impact sur la production laitière et les matières utiles du lait

Tableau 30. Matrice de corrélation entre l'apport alimentaire au vêlage et les paramètres laitiers

	MSI	App_UFL	App_PDI	UFL_C	PDI_C	PI	PM	Intervalle PI-PM	PLT à 90 j	TB1	TP1	TB1/TP1	TP2	TB2	TB2/TP2
MSI	1,00														
App_UFL	1,00	1,00													
App_PDI	0,97	0,98	1,00												
UFL_C	-1,00	-0,99	-0,95	1,00											
PDI_C	-0,94	-0,95	-0,99	0,90	1,00										
PI	-0,58	-0,60	-0,76	0,50	0,80	1,00									
PM	-0,92	-0,93	-0,99	0,90	1,00	0,85	1,00								
Intervalle PI-PM	0,80	0,82	0,92	-0,70	-1,00	-0,95	-1,00	1,00							
PLT à 90 j	0,93	0,94	0,99	-0,90	-1,00	-0,84	-1,00	0,97	1,00						
TB1	-0,14	-0,18	-0,38	0,10	0,50	0,89	0,50	-0,71	-0,50	1,00					
TP1	-0,67	-0,69	-0,83	0,60	0,90	0,99	0,90	-0,98	-0,90	0,83	1,00				
TB1/TP1	-0,17	-0,20	-0,40	0,10	0,50	0,90	0,50	-0,73	-0,50	1,00	1,00	1,00			
TP2	-0,15	-0,18	-0,39	0,10	0,50	0,90	0,50	-0,72	-0,50	1,00	0,84	1,00	1,00		
TB2	1,00	0,99	0,95	-1,00	-0,90	-0,51	-0,90	0,75	0,90	-0,06	-0,61	-0,09	-0,07	1,00	
TB2/TP2	0,94	0,95	0,99	-0,90	-1,00	-0,82	-1,00	0,96	1,00	-0,47	-0,88	-0,49	-0,48	0,90	1,00

Les corrélations en rouge sont significatives à $p < 0,05$

L'étude statistique concernant l'alimentation au vêlage et les paramètres laitiers fait ressortir une fois de plus que les seules corrélations significatives sont celles en rapport avec la part du concentré dans la ration.

On constate selon la matrice de corrélation représentée au tableau 30 que le niveau énergétique du concentré influe négativement sur le taux butyreux enregistré au 2^e contrôle laitier, autrement dit, l'augmentation de la part du concentré dans la ration après le part a entraîné une diminution du taux butyreux. Cet effet a été signalé également par plusieurs



auteurs, DELABY et POMIES (2004) ont remarqué une diminution significative ($P < 0,01$) du taux butyreux lors d'apport de quantités croissantes de concentré.

Dans notre essai, le concentré à travers ses apports azotés a été corrélé positivement avec la production au pic de lactation, DELAGARDE et al (1995) trouve que l'accroissement de la production laitière est une réponse aux PDI du concentré et non à un effet bénéfique sur l'ingestion. Cependant, le niveau azoté du concentré a eu l'effet inverse sur la production laitière totale des 90 jours, cette dernière était plus faible avec des niveaux azotés important au vêlage. Cet effet peut s'expliquer à travers l'impact positif de l'intervalle PI-PM sur la production des 90 jours et sa corrélation négative avec le niveau PDI du concentré.

D'une façon plus simple, plus l'apport azoté au vêlage permis par le concentré est important, plus le pic de lactation est élevé et précoce, cela signifie que le niveau de la production laitière journalière va baisser précocement, d'où une diminution de la production totale des 3 premiers mois de lactation. Dans le cas contraire lorsque le moment du pic de lactation est tardif, il coïncidera avec la période de la reprise d'appétit, les vaches vont donc bénéficier d'une ingestion plus importante de matière sèche qui va se répercuter positivement sur la production laitière journalière des vaches.

D'un autre coté, le niveau de production laitière des trois premiers mois de lactation pourrait être influencé par d'autres facteurs, dont le potentiel génétique des vaches et l'état sanitaire des animaux.

On remarque aussi d'après la matrice de corrélation (tableau 30) que les PDI fourni par le concentré ont un effet négatif sur le rapport TB2/TP2. L'augmentation de la part du concentré après vêlage diminuerait le rapport protéine/énergie de la ration et rapprocherait donc les vaches d'une sub-acidose en cas où le rapport baisserait en dessous de 1 (LOEFFLER et al, 1999).

II.2.2. Impact de l'alimentation des deux premiers mois de lactation

Les relations entre le niveau d'apport alimentaire en début de lactation, la note d'état corporel, la production laitière et la fertilité sont représentées par la matrice de corrélation illustrée au tableau 31.



Tableau 31. Matrice de corrélation entre l'apport alimentaire en début de lactation, la note d'état corporel et les performances de reproduction et de production laitière.

	MSI	App_UFL	App_PDI	UFL_C	PDI_C	NEC_V+2	Perte d'état à 60 j	Intervalle V-IA1	TRIA1	PM	Intervalle PI-PM	PLT à 90 j	TB_V+2	TP_V+2
MSI	1,00													
App_UFL	0,99	1,00												
App_PDI	0,92	0,96	1,00											
UFL_C	-0,46	-0,34	-0,07	1,00										
PDI_C	-0,56	-0,45	-0,19	0,99	1,00									
NEC_V+2	0,87	0,93	0,99	0,04	-0,07	1,00								
Perte d'état à 60 j	-0,52	-0,63	-0,82	-0,51	-0,41	-0,88	1,00							
Intervalle V-IA1	0,90	0,95	1,00	-0,02	-0,14	1,00	-0,85	1,00						
TRIA1	-0,55	-0,66	-0,84	-0,48	-0,38	-0,89	1,00	-0,86	1,00					
PM	-0,56	-0,67	-0,84	-0,47	-0,37	-0,90	1,00	-0,87	1,00	1,00				
Intervalle PI-PM	0,35	0,47	0,69	0,67	0,58	0,77	-0,98	0,73	-0,97	-1,00	1,00			
PLT à 90 j	0,58	0,68	0,85	0,46	0,35	0,91	1,00	0,88	1,00	1,00	0,97	1,00		
TB_V+2	0,69	0,78	0,92	0,32	0,21	0,96	-0,98	0,94	-0,98	-1,00	0,92	1,00	1,00	
TP_V+2	0,98	1,00	0,98	-0,28	-0,39	0,95	-0,68	0,97	-0,70	-0,70	0,52	0,70	0,82	1,00

Les corrélations en rouge sont significatives à $p < 0,05$

II.2.2.1. Sur la note d'état corporel

La matrice de corrélation (tableau 31) montre l'absence d'effet significatif de l'alimentation sur la variation de l'état corporel. Toutefois, les corrélations observées entre l'apport alimentaire et la perte d'état de chair en début de lactation sont toujours négatives, ce qui indique que la note d'état corporel est inversement proportionnelle aux niveaux d'apports alimentaires. Selon BRISSON (2003), l'intensité de la mobilisation des réserves en début de lactation est en étroite relation avec les niveaux d'entrées d'énergie qui eux même dépendent fortement de la quantité mais aussi la qualité des apports nutritifs.

II.2.2.2. Sur la fertilité

On constate d'après le tableau 31 que les PDI de la ration ont eu un effet significatif sur l'intervalle V-IA1, ce délai de mise à la reproduction a été d'autant plus long que l'apport azoté était important. Ce constat a été observé également par GUSTAFSSON et CARLSON (1993) cité par BRISSON 2003 qui ont remarqué un allongement des intervalles V-IA1 chez les vaches recevant des régimes protéiques élevées en début de lactation. Selon les mêmes auteurs, cet effet négatif est surtout lié à l'élévation du taux d'urée dans le sang qui affecte indirectement la fertilité en aggravant le déficit énergétique post-partum. D'autre part, BUTLER (2000) et ENJALBERT (2002) trouvent que les excès azotés altèrent d'avantage la reproduction par une dégradation de la réussite à l'insémination que par l'augmentation de la durée de la reprise d'activité ovarienne.



Par ailleurs, il est connu que les pertes d'état corporel supérieures à un point en début de lactation sont associées à une altération des performances de reproduction (PONCET, 2002). Dans notre étude et contrairement aux résultats rapportés dans la littérature, la perte d'état de chair dans les 60 jours post-partum a eu un effet positif sur l'intervalle V-IA1, de même que sur le TRIA1, autrement dit les vaches perdant le plus d'état corporel ont eu les intervalles les plus courts et les TRIA1 les plus intéressants. Ce résultat contradictoire pourrait être lié d'une part à l'inégalité des effectifs étudiés, d'autre part aux facteurs externes en relation avec la conduite de la reproduction, car il faut noter que le moment de l'insémination des vaches laitières dans cette ferme dépend fortement de la disponibilité des produits hormonaux mais aussi de la semence.

