

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

Université Saad DAHLAB, Blida
Faculté des Sciences Agro-Vétérinaires et Biologiques
Département des Sciences Vétérinaires

Mémoire
Pour l'obtention du Diplôme de Magister
en Sciences Vétérinaires
Option : REPRODUCTION

THEME

« INFLUENCE DE L'ALIMENTATION SUR LA
PRODUCTION LAITIERE ».

Enquête dans la région de la Mitidja

Présenté par :
SAHRAOUI Naima

Jury :

OUZROUT R, professeur, Centre Universitaire El Tarf

Président

HOUMANI M, Université Saad DAHLAB Blida

Examineur

KAIDIR, MC, Université Saad DAHLAB Blida

Examineur

GUETARNI D, MC, Université Saad DAHLAB Blida

Promoteur

RAHAL Karim, CC, Université Saad DAHLAB Blida

Co-promoteur

Juin 2002

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

Université Saad DAHLAB, Blida
Faculté des Sciences Agro-Vétérinaires et Biologiques
Département des Sciences Vétérinaires

Mémoire
Pour l'obtention du Diplôme de Magister
en Sciences Vétérinaires
Option : REPRODUCTION

THEME

« INFLUENCE DE L'ALIMENTATION SUR LA
PRODUCTION LAITIERE ».

Enquête dans la région de la Mitidja

Présenté par :
SAHRAOUI Naima

Jury :

OUZROUT R, professeur, Centre Universitaire El Tarf	Président
HOUMANI M, Université Saad DAHLAB Blida	Examineur
KAIDIR, MC, Université Saad DAHLAB Blida	Examineur
GUETARNI D, MC, Université Saad DAHLAB Blida	Promoteur
RAHAL Karim, CC, Université Saad DAHLAB Blida	Co-promoteur

Juin 2002

Dédicaces



A mes parents,

Qui m'ont constamment soutenue dans mes études,

Qui ont longtemps aspiré à l'aboutissement de leurs efforts, et pour la confiance qu'ils ont placée en moi.

Qu'ils trouvent ici un témoignage de ma toute reconnaissance et ma profonde affection.

A mes frères et mes sœurs pour leur grande sollicitude et leurs encouragements.

A toute ma famille et mes amis (es).

A tout les étudiants de post graduation.

Remerciements

Nos remerciements à :

Monsieur le PR OUZROUT, directeur de l'institut vétérinaire d'EL-TAREF, qui nous a fait le grand honneur de présider notre jury de thèse. Qu'il trouve ici l'expression de notre reconnaissance.

Monsieur le docteur HOUMANI M, maître de conférence, au département des sciences agronomiques de la faculté des sciences agro-vétérinaire et biologie qui a très aimablement accepté de siéger à notre jury de thèse. Nous tenons à lui exprimer toute notre gratitude.

Monsieur le docteur KAIDI R, maître de conférence au département des sciences vétérinaires de la faculté des sciences agro-vétérinaire et biologie, que nous remercions d'avoir accepté de faire partie de notre jury de thèse. Hommage respectueux.

Je tiens à exprimer toute ma gratitude à monsieur le docteur GUETARNI D, qui nous a octroyé l'occasion de poursuivre nos études et qui a dirigé ce travail avec une vive attention. Pour l'accueil bien veillant qu'il nous a toujours réservé et des encouragements continus. Nous lui exprimons une grande estime.

Hommage reconnaissant et respectueux.

Monsieur le docteur RAHAL K, maître assistant au département des sciences vétérinaires de la faculté des sciences agro-vétérinaire et biologie, pour l'aide et la correction qu'il a bien voulu accorder à ce travail. Hommage reconnaissant.

MR MEHENNI, maître assistant, au département des sciences agronomiques de la faculté des sciences agro-vétérinaire et biologie, qui nous a guidé tout au long de ce travail. Qu'il trouve ici l'expression de notre gratitude et nos remerciements.

MR DJENET, maître de conférence de l'école militaire de BORDJ-EL-BEHRI pour l'aide qui nous a apportée pour la réalisation de ce travail. Qu'il soit remercié ici pour l'accueil toujours bien veillant qu'il nous a réservé. Qu'il trouve l'expression de notre profonde gratitude.

En fin, nos remerciements à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

RESUME

La production laitière en Algérie ne suit pas l'essor spectaculaire que connaît l'industrie de la transformation laitière.

Une étude a été menée dans 4 exploitations de la plaine de la Mitidja, dans le but de connaître les points faibles qui font que la production n'est pas au rendez-vous, particulièrement sur le plan de l'alimentation.

C'est ainsi que nous avons mis en évidence que le rationnement n'est pas maîtrisé. Les éleveurs ont tendance à donner ce qu'ils ont et non pas ce qu'il faut.

En production fourragère, nous avons noté une méconnaissance de la gestion des parcelles et leur fertilisation, des variétés fourragères, du stade optimal de récolte, des méthodes de stockage (ensilage notamment). Parallèlement, les rations sont déséquilibrées avec le plus souvent un déficit azoté. Les quantités de concentrés distribuées ne distinguent pas la vache faible productrice de celle en pic de lactation.

Ces déséquilibres alimentaires sont confirmés par des analyses biochimiques, qui mettent bien en évidence une hypo-proteinémie et une hyper-phosphorémie.

L'abreuvement quant à lui n'obéit pas aux normes de qualité, tant sur le plan bactériologique (coliformes) que physico-chimique.

Le rationnement a une influence certaine sur les performances de reproduction. Ainsi, le déficit azoté semble influencer négativement l'intervalle vêlage-insémination fécondante.

Enfin, des solutions sont proposées, dont la finalité sera la mise en place d'une assistance technique capable de conseiller l'éleveur et l'aider à optimiser sa production laitière en fonction de son environnement.

LEXIQUE DES ABREVIATIONS

BCS :	Body Condition Score
Ca :	calcium
CB :	cellulose brute
CMV:	compléments minéraux vitaminés
CO :	Cobalt
CUD:	coefficient d'utilisation digestive
Cu :	Cuivre
Fe:	Fer
g :	gramme
j :	jour
K :	Potassium
kg :	kilogramme
I.A :	insémination artificielle
IAI-IAF:	intervalle première insémination - insémination fécondante
IA3 :	3 inséminations
MAT:	matière azoté totale
MAD:	matière azoté digestible
MG :	matière grasse
MM :	matière minérale
mg :	milligramme
Mg :	Magnésium
Mn :	Manganèse
ml :	millilitre
MS :	matière sèche
N :	Azote
Na :	Sodium
NaCl :	chlorure de sodium
P :	Phosphore
PDI:	protéines digestibles intestinales
PDIA :	protéines digestibles dans l'intestin d'origine alimentaire
PDIM :	protéines digestibles dans l'intestin d'origine microbienne
PDIE :	protéines digestibles dans l'intestin grâce à l'énergie disponible
PDIN :	protéines digestibles dans l'intestin grâce à l'azote disponible
pH :	Symbole exprimant l'acidité réelle d'une solution en fonction de sa concentration en ion.
PV:	poids vif.
UFL :	unité fourragère lait
UI :	unité internationale
UTN :	unité de turbidité néphélométrique
μ S:	micro- siemens.
V-IAI:	Intervalle Vêlage –première insémination
V-IAF:	Intervalle Vêlage – Insémination fécondante
IVV :	Intervalle Vêlage – Vêlage
Zn :	Zinc

TABLES DES MATIERES

	Pages
Résumé	
Problématique	1
<u>Partie I : BIBLIOGRAPHIE</u>	2
Introduction	3
Chapitre I : Alimentation de la vache laitière	4
I.1. MODE D'EXPRESSION DES APPORTS ET DES BESOINS	4
I.1.1.Système UFL	4
I.1.2.Système MAD – PDI	4
I.2.TYPE D'ALIMENTS	5
I.2.1. Les fourrages	5
I.2.1.1. Fourrages verts	6
I.2.1.2. Fourrages secs	7
I.2.2. Les concentrés	9
I.2.2.1. Les grains	9
I.2.2.2. Les tourteaux	10
Chapitre II : Effets de l'alimentation sur la production laitière	11
II.1. ALIMENTATION HYDRIQUE	12
II.1.1. Les besoins quantitatifs	13
II.1.2. Les besoins qualitatifs	13
II.2. ALIMENTATION ENERGETIQUE	14
II.3. ALIMENTATION AZOTEE	14
II.4. ALIMENTATION MINERALE	15
II.4.1. Macro – éléments	15
II.4.1.1. Calcium – phosphore	15
II.4.1.2. Chlore du sodium	16
II.4.1.3. Magnésium	16
II.4.1.4. Potassium	16
II.4.2. Oligo –éléments	17
II.4.2.1. Fer	17
II.4.2.2. Soufre	17
II.4.2.3. Zinc	17
II.4.2.4. Cuivre	17
II.4.2.5. Cobalt	18
II.4.2.6. Manganèse	18
II.4.2.7. Sélénium	18
II.4.2.8. Iode	18
II.5. ALIMENTATION VITAMINIQUE	18
II.5.1. Vitamines hydrosolubles	18
II.5.1.1. Vitamine A	18
II.5.1.2. Vitamine E	19
II.5.1.3. Vitamine D	19
II.5.1.4. Vitamine K	19
II.5.2. Vitamines liposolubles	20

II.5.2.1. Vitamines du complexe B	20
II.5.2.2. Vitamine C	20
Chapitre III : Besoins de la vache laitière	21
III.1. Les besoins d'entretien	21
III.2. Les besoins de croissance	21
III.3. Les besoins de gestation	22
III.4. Les besoins de production	22
III.5. Les besoins de la reproduction	23
III.5.1. Les déficits énergétiques	23
III.5.2. Les déficits azotés	23
III.5.3. Les déficits minéraux	23
a) Macro – éléments	23
b) Oligo-éléments	24
III.5.4. Les déficits vitaminiques	24
a) Vitamines hydrosolubles	24
b) Vitamines liposolubles	25
III.5.5. Les excès énergétiques	25
III.5.6. Les excès azotés	25
Chapitre IV : Evaluation de l'alimentation	26
IV.1. Evaluation par BCS	26
IV.1.1. Evolution du BCS en fonction de la production laitière	29
IV.1.2. Evolution du BCS en fonction de la reproduction	30
IV.2. Evaluation des paramètres biochimiques	30
IV.2.1. Glycémie	31
IV.2.2. Urémie	31
IV.2.3. Albuminémie	32
IV.2.4. Globulinémie	32
IV.2.5. Calcémie	32
IV.2.6. Phosphorémie	33
Chapitre V : Facteurs de variations de la capacité d'ingestion de l'alimentation	34
V.1. L'eau	34
V.1.1. Quantité d'eau et concentration de la matière sèche des aliments	34
V.1.2. Niveau de production	34
V.1.3. Température	35
V.2. Les aliments	35
V.2.1. Présentation des aliments	35
V.2.2. Stade de récolte et mode de conservation des fourrages	36
V.2.3. Niveau de production	36
V.2.4. Température	36
Chapitre VI : Facteurs de variations de la production laitière	38
VI.1. Facteurs liés à l'animal	38
VI.1.1. Facteurs génétiques	38
VI.1.1.1. La race	38
VI.1.1.2. L'individu	39
VI.1.1.3. Le croisement	39
VI.1.2. Facteurs physiologiques	38

VI.1.2.1. L'âge de la génisse	38
VI.1.2.2. Le rang et la durée de lactation	40
VI.1.2.3. Le stade de lactation	41
VI.2. Facteurs liés à l'environnement	41
VI.2.1. Facteurs climatiques	41
VI.2.1.1. La saison	41
VI.2.1.2. Température	41
VI.2.1.3. L'hygrométrie	42
VI.2.1.4. Le rayonnement solaire	42
VI.2.2. Conduite de l'élevage	43
VI.2.2.1. Nombre de traites quotidiennes	43
VI.2.2.2. Tarsissement	43
VI.2.2.2.1. Mode d'arrêt de la traite	44
VI.2.2.2.2. Régime alimentaire	44
VI.2.2.2.3. Durée	44
VI.2.2.2.3.1. Durée optimale	45
VI.2.2.2.3.2. Raccourcissement de la durée	45
VI.2.2.3. La reproduction	46
VI.2.3. Facteurs liés à l'état sanitaire	47
VI.2.3.1. Infections intra – mammaires	48
VI.2.3.1.1. Mammmites et production	48
VI.2.3.1.2. Evaluation des pertes	49
VI.2.3.1.3. Alimentation et mammmites	50
* Nature de l'aliment	51
- Aliment énergétique	51
- Aliment azoté	51
- Aliment minéral et vitaminique	51
* Nature des fourrages	52
- La luzerne et les autres légumineuses	52
- Les ensilages	52
- Les foin	52
VI.2.3.2. Infections podales et production	52
VI.2.3.3. Alimentation et boiterie	53
* Aliment énergétique	53
* Aliment azoté	53
* Aliment minéral et vitaminique	53
VI.2.3.3. Infections uro – génitales et production	54
VI.2.3.4. Troubles digestifs et production	55
VI.2.3.4.1. La fasciolose hépatique	56
VI.2.3.4.2. La strongylose	56
VI.2.3.4.3. La cryptosporidiose	56
Objectifs	58
Partie II : MATERIELS ET METHODES	59
Chapitre I : alimentation des vaches laitières	60
<i>Partie A : Evaluation de la ration alimentaire</i>	60
A.1. Exploitations	61
A.2. Aliments	61
A.2.1. Evaluation de la ration alimentaire	64
A.2.1.1. Analyse de l'eau	64

A.2.1.1.1. Qualité bactériologique	64
A.2.1.1.1.1. Prélèvement	64
A.2.1.1.1.2. Recherche et dénombrement	64
A.2.1.1.2. Qualité physico-chimique	65
A.2.1.1.2.1. Prélèvements	65
A.2.1.1.2.2. Dosages	65
A.2.1.2. Analyse de la valeur nutritive des aliments	66
A.2.1.2.1. Prélèvement	66
A.2.1.2.2. Dosage	66
A.2.1.3. Calcul de la ration alimentaire	68
A.2.1.3.1. Méthode de calcul	69
A.2.1.4. Correction des rations	70
Partie B : Evaluation de la production laitière	70
B.1. Production laitière moyenne de l'exploitation LAH...	70
B.2. Paramètres physico-chimiques de lait	70
Chapitre II : Evaluation des paramètres biochimiques	72
II.1. Choix des animaux	72
II.2. Kits de dosages	72
II.3. Prélèvements	72
II.4. Examen effectués	72
Chapitre III : EVALUATION DES PARAMETRE DE REPRODUCTION	73
<u>Partie III</u> : Résultats	74
Chapitre I : alimentation des vaches laitières	75
<i>Partie A : Evaluation de la ration alimentaire</i>	75
A.1. Analyses de l'eau	75
A.1.1. Qualité bactériologique	75
A.1.2. Qualité physico-chimique	77
A.2. Analyse des aliments	78
A.3. Analyse des rations	81
A.4. Critère d'appréciation des rations	89
A.5. Correction des rations	92
<i>Partie B : Evaluation de la production laitière dans l'exploitation LAH</i>	96
B.1. Analyse quantitative	96
B.2. Paramètres physico-chimiques	97
Chapitre II : Evaluation des paramètres biochimiques	99
Chapitre III : Evaluation des paramètres de reproduction	102
<u>Partie IV</u> : Discussion	104
Chapitre I : Alimentation des vaches laitières	104
Partie A : Evaluation de la ration alimentaire	105
Partie B : Evaluation de la production laitière dans l'exploitation LAH...	114
Chapitre II : Evaluation des paramètres biochimiques	115
Chapitre III : Evaluation des paramètres de reproduction	116

<u>Partie V</u> : Conclusion	119
<u>Partie VI</u> : Recommandations	121
Références bibliographiques	123
Annexes	

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Valeur nutritive des concentrés (céréales)	10
Tableau II : Niveau d'abreuvement pour une vache de 653 kg de poids vif	13
Tableau III : Influence du niveau alimentaire énergétique sur les paramètres de production	14
Tableau VI : Besoins d'entretien journaliers en énergie et en azote des vaches Laitières	21
Tableau V : Les besoins de croissance pour une vache de 600 kg	21
Tableau VI : Les besoins de gestation pour une vache de 600 kg	22
Tableau VII : Les besoins de production d'un kg de lait pour une vache de 600 kg	22
Tableau VIII : Production laitière par an chez quelques races françaises	38
Tableau IX : Influence de l'âge au vêlage de la génisse sur la production laitière	39
Tableau X : pourcentage d'accroissement de la production maximum et totale en fonction du rang de lactation.	40
Tableau XI : Rapport entre les pertes moyennes de production et le TCT dans les troupeaux Ontariens	50
Tableau XII : Renseignements généraux sur les exploitations.	61
Tableau XIII : Nature des fourrages distribués durant l'étude.	62
Tableau XIV : Composition des concentrés distribués.	64
Tableau XV : Résultats de l'analyse bactériologiques de l'eau de l'exploitation LAH...	76
Tableau XVI : Résultats de l'analyse bactériologique de l'eau des autres exploitations.	75
Tableau XVII : Résultats de l'analyse physico-chimique de l'eau des quatre exploitations.	75
Tableau XVIII : Valeurs nutritives des aliments pour les quatre exploitations.	78
Tableau XIX : Teneurs en minéraux des aliments pour les quatre exploitations.	80
Tableau XX : Détermination du poids moyen des vaches dans les quatre exploitations.	81
Tableau XXI : Evaluation des besoins d'entretien.	82
Tableau XXII : Analyse des rations alimentaires pour la période de juillet – août.	83
Tableau XXIII: Productions permises et observées par les différentes rations durant l'étude dans les quatre exploitations.	86
Tableau XXIV: Critères d'appréciation des rations.	89
Tableau XXV : Résultats de la correction des rations dans les différentes exploitations.	93
Tableau XXVI : Evolution de la production laitière mensuelle pour la période de juillet 2000 – août 2001	96
Tableau XXVII: Paramètres physico-chimique du lait.	97
Tableau XXVIII: Résultats des paramètres biochimiques du sang (exploitation LAH).	100
Tableau XXIX : Indices de fécondité.	102

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : courbe de lactation	12
Figure 2 : Notes d'état corporelles évaluées par BCS	27-28
Figure 3 : Comparaison des productions permises par la ration et observées avant correction.	88
Figure 4 : Comparaison des quantités observées et permises après correction.	95
Figure 5 : Courbe d'évaluation de la production laitière dans l'exploitation LAH...	97
Figure 6 : Histogramme de l'évolution des caractères physico-chimiques hormis (la densité) et la production laitière.	98
Figure 7 : Courbe des indices de reproduction pour les quatre exploitations.	103
Figure 8 : Répartition des taux de conception pour les quatre exploitation.	103

PROBLEMATIQUE

Parmi les produits de base destinés à l'alimentation humaine en Algérie, le lait tient une place de première importance vue la qualité de ses protéines et son prix, moins coûteux que celui de la viande.

La consommation du lait et produits laitiers a connu une évolution importante, elle est passée de 54 l à 115 l /habitant/an de 1968 à 1997. Or, la production nationale estimée à 1 milliard de litres ne couvre que le tiers de nos besoins.

La première constatation est que le secteur paraît déstructuré et en décalage par rapport aux besoins nationaux. Ce décalage est compensé par le recours permanent au marché mondial pour des importations grandissantes de lait en poudre pour une population caractérisée par un fort taux de croissance démographique, d'environ 2,3%.

En 1995 ces importants ont été de 136 780 tonnes de poudre de lait et 16 520 tonnes de matières grasses de lait anhydre.

La politique algérienne de développement de la production laitière mise en œuvre est fondée principalement sur l'importation de vache à haut potentiel génétique, sélectionnées en Europe principalement. Cette politique ne semble pas avoir donné des résultats probants et n'a pas permis d'assurer une reproduction élargie du cheptel bovin laitier (BLM) national.

Il semble que leur potentiel est loin d'être exploité, avec un climat plus sec et surtout plus chaud, ceci ne peut qu'accroître les difficultés d'adaptation.

Le développement de la production laitière est confronté à une alimentation insuffisante. Cette dernière s'inscrit dans un espace marqué à la fois par l'aridité du climat, l'exiguïté de la superficie agricole utile qui ne représente que 1,32% de la (TUA) (Terre Utilisée pour l'Agriculture).

L'élevage laitier algérien se caractérise par des pratiques et des systèmes de production largement extensifs et des cultures fourragères peu développées qui sont caractérisés par :

- La faible maîtrise du stade et de techniques de récolte, entraînant un ramassage de foin de qualité médiocre.
- La non maîtrise de la pratique de l'ensilage.
- L'absence de disponibilité des semences fourragères peu adaptées et peu diversifiées.

Ajouté à cela, la disponibilité très limitée de céréales et la hausse des prix des aliments concentrés (importés), ce qui conduit à une augmentation du coût de production laitière.

Toute fois, la santé animale reste à désirer, avec l'augmentation de l'incidence des mammites et des boiteries.

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

INTRODUCTION :

L'Algérie figure parmi les pays gros importateurs de poudre de lait à l'échelle mondiale. La facture oscille autour de 400 millions de dollars par an (C.N.E.S, 1999). Cette situation est induite par une faible production nationale en lait, ne couvrant que le tiers des besoins de la population.

La consommation de lait et produits laitiers a connu une évolution très importante, ayant pratiquement doublé en 2 décennies ; elle est passée de :

- 1968 : 54 l/habitant/an.
- 1979 : 79 l/habitant/an.
- 1997 : 115 l/habitant/an.

A titre comparatif pour l'année 1990, au Maroc et en Tunisie, la consommation de lait était de l'ordre de 53 et 70 l/habitant/an, respectivement.

En Algérie, la consommation en 1997 est plus élevée que celle recommandée par l'OMS avec 90 l/habitant/an (Ministère de l'Agriculture, 1998).

Le cheptel national bovin est constitué de plus de 900 000 vaches, ainsi réparties :

- 200 000 vaches laitières modernes avec un rendement moyen compris entre 2 000 et 2500 l/vache/an.
- 300 000 vaches de race croisée avec un rendement moyen de 800 l/vache/an.
- 400 000 vaches de race locale avec un rendement moyen de 500 l/vache/an.

Par ailleurs, il faut souligner que le développement de la production laitière est confronté à une alimentation insuffisante, coûteuse et aléatoire d'une part et une production fourragère très faible due à des sécheresses cycliques ainsi qu'aux faibles surfaces imparties à la culture des fourrages d'autre part (ITLEV, 1999).

D'importants gains de productivité peuvent être obtenus à partir de ce capital zootechnique, en améliorant son alimentation, sa valeur génétique, sa situation sanitaire et surtout en prenant des mesures économiques incitatives.

Chapitre I : ALIMENTATION DE LA VACHE LAITIERE.

Dans l'alimentation de la vache laitière, il faut rechercher dans les ressources disponibles, une combinaison d'aliments qui permette de satisfaire les besoins des animaux, avec le meilleur équilibre nutritionnel et au moindre coût.

Les fourrages (herbe verte, foin, ensilage d'herbe ou de maïs) généralement distribués à volonté constituent la ration de base (ROBELIN et al., 2000). Cette dernière nécessite une complémentation en aliments concentrés.

En Algérie, une enquête menée par l'ITELV en 1998 a permis de mettre en évidence le faible degré d'autonomie des exploitations en matière d'alimentation du cheptel. En effet, sur un échantillon de 80 élevages réparties sur 8 wilayates, il ressort que le taux d'auto approvisionnement des élevages en fourrages se situe à 27% de leurs besoins (ITELV, 1999) et que la superficie des fourrages totale reste réduite, de l'ordre de 8,54% (ministère de l'agriculture, 1996), ce qui est du essentiellement au déficit en ressources hydriques (BEDRANI, 1987).

I.1. MODE D'EXPRESSION DES APPORTS ET DES BESOINS :

La valeur nutritive d'un aliment recouvre sa teneur énergétique exprimée en unité fourragère (UF) (VERMOREL et al., 1987), sa valeur azotée exprimée en matière azotée digestible (MAD) et protéine digestible dans l'intestin (PDI) (VERITE et al., 1987), et sa teneur en minéraux (BAUMONT et al., 1999).

Cette valeur est exprimée par les systèmes suivants :

- système UF qui concerne le bovin laitier (UFL) et bovin viande (UFV),
- système MAD – PDI.

I.1.1. Système UFL :

Le système UFL consiste à calculer, pour chaque aliment, la quantité d'énergie que l'animal, ingère, utilise pour sa croissance et son entretien ou pour la transformer sous forme de lait. Elle représente donc la valeur énergétique nette de lactation d'un kilogramme d'orge de référence distribué à une femelle laitière dont on a couvert la dépense d'entretien.

Elle est calculée selon le rapport :

$$0,750 / 1,730 = 0,433.$$

(Cette valeur est arrondie à 0,43 UFL/Kg de lait, 0,750 : représente l'énergie brute de lait à 4 % de matière grasse, 1,730 : représente la valeur énergétique nette de l'orge de référence).

I.1.2. Système MAD - PDI :

L'expression de la valeur azotée des aliments et des besoins azotés des animaux en matière azotée digestible (MAD) mesure seulement celles qui disparaissent apparemment dans le tube digestif, sans prendre en compte leur

devenir. Ils correspondent donc à la matière azotée ingérée diminuée de la matière azotée excrétée dans les fèces. (JARRIGE, 1980).

Ce mode d'expression simple est ensuite devenu insuffisamment précis, notamment du fait de l'accroissement des performances animales et de la diversification des sources azotées. Il souffre, en effet, de plusieurs limites sérieuses puisqu'il ne tient pas compte :

- du rôle primordial de la flore microbienne du rumen,
- de la part relative des différentes substances azotées absorbées, en l'occurrence, celle de l'ammoniac et des acides aminés dont certains peuvent être limitants (DEMARQUILLY et al., 1996).

Un système original, le PDI, élaboré par l'INRA, exprimé en protéines vraies digestibles dans l'intestin grêle est introduit en 1973 (JARRIGE et PION, 1973). Il exprime les besoins des animaux ainsi que la valeur des aliments, tenant compte des phénomènes physiologiques, en particulier, la double nécessité d'énergie et d'azote pour optimiser les synthèses de production microbienne (ENJALBERT, 1996). Il consiste donc en la somme de deux fractions relatives aux protéines :

- alimentaires, non fermentées dans le rumen : PDIA,
- vraies, synthétisées par la flore microbienne du rumen : PDIM qui correspondent aux valeurs obtenues (INRA, 2000) par :
 - la teneur en azote fermentescible dans le rumen : PDIN,
 - l'énergie : PDIE.

I.2. TYPES D'ALIMENTS :

Les besoins nutritifs des animaux sont couverts par deux catégories de produits appartenant (JARRIGE, 1980) :

- aux aliments grossiers, notamment les fourrages,
- aux concentrés, riches en énergie et / ou en azote.

I.2.1. Les fourrages :

Les fourrages sont constitués par :

- les fourrages verts (graminées et légumineuses),
- les fourrages secs (déshydratés, foin et pailles),
- les ensilages,
- L'enrubannage.

Ils sont caractérisés par :

- leur valeur nutritive (valeur énergétique, valeur azotée, teneurs en minéraux, en vitamines...),
- leur ingestibilité.

En Algérie, la production fourragère est insuffisante et constitue l'un des principaux obstacles au développement de l'élevage. Cette insuffisance est évaluée à plus de 4 milliards d'unités fourragères annuellement (HOUMANI M, 1999).

I.2.1.1. Fourrages verts :

Les graminées et légumineuses, sorgho et seigle ainsi que luzerne et trèfle respectivement, constituent les fourrages classiques.

Leur qualité varie en fonction de :

- l'âge de la plante, nettement au cours du premier cycle de végétation (DEMARQUILLY, 1973 ; INRA, 1988),
- les facteurs climatiques (MINSON et MCLEOD, 1970).

L'herbe des pâturages est un élément de haute valeur nutritive qui peut satisfaire la totalité des besoins des animaux en production, si elle est correctement exploitée. Consommée à volonté (RIVIERE, 1991), elle permet à elle seule une production journalière de 20 à 22 kg de lait au printemps (GADOUD, 1992).

Les fourrages verts représentent 15 à 35% des matières azotées totales et 0,60 à 1,05 UFL (SOLTNER, 1999). La teneur en énergie diminue, avec le vieillissement de la plante et le potentiel de production chaque jour que le stade optimal de récolte est dépassé (WATTIAUX et TERRY HOWARD , 1995).

La composition minérale varie en fonction du stade de végétation (XANDE et GARCIA-TRUJILLO (1985) ; INRA (1988) ; NRC (1988) ; CIHEAM (1990).

Le rapport phospho-calcique n'est jamais satisfaisant, il est :

- insuffisamment pourvu en phosphore (1,5 à 3g / kg),
- plus au moins pourvu en calcium (50 à 100 mg/kg de MS).

Le calcium est abondant dans les légumineuses (JARRIGE, 1988). Le chlore de sodium représente 50 à 100 mg/kg de MS en fourrages verts. Il peut également être fourni par le salage des foin ou sous forme de blocs à lécher (SOLTNER, 1988).

La teneur en magnésium est plus élevée dans les légumineuses par rapport aux graminées, mais ces teneurs sont variables et dépendent de nombreux facteurs dont la nature du sol. L'herbe des pâturages naturels, exception faite des plantes en début de croissance, n'en contient pas suffisamment (1,5 à 3 g/kg de MS) pour couvrir les besoins des ruminants (GADOUD, 1992).

Le potassium est toujours en excès dans les fourrages, surtout si le sol a reçu de fortes fumures potassiques (RIVIERE, 1991).

Les graminées sont pauvres en soufre (0,5 à 1,8 g/kg de MS). Par contre, les légumineuses en sont plus riches (3 à 4 g/kg de MS) (GADOUD, 1992). 94 % des fourrages de prairies naturelles (1^{ère} coupe) renferment moins de 7 mg/kg de MS de cuivre (BELLONGER et al., 1973).

Les fourrages ont des teneurs de sélénium inférieures à 0,1 mg/kg de MS (LAMAND et al., 1987).

En général, l'herbe de printemps est pauvre en magnésium, en sodium, en calcium et très concentrée en potassium (BEGUIN et al., 2001).

La vitamine A se présente dans les fourrages verts, riches en carotènes (précurseurs de la vitamine A) à raison de 1 mg de β carotène équivalent à 450 UI de vitamine A (JARRIGE, 1988).

I.2.1.2. Fourrages secs :

Parmi **les fourrages déshydratés**, la luzerne est la plus fréquemment utilisée. Séché correctement, sa déshydratation entraîne très peu ou pas de modifications de la composition chimique (JARRIGE, 1988) donc une faible perte en UF, MAT et PDI (SOLTNER, 1999).

Les fourrages déshydratés, en général, ont des teneurs assez élevées en carotène (100 à 200 mg par kg) de par la déshydratation qui permet de limiter les pertes (GADOUD, 1992).

La luzerne déshydratée est caractérisée par une bonne valeur azotée et une excellente source de calcium, de phosphore et de carotène (DEMARQUILLY, 1993 ; PEYRAUD et al., 1994). Selon PEYRAUD et al., (1994), elle constitue un aliment complémentaire de l'ensilage de maïs et permet une augmentation de la production laitière. Toutefois, THENARD et al. (2001) rapporte que son utilisation se traduit par une augmentation de l'ingestion sans augmentation de la production laitière. Cependant, elle nécessite certaines précautions car elle est considérée comme complément énergétique et azoté (RIVIERE, 1991).

En Algérie, l'utilisation de la luzerne déshydratée est pratiquement nulle. Elle a été estimée, selon le rapport de l'OLFIVE (2001), à 0% , 1,20% et 0% pour les années 1998, 1999 et 2000 respectivement.

Les foins ont une valeur UFL qui varie en fonction du stade et des conditions de récolte. Il fournit un « fourrage grossier » de haute qualité pour le troupeau laitier s'il est récolté tôt (moins de 10 % en fleurs) et entreposé correctement (WHEELER, 1998).

La fenaison entraîne une diminution assez importante de la valeur énergétique et surtout très variable, de l'ordre de 0,05 à plus de 0,30 UFL /kg de MS ; accentuée chez les légumineuses de par la fragilité de leurs feuilles (JARRIGE, 1988).

La teneur en minéraux des foin de graminées est du même ordre que celle du fourrage vert correspondant alors que celle des légumineuses est inférieure (JARRIGE, 1980). Généralement, les foin sont presque toujours pauvres en zinc et en cuivre (RIVIERE, 1991). Selon (SOLTNER, 1999), les foin sont riches en vitamine A lorsqu'ils sont séchés à l'abri du soleil donc lorsque leur couleur est encore verte. Cette teneur est directement proportionnelle au degré de séchage et sa perte devient totale après 4 à 6 mois de stockage en grange (JARRIGE, 1980). Séchés au soleil, ils sont pourvus en vitamine D (RIVIERE, 1991).

En Algérie, les travaux de BENALI (1995), mené dans la wilaya de Boumerdès rapporte que la superficie réservée aux fourrages secs occupe 91% de la superficie totale, celle-ci étant nettement supérieure à la superficie des fourrages verts qui n'occupe que 9%.

Les pailles sont, avant tout, constituées par les tiges et les gaines des plantes de céréales à la maturité, c'est à dire par les organes les plus riches en parois lignifiées qui représentent environ 80 % de la MS (DEMARQUILLY, 1987).

Elles sont pauvres :

- en matières azotées, de 25 à 50 g/ kg de MS (DEMARQUILLY, 1987),
- en glucides solubles, de 3 à 13 g/kg de MS (DEMARQUILLY, 1987),
- en minéraux à l'exception du potassium,
- en vitamines (JARRIGE, 1988 ; SOLTNER, 1999).
 - Celles des céréales, notamment en vitamines A, D3, E (LAMAND, 1987),
 - Celles de blé contient 1000 UI de vitamine A et 700 UI de vitamine D et dépourvus de vitamine E (WOLTER, 1988).

La paille est très utilisée en tant qu'aliment pour les animaux en France (DEMARQUILLY et al, 1987 ; CHENOST, 1994), en Tunisie (ABDOULI et al 1988 ; NEFZAOUI et CHERMITI, 1991) et en Algérie (HOUMANI et TISSERAND, 1999 ; HOUMANI, 1999).

En Algérie, la production de paille de céréales varie d'une année à l'autre, elle est de l'ordre de 1.5 à 3 millions de tonnes par an (HOUMANI, 1998).

L'ensilage est un processus de fermentation visant à conserver les fourrages verts à l'état frais ou préfané avec toutes leurs qualités nutritives sans que leur ingestion puisse avoir une influence fâcheuse sur la production et la santé des animaux (VANBELLE, 1996).

Sa valeur alimentaire dépend en premier lieu de celle du fourrage vert de départ, puis du mode d'ensilage (TELLER et VANBELLE, 1990).

En effet, les modifications de la composition chimique entraînées par l'ensilage sont très faibles (DEMARQUILLY, 1973), mais lorsque l'ensilage est effectué au moyen de fourrage frais, elles deviennent importantes, autour de 7 à 70 % de la MS, 20 % des matières azotées solubles, 20 à 25% des matières minérales par perte du jus qui s'écoule du silo (RIVIERE, 1991).

le mode de récolte; ensilage direct ou préfané, hachage court ou long, addition d'un conservateur efficace ou non influe sur la quantité ingérée (DEMARQUILLY, 1973 ; ZIMMER et WILKINS, 1984).

En Algérie, la pratique de l'ensilage est très peu utilisée. Elle est de l'ordre de 13,62% en 1998, environ 16% en 1999 et 14% en 2000, alors que la norme préconisée est de 32% (OLFIVE, 2000).

L'enrubannage des fourrages est un procédé, selon lequel les balles de fourrage plus ou moins séché, sont emballées dans un film plastique suffisamment étanche pour en faire un mini silo. Le produit obtenu est intermédiaire entre le foin et l'ensilage (TRILLAUD-GEYL, 1999).

En France, l'adoption de l'enrubannage a entraîné la suppression de la culture de maïs fourrager dans certaines exploitations où les rendements de celui-ci étaient trop aléatoires (LIENARD et al., 1998).

La teneur en matière sèche est de 40%. Les valeurs énergétiques varient en moyenne entre 0,60 et 0,80 UFL/kg de MS, alors que les valeurs azotées sont sujettes à de plus fortes variations, de 30 à 160 g de MAD/kg de MS, notamment en fonction des proportions des différentes espèces végétales (graminée ou légumineuse) et du stade végétatif (TRILLAUD-GEYL, 1999).

L'ingestibilité des fourrages enrubannés est proche de celle des foins récoltés dans de bonnes conditions (BAUMONT et al., 1997 ; DEMARQUILLY et al., 1999).

Il est à noter, que les travaux sur les fourrages enrubannés ne sont pas encore assez « complets » (DEMARQUILLY et al., 1999) pour que les valeurs soient intégrées dans les tables de la valeur alimentaire (BAUMONT et al., 1999).

I.2.2. LES CONCENTRES :

Les aliments concentrés se distinguent des fourrages par leur concentration élevée en amidon et une faible teneur en constituants fibreux. Ils sont broyés et conditionnés sous forme de granulés pour faciliter leur manipulation, leur transport et aussi leur ingestion, en particulier pour les vaches laitières pendant la traite (JARRIGE, 1988).

Les concentrés les plus utilisés dans l'alimentation des ruminants sont les grains et les tourteaux.

En Algérie, les aliments concentrés sont fortement utilisés. Ils contribuent dans la ration énergétique des vaches laitières autour de 53 % (ITELV, 2000). Cependant, la présence du concentré dans la ration totale représente 25%, alors que la norme requise est de 10% seulement (OLFIVE, 2001). Il faut signaler aussi que 60% des matières premières composant l'aliment concentré proviennent de l'importation d'où son irrégularité (rupture de stocks).

I.2.2.1. Les grains :

Le maïs est le grain le moins coûteux mais aussi le plus énergétique, suivi de l'orge puis de l'avoine (WHEELER, 1998) (cf. tableau I). Cependant, les travaux de l'INRA (1978) indiquent que le blé est plus énergétique que l'orge et l'avoine. Utilisé avec succès comme seule source de concentré énergétique, le grain de blé peut être servi avantageusement chez des troupeaux laitiers à hautes performances (PETIT et SANTOS, 1996).

Tableau n°I : Valeur nutritive des concentrés (céréales) (INRA, 1988)

Céréales	Valeur Alimentaire				
	UFL	MAT	M M	Ca	P
Mais	1,27	106	16	0,3	3,5
Orge	1,16	117	26	0,7	4,0
Avoine	1	121	30	0,9	3,8

UFL : unité fourragère lait , MAT :matière azotée totale , MM : matière minérale,
Ca :calcium, P: phosphore .

D'une façon générale, les graines de céréales sont pauvres en matière azotée (10 à 15 % de la MS). Par contre, ils présentent une valeur énergétique élevée (0,90 à 1,30 UFL /kg de MS) (GADOUD, 1992), en raison de leur richesse en amidon (40 à 75 %) qui est transformé en produits acides (JARRIGE, 1980). Cependant, l'augmentation de l'acidité dans le rumen nuit à la digestion de la fibre et cette situation peut engendrer chez l'animal un refus des aliments et par conséquent, une diminution de la production laitière (PETIT et TREMBLAY,1995 ; WHEELER, 1998).

Contrairement à celle des fourrages, la composition minérale des graines est relativement constante. La teneur en magnésium est de l'ordre de 4 à 7 g/kg de MS (JARRIGE, 1980), celle de potassium est faible, de 4 à 7 g/kg de MS (SOLTER, 1988).

La teneur en vitamine E est faible. JARRIGE (1980) recommande une supplémentation de 10 à 50 mg par kg d'aliment concentré distribué.

1.2.2.2. Les tourteaux :

Les tourteaux sont des résidus résultant du traitement de graines ou de fruits oléagineux. Ils sont considérés, essentiellement, comme aliments protéiques, outre l'apport azoté , ils fournissent également de l'énergie.

Leurs teneurs en phosphore sont satisfaisantes, mais déficitaires en calcium. A l'exception de vitamine du groupe B, ils sont pauvres en vitamines.

Ils trouvent un très large emploi dans la fabrication d'aliments concentrés pour tous les animaux (RIVIERE ,1991).

Chapitre II : EFFETS DE L'ALIMENTATION SUR LA PRODUCTION LAITIÈRE.

L'alimentation hydrique, énergétique, azotée, minérale et vitaminique sont nécessaires pour l'entretien, la croissance, la reproduction ainsi que la production laitière (WATTIAUX et TERRY HOWARD, 1995).

Cette dernière est évaluée par la courbe de lactation, qui est le reflet fidèle de la ration ingérée par l'animal, mettant en évidence, le décalage entre les besoins et les apports alimentaires (ENNUYER, 1994).

La courbe de lactation permet, en outre (SOLTNER, 1993) :

- d'évaluer la production réellement observée par rapport à la production théorique,
- de mettre en évidence les problèmes durant la lactation.

C'est donc, une représentation graphique à partir d'un diagramme cartésien ; portant le temps en abscisse et les quantités de lait produites en ordonnée durant une lactation (ENNUYER, 1994).

Elle est définie par les paramètres suivants : (Cf. figure1).

- La production initiale (PI) : elle est généralement estimée égale à la moyenne journalière des quantités de lait produites au cours des trois premiers jours (4e, 5e et 6e jours) (DECAEN et al. ,1970 ; HODEN, 1978), ou des sept premiers jours après la période colostrale.
- La production journalière maximum (PM) : Elle est égale à la production journalière la plus élevée.
- La durée de la courbe : Elle est de 10 mois = 300 jours ,si la vache laitière vêle tout les ans (SOLTNER 1993 et 2001).
- La phase ascendante : Elle varie beaucoup sous l'influence des facteurs du milieu et du numéro de lactation : elle dure en moyenne cinq à six semaines.
- Le plateau de production maximum : il représente l'étendue du maximum de production, sa durée est d'environ 30 jours (ENNUYER, 1994).
- La phase descendante : après le pic, il ya une décroissance de 10% par mois de lactation.