II.2.2.3. Sur la production laitière et les matières utiles du lait

Aucune relation n'a été observée entre l'alimentation durant les premiers mois de lactation et la production laitière. En revanche, la qualité du lait semble être influencée par l'apport énergétique de la ration. D'après la matrice de corrélation, le taux protéique du lait enregistré au cours du 2^e mois de lactation est positivement corrélé au niveau UFL de la ration.

De nombreux auteurs ont signalé d'ailleurs cet effet important de l'énergie sur le taux protéique. COULON et REMOND (1991) ont constaté que ce dernier est d'autant plus faible que la ration est déficitaire en énergie. Les données bibliographiques indiquent cependant que cette variation est essentiellement en relation avec la proportion du concentré dans la ration, chose qui n'a pas été remarqué dans notre étude.

D'un autre coté, le taux butyreux du lait n'a pas été influencé par le niveau d'apport alimentaire, ni même par les autres paramètres étudiés, néanmoins, il reste corrélé négativement à la production laitière maximale. En absence de relation significative entre la perte d'état corporelle et le taux butyreux, on peut supposer que la diminution de la production laitière est responsable par effet de concentration des matières grasses dans le lait, de la remontée du taux butyreux (AGABRIEL et al, 1990).

II.2.3. Impact de l'alimentation au pic de lactation

En raison des données manquantes concernant les paramètres de reproduction, l'étude statistique de l'impact du régime alimentaire au pic de lactation a été réalisée uniquement sur la note d'état corporelle et la production laitière. Les paramètres étudiés sont illustrés dans la matrice de corrélation représentée au tableau 32.



Tableau 32. Matrice de corrélation entre le niveau d'apport alimentaire au pic de lactation, la note d'état corporel et les paramètres laitiers

	MSI	App_UFL	App_PDI	UFL_C	PDI_C	NEC_pic	PM	TB au pic	TP au pic
MSI	1,00								
App_UFL	0,99	1,00							
App_PDI	0,98	1,00	1,00						
UFL_C	-0,71	-0,65	-0,61	1,00					
PDI_C	-0,70	-0,65	-0,62	0,98	1,00				
NEC_pic	0,74	0,66	0,63	0,67	-0,66	1,00			
PM	0,76	0,79	-0,80	-0,68	-0,67	0,21	1,00		
TB au pic	-0,29	-0,35	-0,36	0,34	0,32	0,35	-0,83	1,00	
TP au pic	-0,58	-0,64	-0,65	0,18	0,11	0,05	-0,77	0,74	1,00

Les corrélations en rouge sont significatives à $p < 0,05$

On constate d'après cette matrice que les apports énergétiques et azotés de la ration sont étroitement corrélés au niveau d'ingestion de la matière sèche, ce qui est logique vu que ces apports ont été calculés à partir de la quantité de MS ingérée. D'un autre côté, bien qu'il soit toujours corrélé négativement à la matière sèche ingérée, l'apport du concentré n'a pas eu d'effet significatif sur le niveau d'ingestion.

II.2.3.1. Sur la note d'état corporel

Il ressort de la matrice de corrélation (tableau 32) que l'alimentation durant la période du pic de lactation n'a eu aucun effet significatif sur la note d'état corporelle au moment du pic. D'après les données bibliographiques, cette dernière est fortement dépendante de la perte d'état corporel, elle-même proportionnelle aux réserves graisseuses et à la durée et l'intensité du déficit énergétique au post-partum.

II.2.3.2. Sur les paramètres laitiers

Aucune relation n'a été mise en évidence entre la production maximale, le taux des matières utiles du lait et le niveau d'apport alimentaire au cours de la période du pic de lactation. L'absence de corrélations significatives pourrait être attribuée au nombre réduit de l'échantillon étudié et à l'inégalité des effectifs.

II.2.4. Impact de l'alimentation au moment de l'insémination

En absence de données relatives à la note d'état corporelle et aux paramètres laitiers lors du moment d'insémination, l'étude des corrélations a été effectuée seulement sur le taux de réussite des inséminations. Les corrélations entre le niveau d'apport alimentaire au moment de l'insémination et la fertilité des vaches sont représentées dans le tableau 33.



Tableau 33. Matrice de corrélation entre le niveau d'apport alimentaire au moment de l'insémination et la fertilité

	MSI	App_UFL	App_PDI	UFL_C	PDI_C	TRIA1	TRIA
MSI	1,00						
App_UFL	0,99	1,00					
App_PDI	0,99	1,00	1,00				
UFL_C	-0,70	-0,67	-0,66	1,00			
PDI_C	-0,69	-0,67	-0,67	0,99	1,00		
TRIA1	0,20	0,18	0,14	0,39	0,39	1,00	
TRIA	0,25	0,24	0,22	-0,34	-0,21	0,41	1,00

Les corrélations en rouge sont significatives à $p < 0,05$

Cette matrice fait ressortir une fois de plus que les UFL et PDI permis par la ration globale sont positivement corrélés au niveau d'ingestion de la matière sèche, alors que la proportion du concentré dans la ration n'indique aucun effet significatif sur la quantité de MS ingérée.

On constate d'après le tableau 33 qu'il n'existe aucune corrélation significative entre l'alimentation au moment de l'insémination et le taux de réussite de celle-ci, ce qui indique que la fertilité du troupeau est indépendante du niveau alimentaire au moment de l'insémination. Néanmoins, l'alimentation autour de cette période reste très importante, tout déséquilibre alimentaire pourrait altérer la survie des gamètes et des embryons et affecter même la santé de la vache pénalisant ainsi les résultats de reproduction.

D'un autre coté, d'autres facteurs pourrait être liés au niveau de fertilité du troupeau, MICHEL et al (2003) par exemple signalent que la race et la production laitière au moment de l'insémination avaient un impact significatif ($p < 0,01$) sur le taux de gestation, une différence de près de 16% a été observé entre les faibles et moyennes productrices et les vaches fortes productrices (46,4% vs 30,3%), et près de 15% entre la race Normande et la Prim'Holstein (53% vs 38%). L'auteur explique ces résultats par l'effet négatif des hauts niveaux de production sur la survie des embryons.



CONCLUSION

Au terme de cette étude et à la lumière des résultats obtenus, nous pouvons tirer quelques enseignements quant à la conduite alimentaire du cheptel bovin laitier et les performances de reproduction et de production des vaches laitières.

L'analyse des régimes alimentaires adoptés dans cet élevage durant la période de l'étude indique l'absence d'une vraie stratégie de rationnement des vaches laitières selon leur niveau de production. En plus du déficit énergétique et des excès azotés observés pour certaines rations, un réel déséquilibre a été remarqué entre la production laitière permise par les apports alimentaires et celle enregistrée réellement, cette différence pourrait être le reflet d'une mauvaise expression du potentiel génétique des animaux, d'un défaut de consommation de la matière sèche ou bien la conséquence d'une surestimation des valeurs nutritives des aliments. D'autre part, on note une certaine substitution fourrage/concentré des régimes apportés aux animaux, en revanche, l'ingestion des fourrages dépendait fortement des quantités distribuées mais aussi de leur teneur en MS. Toutefois, la part du concentré dans la ration est restée dans la limite des normes préconisées par la littérature, néanmoins, elle a contribué avec 57% dans l'augmentation de la valeur énergétique de la ration et de 63% dans l'apport azoté globale.

En matière de reproduction, la fertilité du troupeau a été jugée mauvaise à très mauvaise avec un taux de réussite à l'insémination première de 47,5% et un pourcentage de vaches à 3 inséminations et plus de 15%. Dans le même sens, la fécondité des vaches laitières a été médiocre, les délais de mise à la reproduction et les délais de fécondante ont été nettement supérieurs aux normes, avec des moyennes respectivement de 164 ± 112 jours et 255 ± 186 jours.

En ce qui concerne la production laitière, les performances enregistrées étaient presque comparables à celles obtenues aux années précédentes dans la même ferme, cependant, elles restent très faibles par rapport aux résultats étrangers. D'un autre côté, les données du contrôle laitier indiquent de nettes variations dans l'évolution du niveau des matières utiles du lait, les faibles taux ont été enregistrés surtout au printemps avec un minimum de 3% pour le taux butyreux et 2,55 pour le taux protéique. Parallèlement, la perte d'état corporel moyenne du troupeau dans les 60 jours post-partum a été estimée en moyenne à 0,75 points. Le degré de mobilisation des réserves a été d'autant plus important et d'autant plus accentué chez les vaches grasses au vêlage.



Un même niveau alimentaire peut avoir des effets importants à certaines étapes du cycle reproductif d'une vache, sans réel impact à d'autres.

Dans notre essai, les résultats obtenus révèlent une certaine influence des apports alimentaires à différents stades du postpartum sur les performances des vaches laitières. Cet impact a été surtout décalé dans le temps comme l'a montré l'étude des matrices de corrélations.