LES COURBES DE LACTATION

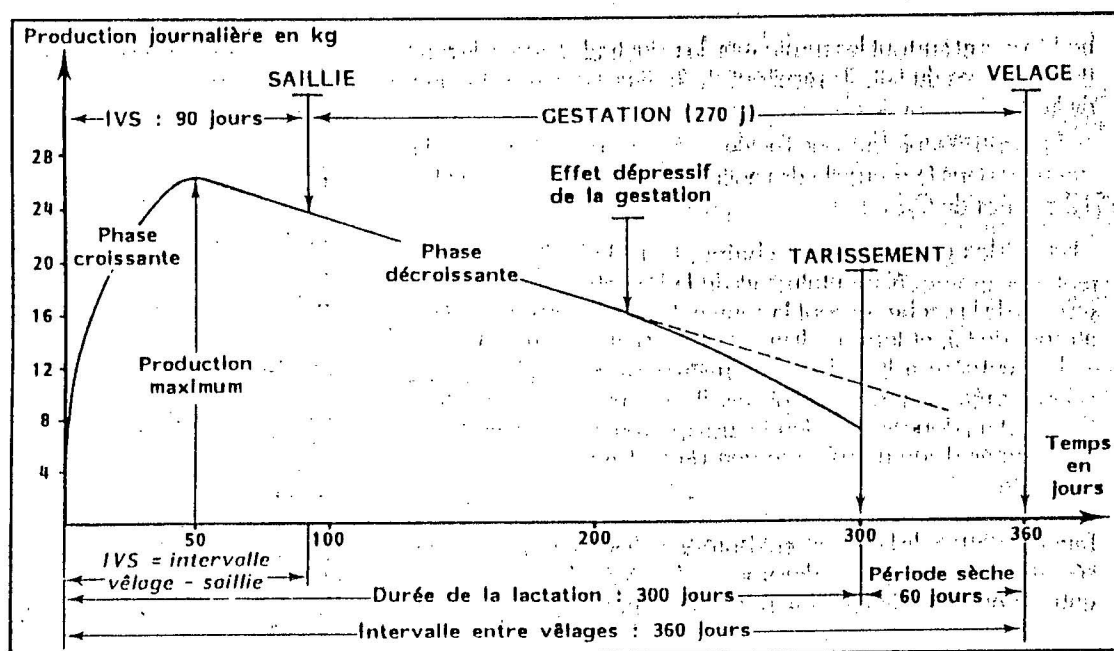


Figure 1 : Courbe de lactation (SOLTNER, 1993).

La production laitière au cours de la lactation suit un cycle qui est de même nature chez toutes les vaches. Elle croît pendant les premières semaines qui suivent le vêlage, passe par un maximum (pic) à une date variable selon les animaux puis diminue régulièrement jusqu'au tarissement (SOLTNER, 1993).

HEATHER et al.(1983) ont montré que le modèle de la courbe de lactation et celle de l'évolution du nombre de cellules sécrétrices étaient similaires.

En effet, la production laitière dépend du nombre de ces cellules en début de lactation et de leur activité synthétique (BARILLET et BONAITI, 1992 ; NICKERSON, 1995).

II.1. ALIMENTATION HYDRIQUE

L'eau, indispensable à la vie, est en élevage un facteur limitant primaire de toute production (JONCOUR, 1996). Elle peut avoir plusieurs origines :

- Celle de boisson,
- celle contenue dans les aliments,
- métabolique, formée au cours du catabolisme des constituants organiques des aliments (RIVIERE, 1991) :
 - 0,55 g d'eau par gramme de glucides.
 - 1,03 g d'eau par gramme de lipides.
 - 0,41 g d'eau par gramme de protides.

II.1.1. Les besoins quantitatifs :

Pour la vache laitière, les besoins quantitatifs en eau sont fonction du stade physiologique (cf. tableau II) (WOLTER, 1994) :

Tableau N°II : Niveau d'abreuvement pour une vache de 653 kg de poids vif (WOLTER, 1994)

Stade physiologique	Besoins en eau (l/j)	
	A 4 - 5°C	à 26 - 27°C
Entretien	27	41
Gestation	37	58
Lactation :		
- 9 l de lait/j	45	67
- 18 l de lait/j	65	94
- 27 l de lait/j	85	120
- 36 l de lait/j	100	147
- 45 l de lait/j	120	173

L'alimentation hydrique doit être régulière et sans interruption accidentelle. L'eau doit être placée dans un endroit bien éclairé, à moins de 15 mètres de l'auge, lorsque les animaux sont en stabulation libre (WHEELER, 1998 ; SOLTNER, 1999).

La mauvaise disposition des abreuvoirs ou leur nombre insuffisant peut se traduire par des baisses de croissance ou des problèmes sanitaires (RUDNITSKI, 2000). Les animaux dont l'ingestion d'eau est restreinte par défaut d'approvisionnement ou de mauvaise qualité ont tendance à manger moins, à croître moins rapidement ; donc, à être moins productifs.

II.1.2. Besoins qualitatifs :

L'eau doit être propre, saine, appétente, aérée, peu minéralisée (moins de 7 g/l de minéraux totaux) et renouvelée suffisamment (WOLTER, 1994). Sa qualité est appréciée par :

- un pH proche de 7 car il intervient dans les équilibres chimiques et modifie la solubilité des éléments présents (JONCOUR, 1996).
- L'absence de parasites et germes. Toutefois, il est toléré un taux de germes fécaux (*Streptococcus fecalis* < 100 /l) (WOLTER, 1994). Une eau riche en bactéries peut, directement ou non, favoriser les mammites, les métrites et poser des problèmes de qualité du lait lors des lavages des mamelles et des circuits de traite (JONCOUR, 1996).
- Matières organiques et minérales: Les concentrations normales en sels minéraux de l'eau de boisson peuvent apporter à l'animal une partie des éléments qui lui sont indispensables et corriger certaines carences minérales que manifestent parfois les fourrages (RIVIERE, 1991). En revanche, la présence, en teneur excessive, de nitrites, nitrates, chlorures, phosphates ou

sulfures peut entraîner des déséquilibres qu'il est bon de prévenir par une alimentation minérale appropriée (SOLTNER, 1999).

II.2. ALIMENTATION ENERGETIQUE :

Elle constitue le facteur limitant de la production, de sorte que toute réduction brutale et de courte durée d'apport alimentaire entraîne une chute brusque de la production laitière (KELLOG et al., 1977).

BROSTER et al. (1969) ont remarqué, sur 2 groupes de génisses Holstein recevant deux niveaux alimentaires énergétiques différents (haut et bas), durant les 18 premières semaines de production, une courbe persistante avec un pic élevé et tardif pour le bon niveau alimentaire par rapport au faible apport alimentaire (cf. tableau III).

Tableau N°III: Influence du niveau alimentaire énergétique sur les paramètres de production (BROSTER et al., 1969).

Paramètres	Niveau alimentaire (Energie)	
	Haut	Bas
Lait (kg/jour)	19,18	16,26
Pic (kg/jour)	21,95	18,61
Jour du pic	34,8	22,8

Comparativement :

- HODEN et JOURNET (1971) ont constaté, lors d'une sous alimentation énergétique, que la phase ascendante est raccourcie et que le pic est abaissé de 1 à 3 litres par jour, suivie d'une faible persistance.
- COULON et al. (1989) ont remarqué que les vaches recevant un haut niveau d'apport énergétique ont produit en moyenne sur trois lactations 1,1 kg/jour de lait en plus au cours des 6 premières semaines de lactation donc 376 kg de plus à l'échelle de la lactation totale par rapport aux vaches recevant un faible niveau d'apport énergétique.

Cependant, la distribution supplémentaire d'environ 3 kg de concentrés, en début de lactation, améliore les pics de 4 à 5 litres (GILBERT et BROSSIER, 1990).

II.3. ALIMENTATION AZOTEE :

La courbe d'une vache sous-alimentée subit des modifications, à partir du cinquième et sixième jour de lactation, caractérisée par (HODEN, 1969) :

- une courte durée de la phase ascendante puisqu'elle prend fin de la deuxième à la troisième semaine de lactation au lieu de se produire à la quatrième semaine.

- Une réduction de la production de lait d'autant plus que la sous-alimentation est importante (16 à 45 %).
- Une diminution accentuée de la phase descendante, de l'ordre de 12 % au lieu de 9 %.

Par conséquent, la quantité de lait totale produite est inférieure à celle des vaches alimentées normalement.

L'augmentation de l'apport azoté, en début de lactation, entraîne un accroissement de la production. Cet apport peut agir en accroissant le niveau d'ingestion (OLDHAM et al., 1978), qui est la résultante de l'accroissement de l'ingestion des fourrages lorsque ceux-ci sont offerts à volonté.

Une étude comparative réalisée sur 2 lots de 8 vaches multipares, alimentées avec un haut et un faible niveau d'apport azoté, a montré que la production laitière augmente pour atteindre un maximum à la 5^{ème} semaine pour le lot de vaches recevant un haut niveau azoté, tandis que pour le lot recevant un bas niveau azoté, le pic de production atteint un maximum à la 2^{ème} semaine (REMOND et JOURNET, 1978).

La diminution de la production laitière est plus accentuée lors d'association de sous-alimentation énergétique et azotée (REMOND et JOURNET, 1978 ; JOURNET et al., 1983).

II.4. ALIMENTATION MINERALE

Les éléments minéraux sont indispensables à la vie de l'animal et sont apportés par les aliments et/ou par complémentation.

Ils sont constitués par (SOLTNER, 1999):

- les macro-éléments (calcium, phosphore, chlore, magnésium, sodium et potassium).
- Les oligo-éléments (fer, soufre, zinc, cuivre, cobalt, manganèse, sélénium et iode).

II.4.1. Macro - éléments :

II.4.1.1. Calcium - Phosphore:

Les apports doivent être fonction de la production laitière. En effet, chez les femelles à forte production, il arrive fréquemment que les dépenses soient supérieures aux apports, déterminant ainsi un bilan négatif avec prélèvement sur les réserves du squelette qu'il est indispensable de reconstituer (RIVIERE, 1991).

Le calcium et le phosphore représentent 1,3 à 1,8 % et 0,8 à 1,0 %, du poids vif de l'animal, respectivement. Leur rôle essentiel se situe dans la formation du squelette. Le phosphore stimule la croissance des micro-organismes dans le rumen et améliore la synthèse de l'énergie (RIVIERE, 1991 ; GADOUD, 1992).

Le phosphore bi-calcique améliore en partie le pH ruminal permettant l'augmentation de la digestibilité du fourrage et entraîne une élévation du taux butyrique. La carence entraîne une diminution de la production laitière (RIVIERE, 1991 ; GADOUD, 1992).

Chez la vache laitière, le mécanisme de régulation du métabolisme phospho - calcique peut être perturbé, provoquant ainsi l'hypocalcémie vitulaire, maladie métabolique (JARRIGE, 1988).

Ajouté en excès à la ration, le calcium est susceptible de diminuer la digestibilité du cuivre, du zinc et du manganèse (DAVIS, 1972). Mais, le calcium des légumineuses ne provoque pas la diminution de la digestibilité des oligo-éléments de ce fourrage (LAMAND, 1975 b).

II.4.1.2. Chlore du sodium :

Le chlore est indispensable à la synthèse de l'acide chlorhydrique du suc gastrique et le sodium joue un rôle important dans l'absorption intestinale. Ces deux éléments sont presque toujours associés.

L'excès de sel provoque l'apparition d'œdème du pis tandis que la carence se manifeste par des troubles de l'appétit et du comportement alimentaire, des troubles digestifs et de la diminution de la production laitière (RIVIERE, 1991 ; GADOUD, 1992).

L'utilisation d'ensilage de maïs, incorporé en bicarbonate de Na (Na_2CO_3), stimule l'ingestion alimentaire et augmente la production laitière de 0,8 kg de lait / jour. (BONSEMBIANTE et CHIERICUTO, 2000).

II.4.1.3. Magnésium :

Le magnésium est nécessaire à l'ossification et intervient dans de multiples réactions cellulaires. Il représente environ 0,04 à 0,05 % du poids vif de l'animal.

La carence en magnésium surtout due :

- au manque d'absorption, conséquent de l'accélération du transit des aliments par déficit de cellulose dans l'herbe jeune, d'une part ;
- au blocage du Mg^{++} osseux par cause hormonale, d'autre part.

A l'état chronique, cette carence se manifeste par la perte d'appétit au pica ainsi qu'une chute de la production laitière (WOLTER, 1973). Si celle ci est trop prononcée, il y a de gros risques de tétanie d'herbage (PERRIN, 2000).

II.4.1.4. Potassium :

Le potassium intervient dans l'équilibre hydrominéral. il représente environ 0,25 % du poids corporel de l'animal.

La carence en K^+ est extrêmement rare et n'a jamais été observée dans les pays tropicaux car les fourrages en sont très riches. Les teneurs sont généralement supérieures à 10 g/kg de MS et peuvent atteindre 30 g/kg de MS.

L'excès (apporté par la mélasse, l'herbe jeune) peut être dangereux par genèse de la carence en Na⁺.

II.4.2. Oligo-éléments :

Les oligo-éléments se distinguent par leur présence en petite quantité et leur estimation pose beaucoup de difficultés (JARRIGE, 1980).

Leurs carences provoquent un déficit de croissance, une chute de production et l'infécondité (JARRIGE, 1980 ; GADOUD, 1992).

II.4.2.1. Fer :

Le fer existe à l'état de trace dans l'organisme et est nécessaire à la synthèse de la vitamine B₁₂. Chez les adultes, l'apport de cet élément ne pose pas de problème du fait de la richesse habituelle du sol et des fourrages (SOLTNER, 1988).

La vache laitière couvrirait ses besoins avec une ration de 4 à 5 mg/kg de MS (JARRIGE, 1980).

II.4.2.2. Soufre :

Le soufre est l'élément le plus important puisqu'il représente 0,2 % du poids corporel (RIVIERE, 1991). Son apport est assuré par les acides aminés soufrés et son excès, interfère avec la digestibilité du cuivre, du zinc, et du manganèse et se transforme en sulfures dans le rumen (JARRIGE, 1980).

II.4.2.3. Zinc :

Le zinc joue le rôle d'activateur des différents systèmes enzymatiques, particulièrement, l'immuno-système et assure la protection des épithéliums (CASTALDO, 1989).

La teneur souhaitable de la ration est de 50 mg/kg de MS (JARRIGE, 1980).

La carence se manifeste par une baisse d'appétit, une dermatite, un retard de croissance et une chute de production de lait (RIVIERE, 1991).

II.4.2.4. Cuivre :

Le cuivre est nécessaire en phase de gestation et de lactation car il intervient dans le métabolisme des os, des lipides et du glucose.

Les teneurs limites de carence sont de l'ordre de 7 à 8 mg/kg de MS (KITCHGESSNER et GRASSEMAN, 1970).

La carence se manifeste par la diminution de l'appétit, de la baisse de la production laitière (GADOUD, 1992) ainsi que les boiteries et l'infécondité (RIVIERE, 1991). Elle peut entraîner des troubles cardiaques suivis de congestion mammaire et pulmonaire (JARRIGE, 1980).

II.4.2.5. Cobalt :

Le cobalt, facteur de croissance et d'équilibre pour la microflore du rumen est utilisé pour la synthèse de la vitamine B₁₂. Il améliore la digestion de la cellulose.

Les besoins pour les bovins sont de l'ordre de 0,1 mg/kg de MS mais la dose toxique est de 90 mg/100 kg de poids vif/jour (ARC, 1965).

La carence se manifeste par l'anémie, l'anorexie, le mauvais état général et la chute de la production laitière (RIVIERE, 1991).

II.4.2.6. Manganèse :

Le manganèse catalyse les fonctions de croissance et de reproduction. Il est présent dans l'organisme en faible quantité (0,5 mg/kg). Les besoins sont estimés entre 25 et 60 mg/kg de MS (ARC, 1965 ; UNDERWOOD, 1971).

II.4.2.7. Sélénium :

Le sélénium :

- augmente l'activité des neutrophiles et améliore l'immunité cellulaire et humorale (ERSKINE et al., 1990),
- diminue la mortalité due aux infections bactériennes (STABEL et al., 1989).

Les besoins se situent entre 0,1 à 0,2 mg/kg de MS.

II.4.2.8. Iode :

L'iode est un constituant de la thyroxine. Il serait partiellement sous la forme inorganique (iodure) ou lié aux protéines (BUTLER et BAYLEY, 1973). Les besoins sont de 2 mg/kg MS pour les femelles en lactation et 1,3 mg/kg de MS pour les autres animaux (JARRIGE, 1980). La teneur des aliments en iode dépend étroitement de la richesse du sol en cet élément (GADOUD, 1992).

La carence se manifeste par un ralentissement de la croissance et une chute de la production laitière (GADOUD, 1992).

II.5. ALIMENTATION VITAMINIQUE :

Les vitamines hydrosolubles (A, D, E et K) et celles liposolubles (complexe B et C) sont très importantes pour la santé, la production et la reproduction des animaux (WATTIAUX et TERRY HOWARD, 1995).

II.5.1. Vitamines hydrosolubles :

II.5.1.1. Vitamine A :

La vitamine A est requise pour la croissance et la production de lait (WOLTER, 1973). Elle joue un rôle dans le maintien de l'intégrité des épithéliums (CHEW, 1994) et

stimule l'immunité humorale et cellulaire ainsi que l'activité phagocytaire (NOCKELS, 1988).

Les besoins minimaux des ruminants sont de l'ordre de 100 UI par kg de poids vif et les apports optimaux devraient se situer vers 200 UI par kg PV ou 10 000 UI par kg d'aliment (JARRIGE, 1988).

II.5.1.2. Vitamine E :

Les besoins des vaches en lactation sont de 500 UI et celles tarées de 1000 UI (HOGAN et al., 1993).

Elle est apportée par la ration à 1000 UI de vitamine E par jour (SMITH et al., 1984).

Le seuil de la concentration sérique en vitamine E, en dessous duquel, il ne faut pas descendre est de 1,5 µg par ml (ERSKINE, 1993 ; OLSON, 1994), mais les concentrations souhaitables sont de l'ordre de 3,5 à 4µg /ml (HOGAN et al., 1993 ; OLSON, 1994).

Chez la vache laitière la carence se manifeste par la sensibilité du lait et du beurre au rancissement conférant des saveurs désagréables (JARRIGE, 1988).

II.5.1.3. Vitamine D :

Les besoins des ruminants en vitamine D sont relativement faibles. Ils sont spontanément satisfaits par l'ensoleillement au pâturage ou par la consommation de foin (JARRIGE, 1988).

Chez la vache laitière, la carence se manifeste par la fièvre vitulaire en début de lactation (GADOUD, 1992). Aussi, Il est en pratique, peu probable, que les variations physiologiques des teneurs sanguines lors du vêlage aient une incidence pratique sur les défenses immunitaires (HUSTMEYER et al., 1994).

II.5.1.4. Vitamine K :

La vitamine K, de la coagulation, se présente principalement sous 2 formes (GADOUD, 1992) :

- La vitamine K1, retrouvée dans les végétaux verts,
- la vitamine K2, synthétisée par la flore bactérienne du tube digestif des mammifères.

Elle est abondante dans les fourrages et est largement synthétisée dans le rumen. Cependant, la consommation de fourrages moisissus est susceptible de provoquer un syndrome hémorragique par formation d'anti-vitamine K (DICOUMAROL) (JARRIGE, 1988).

II.5.2. Vitamines liposolubles :

En général, la microflore du rumen synthétise les vitamines du complexe B et la vitamine C qui ne sont pas requises dans la ration (WATTIAUX et TERRYHOWARD, 1995).

II.5.2.1. Vitamines du complexe B :

Les travaux de FISHBEIN et al (1988) montrent que l'addition :

- d'acide folique, vitamine du complexe B, au régime des vaches laitières améliore les performances de lactation.
- de niacine (vitamine PP), à raison de 6 à 12 g/jour, de la 2^{ème} à la 4^{ème} semaine du post-partum, tend à accroître la production laitière et à diminuer le niveau d'ingestion en augmentant la proportion d'acide propionique dans la production ruminale des acides gras volatils

Ces résultats remettent en question le principe généralement accepté que les besoins des ruminants en vitamines du complexe B sont comblés par la synthèse par la microflore ruminale.

La vitamine B6 et l'acide pantothénique (avec le tryptophane) seraient à l'origine de l'élaboration des anticorps (BENDICH, 1993).

II.5.2.2. Vitamine C :

La vitamine C stimule la formation des anticorps (CASTALDO, 1989 ; GOLDFARB, 1992).

La vitamine C ou acide ascorbique est synthétisée (GADOUD, 1992) :

- dans les capsules surrénales, à partir du glucose pour les animaux domestiques,
- par les bactéries du rumen pour les ruminants.

Chapitre III : BESOINS DE LA VACHE LAITIÈRE.

Les besoins de la vache laitière sont évalués en fonction du stade de sa vie productive. Ils concernent : l'entretien, la croissance, la gestation, la production et la reproduction.