La part du concentré dans la ration notamment dans les premiers jours du post-partum a joué un rôle majeur dans la variation des paramètres zootechniques. L'apport UFL permis par le concentré a eu des impacts négatifs sur la note d'état corporel et le taux butyreux du lait au 2^e mois de lactation, en revanche, il a raccourci le délai de la première insémination. Dans le même sens, les PDI apportées par le concentré ont permis d'augmenter la production laitière au pic de lactation et d'améliorer le taux de réussite à l'insémination première, cependant, elles ont eu un effet négatif sur la production laitière des 90 jours et le rapport TB/TP du 2^e contrôle laitier.

Le niveau énergétique des rations distribuées dans les deux premiers mois de lactation a entraîné l'augmentation du taux protéique enregistré au 2^e mois après le part, d'un autre côté, l'apport azoté global a allongé l'intervalle V-IA1. D'autre part et contrairement aux résultats rapportés dans la littérature, la perte d'état corporel au post-partum correspondant éventuellement à un déficit énergétique, a eu un impact positif sur les résultats de fertilité.

Concernant les périodes de pic de lactation et du moment d'insémination, le niveau d'apport alimentaire n'a eu aucun effet significatif sur les différents critères étudiés.

La présente étude réalisée sur 41 vaches laitières a permis d'apporter un constat concernant la conduite alimentaire des vaches laitières durant le post-partum et son impact sur quelques paramètres zootechniques des vaches en production. Toutefois, certains résultats ont été contradictoires, d'autres non significatifs, ceci pourrait être lié soit au nombre réduit de l'échantillon étudié, à l'inégalité des effectifs ou bien à des facteurs externes en relation avec la conduite de l'élevage.

Une étude plus approfondie sur un échantillon plus important, en prenant en considération la période de tarissement et l'influence des autres facteurs (le mode de présentation des aliments, la composition du concentré, la race et l'état sanitaire des animaux, la saison de vêlage, l'environnement...) serait intéressante pour confirmer les résultats observés, et de comprendre de façon plus claire l'effet de la stratégie alimentaire sur les performances de production et de reproduction des vaches laitières.



REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

A

- 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 : pp 475-479.
- ABDELGUERFI A et LAOUAR M., 2001.** Situation et possibilités de développement des productions fourragères et pastorales en Algérie. Acte de l'atelier national sur la stratégie de développement des cultures fourragères en Algérie, pp 36-48.
- AGABRIEL G ; COULON J.B ; CHENEAU N et MARTY G., 1990.** Facteurs de variation du taux protéique du lait de vache. Etude dans des exploitations du Puy-de-Dôme. INRA Prod. Anim, 3 (2) : pp 137-150.
- AGGOUNE T et ZEBBICHE S., 2011.** Contribution à l'établissement d'une table de valeur alimentaire des fourrages algériens : Etude de quelques foins. Mém. Ing. ENSA (Alger), 49 p.
- 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.
- ARABA A., 2006.** L'alimentation de la vache laitière : pour une meilleure qualité du lait, comment augmenter les taux butyreux. Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA, N° 142, Institut Agronomique et Vétérinaire, Hassan II, Rabat.
- ARABA., 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.
- ARMSTRONG D.G ; MCEVOY T.G ; BAXTER G ; ROBINSON J.J ; HOGG C.O ; WOAD K.J ; WEBB R et SINCLAIR K.D., 2001.** Effect of dietary energy and protein on bovine follicular dynamics and embryo production in vitro: associations with the ovarian insulin-like growth factor system. Biology of Reproduction. 64: pp 1624-1632.
- AUBADIE-LADRIX M., 2005.** Non-délivrance et métrites chez la vache laitière. Point Vét, 259: pp 42-45.

B

- BARBAT A ; DRUET T ; BONAITI B ; GUILLAUME F ; COLLEAU J.J et BOICHARD D., 2005.** Bilan phénotypique de la fertilité à l'insémination artificielle dans les trois principales races laitières françaises. Renc. Rech. Rum, 12 : pp 137-140.
- 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 Zootechnia, pp 43-59.
- BARTON B.A, ROSARIO H.A, ANDERSON G.W, GRINDLE B.P et CARROLL D.J., 1996.** Effects of dietary crude protein, breed, parity and health status on the fertility of dairy cows. J Dairy Sci, 79: pp 2225-2236.
- BEAM S.W et BUTLER W.R., 1998.** Energy balance, metabolic hormones, and early postpartum follicular development in dairy cows fed prilled lipid. J Dairy Sci, 81: pp 221-131.
- BEDRANI S et BOUAITA A, 1998 ;** Consommation et production du lait en Algérie : éléments de bilan et perspectives. Les cahiers de CREAD, 44 : pp 45-70.
- 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.



REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BEN SALEM M ; BOURAOUI R ; HAMMAMI M ; HANINI M., 2010.** Etude des tendances de la longévité et des paramètres de reproduction chez la vache Holstein en Tunisie. Renc.Rech.Rum, 17 : p 163.
- BENACHENHOU S., 2004.** Enquête sur le mode d'élevage dans la région de Mitidja. Thèse Doctorat Vétérinaire. Université Saad Dahlab, Blida.
- BENAICH S ; GUEROUALI A ; BELAHSEN R ; MOKHTAR N et AGUENAOU H., 1999.** Effet du degré de mobilisation des réserves corporelles après le vêlage sur la fonction reproductive de la vache laitière en post-partum. Revue de Méd. Vét, 150 (5): pp 441-446.
- BISHONGA C ; ROBINSON J.J ; Mc EVOY T.G ; AITEN R.P ; ROBERTSON I., 1996.** Excess urea dietary intake in ewes and its effect on ovulation rate and embryo development. Jpn J. Vet. Res. 44 : pp 139-151.
- BLANCHARD T ; FERGUSON J.D ; LOVE L ; TAKEDA T ; HENDERSON B ; HASLER J et CHALUPA W., 1990.** Effect of dietary crude protein type on fertilization and embryo quality in dairy cattle. American Journal of Veterinary Research. 51: pp 905-908.
- BOICHARD D ; BARBAT A et BRIEND M., 2002.** Bilan phénotypique de la fertilité chez les bovins laitiers – AERA ; Reproduction, génétique et fertilité, Paris, 6 Décembre 2002, pp 5-9.
- BOICHARD D ; BARBAT A ; BRIEND M., 1998.** Evaluation génétique des caractères de fertilité femelle chez les bovins laitiers. Renc. Rech. Rum, 5 : pp 103-106.
- BOICHARD D., 2000.** Production et fertilité chez la vache laitière. Travail, Commission Bovine 24 et 25 octobre 2000.
- BOISCLAIR Y ; GRIEVE D.G ; ALLEN O.B ; CURTIS R.A., 1987.** Effect of pre-partum energy, body condition, and sodium bicarbonate on health and blood metabolites of Holstein cows in early lactation. J. Dairy Sci. 70: pp 2280-2290.
- 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., 2011.** Etude de l'influence de la production laitière sur les performances de reproduction des vaches laitières. Mém. Mag. ENSV (Alger), 117 p.
- BOURAOUI R ; REKIK B et BEN GARA A., 2009.** Performances de reproduction et de production laitière des vaches Brunes des Alpes et Montbéliardes en région subhumide de la Tunisie. Livestock Research for Rural Development, 21 (12).
- BOUSBIA A., 2007.** Impact technico-économique du rapport concentré/fourrage sur la production laitière bovine : cas des exploitations de Constantine. Mem. Ing. Agro ; ENSA (Alger), 123 p.
- BOUYAKOUB A., 2009.** Une analyse scientifique aux multiples prolongements, le paradoxe de la consommation inégalitaire en Algérie. *El Watan* du 17 septembre 2009.
- BOUZEBDA F ; GUELLATI M.A et GRAIN F., 2006.** Evaluation des paramètres de la gestion de la reproduction dans un élevage du Nord Est algérien. Sciences et Technologie C– N°24, 13-16.
- BOUZIDA S., 2008.** Impact du changement et de la diversification fourragère sur les performances du bovin laitier : Cas des exploitations de la wilaya de Tizi-ouzou. Mém. Mag. Agro, INA El-Harrach (Alger), 107 p.
- 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.
- BRITT J.H., 1992.** Impacts of early postpartum metabolism on follicular development and fertility. Bov Pract, 24 : pp 39-43.
- BROSTER W.H et BROSTER V.J., 1998.** Body score of dairy cows. J. Dairy Res. 65: pp 155-173.
- BRUNET F., 2002.** Rationnement et maladies métaboliques de la vache laitière. Etude bibliographique des principaux troubles métaboliques de la vache laitière et leurs implications sur le



REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

rationnement. Compte rendu d'analyse de 29 rations collectées en France entre 1989 et 2000. Thèse docteur vétérinaire. ENV Lyon, 126 p.

BUTLER W.R ; SMITH R.D., 1989. Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle. *J Dairy Sci*, 72: pp 767-783.

BUTLER W.R., 1998. Review: Effect of protein nutrition on ovarian and uterine physiology in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 81: pp 2533-2539.

BUTLER W.R., 2000. Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. *Anim Reprod Sci*, 60-61 : pp 449-457.