III.1. Besoins d'entretien :

Ils sont nécessaires au maintien en vie de l'animal sans perte ou gain de poids et diffèrent selon le mode de stabulation (JARRIGE, 1980) :

- 10%, en stabulation entravée,
- 20 %, en stabulation libre (en pâturage).

Tableau IV : Besoins d'entretien journaliers en énergie et en azote pour les vaches laitières de 600 kg (INRA, 1988).

Formules	Besoins d'entretien
Energie (UFL) : $\frac{1,4+0,6.PV}{100}$	1,4 + 3,6 = 5 UFL
Azote (MAD) : 0,6 PV	360 g de MAD
Azote (PDI) : 100+0,5.PV	400 g de PDI
Calcium (Ca) : 6g/100 PV	36 g de Ca
Phosphore (P) : 4,5g/100PV	27 g de P

III.2. Besoins de croissance :

Les besoins sont fonction de la croissance qui se poursuit jusqu'à la quatrième ou la cinquième lactation. Pour les vaches frisonnes, le gain en poids a été évalué de 80 à 125 kg en fonction de l'âge. Les besoins dépendent de l'âge au premier vêlage, ils ont été évalués par l'INRA (1988) (cf. tableau V) .

Tableau V: Les besoins de croissance pour une vache de 600 kg (INRA, 1988).

Age au 1 ^{er} vêlage	Besoins				
	Energie (UFL)	Azote (g)		Minéraux (g)	
		MAD	PDI	Ca ⁺⁺	P ⁺
« 2 ans » (- de 28 mois)	0,7	60	55	11	9
« 3 ans » (+ de 28 mois)	0,35	30	25	7	6

III.3. Besoins de gestation :

Les besoins énergétiques évoluent au cours du dernier tiers de la gestation (7, 8 et 9^{ème} mois) et sont importants au cours des dernières semaines de gestation (VERITE, 1978).

Les dépenses de la femelle gestante augmentent en fonction de la croissance du fœtus et de son organisme qui s'enrichit en protéines, en lipides et en énergie (cf. tableau VI).

Tableau VI: Les besoins de gestation pour une vache de 600 kg VERMOREL (1988) et INRA (1988).

gestation (en mois)	Besoins				
	Energie (UFL)	Azote (g)		Minéraux (g)	
		MAD	PDI	Ca ⁺⁺	P ⁺
7	0,9	100	80	9	3
8	1,6	160	130	16	5
9	2,6	240	200	25	8

Il est à noter que les apports énergétiques recommandés pour une vache laitière de 650 kg sont de 6,9 UFL au 8^{ème} mois et de 7,9 UFL au 9^{ème} mois (BAUDET, 1992).

III.4. Besoins de production :

Afin de produire 1 kg de lait à 4 % de matière grasse, la mamelle exporte 0,43 UFL. L'évaluation des besoins en MAD semble variable, elle serait de l'ordre de :

- 56 à 66 g de MAD par kg pour REID et al.(1966).
- 48 g de PDI ou 60 g de MAD (HODEN, 1988).

Tableau VII: Les besoins de production d'un kg de lait pour une vache de 600 kg.

Besoins de production		Apports
Energie (UFL)		0,43
Azote (g)	MAD	60
	PDI	48
Calcium (g)		4,15 (de 3,5 à 4,2)
Phosphore (g)		1,75 (de 1,6 à 1,8)

III.5. Besoins de la reproduction :

Une bonne fertilité nécessite une reprise de l'activité ovarienne le plus rapidement possible après vêlage. Le premier facteur limitant est l'énergie (LAROCHÉ, 2000). En début de lactation, la sous alimentation se traduit par un retard de reprise de la cyclicité (ENJALBERT, 1994).

Les besoins alimentaires ne peuvent pas être évalués pour la reproduction. Néanmoins, les déficits et excès ont été estimés et rapportés.

III.5.1. Les déficits énergétiques:

En début de lactation, la sous alimentation entraîne un bilan énergétique négatif. La diminution de l'apport énergétique de l'ordre de 10 à 50 % a un effet néfaste sur la durée de l'anoestrus post-partum (PERRY et al., 1991 ; DUCROT et al., 1994).

Durant les 6 à 12 premières semaines de lactation, les déficits énergétiques sont de règle et se manifestent par un retard d'apparition des chaleurs (VILLA-GODOY et al., 1990 ; ENJALBERT, 1994) qui est lié à :

- soit, une ovulation tardive consécutive d'un ralentissement de la croissance folliculaire (LUCY et al., 1991),
- soit, des chaleurs silencieuses (SPICER et al., 1990).

Par conséquent, le taux de réussite de l'insémination artificielle diminue et peut atteindre 60%. Les travaux de KINGJOL (1968) rapportent un taux de réussite d'insémination artificielle de 77% sur des vaches en bilan positif contre 16% sur des vaches en bilan négatif.

De plus, après les premières ovulations, une moindre sécrétion de progestérone par le corps jaune (VILLA-GODY et al., 1988 ; SPICER et al., 1990) est liée à une moindre sensibilité du corps jaune à la LH voire à une lutéolyse précoce ce qui pourrait entraîner des risques de mortalité embryonnaire.

III.5.2. Les déficits azotés :

En début de gestation, les déficits azotés peuvent (CURTIS et al., 1985) :

- favoriser les mortalités embryonnaires,
- augmenter le risque des rétentions placentaires.

III.5.3. Les déficits minéraux:

a) Macro-éléments :

En fin de gestation, les carences calciques sont impliquées dans les dystocies, les rétentions placentaires, les métrites et les prolapsus utérins (ENJALBERT, 1994).

Les carences en phosphore sont :

- invoquées lors de troubles de la fertilité chez les vaches laitières.

- Incriminés dans les anoestrus, les chaleurs silencieuses, les faibles taux de réussite d'insémination artificielle (IA) et les kystes folliculaires ainsi que chez les vaches « repeat- breeders » (KUMAR et al., 1986).

Les déficits en magnésium pourraient aussi retarder l'involution utérine (PARAGON, 1991).

b) oligo-éléments :

Le sélénium semble :

- diminuer la fréquence des rétentions placentaires (JULIEN, 1976) ,
- être impliqué dans la contractilité de l'utérus (SEGERSON et al., 1986),
- accélérer l'involution utérine sur des vaches à métrites, par injection 3 semaines avant vêlage (HARRISON et al., 1986).

La carence en iode entraîne (HIDIROGLOU, 1979):

- une diminution, voire un arrêt de l'activité ovarienne ,
- une diminution du taux de réussite des inséminations.

Les carences en cuivre entraînent des diminutions de l'activité ovarienne, des mortalités embryonnaires et des avortements (HIDIROGLOU, 1979).

Les carences en cobalt rendent les ovaires non fonctionnels (WAGNER, 1962).

Les carences en manganèse peuvent entraîner (HIDIROGLOU, 1979) :

- une diminution de l'activité ovarienne,
- une baisse du taux de réussite de l'insémination artificielle,
- des avortements,
- une faible fertilité des femelles (BROCHARD, 1971).

Le zinc joue un rôle d'activateur des enzymes de la stéroïdogenèse (PIPER et SPEARS, 1982).

III.5.4. Les déficits vitaminiques :

a) Vitamines hydrosolubles :

La vitamine A augmente la synthèse de progestérone par le corps jaune en présence de β - carotènes (GRAVES-HOAGLAND et al., 1988).

Sa carence entraîne (HART et GUILBERT, 1993) :

- un blocage des cycles ovariens par différenciation de l'épithélium folliculaire,
- des chaleurs discrètes et des mortalités embryonnaires.

La vitamine D augmente l'intervalle vêlage - 1^{ère} chaleur.

La vitamine E intervient dans le contrôle de l'activité de la phospholipase A₂ (PAPPU et al., 1978) qui semble jouer un rôle dans l'utilisation de l'acide arachidonique dans la synthèse des prostaglandines (ENJALBERT, 1994)

b) Vitamines liposolubles :

Des variations, de la teneur en vitamine C dans le liquide folliculaire au cours du cycle, ont été signalées par (WISE, 1987).

III.5.5. Les excès énergétiques :

En fin de gestation, l'excès énergétique de plus de 10 UFL par jour a des répercussions sur la reproduction. Les travaux de BADINAND et SENBRENNER (1984) ont montré que les 2 tiers des vaches à rétention placentaire sont des vaches trop grasses au vêlage.

III.5.6. Les excès azotés :

Les excès azotés peuvent favoriser les métrites dans la mesure où l'ammoniac diminue l'efficacité des macrophages (ANDERSON et BARTON, 1987). Le taux de réussite de l'IA (insémination artificielle) est diminué 3 fois chez les vaches dont l'urémie est supérieure à 0,43 g/l par rapport aux vaches à urémie normale (FERGUSON et CHAPULA, 1989)

En conclusion, l'alimentation semble avoir le plus grand effet sur la baisse des performances de reproduction (ENJALBERT, 1994).

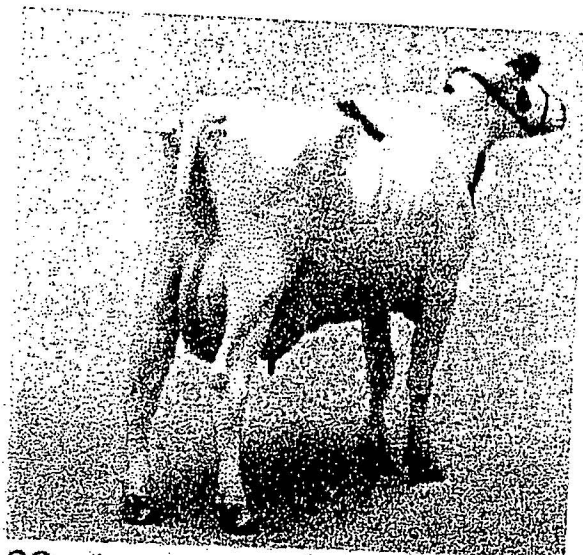
Chapitre IV : EVALUATION DE L'ALIMENTATION.

La conduite de l'alimentation peut être évaluée par l'état d'embonpoint, en l'occurrence, le BCS [body condition score] (GILIBERT et BROSSIER, 1990) ou par les paramètres biochimiques du sang (VERRIELE et BEDOUT, 1999).

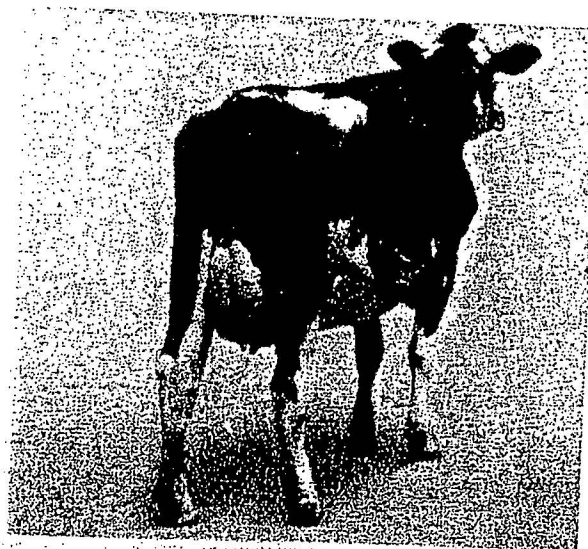
IV.1. Evaluation par BCS

Très peu d'études sont consacrées à l'évolution de l'état corporel tout au long de la lactation (GILIBERT et BROSSIER, 1990). Néanmoins, le BCS d'usage récent, permet d'évaluer les réserves des tissus corporels et leurs changements en fonction des stades physiologiques et métaboliques (RUEGG, 1994).

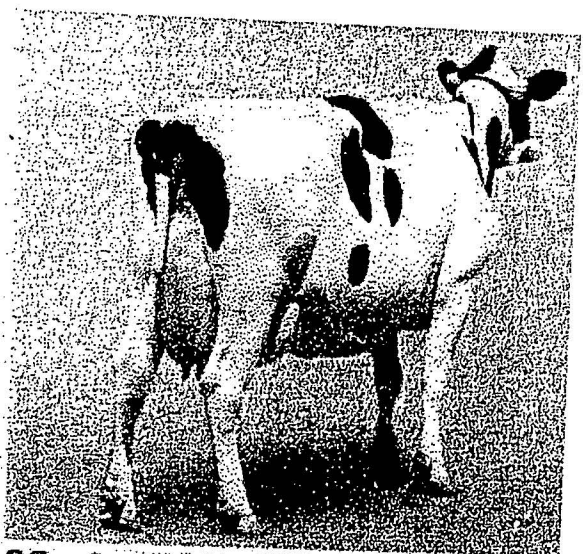
Des barèmes de notation ont été proposés pour des races et des morphotypes différents (BRAUN et al., 1986 ; TREACHER, 1986)(voir figure 2 a et b).



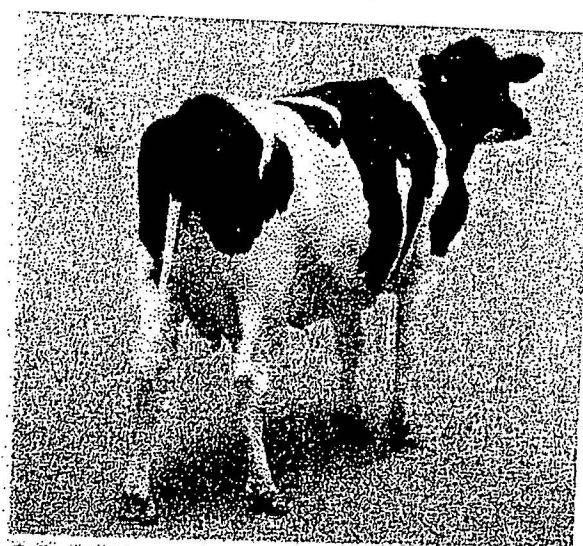
CC = 1



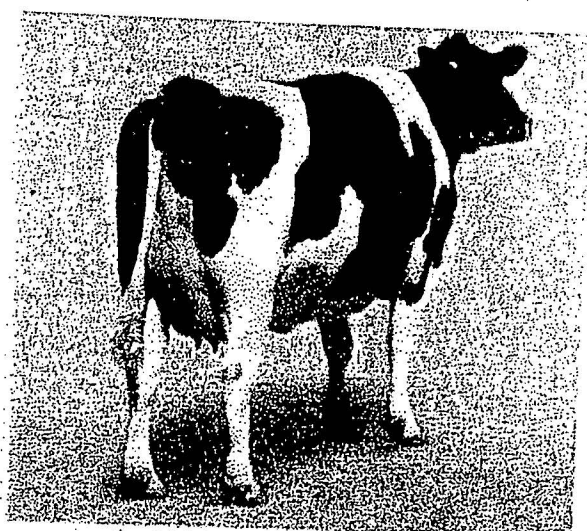
CC = 2



CC = 3

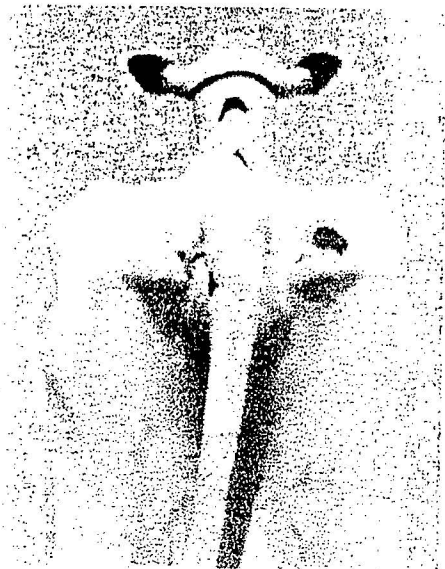


CC = 4



CC = 5

CONDITION DE CHAIR



CC = 1



CC = 2



CC = 3



CC = 4



CC = 5

CONDITION DE CHAIR

Durant le cycle physiologique, l'état corporel a une évolution caractéristique :

- Lors du tarissement, il est faible car l'appétit est réduit et les besoins énergétiques sont accrus pour l'achèvement de la croissance fœtale (SORENSEN et ENEVOLDSEN, 1990). Mais, un BCS de l'ordre de 3,5 ou 4 avant le début du tarissement est préconisé (WHEELER, 1998).
- Après vêlage, il baisse rapidement quand l'appétit de la vache est insuffisant par rapport à la production du lait (CHENAIS, 1987). Une mobilisation des réserves corporelles plus importante pendant les 6 à 7 premières semaines qui suivent le vêlage est observée (FERGUSON et OTTO, 1989).
- Au cours du 2^{ème} ou 3^{ème} mois de lactation, il augmente et se stabilise car il y a gain d'appétit et baisse de production (GILIBERT et BROSSIER, 1990).

Les vaches maigres ou en état corporel normal ont une meilleure capacité d'ingestion pendant les premières semaines de lactation. Par contre, les vaches grasses ont un faible appétit, aggravé surtout en période péri-partum (HEINRICH et O'CONNOR, 1991 ; GARNSWORTHY et JONES, 1993).

L'observation régulière de l'état d'engraissement peut être un indicateur du niveau alimentaire de la période précédente (GILIBERT et BROSSIER, 1990).

VI.1.1. Evolution du BCS en fonction de la production laitière :

En début de lactation, les réserves corporelles sont mobilisées en cas de besoins énergétiques élevés (CANFIELD et BUTLER, 1990). Cette mobilisation est d'autant plus intense que la production de lait est élevée.

Les travaux de DISENHAUS et al. (1985), réalisés sur plus de 3 000 vaches laitières « Pie noire » à production laitière relativement élevée, a montré que les vaches ayant perdu au cours des 2 premiers mois de lactation :

- un point ou plus de BCS ont atteint en moyenne 32,8 Kg de lait au pic de lactation,
- tandis que celles de moins d'un point sur la même période ont atteint 29,8 Kg de lait ; soit une différence de 3 Kg.

Les travaux similaires de SERIEYS (1997) rapporte que :

- 41% des vaches ayant subi une perte de BCS supérieure ou égale à 1,5 point ont dépassée 35 Kg de lait au pic de lactation,
- contre 19% seulement de celles qui sont restées stables ou ont gagné un point en BCS.

L'excès de l'état corporel (Note > à 4) au vêlage a des effets défavorables sur :

- la production laitière : BRAUN et al. (1986) rapportent une baisse par lactation de l'ordre de 250 à 500 Kg.
- La qualité du lait : FARRIES et HOHEISEL (1989) observent une augmentation du taux butyreux avec une forte concentration d'acides gras insaturés à longue chaîne.
- L'appétit par baisse en période péri- et post-partum (HOLTER et al., 1990).
- L'intensité de la mobilisation des réserves corporelles (RUEGG, 1994).



- L'incidence des maladies métaboliques (CURTIS et al., 1985, 1993).

Le déficit de l'état corporel (note $< 2,5$) au vêlage a globalement moins d'inconvénients, car l'appétit post-partum des vaches maigres augmente plus rapidement que celui des vaches à l'état corporel normal ou grasses. Par conséquent, la mobilisation de leurs réserves corporelles est limitée en intensité et en durée et la production de lait n'est pas optimale (MEISSONNIER, 1994).

IV.1.2. Evolution du BCS en fonction de la reproduction :

Le degré de mobilisation des réserves corporelles est en relation direct avec le bilan énergétique qui a un effet important sur l'allongement des intervalles (BENAICH et al., 1999) :

- vêlage - retour à l'activité ovarienne [V-RAO],
- vêlage - première insémination [V-IA],
- vêlage- conception [V-IF].

Le déficit de l'état corporel semble s'expliquer par un bilan énergétique fortement négatif après le vêlage. En effet, une corrélation positive significative entre la durée de l'intervalle [V-RAO] et la chute de BCS a été observée (WRIGHT et al., 1992).

De plus, BUTLER et SMITH (1989) ont montré que :

- la durée, des intervalles [V-IA] et [V-IF], apparaît directement liée au bilan énergétique négatif et à la vitesse de mobilisation des réserves corporelles,
- un bilan énergétique négatif agirait probablement de la même manière que la sous nutrition et pourrait intervenir dans le retard de la reprise de l'activité ovarienne en affectant la sécrétion pulsatile de LH.

L'excès d'état corporel au vêlage (note > 4) a des effets défavorables sur :

- La reproduction par retard de l'involution utérine et de la cyclicité ainsi que l'allongement de l'intervalle vêlage - vêlage (MEISSONNIER, 1994).
- L'insémination fécondante (NUSKE et GRAFT, 1994).

IV.2. Evaluation des paramètres biochimiques :

La notion de profil métabolique ou biochimique, introduite à la suite des travaux de PAYNE (1976) repose sur la connaissance d'un certain nombre de paramètres considérés comme un reflet de l'activité métabolique.

Appliqués par MAGAT et MOUTHON (1977) dans la surveillance de grandes unités de production animale, ils ont suscité un grand intérêt dans le milieu vétérinaire. Ces tests permettent de mettre en évidence certaines modifications préjudiciables avant que n'apparaissent les symptômes cliniques de déséquilibre. Cependant, leur interprétation reste difficile surtout en début de lactation (SCHOVERT, 2000).

Sur le plan zootechnique, la biochimie sanguine peut être utilisée pour évaluer la conduite alimentaire d'un troupeau ou l'efficacité d'une ration (VERRIELE et BEDOUT,

1999). Néanmoins, il convient de l'employer à bon escient, après calcul et vérification des rations (MEYLAN, 1998).

La détermination des taux de glucose, d'urée, de phosphore, d'albumine, de calcium et de globuline, permet de situer le troupeau laitier par rapport à une population de référence (VERRIELE et BEDOUET, 1999). Toutefois, un profil métabolique plus complet, tenant compte des teneurs du cuivre, du zinc, du sélénium, du sodium, du potassium et du magnésium est plus fiable.

IV.2.1. Glycémie:

Les valeurs normales sont (VAGNEUR, 1996) :

- en début de lactation, de 0,50 à 0,55 g/l,
- au delà de 100 jours de lactation, de 0,60 à 0,65 g/l.

Par conséquent, il faut corréliser la valeur de la glycémie à la production laitière ou au stade physiologique de l'animal.

La glycémie permet de détecter précocement deux grands dangers pour la vache en début de lactation, à savoir l'acidose et la cétose (VERRIELE et BEDOUET, 1999).

L'hypoglycémie, avec des valeurs inférieures à 0,45 g/l, en début de lactation (SCHELCHER et al., 1995) :

- reflète le déficit énergétique (PECHOVA et al., 1997),
- s'accompagne d'une accumulation des corps cétoniques, suite à une diminution de la production hépatique de glucose (KREMER et al., 1993). Elle est proportionnelle au déficit énergétique cumulé dont a manqué la vache depuis son début de mobilisation.
- Est caractérisée par un taux bas en triglycérides plasmatiques (VAGNEUR, 1996).

L'hyperglycémie n'est pas considérée comme probante pour certains auteurs (SCHELCHER F et al., 1995), mais, elle est :

- le reflet de l'alimentation chez l'animal non stressé et en apparente bonne santé.
- défavorable à la forte production de lait et au taux butyreux mais favorable au taux protéique (VAGNEUR, 1996).
- provoquée par l'apport de glucides rapidement hydrolysables (amidon et sucre) qui en induit la chute du pH ruminal à 5,0 et par conséquent l'acidose ruminale avec son cortège pathologique.
- accompagnée de teneurs faibles en acides gras et en corps cétoniques chez les vaches en début de lactation, dont la période sèche précédente a été réduite (REMOND et al., 1997b).

IV.2.2. Urémie :

Les valeurs normales sont comprises entre 0,20 et 0,35 g/l.

L'urémie est un indicateur de l'équilibre alimentaire des protéines (VERRIELE et BEDOUET, 1999). Elle permet de vérifier l'équilibre PDIN/PDIE des rations (VAGNEUR, 1996).

L'hypo-urémie (inférieure à 0,20 g/l) est associée à un apport insuffisant d'azote alimentaire ou à l'utilisation d'aliment contenant une faible proportion de protéines alimentaires dégradables. Par conséquent, le déficit en PDIN fait ralentir le métabolisme microbien du rumen, d'où l'insuffisance de la production d'acides gras volatils avec une faible protéosynthèse microbienne, entraînant ainsi une insuffisance énergétique et protéique, donc une faible production et l'infertilité (VAGNEUR, 1996).

L'hyper-urémie :

- voisine de 0,35g/l, témoigne d'un excès de PDIN par excès d'aliment azoté (VERRIELE et BEDOUET, 1999).
- supérieure à 0,40 g/l, entraîne une accélération du transit, une surcharge hépatique et des risques accrus d'entérotaxémie (ENJALBERT, 1998).

Les dosages de la glycémie et de l'urémie sont très utiles pour évaluer l'équilibre énergie - azote de la ration au cours du premier mois de la lactation (VAGNEUR, 1992).

IV.2.3. Albuminémie :

L'albumine, protéine sérique, est synthétisée par le foie à partir des PDIM et des PDIA (absorbées dans l'intestin) et des protéines corporelles. Le taux normal est compris entre 32 et 38 g/l (VERRIELE et BEDOUET, 1999).

L'hypo-albuminémie est surtout due à la faible disponibilité en acides aminés sériques (TREMBLAY, 1996) et, est significative en début de lactation (PECHOVA et al., 1997).

IV.2.4. Globulinémie :

Les globulines sont des indicateurs de la réponse du système immunitaire ou de la sollicitation des systèmes de défense (TREMBLAY, 1996). Leur taux augmente en cas de processus infectieux ou inflammatoire (VERRIELE et BEDOUET, 1999).

IV.2.5. Calcémie :

La calcémie normale est comprise entre 80 et 120 mg/l. Un bilan anionique/cationique négatif provoque une légère acidose métabolique qui favorise la mobilisation du calcium (MESHY, 1995). Un rationnement adapté est indiqué pour prévenir de l'apparition du syndrome de la fièvre vitulaire (VERRIELE et BEDOUET, 1999).

Aucune cession particulière n'est observée lors d'hypocalcémie puerpérale et la suspicion repose sur des critères cliniques (GEISHAUSER, 1995).

Selon REMOND et al. (1997), les éleveurs, ayant mis en pratique la réduction ou l'omission de la période sèche, ont déclaré avoir observé moins de fièvre vitulaire et moins de maladies liées à l'alimentation. DAVICCO et al (1992) ont montré que les teneurs en calcium et phosphore sont significativement plus élevées chez les vaches précédemment non tarées que chez les témoins, après le vêlage.

IV.2.6. Phosphorémie :

Le taux normal varie entre 40 et 86 mg/l (VERRIELE et BEDOUET, 1999). Ce taux varie en fonction des apports alimentaires (TREMBLAY, 1996) mais le déficit en phosphore est retrouvé chez les bovins âgés.

Le dosage du phosphore plasmatique permet de dépister, au moins 8 jours avant le vêlage, les vaches qui seront très probablement atteintes d'une fièvre vitulaire (BRUGERE - PICOUX et REMY, 1995).

Chapitre V : FACTEURS DE VARIATIONS DE LA CAPACITE D'INGESTION DE L'ALIMENTATION.

L'ingestion des les aliments est nécessaire pour la couverture de leurs besoins. La capacité d'ingestion est gouvernée par les centres de la prise de nourriture et de la satiété au niveau du système nerveux central (JARRIGE, 1988).

La baisse la capacité d'ingestion induit une sous-alimentation qui a pour cause :

- Primaire, le manque ou la mauvaise qualité des fourrages et le manque d'apport d'eau de boisson (MORAND - FEHR et DOREAU, 2001),
- Secondaire, les maladies infectieuses (AKINBAMIJO et al., 1997) ainsi le parasitisme gastro-intestinal (DAKKAK, 1995).

V.1. L'eau :

Une vache en lactation consomme en moyenne 70 à 140 litres d'eau par jour (RUDNITSKI, 2000).

Cette quantité peut être influencée par de nombreux facteurs, tels que la quantité et la concentration de la matière sèche, le niveau de production et la température.

V.1.1. Quantité d'eau et concentration de la matière sèche des aliments:

La quantité d'eau ingérée varie en sens inverse avec la quantité d'eau apportée par les aliments.

La consommation d'eau de boisson est diminuée de l'ordre de 20% chez les bovins disposant d'herbe jeune à volonté.

Une relation, positive et significative, entre la quantité d'eau totale et les quantités d'azote, de matières grasses, de K⁺ de Mg⁺ et de Cl⁻ ingérées a été rapportée (PAQUAY et al, 1970).

L'animal consomme de 0,5 à 1,5 kg d'eau de plus avec le foin qu'avec l'ensilage, préparés à partir du même fourrage. Cette différence est due essentiellement à l'apport d'eau par les aliments humides (WALDO et al., 1965).

Une augmentation moyenne de 0,5 l/j par point de matière sèche supplémentaire a été observée, chez la vache laitière, particulièrement (CASTEL et THOMAS, 1975).

V.1.2. Niveau de production :

Pour produire 1 litre de lait, la vache perd 850 à 870 d d'eau (RIVIERE, 1991). Une vache qui produit 50 litres de lait boit jusqu'à 150 litres d'eau par jour (CRAPELET et THIBIER (1973), alors qu'une vache tarie n'a besoin que de 35 à 60 litres quotidiennement (RUDNITSKI, 2000), tandis qu'une femelle gestante retient de l'eau pour la constitution du liquide foetale (RIVIERE, 1991).

Tout sous abreuvement diminue la consommation alimentaire et par conséquent la production laitière (WOLTER, 1994 ; WHEELER, 1998).

V.1.3. Température:

Les besoins en eau augmentent avec la température extérieure (WOLTER, 1994) alors que la consommation alimentaire diminue, cette dernière dépend de quantité totale d'eau ingérée (AHMED et ABDELATIF, 1995 ; IGBOKWE, 1997).

Dans ces conditions, la sécrétion salivaire diminue et l'osmolarité du milieu ruminal et du sang augmentent sensiblement, ce qui provoquerait la stimulation du centre de la satiété. L'ensemble de ces phénomènes expliquerait la réduction de la durée des repas d'une part ; et la baisse des quantités ingérées d'autre part (IGBOKWE, 1997) et par conséquent la production de l'animal (lait, gain de poids) est réduite (MORAND-FEHR et TRANC; 2001).

Dans certains cas, l'apport d'eau froide a permis d'améliorer le niveau d'ingestion et de performance (WILKS et al. ,1990). Par contre, une eau trop froide est sous consommée et peut provoquer des coliques et des diarrhées (WOLTER, 1992). En conclusion, l'eau de boisson doit être mise à la disposition des animaux en permanence et à volonté.

V.2. Les aliments :

Amener la vache à consommer de grandes quantités d'aliments est la clé d'une production de lait abondante (WHEELER, 1998).

Les éléments nutritifs requis pour la production de lait se trouvent dans la matière sèche. Cependant, la quantité librement ingérée par la vache est fonction de particularités liées à (VAMBELLE, 1996) :

- L'animal : La race, le poids vif, le niveau de production, le stade de lactation, l'âge et la conformation de l'animal expliquent 20 à 40% des variations de l'ingestion (INRA, 1988).
- L'aliment : Le facteur alimentaire 60 à 80% (VAMBELLE et DESWYSEN, 1978)

V.2.1. Présentation des aliments :

La capacité d'ingestion des aliments varie en fonction de leur présentation à l'animal. Pour les concentrés, il n'apparaît pas d'influence spécifique de la granulométrie du régime sur la production laitière des vaches (SAUVANT, 2000) alors que la réduction de la taille des particules d'un fourrage :

- Aboutit à l'amélioration de son ingestibilité (SAUVANT et VAN MILGEN, 1995) par passage rapide dans le tube digestif (SAUVANT, 2000) ,
- entraîne une baisse de l'activité cellulolytique (JARRIGE et al., 1973).

V.2.2. Stade de récolte et mode de conservation des fourrages :

La qualité des fourrages classiques diminue avec l'âge de la plante (DEMARQUILLY, 1973 ;INRA, 1988).

A âge semblable, les légumineuses, plus riches en constituants intracellulaires sont plus ingestibles que les graminées car leur lignine se présente sous une forme plus condensée et offre moins de résistance aux dégradations que la lignine diffuse des graminées. Pour ces raisons, elles sont ingérées plus vite et en plus grande quantité (NICOL, 1996).

La conservation par fanage ou ensilage diminue le plus souvent l'ingestibilité (GADOUD, 1992). Celle du foin est d'autant plus réduite que les conditions de récolte sont plus mauvaises par rapport au fourrage vert. Cette baisse est due aux pertes de substances au cours de la fenaïson (NICOL, 1996).

Lorsqu'ils sont offerts à volonté, les foins offrent une meilleure ingestibilité quand les vaches ont la possibilité de trier les éléments les plus ingestibles (HAUWUY et al., 1993 b ; COULON et al., 1997).

V.2.3. Niveau de production :

La production laitière de la vache est directement proportionnelle à la quantité d'aliments consommés (COULON et D'HOOR, 1994).

En pleine lactation, la supplémentation, de 270 à 330 g de MS, entraîne une surproduction d'un kg de lait pour une vache de 650 kg (NICOL, 1996).

En fin de gestation, la capacité d'ingestion est fortement réduite par l'utérus qui occupe plus de la moitié de la cavité abdominale (COTE, 1996). Cette réduction a été évaluée à environ 30% au cours des 17 derniers jours de gestation (BESTICS et al., 1992).

Pour préserver la capacité d'ingestion du début de lactation suivante, il est important de stimuler le développement volumétrique par les fourrages grossiers (WENTINK et al., 1990).

V.2.4. Température :

La zone de température dans la quelle les vaches sont confortables se situe entre 5 et 20°C (NRC, 2001).

La consommation de MS diminue et celle de l'eau augmente lorsque la température ambiante s'élève au dessus de 25 à 30°C (FUQUAY, 1981). Cette baisse de la consommation alimentaire est un des moyens dont dispose le ruminant pour réguler sa température interne et s'adapter donc aux fortes chaleurs (MORAND -FEHR et DOREAU, 2001). Dans ces conditions, la consommation alimentaire est maximale pendant la nuit, période où la régulation de la température est plus facile en raison des températures ambiantes plus basses (AHMED et EL- AMINE, 1997). Par

conséquent, l'animal cherche un environnement plus frais durant la journée (VANDENHEEDE et al., 1995).

Le transit est ralenti pendant les périodes de chaleurs ceci s'explique par la réduction de la motricité ruminale. Mais, il est accéléré pendant les périodes de froid (CHRISTOPHERSON et KENNEDY, 1983).

Chapitre VI : FACTEURS DE VARIATIONS DE LA PRODUCTION LAITIÈRE.

En dehors de l'alimentation, de nombreux autres facteurs influencent la production laitière (COULON et al., 1990 ; BARILLET et BONAITI, 1992 ; NICKERSON, 1995) :

- **Intrinsèques, liés à l'animal :**
 - Facteurs génétiques.
 - Facteurs physiologiques.
- **Extrinsèques, liés à l'environnement :**
 - Facteurs climatiques,
 - Facteurs liés à la conduite d'élevage :
 - Nombre de traites.
 - Tarissement.
 - Reproduction.
 - Facteurs sanitaires :
 - Infections intra - mammaires.
 - Infections podales.
 - Infections uro-génitales.
 - Troubles digestifs (parasitoses).

VI.1. Facteurs liés à l'animal :

VI.1.1. Facteurs génétiques :

La production laitière est influencée par trois facteurs, en l'occurrence : la race, l'individu et le croisement.

VI.1.1.1. La race :

La production varie en fonction des races. En effet, les travaux de (FNCL, 1984) rapportent les rendements annuels différants des races laitières les plus fréquemment rencontrées (cf. tableau VIII).

Tableau N°VIII : Production laitière par an chez quelques races françaises (Source FNCL (Fédération Nationale du Contrôle Laitier) (1984) cité par FERROUK, 1987)

Races pures	Française Frisonne	Normande	Montbéliarde	Charolaise	Limousine	Blonde d'aquitaine	Salers	Maine Anjou	Brune
Rendement laitier (l/an/vache)	4172	3718	3660	1509	1500	3798	2253	2431	3366

Au Maroc, SRAIRI et KESSAB (1998) ont constaté que les vaches « pie rouge » ont de moins bonnes aptitudes laitières que les vaches « pie noire ». Elles produisent en moyenne 3500 kg/an, inférieure de moitié à leur potentiel génétique. Les rendements laitiers sont donc moyens et leurs résultats reproductifs sont fort préoccupants (SRAIRI et BASSAQUE, 2001). En fait, selon MBAP et NGERE (1989), ORSKOV (1993) ces vaches dont le potentiel est loin d'être exploité ont contribué à l'augmentation de la production laitière du pays (GUESSOUS, 1991). La sous-

alimentation, le nouveau microbisme, le changement climatique ne peuvent qu'accroître les difficultés d'adaptation des génisses importées (FLAMANT ,1991).

En Algérie, d'une manière générale, le cheptel bovin laitier constitué de vaches de race « pie rouge » et « pie noire » présente une production laitière journalière moyenne, de 12,45 à 12,91 kg de lait/vache similaire (OLFIVE, 2001).

VI.1.1.2. L'individu :

La production de lait varie d'une vache à une autre. Cette variation individuelle compte pour environ 17,2% de la variation totale (tous facteurs confondus) (JARRIGE, 1980).

VI.1.1.3. Le croisement :

Les croisements semblent influencer la production laitière. En effet, Hoden (1978) a observé que la race croisée (Holstein x Frisonne) se situe à la moyenne des races parentales.

Les travaux de MADALENA et al.(1979) ont montré que le produit du croisement entre deux races pures Holstein et Gir entraînait une amélioration significative de la production initiale et de la durée de la lactation. La même observation est rapportée par GROSSMAN et al (1986) pour le croisement entre la race Holstein et Guernesey.

VI.1.2. Facteurs physiologiques :

Trois principaux facteurs sont à considérer, à savoir : l'âge de la génisse, le rang et le stade de lactation.

VI.1.2.1. L'âge de la génisse :

L'âge au premier vêlage est fonction du poids de la génisse (2/3 du poids adulte) au moment de sa mise à la reproduction (DELAGE, 1969) ainsi que la croissance de sa glande mammaire (DELOUIS, 1983). Il varie entre deux et trois années suivantes, plus précisément l'alimentation (HANSET, 1978).

Les travaux de POWELL (1985) rapportent un âge moyen au vêlage de génisse exprimé en mois de 26,18 ; 28,75 ; 27,72 et 28,04, respectivement pour les races Jersey, Holstein, Guernesey et brune Suisse.

Toutefois, les travaux de WICKERSHAM et SHULTZ (1963) montrent que chez des génisses Holstein vêlant à des âges différents et recevant une alimentation identique, la production laitière évolue avec l'âge (cf. tableau IX).

Tableau N° IX: Influence de l'âge au vêlage de la génisse sur la production laitière.

Effectif (vaches)	Age moyen (mois)	Production totale (kg)
10	27,9	5030
11	24,2	4350
7	20,4	4350

Les résultats de KEOWN et al (1986) indiquent que l'accroissement de la production est fonction de l'âge de la génisse. Selon HICKMAN (1973), la production maximale est atteinte à l'âge de 3 ans.

D'autre part, il est important de signaler que pour un même âge au vêlage, la production laitière des génisses n'est pas indépendante de leur vitesse de croissance. En effet, une vitesse de croissance trop rapide se traduit par une production laitière faible dès la première lactation et aussi pour les lactations suivantes (LITTLE et KAY, 1979).

Afin d'obtenir un vêlage précoce à 2 ans (rentable économiquement) (HARGROVE et al., 1969) et de ne pas compromettre la production laitière et la fertilité de la génisse, (BOUILHOL, 1984) recommande une courbe de croissance en forme de V avec un gain de poids moyen quotidien de :

- 800 g au cours des six premiers mois,
- 500 à 550 g entre le 6^{ème} et le 12^{ème} mois,
- une croissance régulière de 600 à 700 g à partir du 12^{ème} mois jusqu'à la saillie.

VI.1.2.2. Le rang et la durée de lactation :

*** Le rang de lactation :**

Il constitue un facteur de variation important des paramètres de production.

La production totale de lait augmente d'une lactation à l'autre et atteint un maximum à la quatrième ou cinquième lactation puis diminue. Le pourcentage d'accroissement d'une lactation à l'autre est plus important pour la production maximale que pour la production totale (cf. tableau X).

Tableau X : Pourcentage d'accroissement de la production maximum et totale en fonction du rang de lactation.

Rang de lactation	Production maximale			Production totale	
1	100	100	100	100	100
2	128,5	129	129	113,0	100,1
3	142,5	138	142	121,9	133,5
4		149	153	124,6	142,4
> 5				127	145,9
Auteurs	DECAEN et POUTOUS (1965)	DECAEN et al., 1970	HODEN (1978)	POLY et VISSAC (1959)	RICORDEAU et al., 1964

*** La durée de la lactation** est en relation inverse avec le rang.

La durée de la 1^{ère} lactation est plus longue que les suivantes (KEOWN et al., 1986). Les lactations suivantes sont caractérisées par un pic plus élevé associé à une faible durée de la production (COULON et al., 1985).

VI.1.2.3. Le stade de lactation :

L'effet du stade de lactation a fait l'objet de très nombreux travaux (REMOND, 1987; SCHUTZ et al., 1990; AGABRIEL et al., 1990) qui montrent que la production de lait:

- est faible au cours des premiers jours de lactation,
- est maximale durant les 2^{ème} et 3^{ème} mois de lactation,
- diminue ensuite jusqu'à la fin de la lactation, cette baisse est due à l'avancement de l'état gestatif (REMOND, 1987), qui raccourcit la durée de la production (LESCOURRET et COULON, 1994).

VI.2. Facteurs liés à l'environnement :

La production laitière est influencée par le climat, la conduite d'élevage et l'état sanitaire.

VI.2.1. Facteurs climatiques :

La saison et le climat (température, hygrométrie et rayonnement solaire) sont deux paramètres qui influent sur la production laitière.

VI.2.1.1. La saison :

La saison intervient dans la production par l'intermédiaire de la durée de jour. En effet, une photopériode expérimentale longue de 15 à 16 heures par jour augmente de 10% la production laitière et diminue la richesse du lait en matières utiles par rapport aux vaches normalement soumises à une durée d'éclairement de 9 heures à 12 heures (TUKER, 1985 ; PHILLIPS et SCHOFIELD, 1989).