BUTLER W.R., 2001. Nutritional effects on resumption of ovarian cyclicity and conception rate in post-partum dairy cows. In: Diskin, M.G. (Ed.), *Fertility in the High-Producing Dairy Cow*. Occasional Publication N° 26. British Society of Animal Science, Edinburgh : pp 133-145.

BUTLER W.R., 2005. Relationships of negative energy balance with fertility. *Adv Dairy Tech*, 17: pp 35-46.

C

CALDWELL V., 2003. La reproduction sans censure : la vision d'un vétérinaire de champ, symposium sur les bovins laitiers CRAAQ Québec.

CANFIELD R.W ; SNIFFEN C.J ; BUTLER W.R., 1990. Effects of excess degradable protein on postpartum reproduction and energy balance in dairy cattle. *J Dairy Sci*, 1990, 73: pp 2342-2349.

CARTEAU M. 1984. L'alimentation retentit sur la fertilité. *L'élevage bovin*. 137 : pp 25-29.

CAUTY I et PERREA JM., 2003. La conduite du troupeau laitier. Ed France agricole, 288 p.

CHARBONNIER J.L., 1983. La non délivrance chez la vache laitière. *B.T.I.A.* 27, pp 25-28.

CHEMLAL W., 2011. Contribution à l'étude de l'élevage bovin laitier dans la wilaya de Bouira: Diagnostic et possibilités d'amélioration. *Mém. Ing. ENSA (Alger)*, 88 p.

CHENAIS F ; BRUNSCHWIG P.H et MEFFE N., 1994. Maitrise des taux butyreux et protéique du lait. Effets des pratiques alimentaires et incidences économiques pour l'éleveur. *Renc.Rech.Rum*, 1 : pp 91-96.

CHERFAOUI M.L ; MEKERSI S et AMROUN M., 2003. Le programme national de réhabilitation de la production laitière : objectifs visés, contenu, dispositif mise en œuvre et impact obtenus. Document ITELV. 12p.

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).

COLLAS L., 2008. La ration sèche chez la vache laitière. Etude de son impact sur la production laitière et la reproduction. Thèse docteur vétérinaire. ENV Lyon, 146 p.

COTTO G., 1991. L'utilisation de céréales par les vaches laitières. Document ITEB, collection lignes.

COULON J.B et REMOND B., 1991. Réponses de la production et de la composition du lait de vache aux variations d'apports nutritifs. *INRA Prod. Anim.* 4 : pp 49-56.

COULON J.B., 1991. Facteurs de variation du taux protéique du lait de vache en exploitation. Réflexions à partir de résultats d'enquêtes. *INRA Prod. Anim*, 4 (4) : pp 303-309.

COURTET LEYMARIOS F., 2010. Qualité nutritionnelle du lait de vache et de ses acides gras. Voies d'amélioration par l'alimentation. Thèse doctorat, ENV Alfort, 122 p.

CRAPLET C., 1960. La vache laitière. Tome V. Vigot frères, Editeurs-Paris, 459 p.



REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

CUTULLIC E ; DELABY L ; GALLARD Y et DISENHAUS C., 2010. L'effet de la stratégie alimentaire sur la reproduction des vaches laitières varie selon la race et les différentes phases du cycle de reproduction. Renc.Rech.Rum, 17 : pp 149-152.

CUTULLIC E., DELABY L., CAUSEUR D et DISENHAUS C., 2006. Facteurs de variation de la détection des chaleurs chez la vache laitière conduite en vèlages groupés, Renc,Rech,Rum, 13 : pp 269-272.

D

DEBECHE E., 2010. Analyse des facteurs affectant la variabilité des performances de la vache laitière en milieu semi aride. Thèse Magistère ; ENSA (Alger), 113p.

DELABY L ; DELAGARDE R et PEYRAUD J.L., 2009. Quelle quantité de compléments distribuer aux vaches laitières lors de temps d'accès limité au pâturage ? Renc.Rech.Rum, 16 : p 50.

DELABY L et POMIES D., 2004. Intérêt d'un apport de concentré ou de foin chez les vaches laitières au pâturage en zone de demi-montagne. Renc.Rech.Rum, 11 : p 300.

DELAGARDE R ; PEYRAUD J.L et DELABY L., 1995. Influence d'un apport de concentré énergétique ou azoté sur l'ingestion des vaches laitières pâturant des prairies peu fertilisées. Renc.Rech.Rum, 2 : pp 89-92.

DELETANG F., 1983. Fécondité : les Objectifs à atteindre. Rev.Elev.Bov, N° 130, pp 41-43.

DEMARQUILLY C., 1987. Valeur nutritive de l'orge germée. Bull. Techn. CNRZ, Theix, INRA, 68: pp 19-23.

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 : pp 125-136.

DISENHAUS C ; KERBRAT S et PHILIPOT J.M., 2003. Journée bovine nantaise, Nantes, 9 octobre 2003.pp 94 : 101.

DISENHAUS C., KERBRAT S et PHILIPOT J.M., 2002. La production laitière des 3 premières semaines est négativement associée avec la normalité de la cyclicité chez la vache laitière. Renc.Rech.Rum, 9: pp 147-150.

DUBOIS P ; FRERET S ; CHARBONNIER G ; HUMBLLOT P ; PONSART C., 2006. Influence des paramètres laitiers sur la régularité de cyclicité post-partum et les performances de reproduction en race Prim'Holstein. Renc.Rech.Rum, 13 : p 295.

E

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: p. 68-78.

ELROD C.C et BUTLER W.R., 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., 1994. Relations alimentation-reproduction chez la vache laitière. Point Vét, 158: p. 77-83.

ENJALBERT F., 1995. Rationnement en peripartum et maladies métaboliques. Point Vét, 27 (N° spécial maladies métaboliques): p. 39-45.

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

ENJALBERT F., 2002. Relations entre alimentations et fertilité : actualités. Point Vét, 227: pp 46-50.

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



REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ENNUYER M., 1994. Utilisation des courbes de lactation comme un élément de diagnostic en élevage laitier. Bull.Tech.Vét. 5B, 488 : pp 9-105.

ENNUYER M., 2002. Le kit de fécondité : pourquoi, quand, comment ? Journée nationales des GTV, Conduite à tenir : de l'animal au troupeau, du troupeau à l'animal. Tours, France. 29-31 Mai, pp 191-201.

ESPINASSE R ; DISENHAUS C et PHILIPOT J.M., 1998. Délai de mise à la reproduction, niveau de production et fertilité chez la vache laitière. Renc. Rech. Rum, 5 : pp 79-82.

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) : pp 127-135.

FERGUSON J.D et CHALUPA W., 1989. Impact of protein nutrition on reproduction in dairy cows. J. Dairy Sci. 72: pp 746-766.

FERGUSON J.D., 1996. Diet, production and reproduction in dairy cows. Anim. Feed Sci. Technol. 59: pp 173-184.

FERRATON J.M.G., 2010. Excès chronique d'azote chez les bovins. Biochimie sanguine et ruminale. Etude expérimentale. Thèse docteur vétérinaire. ENV Toulouse, 127 p.

FETTEH T et ZAOUALI M., 2009. L'effet de la nature de la ration sur la teneur en matières grasses du lait de vache. Thèse docteur vétérinaire. ENSV Alger, 41 p.

FILTEAU V ; BOUCHARD E; BIGRAS POULIN M et DU TREMBLAY D., 1999. The repeat breeder syndrome and its associated risk factors in Québec dairy cows. 32 nd Annual Convention, pp 242-243. Nashville, Tennessee, American Association of Bovine Practitioners.

FOLMAN Y ; ROSENBERG M ; ASCARELLI I; KAIM M et HERZ Z., 1983. The effects of dietary and climatic factors on fertility, and on plasma progesterone and oestradiol-17-beta levels in dairy cows. J. Steroid Biochem. 19: pp 863-868.

FRERET S ; GATIEN J ; SALVETTI P ; HUMBLLOT P ; PACCARD P ; PONSART C., 2010. Pratiques d'alimentation entre le vêlage et l'insémination, gestion du tarissement et production laitière en élevages Prim'Holstein : effets sur la fertilité. Renc.Rech.Rum, 17 : p 167.

FRERET S ; PONSART C ; RAI D.B ; JEANGUYOT N ; PACCARD P et HUMBLLOT P., 2006. Facteurs de variation de la fertilité en première insémination et des taux de mortalités embryonnaires en élevages laitiers Prim'Holstein. Renc.Rech.Rum, 13 : pp 281-284.

FRERET S ; CHARBONNIER G ; CONGNARD V ; JEANGUYOT N ; DUBOIS P et LEVERT J., 2005. Expression et détection des chaleurs, reprise de la cyclicité et perte d'état corporel après vêlage en élevage laitier. Renc. Rech. Rum, 2005, 12: pp 149-152.

FROMENT P., 2007. Note d'état corporel et reproduction chez la vache laitière. Thèse docteur vétérinaire. ENVAIfort, 112 p.