Ce gain de production est associé à :

- une augmentation des quantités ingérées de l'ordre de 6,1% des besoins par vache et par jour (PHILLIPS et SHOFIELD, 1989),
- la modification des équilibres hormonaux par augmentation de la prolactinémie (TUKER, 1985) pouvant entraîner une diminution des taux butyreux et protéiques. Le taux de la prolactine dans le plasma est significativement plus élevé chez les vaches en production et chez les génisses placées en jours longs (PETITCLERC et al.,1984).

VI.2.1.2. Température :

La température idéale pour la production laitière oscille au tour de 10°C (DUBREUIL ,2000).

*** Température haute :**

La quantité de lait produite par des vaches soumises à des températures supérieures à la température critique haute est réduite.

Cette diminution est de l'ordre de :

- 5 à 25% à des températures de 20 à 30°C, (DUBREUIL ,2000).
- 1,9 à 3,7 kg de lait par jour sous une température de 29°C (RODRIQUEZ et al., 1985).

- 3 kg de lait par jour sous une surcharge thermique (MARSHANG, 1973).

Une augmentation de 0,70 kg de lait par jour est observée lors d'aspersion d'eau fraîche sur les animaux pendant la période chaude en Colombie (IGONO et al., 1985). Aussi, l'utilisation de douches aux heures les plus chaudes permet d'améliorer la production laitière (BIDANEL et al., 1989) et de retrouver des niveaux de correction de fertilité (GAUTHIER, 1983).

L'effet du stress thermique est réduit par l'offre de l'eau froide (à 10°C) (WILKS et al., 1990).

Par conséquent, un climat chaud influence défavorablement la production laitière ce qui explique, l'intérêt de contrôler l'ambiance des locaux d'élevage et la possibilité d'utilisation d'air conditionné (THATCHER et al., 1974b).

*** Température basse :**

La production laitière diminue à partir d'une température ambiante inférieure à la température critique basse (YOUNG, 1983). Cette diminution est d'abord légère puis s'accroît pour les températures de plus en plus basses.

Une baisse de l'ordre de 10,3% de la production associée à une température de 9,7°C a été rapportée par (BARYSNIKOV et AHMEDOV, 1966).

L'augmentation de l'ingestion d'aliments observée lors de basses températures compense en fait les métabolismes (CINQ-MARS, 2001).

VI.2.1.3. L'hygrométrie :

L'humidité est importante à considérer lorsque les températures augmentent, car elle limite la dissipation de la chaleur de l'animal (FUQUAY, 1981).

Pour des températures variant entre 4,4°C et 10,3°C, la production de lait diminue quand l'humidité augmente (DANILIN, 1969).

VI.2.1.4. Le rayonnement solaire :

Le rayonnement solaire agit par :

- réduction des pertes de chaleur des animaux lorsqu'ils sont exposés au froid,
- contribution au stress thermique quand la température ambiante est élevée, c'est le cas en été. Ainsi, la diminution de la production laitière est plus importante lorsque la température est élevée et est associée à un rayonnement solaire intense.

La nécessité d'aménager des pare-soleil dans les régions chaudes et ensoleillées surtout en saison d'été, améliore le confort ambiant des vaches et par là même leur production (SHULTZ, 1984). ROMAN-PONCE et al. (1977) ont observé une

augmentation de 10% de la production des vaches laitières placées sous l'ombre en Floride.

VI.2.2. Conduite de l'élevage :

Elle intervient par le nombre de traites, la durée du tarissement et la mise à la reproduction.

VI.2.2.1. Nombre de traites quotidiennes :

La pratique de deux traites par jour est le plus fréquemment utilisée. Ce pendant, la pratique de trois traites par jour permet d'augmenter la production laitière qui semble varier selon les auteurs.

Elle serait de l'ordre de :

- 10 à 15% de plus chez les vaches traites trois fois par jour durant les 12 premières semaines de lactation (WATERMAN et al., 1983),
- 20 % chez les vaches en seconde ou en troisième lactation pendant une durée d'expérimentation avoisinant les 20 semaines (POOLE, 1982).

Cette augmentation est fonction du rang de lactation, elle est moins élevée en 1^{ère} lactation par rapport aux suivantes (POOLE, 1982 et DEPETERS et al., 1985).

Néanmoins, la pratique de trois traites quotidiennes influence les paramètres de la courbe de lactation:

- o le pic de production est plus élevé et tardif (WATERMAN et al., 1983 ; DEPETERS et al., 1985 ; AMOS et al., 1985),
- o la durée est plus longue (AMOS et al., 1985).

VI.2.2.2. Tarissement :

Le tarissement se produit lorsque le lait est gardé dans le pis durant 18 h ou d'avantage, la pression qui en résulte provoque l'arrêt de la sécrétion des cellules productrices qui se traduit au bout d'un certain temps par une réduction de la taille de pis (COTE, 1996).

La période de tarissement est souvent négligée par les éleveurs car elle est considérée comme une période d'improductivité (VAN SAUN, 1991). En réalité, elle coïncide avec plusieurs processus physiologiques importants (MEISSONNIER, 1994), à savoir :

- l'achèvement de la croissance fœtale,
- le repos et la restauration de la glande mammaire,
- la poursuite de la croissance corporelle chez les primipares,
- la reconstitution des réserves corporelles chez les vaches amaigries par la lactation antérieure.

Le tarissement aide l'animal pour une meilleure lactation et intervient par plusieurs paramètres.

VI.2.2.2.1 Mode d'arrêt de la traite :

Deux modes de tarissement peuvent être conduits (SERIEYS, 1997), par :

- arrêt brutal.
- arrêt progressif de la traite.

Les conséquences sanitaires des modes d'arrêt de la traite ont montré que l'arrêt progressif, est plus favorable à la santé de la mamelle que l'arrêt brutal (OLIVER et al., 1990). Le tarissement doit être progressif afin de permettre aux bactéries du rumen de s'adapter aux changements de rations (WHEELER, 1998).

VI.2.2.2.2 Régime alimentaire :

La période du tarissement est cruciale sur le plan alimentaire pour un bon démarrage de la lactation et pour la prévention des troubles qui entourent le vêlage : rétention placentaire, fièvre vitulaire, cétose, infertilité (WOLTER, 1994).

Pour réduire la production laitière, en fin de lactation, des restrictions alimentaires doivent être préconisées avant l'arrêt de la traite (SERIEYES, 1997). Le retrait du concentré durant 7 à 14 jours, combiné à une seule traite quotidienne est une bonne méthode de tarissement (COTE, 1996). En effet, les vaches ainsi conduites ont contracté moins de nouveaux cas de mammites que celles qu'on avait tarées brusquement sans modifier le régime alimentaire.

Le régime alimentaire favorable à la réduction de la production et la relance de la lactation suivante, recommandé par WOLTER (1994), est basé sur :

- Un régime à base de fourrages durant le premier mois.
- Une introduction graduelle du concentré au cours du deuxième mois comme suit :
 - 1 kg par vache /j, trois semaines avant vêlage.
 - 2 kg par vache /j, 2 semaines avant vêlage.
 - 3 kg par vache/ j, 1 semaine avant vêlage.

Une autre technique consiste à distribuer aux vaches tarées la même ration que les vaches en lactation, mais en quantité limitée (DIRKSEN et al., 1985). Une ration de foin de graminées à brins longs, de qualité moyenne s'est révélée un régime idéal pour la vache tarée. Les fourrages de qualité énergétique et protéique supérieure, comme l'ensilage de maïs ou l'ensilage mi-fané de luzerne doivent être servis avec modération (PARKER, 1998).

Toutefois, il faut éviter toute suralimentation énergétique ou azotée afin de prévenir le syndrome de la vache grasse pour prévenir les complications du part. Le seul moyen d'y parvenir est évidemment de séparer les vaches tarées de celles en lactation, et ceci pendant toute la durée du tarissement (ARZUL, 1996).

VI.2.2.2.3. Durée :

La durée optimale de tarissement permettant une production maximale de la lactation suivante est variable :

- 6 à 8 semaines (MEISSONNIER, 1994),
- 6 à 10 semaines (SERIEYS, 1997).

Cependant, l'allongement se fait au détriment de la lactation précédente du fait d'un arrêt précoce de la traite en faveur de l'augmentation de la lactation suivante.

VI.2.2.2.3.1. Durée optimale :

La durée de tarissement varie en fonction du rang de lactation et du niveau de production.

*** Rang de lactation :**

Chez les primipares et les multipares, les durées sont différentes. En moyenne, les primipares ont besoins de 8 semaines ou plus de tarissement, tandis que les multipares n'ont besoin que de 6 semaines ou moins pour réaliser la production maximale de lait. Cet allongement chez les primipares correspond sans doute à la suite de leur croissance (DIAS et ALLAIRE, 1982).

Les premières ont en effet, une production laitière plus élevée que les secondes au cours du dernier tiers ou quart de lactation (LESCOURRET et COULON, 1994) à cause de la persistance plus élevée de leur production.

*** Niveau de production laitière :**

Les vaches à production laitière élevée et persistante, caractérisée par un niveau de production encore élevé en fin de lactation ont besoin d'une durée du tarissement plus longue. L'activité de sécrétion de leurs lactocytes est encore élevée au moment de l'arrêt de la traite et le processus complet d'involution puis de régénération de leurs tissus sécrétoires nécessite alors plus de temps (SERIEYS, 1997).

VI.2.2.2.3.2. Raccourcissement de la durée :

Le raccourcissement de la durée entraîne un allongement de la lactation précédente donc une production de lait supplémentaire et par conséquent la dépression de la lactation suivante qui se caractérise par un pic plus réduit et plus tardif et une courbe plus plate (SERIEYS, 1997).

La réduction de la période sèche à moins de 4 semaines, chez des vaches en 2^{ème} et en 3^{ème} lactation entraîne une forte baisse de la production par rapport à celle obtenue pour une durée optimale (8 à 10 semaines) qui n'est pas significative pour celle obtenue entre elles (KEROUANTON et al., 1995).

L'omission complète de la période sèche entraîne une diminution de l'ordre de 18 à 29 % de la quantité de lait produite au cours de la lactation ultérieure (REMOND et al., 1997b). Selon KEROUANTON et al. (1995), cette diminution est de l'ordre de 21% en 2^{ème} lactation et 18% en 3^{ème} lactation .

Néanmoins, les travaux de REMOND et BONNEFOY (1997) montrent que dans un troupeau où aucune vache n'est tarie, un très haut niveau de production laitière (24 kg / j) deux mois avant le vêlage est probablement dû au potentiel génétique élevé ainsi qu'au niveau d'alimentation soutenu tout au long de l'année.

VI.2.2.3. La reproduction :

L'élevage bovin laitier se caractérise par la superposition dans le temps de la gestation et de la lactation dans un intervalle vêlage - vêlage. Au cours d'une lactation, la fertilité et la production représentent deux fonctions en concurrence. C'est-à-dire, lorsqu'une vache est fécondée, sa production laitière est de plus en plus freinée par la croissance fœtale, la dépression de la sécrétion d'hormone lactée (SOLIMAN et al., 1989) ainsi que l'effet négatif de la sécrétion de progestérone (BOICHARD, 1986).

Cet effet freinateur est d'autant plus précoce que l'intervalle vêlage - fécondation est court (MEISSONIER, 1996).

Cette situation est à l'origine d'interrelation entre les performances de fertilité et de production. La plus visible, étant l'influence de l'intervalle vêlage - fécondation sur la durée de la lactation (BOICHARD, 1986).

□ Stade de gestation :

L'effet sur la production laitière est variable selon les auteurs.

- il est apparent dès le premier mois (BAR- ANAN et GENIZI, 1981),
- il exerce un effet dépressif croissant à partir du 4^{ème} mois chez des vaches fécondées à différents stades de lactation,
- il augmente à partir du 5^{ème} mois (KEOWN et al., 1986).

□ L'intervalle vêlage – vêlage :

L'allongement de l'IVV accentue la diminution de la production.

- L'allongement de 20 jours provoque une baisse de production de l'ordre de 0,15 à 0,50 kg de lait/ j, soit 50 à 150 kg par lactation (POLY et VISSAC, 1958 cité par HADJADJ, 1983).
- L'écart de production de 600 à 1080 kg lorsque l'intervalle varie de 40 à 160 jours (MEISSONIER, 1996).

□ Saison de vêlage :

La période de vêlage n'agit pas directement sur la production laitière, elle intègre toute une série de facteurs dont le plus important est l'alimentation (COULON et al., 1988 ; AGABRIEL et al., 1990). L'influence du mois de vêlage sur la production laitière est donc variable, l'idéale serait de faire coïncider les vêlages avec les périodes de disponibilité fourragère ce qui est variable d'une région à une autre voire d'un pays à un autre.

Les travaux de AMON et al. (1993) montrent que la haute production laitière est basée sur des vêlages centrés sur la période août – septembre.

Cependant, pour AGABRIEL et al. (1990), le mois d'août apparaît comme très défavorable pour les vaches en début de lactation (- 5,9 kg /j de lait) et la chute brutale de production observée est sans doute à rapprocher au type d'alpage (diminution des surfaces pâturées au profit des surfaces de fauches).

Néanmoins, la période estivale reste une période difficile, malgré le stade physiologique avancé des vaches (COULON, 1991).

Toutefois :

- SOLIMAN et al., (1989) ; AGABRIEL et al.(1990) ; COULON (1991) rapportent que les vêlages d'automne ou d'hiver conduisent aux productions laitières et aux taux de matières utiles les plus élevés. Ce qui semble s'expliquer par la disponibilité des fourrages.
- BIDANEL et al. (1989) remarquent que la production journalière maximale est assurée lorsque les vêlages ont lieu dans la période de janvier à avril.

VI.2.3. Facteurs liés à l'état sanitaire :

La carrière d'un animal peut être définie comme l'enchaînement des événements individuels qui permettent de caractériser sa vie de la naissance à sa mort ou à sa réforme, sur le plan de la croissance, de la production, de la reproduction et de la santé (LASSEUR et LANDAIS, 1992 cité par COULON et al.,1993).

Plusieurs travaux ont montré l'effet notable des facteurs sanitaires sur la production laitière (LUCEY et al., 1986 cité par COULON et al.,1993) ou à l'inverse des conséquences pathologiques des niveaux de production (BARNOUIN et KARAMAN, 1986).

Les troubles sanitaires, les plus fréquemment relevés (LANDAIS et al., 1989), sont regroupés en quatre syndromes :

- les infections intra - mammaires,
- les infections podales,
- les infections uro – génitales,
- les troubles digestifs occasionnées principalement par les parasitoses.
- autres troubles, désignant l'ensemble des affections pouvant induire des pertes de productions moins importantes que celles décrites ci-dessus (COULON, 1989), telle que la cétose (BAREILLE S. et BAREILLE N., 1995) et l'acidose (WOLTER, 1981).

Ces pathologies induisent des pertes de production, et de commercialisation entraînées par l'interdiction légale de livraison consécutive aux traitements médicamenteux (en moyenne, 10 traites) (COULON et al., 1989).

VI.2.3.1. Infections intra - mammaires :

La mammite, première pathologie en élevage laitier, revêt une importance qui n'est pas à démontrer, ni du point de vue fréquence, ni du point de vue conséquence économique (PLUVINAGE et al., 1991).

Elle se présente sous trois formes :

- la mammite clinique qui est visible à l'éleveur,
- la mammite sub-clinique occasionne les plus grosses pertes sans être visible à l'éleveur.
- la mammite chronique réfractaire à toute tentative thérapeutique où un ou plusieurs quartiers perdus sont généralement le motif de réforme (VESPA, 1986).

La mammite sub-clinique est plus fréquente que la mammite clinique et la diminution de la production laitière est plus importante que celle occasionnée par la clinique (NICKERSON, 1995). En France, le taux d'incidence annuelle varie entre 20 et 30% (PLUVINAGE et al., 1991 ; BARNOUIN et al., 1993). En Algérie, il est de l'ordre de 40 % (GUETARNI, 2000).

VI.2.3.1.1. Mammmites et production :

L'apparition de la mammite, par conséquence, la diminution de la production, est en relation avec le stade, le rang de lactation et le niveau de production.

*** Stade de lactation :**

Les animaux présentent une grande sensibilité à l'infection intra - mammaire en début de lactation (POUTREL, 1983). En effet, elles apparaissent dans les 2 mois qui suivent le vêlage suite à un utérus mal nettoyé et des décharges de matières purulentes qui souillent la queue, l'arrière de l'animal et le sol favorisant la contamination de l'environnement et par là même du pis.

De plus, les vaches sujettes aux rétentions placentaires font trois fois plus de mammmites (HEINONEN, 1989).

Un tiers des mammmites cliniques surviennent au cours du premier mois de lactation (PLURINAGE et al., 1991).

Les travaux de PLUVINAGE et al. (1991) ont estimé les pertes chez des vaches produisant en moyenne 6600 kg / lactation à :

- 294 kg / vache / an, pour les mammmites cliniques,
- 528 kg / vache / an, pour les mammmites sub-cliniques.

*** Rang de lactation :**

L'augmentation de la fréquence des mammmites avec le rang de lactation est un phénomène fréquemment décrit par DOHOO et al., (1984) ; FAYE et al., (1986b).

Une prédisposition plus grande aux infections semble être la conséquence d'un ensemble caractérisant le vieillissement des animaux par l'allongement des trayons,

la perte de l'élasticité du sphincter et de la diminution de la distance trayons / sol (POUTREL, 1983).

En définitif, les problèmes du pis ont tendance à augmenter avec l'âge (DOHOO et al., 1984 ; FAYE et al., 1986b).

*** Niveau de production :**

En début de lactation, le risque de mammite est multiplié par 2,2 chez les femelles à production laitière comprise entre 5800 kg et 7500 kg et par 3,1 chez celles à production supérieure à 7500 kg (CHASSAGNE et al., 1998 ; BARNOUIN et al., 1999).

De plus, selon LESCOURRET et COULON (1994), les vaches ayant le type de mammite le moins grave ont la production initiale la plus faible (19,4 kg) tandis que celles ayant la mammite la plus grave ont la production initiale la plus forte (24 kg). La même observation a été faite par GROHN et al. (1995).

Ce pendant, il convient de préciser que la tendance globale à une relation production - mammite clinique n'est pas inéluctable et qu'il existe des élevages à haut potentiel laitier qui semblent maîtriser les mammites cliniques.

Il existe donc une relation entre le taux cellulaire du lait de tank (TCT) et la production (DOHOO et WAYNE MARTIN, 1984). La production laitière est plus faible dans les élevages ayant un TCT supérieur à 300×10^3 cellules/ml par rapport à ceux avec un TCT inférieur à 250×10^3 cellules/ml.

VI.2.3.1.2. Evaluation des pertes :

L'évaluation des pertes quantitatives (1) et qualitatives (2) est basée sur :

1. le taux cellulaire du lait de tank (TCT),
2. le taux de matière grasse et protéique.

Pour la communauté européenne, les critères retenus et rapportés par BEGUIN (1994) sont :

- un TCT inférieur ou égal à 300×10^3 cellules/ml,
- un taux de matière grasse de 38 g/l,
- un taux de matière protéique de 30 à 31 g/l.

La concentration en cellules somatiques apparaît a priori comme le critère capital, car elle représente, le seul témoin des infections intra - mammaires capables d'entraîner une dégradation de la qualité.

□ Pertes quantitatives :

Pour estimer les pertes quantitatives sur le lait de mélange (TCT), MTAALLAB et al. (2000) ont adopté la formule :

$$P \% = [TCT - 200 \times 10^3 / 100 \times 10^3] / 0,02.$$

Les travaux de STYLES et RODENBURG (1996) ont montré que la perte de lait est de l'ordre de 2% par tranche de 100×10^3 cellules au-delà de 200×10^3 cellules par millilitre (cf. tableau XI).

Tableau N° XI: Rapport entre les pertes moyennes de production et le TCT dans Les troupeaux Ontariens.

TCT	Pertes de production de lait (%)	Pertes de production de lait (kg /lactation)
100.000	0	0
200.000	2	180
400.000	6	360
800.000	14	540
1 600.000	28	720

□ Pertes qualitatives :

Pour estimer les pertes qualitatives sur le lait de mélange de nombreux auteurs ont adopté les formules suivantes :

* Matière protéique :

Selon MAHIEU (1985), le rapport C / MAT (caséines par rapport à la MAT) est estimé en fonction du TCT :

$$C / MAT = - 2,06 \log (TCT) + 89,47.$$

La diminution débute à partir d'un TCT de l'ordre de 300×10^3 cellules/ml.

Une perte considérée comme importante pour la transformation est estimée à 1,98 % (MTAALLAB et al., 2000).

* Matière grasse :

Selon ROGUINSKY (1978), la perte est évaluée à un gramme par litre pour un TCT de 10^6 cellules/ml selon la formule :

$$P = \frac{TCT}{10^6} \text{ en g/l.}$$

Cependant, elle semble :

- moins importante, de l'ordre de 0,5 g/l (MTAALLAB et al., 2000),
- voire nulle (MURPHY et al., 1989).

Toutefois, ces résultats ne paraissent pas significatifs puisqu'un simple déséquilibre alimentaire peut engendrer une chute pareille de la matière grasse.

VI.2.3.1.3. Alimentation et mammites :

L'apparition de mammites semble être en relation avec la nature de l'aliment et des fourrages. L'excès ou le déficit des différents composants de la ration peut influencer sur l'état sanitaire de la mamelle (DUVAL, 1995).

*** Nature de l'aliment :**

□ Aliment énergétique :

La baisse de la quantité de concentrés est recommandée lors d'atteinte de mammites (KLUG et al., 1989).

L'augmentation de l'apport énergétique dans la ration augmente l'incidence de la mammite. En effet, celle-ci passe de 6,8% à 35,7% lorsque la ration contient 25% au lieu de 40% de concentrés pour les vaches en première lactation et de 18,9 % à 36,8% pour les autres vaches (DUVAL, 1995).

□ Aliment azoté :

En général, il n'a pas été observé de relation entre la teneur en protéines de la ration et l'incidence de la mammite (MADSEN et NIELSEN, 1981).

Mais, une relation significative entre le taux d'urémie et la colonisation bactérienne du pis avec augmentation de la susceptibilité de l'infection (EMMERT et WENDT, 1991) a été observée.

Cependant, les rations riches en azote non protéique sont à éviter car elles ont des répercussions néfastes sur les leucocytes qui protègent le pis. Aussi, en cas d'utilisation de telles rations, il faut veiller à donner assez de fibres pour nourrir les micro-organismes du rumen qui vont convertir l'azote non protéique en protéines bactériennes (DUVAL, 1995).

□ Aliment minéral et vitaminique :

Le déficit en calcium dans la ration favorise l'apparition de mammites. En effet, selon RADOSTITS (1961), 50% des animaux développent une mammite à coliformes en quelques heures après le vêlage par manque de calcium dans leur ration.

Le fer joue un rôle important dans la prévention des mammites (KATHOLM 1983).

Le sélénium a un effet dans la prévention des mammites subcliniques (NDIWENI et al., 1991). En effet, MADDOX et al. (1991) montrent que les vaches, recevant une supplémentation de sélénium de l'ordre de 0,35 mg / kg de MS, résistent mieux aux mammites à coliformes. De plus, WEISS et al. (1990) rapportent une fréquence des mammites cliniques élevées lorsque la teneur en sélénium plasmatique diminue ou lorsque l'ingestion de vitamine E diminue.

Toutefois, la supplémentation en vitamine E seule, de l'ordre de 1000 UI/j, ne réduit pas l'incidence des mammites (BATRA et al., 1992), tandis que celle en vitamine A et β - carotène diminuent la fréquence des mammites (GRANDINI, 1984a).

Les rations alimentaires riches en Na et K prédisposent les femelles laitières à l'œdème mammaire (NESTORE et al., 1988).

*** Nature des fourrages :**

□ La luzerne et les autres légumineuses :

Les légumineuses, particulièrement, la luzerne contient des substances oestrogéniques qui ont tendance à favoriser les mammites. L'inclusion de la luzerne à la ration des vaches atteintes de mammite chronique exacerbe l'infection (DUVAL, 1995).

La distribution, des foin ou ensilages riches en légumineuses, aux génisses est à éviter car cet apport oestrogénique encourage le développement prématuré du pis et favorise l'incidence de mammite environnementale (KLASSTRUP et al., 1987).

□ Les ensilages :

Les ensilages de mauvaise qualité sont très néfastes pour le système immunitaire. *Listéria*, *pseudomonas* et *protéus* sont fréquemment retrouvés dans l'ensilage et peuvent donc être la source de mammites (DUVAL, 1995).

□ Les foin :

Le foin moisi, par conséquent, les mycotoxines sont nuisibles aux globules blancs. Ils interviennent dans l'affaiblissement du système immunitaire (DUVAL, 1995).

VI.2.3.2. Infections podales et production :

L'apparition de la boiterie, par conséquence, la diminution de la production, est en relation avec le stade, le rang de lactation et le niveau de production.

*** Stade de lactation :**

Au cours de la lactation, l'évolution de la fréquence de la pathologie podale répond à un modèle de décroissance linéaire (DOHOO et al., 1984).

En effet, les observations montrent que :

- la fréquence des boiteries passe par un maximum au second mois de lactation, puis décroît irrégulièrement jusqu'à la mise bas suivante (COULON et al., 1989),
- un maximum de cas au cours des 3 premiers mois de lactation (EDDY et SCOTT, 1980).

Selon les travaux de (COULON et al., 1989), les pertes occasionnées sont :

- importante, entraînant un déficit de production de 64 kg et de lait non commercialisable de 162 kg en début de lactation.
- pratiquement nulle, avec une perte totale de 70 à 85 kg en milieu de lactation. Cependant, cette perte varie en fonction de la race.

*** Rang de lactation :**

DOHOO et al. (1984) ont remarqué que les pathologies podales augmentent avec l'âge, selon un modèle de croissance linéaire, de l'ordre de 0,6% par an.

*** Niveau de production laitière:**

Une relation a été mise en évidence entre :

- le niveau de production et le taux de boiteries (BROCHART et FAYET, 1981). En effet, l'augmentation d'un litre de lait s'accompagne d'une majoration de la fréquence des boiteries de l'ordre de 5,8 %. Aussi, lorsque la production passe de 15-16 kg à 25-26 kg/j, la fréquence passe de 4,4 à 14,7 %.
- l'augmentation de la fréquence des boiteries (non- infectieuses) et le niveau de production par « effet – seuil ». En effet, une plus forte incidence des boiteries chez les vaches à 3 lactations et plus avec une production laitière maximale, supérieure à 35 kg/j a été observée par BARNOUIN et KARAMAN (1986).

VI.2.3.3. Alimentation et boiterie:

L'excès ou le déficit des différents composants de la ration pourraient accroître les risques d'apparition de boiteries (BARNOUIN et al., 1981).

□ Aliment énergétique :

L'alimentation énergétique pourrait jouer un rôle dans le développement des troubles métaboliques du pied (PETERSE et al., 1984), bien que le lien entre une ration riche en énergie et un taux élevé de boiteries ne soit pas très clair (GREENOUGH et al., 1983).

BROCHART et FAYET (1981) ; COULON et al. (1989) indiquent que les boiteries semblent être liées à une alimentation à base d'ensilage d'herbe, mais les causes ne sont pas clairement établies. Toutefois, ESPINASSE (1974) a constaté que les régimes riches en ensilage de maïs favorisaient l'acidose du rumen et provoquaient une hyper-histaminémie responsable des fourbures aiguës.

Les travaux de GOURCY (1988), montrent que la pathologie podale est présente, avec un taux de l'ordre de :

- 24,6% dans les élevages où l'ensilage de maïs représente plus de 50 % de la ration dans l'année,
- 17,1%, lorsqu'il représente moins de 50%.

□ Aliment azoté :

Une relation positive entre la sensibilité aux boiteries d'origine métabolique et l'importance des apports azotés a été rapportée (BROCHART et FAYET, 1981). En effet, selon les travaux de SOMMER (1991), l'excès d'azote alimentaire dégradable peut engendrer des boiteries.

□ Aliment minéral et vitaminique :

L'apport d'un complément minéral sous forme de bloc à lécher paraît très favorable à la santé du pied chez la vache laitière. En effet, BAZELEY et PINSANT (1984) rapportent une incidence plus élevée des troubles podaux métaboliques en cas d'absence de complémentation minérale.

Le déficit calcique est associé à :

- un accroissement des troubles osseux et des boiteries (DAMMIRICH, 1987),
- une prédisposition des pathologies du pied chez les animaux atteints de fièvre vitulaire (FAYE et al., 1986b ; FAYE et BARNOUIN, 1988),
- une ostéoporose progressive et une grande fragilité du pied (PAYNE, 1983).

La carence en zinc se traduit par une diminution de la dureté de la corne qui rend le pied plus sensible aux traumatismes et aux infections (PESTIER, 1976).

La carence de la vitamine E se manifeste par la dégénérescence musculaire qui provoque les boiteries (JARRIGE, 1980).

VI.2.3.3. Infections uro- génitales et production :

Chez la vache laitière, nombreuses sont les affections liées au vêlage ou à la période post-partum, telle que les dystocies, les rétentions placentaires, les métrites...(FAYE FAYET, 1986).

En cas d'affection, l'utérus ne favorise pas les conditions nécessaires pour le développement normal de l'embryon qui se traduit par des mortalités embryonnaires et un allongement de l'intervalle vêlage – fécondation (VALLET et al., 1980).

La fréquence des dystocies varie fortement d'une étude à l'autre :

- 0,8% pour OLTENACU et al. (1990),
- 12,9% pour PEELER et al. (1994).

En Algérie, les rétentions placentaires représentent des taux de 20,76 % (ADJERAD, 2000).

L'apparition des infections est en relation avec le stade et le rang de lactation.

*** Stade de lactation :**

Les métrites aiguës apparaissent rapidement, 10 jours après le vêlage (Institut de l'Elevage ,1994).

Les anoestrus apparaissent en début de lactation car la production laitière, prioritaire à cette période, inhibe les hormones gonadotropes (BUTLER et SMITH ,1989). De plus, le déficit énergétique diminue encore les concentrations de ces hormones, et baisse ainsi l'activité ovarienne (SWANSON, 1989).

*** Rang de lactation :**

Les hypothèses sont contradictoires et l'incidence :

- des métrites :
 - n'est pas fonction de l'âge (DOHOO et al, 1984),
 - diminue progressivement avec l'âge (MARKUSFELD, 1984),

- augmente avec l'âge (ERB et MARTIN, 1980).
- des pathologies ovariennes :
 - diminue avec l'âge (ERB et MARTIN, 1978),
 - augmente avec l'âge (DOHOO et al, 1984 ; EMANUELSON et BENDIXEN, 1991).

Cependant, STEVENSON et al (1988) rapportent une relation inversement proportionnelle avec le rang car le risque de métrites est élevé chez les primipares, faible en seconde lactation et augmente ensuite.

BROCHART et CHASSAGNE (1985) avaient relevé une augmentation des fréquences de rétention placentaire à partir du 4^{ème} vêlage.

*** Niveau de production :**

Il semble ne pas exister de relation entre le niveau de production et la fertilité (NEBEL et MAC GILLIARD, 1993).

En effet, les travaux de :

- BARANAN et al. (1985), sur de mauvaises laitières, ont signalé que la faible production et la mauvaise fertilité sont la conséquence d'un même problème, le plus souvent d'origine alimentaire ou sanitaire.
- LEAN et al. (1992), montrent que les vaches ayant une forte production et une forte persistance ont plus de chances d'être fécondées en 1^{ère} et en 2^{ème} insémination que celles ayant un pic élevé et une mauvaise persistance.

VI.2.3.4. Troubles digestifs et production :

Dans l'élevage des ruminants, les problèmes digestifs qui entraînent le plus de pertes sont les parasitoses gastro-intestinales (JARRIGE, 1995). Les parasitoses les plus fréquemment incriminées, dans l'élevage laitier, responsables de baisse de production sont :

- la fasciolose hépatique,
- la strongylose,
- la cryptosporidiose.

L'impact des pertes est observé dans :

- la production laitière (THOMAS et ALI, 1983),
- la production de laine (BARGER et al., 1973),
- le poids (DAKKAK et OUHELLI, 1988),
- les performances de reproduction (DAKKAK et OUHELLI, 1988).

Cependant, la vermifugation induit une élévation de la production laitière de :

- 17,6 kg sur une période de 3 semaines par thiabendazole selon FARIZY (1970),
- 4 à 8% par Fébantel (proben-zimidazole) mensuellement durant la période de pâturage selon CHARTIER et HOSTE(1994).

VI.2.3.4.1. La fasciolose hépatique :

L'impact de l'infestation fasciolienne (*Fasciola hepatica*) semble d'autant plus important que le contexte d'élevage est intensif (CHICK et al., 1980).

Une baisse de production, variant de 8 à 80% a été mise en évidence chez les animaux dont le niveau d'infestation est de 100 à 500 douves, respectivement (CHAUVIN et MAGE, 1997). De plus, la qualité du lait est modifiée en raison des perturbations de la synthèse des protéines, des matières grasses et du lactose (MAGE et LEGARTO, 1986).

La fertilité des bovins est aussi influencée (BARNOUIN et al., 1984 ; MAGE et al., 1989).

VI.2.3.4.2. La strongylose :

Les infestations à strongyloïdes (*papillosus*, *trichuris* et *skrjanema*) sont peu documentées (CABARET et al., 1984) bien qu'elles soient responsables de baisses de production laitière.

Selon CHARTIER et al. (1992), ce parasitisme entraîne une chute de production de l'ordre de 13 à 25,1% ainsi qu'une baisse du taux butyrique.

VI.2.3.4.3. La cryptosporidiose :

L'infestation par *cryptosporidium mûris*, considérée comme bénigne (De GRAAF et al., 1999) cause des pertes de production laitière (ESTEBAN et ANDERSON, 1995) et de poids (ANDERSON, 1987).

OBJECTIFS

Du moment que la production laitière est confrontée principalement par des problèmes d'ordre alimentaire et zootechnique, nous nous sommes fixés quatre objectifs, en l'occurrence :

Objectif 1 :

Evaluation de la ration alimentaire.

▪ **Evaluation de la qualité de l'eau :**

□ **La qualité bactériologique :** recherche, dénombrement et identification des coliformes, des streptocoques et des clostridies.

□ **Qualité physico-chimique :**

- Le dosage des minéraux (calcium, magnésium, potassium, sodium, chlore, sulfates, nitrates, nitrites et les bicarbonates).
- La mesure du pH, de la turbidité et de la conductivité.

▪ **L'analyse de la valeur nutritive des aliments (fourrages et concentrés) qui repose sur :**

- dosage de la :
 - matière sèche,
 - matière minérale,
 - matière azotée,
 - matière grasse,
 - matière glucidique,
 - Minéraux.

□ **Le calcul de la ration alimentaire.**

□ **Correction des rations.**

Objectif 2 :

Evaluation de la production laitière annuelle de l'exploitation LAH... :

- Quantitative
- Qualitative

Objectif 3 : **Evaluation des paramètres biochimiques.**

Objectif 4 : **Evaluation des paramètres de la reproduction.**



PARTIE II

MATERIELS ET METHODES

CHAPITRE I : ALIMENTATION DE LA VACHE LAITIERE.

PARTIE A : EVALUATION DE LA RATION ALIMENTAIRE.

Pour **évaluer la ration alimentaire**, nous nous sommes proposé de faire le constat par :

□ L'analyse de l'eau :

- Qualité bactériologique : recherche et dénombrement des coliformes, des streptocoques et des clostridies.
- Qualité physico-chimique :
 - Le dosage des minéraux (calcium, magnésium, potassium, sodium, chlore, sulfates, nitrates, nitrites et les bicarbonates).
 - La mesure du pH, de la turbidité, de la conductivité et de la matière organique.

□ L'analyse de la valeur nutritive des aliments (fourrages et concentrés) par :

- Dosage de la :
 - matière sèche,
 - matière azotée,
 - Cellulose brute,
 - matière grasse,
 - matière minérale,
 - des minéraux (Ca, P, K, Mg, Na, Fe, Cu, Co, Zn et Mn).
- Calcul de la ration alimentaire.
- Correction des rations.

PARTIE B : EVALUATION DE LA PRODUCTION LAITIERE (exploitation LAH...).

Pour **évaluer la** production laitière de l'exploitation LAH..., nous nous sommes proposé de faire le constat par une étude :

- Quantitative, basée sur la mesure de la quantité mensuelle de lait produite à partir de la collecte.
- Qualitative, basée sur les résultats mensuels, du laboratoire de contrôle de qualité de la laiterie de Beni Tamou, des paramètres physico-chimiques du lait :
 - L'acidité Dornic,
 - La matière grasse ou taux butyreux,
 - La densité,
 - L'extrait sec dégraissé (ESD).
 - La température

A.1. Exploitations :

Le présent travail a été réalisé dans quatre exploitations laitières situées dans la région de la Mitidja, réparties sur les wilayates de Blida et Tipaza.

Les renseignements ont été recueillis sur fiches signalétiques par :

- exploitation (annexe 1),
- vache individuelle (annexe 2).

Tableau XII : Renseignements généraux sur les exploitations.

Exploitations	Période de l'étude	Situation géographique	Effectif	Type de stabulation	Mode de traite	Type d'abreuvement
LAH...	Juillet 00 - juin 01	wilaya de Tipaza	137	libre	salle de traite	Abreuvoir automatique
IME...	Juillet - novembre 00	wilaya de Tipaza	43	Semi - entravée	salle de traite	Bassin collectif
HAD...	Juillet - août 00	wilaya de Blida	37	entravée	Chariots à traire (02)	Abreuvoir automatique
ZAI...	Juillet - août 01	wilaya de Blida	84	Semi - entravée	Chariots à traire (03)	Abreuvoir automatique

A.2. Aliments :

Les aliments, à base de :

- L'eau est servie à volonté par abreuvoirs automatiques ou bassin collectif (cf. tableau XII).
- Les fourrages distribués « à volonté » dans les exploitations sont différents et varient pratiquement chaque mois. Ils sont constitués essentiellement de légumineuses et de graminées et rapportées dans le tableau XIII.
- Les concentrés varient aussi dans les exploitations (cf. tableau XIV). Ils sont distribués lors des traites tout au long de l'année.
- Les mêmes blocs à lécher sont mis à la disposition des animaux tout au long de l'année. Ils sont constitués de :
 - Macroéléments :
 - 12 % de calcium.
 - 0,4 % de phosphore.
 - 22 % de NaCl
 - 0,2 % de magnésium
 - oligo-éléments :
 - 1500 mg /kg de zinc.
 - 200 mg /kg d'iode.
 - 500 mg /kg de fer.
 - 0,5 mg /kg de sélénium.
 - 400 mg /kg de cuivre

Suite du tableau XII:

Composition	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin
Fauche de prairie naturelle 4 : - <i>Phalaris paradoxa</i> . - <i>Ranunculus arvensis</i> (bouton d'or). - <i>Anagallis arvensis</i> (Mouron des oiseaux). - <i>Convolvulus arvensis</i> (Liseron). - <i>Scherardia arvensis</i> . - <i>Erodium moschatum</i> (Bec de grue). - <i>Trifolium spp</i> (Trèfle). Addition de carottes broyées Trèfle en floraison										LAH...		
Foin de prairie naturelle			IME...								LAH...	LAH...
Foin de graminées (orge + avoine).	ZAI...	ZAI...										
Ensilage d'avoine				IME...								

Tableau XIV : Composition des concentrés distribués.

Composition (par quintal)	Exploitation LAH...	Exploitation IME...	Exploitation HAD...	Exploitation ZAI...
Son de blé (%)	50	50	40	75
Maïs (%)	40	40	26	25
Triticale (%)			30	
Matière minérale (%)	10	10		
Addition de CMV	1 kg	0	2 %	aléatoire
Addition de sel iodé	1 kg	0	2 %	
Origine	ONAB	ONAB	In situ	In situ

ONAB : Office National des Aliments du Bétail.

A.2.1. Evaluation de la ration alimentaire :

I.2.1.1. Analyse de l'eau :

Elle comporte la détermination des qualités bactériologique et physico-chimique.

- ❑ **La qualité bactériologique :** recherche et dénombrement des coliformes, des streptocoques et des clostridies.
- ❑ **Qualité physico-chimique :**
 - a. Le dosage des minéraux (calcium, magnésium, potassium, sodium, chlore, sulfates, nitrates, nitrites et les bicarbonates).
 - b. La mesure du pH, de la turbidité, de la conductivité et de la matière organique.

I.2.1.1.1. Qualité bactériologique :

En règle générale, il est recommandé d'effectuer l'analyse bactériologique deux fois par an. Ces analyses devraient être faites en printemps et pendant la période de l'été, périodes qui comportent le plus de risques (BOLDUC, 1985).

I.2.1.1.1.1. Prélèvements :

Les échantillons d'eau, de chaque exploitation, ont été prélevés aseptiquement dans des flacons stériles de 500 ml en verre. Après identification, ils ont été transportés dans une glacière réfrigérée à + 4°C et analysés immédiatement, dès leur arrivée au laboratoire bactériologie alimentaire (Institut Pasteur d'Alger).

I.2.1.1.1.1. Recherche et dénombrement :

- ❑ **Recherche des coliformes par la technique du NPP (annexe 3) :**

Les coliformes sont dénombrés en milieu liquide, par la technique du NPP (nombre le plus probable) sur bouillon VBL (bouillon lactosé bilié au vert brillant) réparti à raison de 10 ml par tube muni d'une cloche de DURHAM.

La technique en milieu liquide fait appel à deux tests consécutifs à savoir :

- Le test de présomption, réservé à la recherche des coliformes totaux.
- Le test de confirmation ou test de Mac KENZIE, réservé à la recherche des coliformes fécaux à partir des tubes positifs au test de présomption.