G

GARCIA-BOJALIL C.M ; STAPLES C.R ; RISCO C.A ; SAVIO J.D et THATCHER W.W., 1998. Protein degradability and calcium salts of long-chain fatty acids in the diets of lactating dairy cows: reproductive responses. J. Dairy Sci. 81 : pp 1385-1395.

GEARHART M.A ; CURTIS R ; ERB H.N ; SMITH R.D ; SNIFFEN C.J et CHASE L.E., 1990. Relationship of changes in condition score to cow health in Holsteins. J Dairy Sci, 73: pp 3132-3140.

GHOZLANE F ; YAKHLEF H et YAICI S., 2003. Performances de reproduction et de production laitière des bovins laitiers en Algérie. Annales INA El-Harrach Vol 24 N°1 et 2 : 55-68



REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

GHOZLANE F ; YAKHLEF H et ZIKI B., 2006. Performances zootechniques et caractérisation des élevages bovins laitiers dans la région d'Annaba (Algérie). Renc. Rech. Rum, 13 : 386 p.

GHOZLANE M.K ; ATIA A ; MILES D et KHELLEF D., 2010. Insémination artificielle en Algérie: Etude de quelques facteurs d'influence chez la vache laitière. Livestock Research for Rural Development, 22 (2).

GRIMARD B ; HUMBLLOT P ; PONTER A ; MIALOT J ; SAUVANT D et THIBIER M., 1995. Influence of post-partum energy restriction on energy status, plasma LH and oestradiol secretion and follicular development in suckled beef cows. Reprod. Fertil. 104: pp 173-179.

GRIMARD B ; RICHARD C ; MARQUANT-LEGUIENNE B ; HUMBLLOT P et PONTER A.A., 2005. Relations entre bilan énergétique, production d'ovocytes et d'embryons in vitro en début de lactation et fertilité chez la vache laitière. Renc.Rech.Rum, 12 : p 174.

GUELOU K., 2010. La mortalité embryonnaire chez la vache et l'influence de l'alimentation. Thèse docteur vétérinaire. ENV Alfort, 133 p.

H

HABBAS C., 2009. Contribution à l'analyse de la conduite de l'élevage bovin laitier de la ferme de démonstration de l'institut technique des élevages (ITELV), Baba-Ali (wilaya d'Alger). Mém.Ing. ENSA (Alger), 116 p.

HADDADA B ; SGHIRI A ; LFERD H ; HACHAD A ; GRIMARD B ; PONTER A. A et CONSTANT F., 2009. Facteurs de variation de la cyclicité et de la fertilité chez des vaches laitières au Maroc. Renc.Rech.Rum, 16 : p 320.

HANZEN C ; HOUTAIN J.Y ; LAURENT Y et ECTORS F., 1996. Influence des facteurs individuels et de troupeau sur les performances de reproduction bovine. Ann.Méd.Vét, 140, pp 195-210.

HURLEY W.L et DOANE R.M., 1989. Recent developments in the roles of vitamins and minerals in reproduction. Journal of Dairy Science. 72: pp 784-804.

I

ISHLER V ; MICHAEL O et ZHIGUO W., 2002. Is phosphorus still a concern for reproductive performance? Hoard's Dairyman, 25 septembre 2002.

J

JARRIGE et al., 2007. Alimentation des bovins ovins et caprins. INRA, Paris.

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

JOUVE A.M., 1999. Evolution des secteurs de productions et modernisation du secteur agricole au Maghreb. Cahiers Options Méditerranéennes, pp 223-233.

K

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

KESSAOUAR et KHEFFACHE., 1999. Etude de quelques paramètres de reproduction et de lactation chez quelques troupeaux bovins laitiers des wilayates de Boumerdes et Tizi ousou. Mem. Ing. Agro. INA El Harrach (Alger), 80 p.

KHALDOUN A ; BELLAH F et DJENNADI F., 2001. Développement des fourrages en Algérie dans le cadre du plan national du développement agricole (PNDA). Actes de l'atelier national sur la stratégie de développement des cultures fourragères en Algérie. ITGC, El Harrach (Alger), pp 12-17.



REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

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.

L

LAOUADI M et BELABBAS R, 2007. Suivi d'un élevage bovin laitier : Cas de la ferme de Baba-Ali. Thèse docteur vétérinaire. ENSV Alger, 66 p.

LOEFFLER S.H ; DEVRIES M.J et SCHUKKEN Y.H., 1999. The effects of time of disease occurrence, milk yield, and body condition on fertility of dairy cows. J. Dairy Sci., 1999, 82: pp 2589-2604.

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.

LOPEZ H ; SATTER L.D et WILTBANK M.C., 2004. Relationship between level of milk production and estrous behavior of lactating dairy cows. Anim. Reprod. Sci. 81, pp 209- 223.

LOPEZ-GATIUS F ; GARCIA-ISPIERTO I ; SANTOLARIA P ; YANIZ J ; NOGAREDA C et LOPEZ-BEJAR M., 2006. Screening for high-fertility in high-producing dairy cows – Theriogenology, 2006; 65(8) : pp 1678-1689.

LUCY M.C., 2001. Reproductive loss in high-producing dairy cattle: where will it end? – J Dairy Sci, 2001; 84(6) : 1277-1293.

M

MAATOUGUI M.E.H., 2001. Alternatives fourragères en zone semi aride. Actes de l'atelier national sur la stratégie de développement des cultures fourragères en Algérie. ITGC, El Harrach (Alger), pp 49-50.

MADANI T ; FAR Z., 2002. Performances de races bovines laitières améliorées en région semi-aride algérienne. 9^{ème} Renc.Rech.Rum, Paris.

MADANI T et YAKHLEF H., 2000. Stratégie pour une conservation et utilisation durable des ressources génétiques des ruminants d'élevage en Algérie. Communication au 4^{èmes} journées sur les productions animales. 9 p.

MARIE M ; PARRASSIN P.R ; TROMMENSCHLAGER J.M ; 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.

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

MICHEL A ; PONSART C ; FRERET S et HUMBLOT P., 2003. Influence de la conduite de la reproduction sur les résultats à l'insémination en période de pâturage. Renc,Rech,Rum, 10 : pp 131-134.

MONGET P ; FROMENT P ; MOREAU C ; GRIMARD B et DUPONT J., 2004. Les interactions métabolisme-reproduction chez les bovins, Influence de la balance énergétique sur la fonction ovarienne, 23^e congrès mondial de buiatrie. Québec, Canada.

MOUFFOUK C, 2007. Diversité des systèmes d'élevage bovin laitier et performances animales en région semi aride de Sétif. Thèse Magistère ; ENSA (Alger), 184 p.



REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

N

NADEAU JD., 1968. L'importance des facteurs nutritionnels en pathologie de la reproduction bovine. La revue vétérinaire canadienne. Avril-1968, vol 9-N° 4 : pp 77-84.

NAÏLI M, 2009. Evolution et adaptation nécessaire du secteur agricole en Algérie. Les notes d'analyse du CIHEAM. 52 : 6 p.

NOLAN R ; O'CALLAGHAN D ; DUBY R.T ; LONERGAN P et BOLAND M.P., 1998. The influence of short term nutrient changes on follicle growth and embryo production following superovulation in beef heifers. Theriogenology. 50: pp 1263-1274.

NOUAD M.A., 2001. Alternatives fourragères en zone semi aride. Actes de l'atelier national sur la stratégie de développement des cultures fourragères en Algérie. ITGC, El Harrach (Alger), pp 8-11.

O

OCON O.M et HANSEN P.J., 2003. Disruption of bovine oocysts and preimplantation embryos by urea and acidic pH. J. Dairy Sci. 86 : pp 1194-1200.

P

PACCARD P ; CHENAIS F et BRUNSCHWIG P., 2006. Maitrise de la matière grasse du lait par l'alimentation des vaches laitières. Etude bibliographique et simulations technico-économiques. Compte rendu 030631012, 33 p.

PARAGON B.M., 1991. Qualité alimentaire et fécondité chez la génisse et la vache adulte : importance des nutriments non énergétiques. Bull. G.T.V. 91: pp 39-52.

PEDRON O, CHELI F, SENATORE E, BAROLI D et RIZZI R., 1992. Effects of body condition score at calving on performance, some blood parameters, and milk fatty acid composition in dairy cows. J. Dairy Sci.76: pp 2528-2535.

PETERSSON K.J ; STRANDBERG E ; GUSTAFSSON H et BERGLUND B., 2003. J. Dairy Sci, 86: pp 3718-3725.

PINTO A, BOUCA P et CHEVALLIER A. 2000. Sources de variation de la fertilité et des fréquences de la mortalité embryonnaire chez la vache laitière. Renc.Rech.Rum, 7 : pp 213-216.

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.

PONSART C ; FRERET S ; CHARBONNIER G ; GIROUD O ; DUBOIS P et HUMBLLOT P., 2006. Description des signes de chaleurs et modalités de détection entre le vêlage et la première insémination chez la vache laitière. Renc,Rech,Rum, 13 : pp 273-276.

PONSART C., DUBOIS P., CHARBONNIER G., LEGER T., FRERET S et HUMBLLOT P., 2007. Evolution de l'état corporel entre 0 et 120 jours de lactation et reproduction des vaches laitières hautes productrices. Journées nationales des GTV. Nantes. 23,24 et 25 mai 2007, pp 347-356.

PONTER A., 2003. Pourquoi parler d'alimentation? Bulletin Technique de l'Insémination Animale, 2003, 43 (110).

PONTER A.A ; GUELOU K et DUVAUX-PONTER C., 2005. Influence de l'alimentation sur la mortalité embryonnaire. Le Point Vet., numéro spécial « Reproduction des ruminants : maîtrise des cycles et pathologie » : pp 100-105.

PRYCE J.E et HARRIS B.L., 2006. Genetics of body condition score in New Zealand dairy cows. J Dairy Sci, 89: pp 4424-4432.



REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

R

RANDEL R.D., 1990. Nutrition and postpartum breeding in cattle. *J Anim Sci*, 68: pp 853-862.

REIST M ; ERDIN D.K ; VON EUW D ; TSCHUMPERLIN K.M ; LEUENBERGER H et HAMMON H.M., 2003. Postpartum reproductive function : association with energy, metabolic and endocrine status in high yielding dairy cows. *Theriogenology*, 59: pp 1707-1723.

RODENBURG J., 1992. Body condition scoring of dairy cattle. Site internet de l'Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs.

RUEGG P.L., 1991. Body condition scoring in dairy cows: Relationships with production, reproduction, nutrition and health. *The Compendium North America Edition*, 13 (8): pp 1309-1313.

S

SAUVANT D ; DULPHY J.P et MICHALET-DOREAU M., 1990. Le concept d'indice de fibrosité des aliments des ruminants. *INRA Prod. Anim.*, 3(5) : 309-318.

SAUVANT D., 2005. Principes généraux de l'alimentation animale. Polycopié, INA PARIS-GRIGNON, 147 p.

SAUVANT., 2000. Granulométrie des rations et nutrition des ruminants. *INRA, Prod. Anim*, 13 (2): pp 99-108.

SCOTT T.A ; SHAVER R.D ; ZEPEDA L ; YANDELL B et SMITH T.R., 1995. Effects of rumen-inert fat on lactation, reproduction, and health of high producing Holstein herds. *Journal of Dairy Science*. 78: pp 2435-2451.

SEEGERS H ; BEAUDEAU F ; BLOSSE A ; PONSART C et HUMBLLOT P., 2005. Performances de reproduction aux inséminations de rang 1 et 2 dans les troupeaux Prim'Holstein. *Renc.Rech.Rum*, 8 : pp 141-144.

SEEGERS H ; COULON R ; BEAUDEAU F ; FOUCHET M et QUILLET J.M., 2001. Etude descriptive et identification de facteurs de variation de différentes catégories de retours après insémination artificielle en troupeaux laitiers. *Renc.Rech.Rum*, 8 : pp 357-360.

SENOUSSI A., 2008. Caractérisation de l'élevage bovin laitier dans le Sahara : Situation et perspectives de développement. Cas de la région de Guerrara. Colloque internationale « Développement durable des productions animales : enjeux, évaluation et perspectives », Alger, 20-21 Avril 2008.

SEYMOUR W., 2001. Review: Update on vitamin nutrition and fortification in dairy cattle. *The Professional Animal Scientist*, 17: pp 227-237.

SOLTNER D., 2000. Tables de calcul des rations. 25^{ème} édition. Collection sciences et techniques agricoles.

T

TAYLOR V.J ; CHENG Z ; PUSHPAKUMARA P.G ; BEEVER D.E et WATHES D.C., 2004. Relationships between the plasma concentrations of insulin-like growth factor-I in dairy cows and their fertility and milk yield - *Vet Rec*, 2004 ; 155 (19) : pp 583-588.

TILLARD E ; HUMBLLOT 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 : pp 363-366.

TILLARD E ; HUMBLLOT P et FAYE B., 2003. Impact des déséquilibres énergétiques postpartum sur la fécondité des vaches laitières à la Réunion. *Renc.Rech.Rum*, 2003 ; 10 : pp 127-130.



REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

TROU G ; PIQUEMAL B ; BROCARD V ; DISENHAUS C ; HERISSET R ; JOUANNE D ; LEGUENIC M et PORTIER B., 2010. Caractérisation de 90 000 lactations « longues » de vaches de race Prim Holstein. Renc.Rech.Rum, 17 : p 166.

V

VAGNEUR M., 1994. Relation nutrition-fertilité chez la vache laitière. Bull. G.T.V. 94 : pp 133-140.

W

WATSON E.D et HARWOOD D.J., 1984. The influence of fatty liver on postpartum reproduction in dairy cows. Proc. 10th Intern. Congr. Anim. Reprod., Urbana (Illinois), pp 409-411.

WEAVER L.D., 1987. Effects of nutrition on reproduction in dairy cows. Vet Clin Of North Amer: Food Anim Pract, 3: pp 513-521.

WOLLTER., 1997. Alimentation de la vache laitière. France Agricole, 224 p.

WEB GRAPHIE

HANZEN C et CASTAIGNE J.L., 2004. Obstétrique et pathologie de la reproduction des ruminants, équidés et porcs. <http://www.fmv.ulg.ac.be/oga/index.html>.

HARRISON R.O ; FORD S.P ; YOUNG J.W ; CONLEY A.J et FREEMAN A.E., 1990. Increased milk production versus reproductive and energy status of high-producing dairy cows - J Dairy Sci, 73: pp 2749-2758. <http://www.omafra.gov.on.ca/english/livestock/dairy/facts/00-109.htm>

WHEELER B., 1996. Guide d'alimentation des vaches laitières. Fiche technique. Ontario Milk Producer. <http://www.omafra.gov.on.ca/french/livestock/dairy.htm>



ANNEXES

Annexe.1 Rationnement des vaches laitières en début de lactation

Pour des teneurs différentes en matières grasses et matières protéiques, la production en lait standard a été convertie comme suit :

- 1g de plus de TB ou de TP = 1,5% de lait en plus.
- 1g de moins de TB ou de TP = 1,5% de lait en moins (SOLTNER, 2000).

RATION 1	Composition des aliments (kg MS)						Quantités ingérées (kg/VL/j)	Apports nutritifs (/VL/j)					
	MS (kg)	UFL	PDIN (g)	PDIE (g)	Ca (g)	P (g)		MS (kg)	UFL	PDIN (g)	PDIE (g)	Ca (g)	P (g)
Ensilage d'orge	0,21	0,63	33,00	40,90	1,00	4,00	31,80	6,66	4,20	219,85	272,48	6,66	26,65
Foin d'orge	0,91	0,67	35,80	61,10	1,80	0,00	3,00	2,73	1,83	97,86	167,02	4,92	0,00
Tourteaux de soja	0,89	1,06	309,80	228,10	2,30	3,20	1,00	0,89	0,94	275,20	202,62	2,04	2,84
Concentré VLB 17	0,90	1,00	116,00	116,00	1,40	8,80	8,00	7,19	7,19	833,90	833,90	10,06	63,26
Apports nutritifs totaux							43,80	17,47	14,16	1426,81	1476,02	23,69	92,75
Déduction des besoins journaliers d'entretien									-5,00	-400,00	-400,00	-36,00	-27,00
Disponibilité pour la production laitière									9,16	1026,81	1076,02	-12,31	65,75
Besoins pour 1Kg de lait à 4% de MG									0,43	50,00	50,00	3,50	1,80
Production de lait permise par la ration									21,30	20,54	21,52	-3,52	36,53

RATION 2	Composition des aliments (kg MS)						Quantités ingérées (kg/VL/j)	Apports nutritifs (/VL/j)					
	MS (kg)	UFL	PDIN (g)	PDIE (g)	Ca (g)	P (g)		MS (kg)	UFL	PDIN (g)	PDIE (g)	Ca (g)	P (g)
Ensilage d'orge	0,21	0,63	33,00	40,90	1,00	4,00	35,50	7,44	4,69	245,43	304,18	7,44	29,75
Foin d'orge	0,91	0,67	35,80	61,10	1,80	0,00	1,60	1,46	0,98	52,19	89,08	2,62	0,00
Bersim végétatif	0,09	0,83	129,70	95,40	0,00	12,00	48,40	4,50	3,74	583,81	429,41	0,00	54,01
Concentré VLB 17	0,90	1,00	116,00	116,00	1,40	8,80	8,00	7,19	7,19	833,90	833,90	10,06	63,26
Apports nutritifs totaux							93,50	20,59	16,59	1715,33	1656,58	20,13	147
Déduction des besoins journaliers d'entretien									-5,00	-400,00	-400,00	-36,0	-27
Disponibilité pour la production laitière									11,59	1315,33	1256,58	-15,8	120
Besoins pour 1Kg de lait à 4% de MG									0,43	50,00	50,00	3,50	1,80
Production de lait permise par la ration									26,95	26,31	25,13	-4,54	66,68

RATION 3	Composition des aliments (kg MS)						Quantités consommées (kg/VL/j)	Apports nutritifs (/VL/j)					
	MS (kg)	UFL	PDIN (g)	PDIE (g)	Ca (g)	P (g)		MS (kg)	UFL	PDIN (g)	PDIE (g)	Ca (g)	P (g)
Foin d'avoine	0,86	0,63	36,70	59,20	0,00	3,00	1,40	1,20	0,76	44,19	71,28	0,00	3,61
Bersim végétatif	0,09	0,83	129,70	95,40	0,00	12,00	26,20	2,44	2,02	316,03	232,45	0,00	29,24
Concentré VLB 17	0,90	1,00	116,00	116,00	1,40	8,80	8,00	7,19	7,19	833,90	833,90	10,06	63,26
Orge en grains concassés	0,88	1,00	67,60	96,50	0,80	1,90	2,00	1,76	1,76	118,98	169,84	1,41	3,34
Apports nutritifs totaux							37,60	12,59	11,73	1313,09	1307,47	11,47	99,46
Déduction des besoins journaliers d'entretien									-5,00	-400,00	-400,00	-36,00	-27,00
Disponibilité pour la production laitière									6,73	913,09	907,47	-24,53	72,46
Besoins pour 1Kg de lait à 4% de MG									0,43	50,00	50,00	3,50	1,80
Production de lait permise par la ration									15,65	18,26	18,15	-7,01	40,25



Rationnement des vaches laitières en début de lactation

RATION 4	Composition des aliments (kg MS)						Quantités ingérées (kg/VL/j)	Apports nutritifs (/VL/j)					
	MS (kg)	UFL	PDIN (g)	PDIE (g)	Ca (g)	P (g)		MS (kg)	UFL	PDIN (g)	PDIE (g)	Ca (g)	P (g)
Foin d'avoine	0,86	0,63	36,70	59,20	0,00	3,00	4,00	3,44	2,17	126,25	203,65	0,00	10,32
Bersim végétatif	0,09	0,83	129,70	95,40	0,00	12,00	32,60	3,03	2,52	393,22	289,23	0,00	36,38
Orge en grains concassés	0,88	1,00	67,60	96,50	0,80	1,90	2,00	1,76	1,76	118,98	169,84	1,41	3,34
Concentré VLB 17	0,90	1,00	116,00	116,00	1,40	8,80	8,00	7,19	7,19	833,90	833,90	10,06	63,26
Apports nutritifs totaux							46,60	15,42	13,63	1472,35	1496,62	11,47	113,31
Déduction des besoins journaliers d'entretien								-5,00	-400,00	-400,00	-36,00	-27,00	
Disponibilité pour la production laitière								8,63	1072,35	1096,62	-24,53	86,31	
Besoins pour 1Kg de lait à 4% de MG								0,43	50,00	50,00	3,50	1,80	
Production de lait permise par la ration								20,08	21,45	21,93	-7,01	47,95	

RATION 5	Composition des aliments (kg MS)						Quantités ingérées (kg/VL/j)	Apports nutritifs (/VL/j)					
	MS (kg)	UFL	PDIN (g)	PDIE (g)	Ca (g)	P (g)		MS (kg)	UFL	PDIN (g)	PDIE (g)	Ca (g)	P (g)
Foin d'avoine	0,86	0,63	36,70	59,20	0,00	3,00	2,30	1,98	1,25	72,59	117,10	0,00	5,93
Bersim végétatif	0,09	0,83	129,70	95,40	0,00	12,00	9,50	0,88	0,73	114,59	84,29	0,00	10,60
Orge en vert feuillu	0,08	0,74	57,30	73,90	6,00	0,00	15,80	1,26	0,94	72,43	93,41	7,58	0,00
Concentré VLB 17	0,90	1,00	116,00	116,00	1,40	8,80	10,00	8,99	8,99	1042,38	1042,38	12,58	79,08
Apports nutritifs totaux							37,60	13,11	11,90	1301,99	1337,17	20,16	95,61
Déduction des besoins journaliers d'entretien								-5,00	-400,00	-400,00	-36,00	-27,00	
Disponibilité pour la production laitière								6,90	901,99	937,17	-15,84	68,61	
Besoins pour 1Kg de lait à 4% de MG								0,43	50,00	50,00	3,50	1,80	
Production de lait permise par la ration								16,05	18,04	18,74	-4,52	38,12	

RATION 6	Composition des aliments (kg MS)						Quantités ingérées (kg/VL/j)	Apports nutritifs (/VL/j)					
	MS (kg)	UFL	PDIN (g)	PDIE (g)	Ca (g)	P (g)		MS (kg)	UFL	PDIN (g)	PDIE (g)	Ca (g)	P (g)
Foin d'orge	0,91	0,67	35,80	61,10	1,80	0,00	2,50	2,28	1,53	81,55	139,19	4,10	0,00
Orge en vert feuillu	0,08	0,74	57,30	73,90	6,00	0,00	33,40	2,67	1,98	153,11	197,46	16,03	0,00
Concentré VLB 17	0,90	1,00	116,00	116,00	1,40	8,80	10,00	8,99	8,99	1042,38	1042,38	12,58	79,08
Apports nutritifs totaux							45,90	13,94	12,49	1277,03	1379,02	32,71	79,08
Déduction des besoins journaliers d'entretien								-5,00	-400,00	-400,00	-36,00	-27,00	
Disponibilité pour la production laitière								7,49	877,03	979,02	-3,29	52,08	
Besoins pour 1Kg de lait à 4% de MG								0,43	50,00	50,00	3,50	1,80	
Production de lait permise par la ration								17,42	17,54	19,58	-0,94	28,93	



Rationnement des vaches laitières en début de lactation

RATION 7	Composition des aliments (kg MS)						Quantités ingérées (kg/VL/j)	Apports nutritifs (/VL/j)					
	MS (kg)	UFL	PDIN (g)	PDIE (g)	Ca (g)	P (g)		MS (kg)	UFL	PDIN (g)	PDIE (g)	Ca (g)	P (g)
Foin d'orge	0,91	0,67	35,80	61,10	1,80	0,00	4,50	4,10	2,75	146,79	250,53	7,38	0,00
Bersim végétatif	0,09	0,83	129,70	95,40	0,00	12,00	18,60	1,73	1,44	224,36	165,02	0,00	20,76
Orge en vert feuillu	0,08	0,74	57,30	73,90	6,00	0,00	32,50	2,60	1,92	148,98	192,14	15,60	0,00
Concentré VLB 17	0,90	1,00	116,00	116,00	1,40	8,80	8,00	7,19	7,19	833,90	833,90	10,06	63,26
Apports nutritifs totaux							63,60	15,62	13,30	1354,03	1441,60	33,05	84,02
Déduction des besoins journaliers d'entretien								-5,00	-400,00	-400,00	-36,00	-27,00	
Disponibilité pour la production laitière								8,30	954,03	1041,60	-2,95	57,02	
Besoins pour 1kg de lait à 4% de mg								0,43	50,00	50,00	3,50	1,80	
Production de lait permise par la ration								19,29	19,08	20,83	-0,84	31,68	

RATION 8	Composition des aliments (kg MS)						Quantités ingérées (kg/VL/j)	Apports nutritifs (/VL/j)					
	MS (kg)	UFL	PDIN (g)	PDIE (g)	Ca (g)	P (g)		MS (kg)	UFL	PDIN (g)	PDIE (g)	Ca (g)	P (g)
Bersim floraison	0,65	0,83	129,70	96,70	2,00	0,00	11,50	7,48	6,20	969,51	722,83	14,95	0,00
Orge en vert pâteux	0,38	0,75	87,20	84,30	6,00	0,00	21,40	8,13	6,10	709,11	685,53	48,79	0,00
Concentré VLB 17	0,90	1,00	116,00	116,00	1,40	8,80	8,00	7,19	7,19	833,90	833,90	10,06	63,26
Apports nutritifs totaux							40,90	22,80	19,49	2512,52	2242,26	73,81	63,26
Déduction des besoins journaliers d'entretien								-5,00	-400,00	-400,00	-36,00	-27,00	
Disponibilité pour la production laitière								14,49	2112,52	1842,26	37,81	36,26	
Besoins pour 1Kg de lait à 4% de MG								0,43	50,00	50,00	3,50	1,80	
Production de lait permise par la ration								33,70	42,25	36,85	10,80	20,15	

RATION 9	Composition des aliments (kg MS)						Quantités ingérées (kg/VL/j)	Apports nutritifs (/VL/j)					
	MS (kg)	UFL	PDIN (g)	PDIE (g)	Ca (g)	P (g)		MS (kg)	UFL	PDIN (g)	PDIE (g)	Ca (g)	P (g)
Foin d'avoine	0,86	0,63	36,70	59,20	0,00	3,00	4,50	3,87	2,44	142,03	229,10	0,00	11,61
Luzerne en vert	0,22	0,91	126,10	102,20	18,50	0,00	27,50	6,05	5,51	762,91	618,31	111,93	0,00
Concentré VLB 17	0,90	1,00	116,00	116,00	1,40	8,80	8,00	7,19	7,19	833,90	833,90	10,06	63,26
Apports nutritifs totaux							40,00	17,11	15,13	1738,83	1681,31	121,99	74,87
Déduction des besoins journaliers d'entretien								-5,00	-400,00	-400,00	-36,00	-27,00	
Disponibilité pour la production laitière								10,13	1338,83	1281,31	85,99	47,87	
Besoins pour 1Kg de lait à 4% de MG								0,43	50,00	50,00	3,50	1,80	
Production de lait permise par la ration								23,56	26,78	25,63	24,57	26,60	



Annexe 2. 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>g/Kg de MO</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Fourrages verts + Foins : EB= 4531+ 1,73 MAT + Δ <p>g/Kg de MS</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Concentrés <p>Simples : EB= 4134 + 1,473MAT + 5,239MG + 0,925CB - 4,44MM + Δ</p> <p>Composés : EB= 5,7MAT + 9,57MG + 4,24(MO-MAT-MG)</p> <p style="text-align: right;">Δ= -71 Fourrages verts. Graminées Δ= -11 Fourrages verts. Trèfle, Foins Δ= +82 Fourrages verts. Luzerne</p>
2	<p>dE : digestibilité de l'énergie</p> <p>Fourrages verts (graminée + légumineuses) : dE= 0,957 dMO – 0,068</p> <p>Ensilages : dE= 1,0263 dMO – 5,723</p> <p>Foins : dE= 0,985 dMO – 2,556</p> <p>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="text-align: right;">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

$$PDIN = PDIMN + PDIA$$

$$PDIE = PDIME + PDIA$$

$$PDIA = 1,11 \times MAT \times (1 - Dt) \times dr$$

$$PDIMN = 0,64 \times MAT \times (Dt - 0,1)$$

$$PDIME = 0,093 \times MO_f$$

$$MO_f = MOD - MG - MAT (1 - Dt)$$

$$MOD = MO \times dMO$$

$$\text{Fourrages verts et ensilages (Dt= 73\%, dr= 75\%)}$$

$$\text{Foins (Dt= 66\%, dr= 65\%)}$$

$$\text{Tourteau de soja (Dt= 62\%, dr= 90\%)}$$

$$\text{Orge (Dt= 74\%, dr= 85\%)}$$



3. Les valeurs alimentaires

Aliments	MS %	Constituants organiques g/Kg			Energie (Kcal/Kg)		Energie (UF/Kg)		Azote (g/Kg)		
		MAT	CB	MO <i>dMO %</i>	EB <i>dE %</i>	EM	UFL	PDIA	PDIN	PDIE	
Orge en vert feuillu	8,8	9,13	27,2	88,2 <i>68,17</i>	3945 <i>65,17</i>	2151	0,74	20,5	57,3	73,9	
Orge en vert pâteux	38,27	13,9	27,2	90,87 <i>68,17</i>	4035 <i>65,17</i>	2174	0,75	3,12	87,2	84,3	
Ensilage d'orge	21	5,26	34,81	88,4 <i>57,22</i>	4082 <i>53</i>	1881	0,63	11,8	33	40,9	
Bersim floraison	16,52	20,67	25,42	88,18 <i>70,9</i>	4006 <i>67,11</i>	2344	0,83	46,4	129,7	96,7	
Bersim végétatif	9,3	20,67	24,3	86,6 <i>71,4</i>	3945 <i>68,3</i>	2349	0,83	46,4	129,7	95,4	
Luzerne en vert	21,83	20,09	18,48	90,87 <i>78,11</i>	4220 <i>74,68</i>	2590	0,91	45,1	126,1	102,2	
Foin d'orge	91,1	5,95	35,2	92,1 <i>59</i>	4172 <i>55,6</i>	1980	0,67	14,5	35,8	61,1	
Foin d'avoine	86,6	6,1	37,8	90,8 <i>56</i>	4113 <i>52,7</i>	1877	0,63	14,9	36,7	59,2	
Orge en grain	88,3	10,34	7,5	97,4 <i>83</i>	-	-	1	25,3	67,6	96,5	
Tourteaux de soja	88,8	43,5	5,95	93,61 <i>93,7</i>	-	-	1,06	165,1	309,8	228,1	



Résumé :

Cette étude a été menée sous forme d'expérimentation non dirigée dans la station ruminant de l'ITELV de Baba-Ali sur une période de 7 mois, allant de Décembre 2010 à Juin 2011. Elle a porté sur la conduite alimentaire de 41 vaches laitières à différents stades du post-partum (période de vêlage, durant les deux premiers mois de lactation, au pic de lactation et au moment de l'insémination) et son impact sur les performances zootechniques des animaux. Le rationnement moyen des vaches en production était réalisé à partir des quantités de MS ingérées estimées durant notre essai et des valeurs nutritives des aliments calculées selon les résultats de l'analyse fourragère. Le traitement des données relatives à la production laitière, la reproduction, la note d'état corporel et la teneur du lait en matière utiles a été effectué par le logiciel EXCEL 2007 pour le calcul des moyennes et écart types, et STATISTICA V.6 pour l'étude des corrélations entre ces paramètres et le niveau d'apport alimentaire. Bien que le TRIA1 fût de 47,5%, le délai de fécondation (255 ± 186 jours) dépasse largement les normes rapportées dans la littérature. L'étude de corrélations a révélé que l'impact de l'alimentation sur les performances des vaches en production est différé dans le temps, il est surtout important lors des premières semaines du post-partum. Il s'avère aussi que la part du concentré dans la ration notamment en période de vêlage joue un rôle majeur dans la variation des critères étudiés. Ce travail bien qu'effectuer sur un faible échantillon permet néanmoins d'apporter un constat quant à l'influence de la conduite alimentaire au post-partum sur les performances globales des vaches laitières.

Mots clés : Alimentation, fertilité, fécondité, lait, état corporel.

Abstract :

This study was done in the ruminant's rearing station of ITELV (Algiers, Baba Ali). We observed during 7 months the effect of the feeding on the performance of 41 cows at different periods of post-partum : calving, during the first 2 months of lactation, peak of lactation, and during the insemination). Measures of dry matter ingested by the cows and nutritive value of food distributed were done during the experiment. Mean values and SEM of milk production, reproduction, score of body condition and nutritional value of milk were analysed with EXCEL 2007 software. Correlations between zootechnical parameters and levels of food ingested, were studied with STATISTICA vs 6 statistical program. Results show that the effect of food on cow's performance isn't observed immediately, but after a short period. It's particularly important during the first weeks of post partum. Concentrate of the diet ingested during the calving period plays an important effect on the studied parameters. Although this study is based only on a small number of cows, it nevertheless demonstrates the importance of feeding during the post partum and it's effect on the overall performance of dairy cows.

Key-words: feeding, fertility, fecundity, milk, body condition.

ملخص :

تمت هذه الدراسة وفق تجربة غير موجهة في محطة المجترات للمعهد التقني لتربية الحيوانات ببابا علي لمدة 07 أشهر ، خصت تسيير تغذية 41 بقرة حلوب في مختلف مراحل ما بعد الإدرار (فترة الإدرار ، في الشهرين الأولين من الألبان ، في ذروة الإنتاج و في وقت التلقيح) و أثرها على النتائج المتعلقة بالقدرات الحيوانية . معدل نظام التقسيط للأبقار في مرحلة الإنتاج، أنجز حسب كميات المادة الجافة المبتلعة و المقدرة خلال تجربتنا، و كذلك القيم الغذائية المحسوبة من نتائج تحاليل الأعلاف. معالجة المعلومات الخاصة بإنتاج الحليب، التكاثر، الحالة الجسمية و قيم المواد المفيدة في الحليب تمت عن طريق برنامج (Excel 2007) لحساب المعدلات و جذر مربع متوسط التفاصيل بالنسبة للمتوسط الحسابي، و (STATISTICA V.6) لدراسة العلاقات بين هذه المعالم و مستوى الإسهام الغذائي.

النتائج المتحصل عليها تبين أن أثر التغذية على قدرات البقر في مرحلة الإنتاج مؤجلة في الوقت و هي مهمة خاصة في الأسابيع الأولى ما بعد الإدرار . يتبين لنا كذلك أن نسبة الأغذية المركزة في الوجبات الغذائية خاصة في فترة الإدرار تلعب دور هام في تغيرات المعايير المدروسة . هذا العمل و لو أنه منجز على عينة قليلة فهو يقدم تقرير معاينة حول أثر التسيير الغذائي ما بعد الإدرار على النتائج الشاملة للبقرة الحلوب.

الكلمات الأساسية: التغذية، الخصوبة، الخصب، الحليب، الحالة الجسمية.