□ **Recherche des streptocoques fécaux par la technique du NPP (annexe 4) :**

La recherche des streptocoques fécaux ou streptocoques du groupe « D » de la classification de LANCEFIELD, se fait en milieu liquide par la technique NPP.

Cette technique fait appel à deux tests, à savoir :

- Le test de présomption, sur milieu de Rothe S/C.
- Le test de confirmation, sur milieu Eva Lytski.

□ **Recherche des clostridies sur milieu viande - foie : (annexe 5).**

I.2.1.1.2. Qualité physico-chimique :

Quant à la qualité physique ou chimique de l'eau, il est recommandé de ne pas répéter fréquemment ces analyses car les résultats demeurent habituellement stables (PEER et MERRIT, 2001).

I.2.1.1.2.1. Prélèvements :

Faire couler l'eau à analyser des différents points de prélèvements (eau de forage, de robinet, ainsi que des abreuvoirs) pendant 5 à 10 minutes, jusqu'à obtention d'une température constante et remplir les flacons.

Après identification, ils sont transportés au froid (glacière) au laboratoire d'analyses des eaux de l'Agence Nationale des Ressources Hydriques (ANRH).

I.2.1.1.2.2. Dosages :

- Le pH et l'alcalinité sont mesurés par la méthode potentiométrique (annexe 6).
- La turbidité est analysée au moyen d'un turbidimètre et la conductivité au moyen d'un conductimètre.
- Le calcium, le magnésium, le sodium et le potassium sont analysés par photométrie de flamme.
- La dureté est dosée par complexométrie (réaction de l'EDTA).
- Un dosage colorimétrique a permis l'analyse des :
 - chlorures à une longueur d'onde de 740 nm.
 - sulfates à une longueur d'onde de 495 nm.
 - phosphates à une longueur d'onde de 825 nm.
 - nitrates et nitrites à une longueur d'onde de 520 nm.
 - ammonium à une longueur d'onde de 625 nm.

Quantité d'eau :

L'eau est servie à volonté dans les quatre exploitations.

I.2.1.2. Analyse de la valeur nutritive des aliments :

I.2.1.2.1. Prélèvements :

Un échantillon par « prises multiples » des fourrages et concentrés distribués a été prélevé lors de chaque passage dans les exploitations.

Pour les fourrages verts et ensilés, un traitement thermique par séchage en étuve à 105°C durant 24 heures est réalisé pour la détermination de la matière sèche.

Les échantillons de fourrages (secs et traités) finement broyés (à 1 mm) et de concentrés sont conservés hermétiquement dans des flacons en verre, propres après identification.

I.2.1.2.2. Dosages :

☐ **Matière sèche :**

- Déposer 2 à 5g de l'échantillon à analyser dans une capsule séchée et tarée au préalable.
- Porter à 105°C ± 2°C, dans une étuve à circulation d'air, durant 24h.
- Laisser refroidir au dessiccateur et peser.
- Remettre une heure à l'étuve et procéder à une nouvelle pesée.
- Continuer l'opération jusqu'à poids constant.

La teneur en MS est donnée par la relation :

$$\text{MS (\%)} = \frac{Y}{X} \times 100$$

X : Poids de l'échantillon humide, **Y** : Poids de l'échantillon après dessiccation.

☐ **UFL :**

Les UFL n'ont pas été dosées par faute de moyens (bombe calorimétrique), mais elles ont été rapportées à partir des tables de l'INRA.

☐ **Matière azotée totale par la méthode de KJELDHAL :**

L'azote est dosé par la méthode de KJELDHAL après minéralisation, distillation et titration (Cf. annexe 7).

$$\text{N (g)} = X \times 0,0007 \times \frac{100}{Y} \times \frac{200}{A}, \text{ ainsi la teneur en MAT (\% MS) = N (g) } \times 6,25.$$

X : Descente de burette (ml), **Y** : Poids de l'échantillon du départ, **A** : Volume de la prise d'essai.

Compte tenu de la variabilité de la ration alimentaire, nous n'avons pas déterminé le coefficient d'utilisation digestif (CUD). Ces valeurs ont été rapportées à partir des tables de l'INRA.

□ **Cellulose brute par la méthode conventionnelle de WEENDE :**

La teneur en cellulose brute est déterminée par la méthode conventionnelle de WEENDE, où les matières cellulosiques constituent le résidu organique obtenu après 2 hydrolyses successives, l'une en milieu acide et l'autre en milieu alcalin (Cf. annexe 8).

La différence de poids entre les 2 pesées représente les matières cellulosiques. Une grande partie de cellulose vraie, une partie de la lignine et des résidus d'hémicellulose.

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

A : Poids du creuset + résidus après dessiccation, **B** : Poids du creuset + résidus après incinération, **C** : Poids de l'échantillon de départ.

□ **matière grasse :**

- Peser 3 à 5g de l'échantillon à analyser dans une cartouche de SOXHLET.
- Peser le ballon de SOXHLET sec (ballon de 250ml ou 500ml rodé ou goulot).
- Placer la cartouche dans un extracteur SOXHLET.
- Monter le ballon sur l'extracteur monté lui même sur une colonne réfrigérante.
- Verser un volume et demi de solvant dans l'extracteur et extraire pendant 6 à 8 h.
- Siphonner le reliquat du solvant restant dans l'extracteur et dans le ballon à la fin de l'extraction.
- Faire évaporer sur « rotavapor rotatif » en poussant la distillation presque à sec.
- Placer le ballon avec le résidu à l'étuve à 102°C pendant 3 h, en position couchée.
- Refroidir au dessiccateur et peser.

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

A : Poids du ballon + résidu après étuve durant 3 h, **B** : Poids du ballon vide, **C** : Poids de la prise d'essai.

□ **matière minérale :**

- Porter au four à moufle le résidu ayant servi à la détermination de la matière sèche.
- Chauffer progressivement (1 h 30 min à 200°C, ensuite 2 h 30 min à 500°C) jusqu'à obtention de la carbonisation (incinération) sans inflammation de la masse :
- L'incinération doit être poursuivie jusqu'à complète du charbon formé et obtention d'un résidu blanc ou gris
- Refroidir la capsule au dessiccateur et peser.

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

A : poids des cendres, **B** : poids de l'échantillon.

□ **dosages des minéraux :**

L'échantillon devant servir aux dosages est préparé comme suit :

- Prendre 1g de l'aliment séché et broyé dans une capsule en porcelaine.
- Mettre dans un four à 250°C durant 2 h. Ajuster la température à 450°C et maintenir pendant 2 h.
- Laisser refroidir.
- Humidifier le produit obtenu par quelques gouttes d'eau distillée.
- Ajouter 2 ml d'acide nitrique et faire évaporer sur plaque chauffante à 100 - 130°C, jusqu'à l'apparition des premières vapeurs.
- Reprendre le produit avec 5ml d'acide chlorhydrique.
- Filtrer et transférer dans une fiole de 100 ml.
- Rincer la capsule 3 ou 4 fois à l'eau tiède (30°- 40°C).
- Compléter le volume à 100 ml avec de l'eau distillée.

Le dosage des minéraux à partir de l'échantillon ainsi traité est réalisé par :

- spectrophotométrie de flamme pour le calcium, le sodium et le potassium.
- spectrophotométrie d'absorption atomique pour le magnésium et les oligoéléments (Fer, Zn, Cu, Co et Mn).
- colorimétrie pour le phosphore(annexe 9).

I.2.1.3. Calcul de la ration alimentaire :

Le rationnement n'est pas appliqué dans les quatre exploitations où le travail a été réalisé.

Pour calculer le rationnement des vaches laitières :

- le poids moyen du troupeau est évalué sur la base des notes de BCS prises en début et au milieu de l'enquête ainsi que de l'estimation du poids de l'animal faite par l'éleveur.
- la moyenne mensuelle de la production laitière est estimée à partir de la quantité produite quotidiennement sur le nombre de vaches en production.

- La capacité d'ingestion est estimée sur la base de la moyenne des quantités ingérées tout en étant conscient qu'il existe certainement des variations individuelles.
 - des fourrages secs : nombre de bottes de foin x 25 kgs / par vaches en production.
 - des fourrages verts : nombre de remorque x 20 quintaux / par vaches en production.
 - des concentrés, betteraves et carottes : nombre de bidon x 5 kgs / vache.

Durant notre enquête, nous avons constaté que l'éleveur donnait ce qui était disponible, ce qui explique la variabilité intra et inter exploitation des aliments.

I.2.1.3.1. Méthodes de calcul :

Les méthodes de calcul du modèle présenté par l'INRA (1988) et WOLTER (1994) ont été utilisées pour déterminer :

- Les besoins d'entretien par vache :

$$\text{Energie (UFL)} = \frac{1,4 + 0,6 \cdot PV}{100}$$

$$\text{Azote (MAD)} = 0,6 \times \text{poids vif.}$$

$$\text{Calcium (Ca)} = \frac{6 \text{ g}}{100 \text{ kg de poids vif}}$$

$$\text{Phosphore (P)} = \frac{4,5 \text{ g}}{100 \text{ kg de poids vif}}$$

- Les besoins de production par kg de lait :

- **Energie (UFL)** = 0,43
- **Azote (MAD)** = 60 g.
- **Calcium (Ca)** = 3,5 g
- **Phosphore (P)** = 1,8 g.

- Les paramètres d'appréciation de la ration :

$$\text{ingestibilité} : \frac{\text{MS en kg}}{\text{Poids de l'animal en kg}} = \text{minimum : 2, maximum : 3,5 à 5.}$$

$$\text{Encombrement} : \frac{\text{MS en kg}}{\text{Valeur UFL}} = 1,1 \text{ à } 1,2.$$

$$\text{Equilibre protido-énergétique : } \frac{\text{MAD en g}}{\text{Valeur UFL}} = 100 \text{ à } 125.$$

$$\text{Rapport phospho-calcique : } \frac{\text{Teneur en Ca en g}}{\text{Teneur en P en g}} = 1,2 \text{ à } 2,5.$$

I.2.1.4. Correction des rations :

Les méthodes de correction utilisées sont celles du rationnement.

Partie B : EVALUATION DE LA PRODUCTION LAITIÈRE (exploitation LAH...) :

I.2.2.1. Production laitière moyenne :

Elle a été évaluée sur la base de la mesure de la quantité mensuelle de lait produite à partir de la collecte.

I.2.2.2. Les paramètres physico-chimiques du lait :

□ Détermination de l'acidité du lait (Cf. annexe 10 a) :

L'acidité du lait (acide lactique) est titré par la soude Dornic en présence de la phénolphthaléine. Cet acide provient de la fermentation du lactose du lait par les micro-organismes.

Les résultats sont exprimés en degrés Dornic.

□ Dosage de la matière grasse (Cf. annexe 10 b) :

La méthode utilisée est celle de GERBER (acido- butyrométrie). Elle est basée sur le principe de la séparation de la matière grasse du lait, par centrifugation dans un butyromètre, après attaque des éléments du lait. Cette séparation est favorisée par l'addition d'une petite quantité d'alcool iso-amylique.

Les résultats sont exprimés en g/l.

□ Détermination de la densité du lait (Cf. annexe 10 c) :

La densité du lait est mesurée à l'aide d'un lactodensimètre après stabilisation de la température entre 15 et 20°C.

Les résultats sont exprimés en g/cm³.

□ Dosage de l'ESD du lait après détermination de la matière sèche (Cf. annexe 10 d) :

La détermination de l'ESD se fait après l'obtention de la matière sèche par dessiccation d'un volume de lait après extraction de la matière grasse.

Les résultats sont exprimés en g/l.

□ **La température :**

La détermination de la température se fait au moyen d'un thermomètre électronique.
Les résultats sont exprimés T°C.

CHAPITRE II : EVALUATION DES PARAMETRES BIOCHIMIQUES :

II.1. Choix des animaux :

Pour les dosages des paramètres biochimiques, nous avons pris mensuellement, un échantillon constitué de 3 vaches sur le lot de celles ayant vêlées 2 mois auparavant.

Au total, seulement 18 vaches de l'exploitation LAH... ont pu être prélevées durant la période de janvier 2001 à juin 2001.

II.2. Kits de dosages :

Nous avons utilisé les kits de bio Mérieux.

II.3. Prélèvements :

L'ensemble du matériel utilisé est à usage unique. Les prélèvements ont été réalisés au moyen d'aiguilles stériles de 1,2 mm de diamètre dans des tubes de 5ml, héparinés de type Vacutainer en verre et sous vide.

Après aseptie, le sang est prélevé par ponction de la veine caudale. Il est ensuite centrifugé à 3000 rpm pendant 15 minutes au sein de l'exploitation même. Le plasma, ainsi obtenu est identifié et transporté sous froid jusqu'au laboratoire de biologie clinique (ISV).

Chaque prélèvement est accompagné d'une fiche de renseignements comportant le numéro d'identification, le numéro de boucle d'oreille de la vache et la date du prélèvement.

II.4. Examens effectués :

Il a été procédé aux dosages (Cf. annexe 11) par la méthode colorimétrique de :

- l'urée, selon la méthode de Berthelot modifiée,
- la glycémie, selon la méthode enzymatique GOD-PAP,
- les protéines totales, selon la réaction de BIURET (sels de cuivre en milieu alcalin),
- l'albumine, avec le vert de bromocrésol à pH 4,2 ;
- la créatinine, par la méthode cinétique, sans déprotéinisation,
- le calcium, avec l'indicateur bleu de méthyl-thymol,
- le phosphore, avec un monoréactif conduisant à un complexe phosphomolybdique en présence d'un réducteur (sulfate ferreux) ,
- le magnésium par la réaction avec la calmagite,
- les transaminases (SGPT, SGOT), par détermination de la concentration de pyruvate hydrazone formée à partir de 2,4 dinitrophénylhydrazine.

CHAPITRE III : EVALUATION DES PARAMETRES DE LA REPRODUCTION.

Pour évaluer les paramètres de reproduction durant la période de l'étude (juillet 2000 à juin 2001), nous nous sommes proposés de déterminer les indices de fertilité, en l'occurrence :

- L'intervalle :
 - vêlage – 1^{ère} insémination (V – IA1),
 - vêlage – insémination fécondante (V – IAF),
 - vêlage – vêlage (IVV).
- Le pourcentage de vaches nécessitant trois inséminations et plus (% IA3).

Les données nécessaires au calcul des différents paramètres ont été recueillies à partir des fiches individuelles de renseignements (Cf. annexe 2). Il est à noter que dans les quatre exploitations, les deux modes d'insémination (saillie naturelle et artificielle) sont pratiquées.

Dans l'exploitation ZAI..., l'IVV n'a pas été calculé car il s'agit de vaches en première lactation.

Partie III

RESULTATS

Tous les résultats ont été traités par exploitation.

Partie A : Evaluation de la ration alimentaire

A.1. Analyse de l'eau :

A.1.1. Qualité bactériologique :

Un prélèvement par exploitation (mars) a été analysé à l'exception de celle de LAH... où deux (02) déterminations ont été faites (mars et août).

Tableau XV : Résultats de l'analyse bactériologique de l'eau de l'exploitation LAH....

Germes recherchés	Eau de forage		Eau de robinet		Eau d'abreuvoir	
	1 ^{er} passage	2 ^{ème} passage	1 ^{er} passage	2 ^{ème} passage	1 ^{er} passage	2 ^{ème} passage
Coliformes totaux *	-	-	-	-	24	> 300
Coliformes Fécaux *	-	-	-	-	5	85
Streptocoques Fécaux *	-	-	-	-	-	-
Clostridies **	-	-	-	-	-	-

* : dans 100 ml, ** : dans 20 ml, - : absence, * : excès.

Tableau XVI : Résultats de l'analyse bactériologique de l'eau des autres exploitations.

Germes recherchés	Exploitation IME... (eau de bassin collectif)		Exploitation HAD... (eau d'abreuvoir)		Exploitation ZAI... (eau d'abreuvoir)	
Coliformes totaux *	> 300		> 300		> 300	
Coliformes Fécaux *	70		65		80	
Streptocoques Fécaux *	-		-		> 300	
Clostridies **	> 300		-		-	

* : dans 100 ml, ** : dans 20 ml, - : absence.

Tableau XVII : Résultats de l'analyse physico - chimique de l'eau des quatre exploitations.

Tableau XVII : Résultats de l'analyse physico - chimique de l'eau des quatre exploitations.															
Exploitations	Paramètres physiques		Paramètres chimiques (mg/l)												
	pH	Turbidité UNT	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	SO ⁴⁻	CO ₃ H ⁻	PO ₄ ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂	NH ₄ ⁺	MO	CE µS x cm ⁻¹
LAH...	6,55	1,90	260	36	133	2	282	255	404	0	91	0	0	5,6	527
IME...	7,05	2,28	119	19	58	1	90	125	343	0	7	0	0	4,2	490
HAD...	6,97	1,15	100	39	43	2	72	43	392	0	63	0	0	3,2	459
ZAI...	7,31	1,42	100	26	25	1	67	30	293	0	31	0	0	2,4	500
VN	6,5 - 8,5	5	100	50	200	12	250	250	55,5 - 314,5	0,4	50	0,1	0,05	2-5	700

Ca⁺⁺ : calcium; Mg⁺⁺ : magnésium, Na⁺ : sodium, K⁺ : potassium, Cl⁻ : chlorures, SO₄⁻ : sulfates, CO₃H⁻ : carbonates, PO₄⁻ : phosphates, NO₃⁻ : nitrates, NO₂⁻ : nitrites, NH₄⁺ : ammonium, MO : matières organiques, CE : conductivité électrique, VN : valeurs normales.

Dans notre enquête, les résultats montrent :

- L'absence des germes recherchés dans les eaux de forage, de robinet dans l'exploitation LAH....
- La présence :
 - des coliformes dans l'eau (abreuvoir et bassin) de toutes les exploitations. Ce taux a sensiblement augmenté lors du 2^{ème} passage dans l'exploitation LAH....
 - des streptocoques fécaux dans l'eau d'abreuvoir de l'exploitation ZAI...
 - des clostridies dans l'eau de bassin de l'exploitation IME....

A.1.2. Qualité physico-chimique :

Les résultats des paramètres physico-chimiques des exploitations sont rapportés dans le tableau XVII.

Les résultats des quatre exploitations montrent que :

- les paramètres physiques (pH et turbidité) varient de 6,55 à 7,31 et 1,15 à 2,28, respectivement,
- tandis que les paramètres chimiques :
 - pour l'exploitation LAH..., sont supérieures aux normes recommandées, donc une eau minéralisée et dure,
 - pour l'exploitation IME..., la teneur en bicarbonates est élevée (343 mg/l) donc une eau moyennement minéralisée,
 - pour l'exploitation HAD..., les teneurs en nitrates et bicarbonates sont élevées (63 et 392 mg/l), donc une eau moyennement minéralisée,
 - pour l'exploitation ZAI..., sont dans les normes, donc une eau peu minéralisée,

A.2. ANALYSE DES ALIMENTS :

Les résultats **de la valeur nutritive des aliments** sont traités par exploitation et sont rapportés dans le tableau ci dessous.

Tableau XVIII : Valeurs nutritives des aliments pour les quatre exploitations.

Exploitations	Aliments	Période d'étude	MS (%)	UFL* /kg MS	CB	MG	MAT	MAD	MM
(% MS)									
L A H . . .	Sorgho	Juil - Août	24	0,69	32,85	3,3	10,76	71,01	7,48
	Foin de prairie + luzerne en pellet	Sept	89	0,61	37	2,5	11,79	37,60	9,59
			+ 90	+ 0,67	+ 26,4	+ 4,2	+ 15,75	+ 105	+ 11,65
	Foin de prairie + pulpe de betterave	Octobre	89	0,61	37	2,5	11,79	37,60	9,59
			+ 10	+ 1,01	+ 9,92	+ 1,4	+ 9,13	+ 45,87	+ 7,15
	Prairie 1	Nov - Déc	16	0,90	15,82	2,3	19,37	147,21	14,70
	Prairie 2 + carottes	Janvier	14	0,88	21,53	2,8	18,50	136,9	13,80
			+ 21	+ 1,08	+ 10,97	+ 3,0	+ 9,87	+ 57,24	+ 9,20
	Prairie 3 + carottes	Février	13	0,83	24,71	2,3	18,33	135,6	15,60
			+ 21	+ 1,08	+ 10,97	+ 3,0	+ 9,87	+ 57,24	+ 9,20
	Luzerne fourragère + carottes	Mars	21	0,80	26,4	2,8	22,57	186,5	11,65
			+ 21	+ 1,08	+ 10,97	+ 3,0	+ 9,87	+ 57,24	+ 9,20
I M E . . .	Prairie 4 + carottes	Avril	15	0,65	27,71	2,4	10,99	70,30	10,02
			+ 21	+ 1,08	+ 10,97	+ 3,0	+ 9,87	+ 57,24	+ 9,20
	Trèfle + carottes	Mai	19	0,86	26,2	5,5	17,12	135,4	11
			+ 21	+ 1,08	+ 10,97	+ 3,0	+ 9,87	+ 57,24	+ 9,20
H A D . . .	Foin de prairie	Juin	90	0,71	35,51	2,61	9,06	44,4	7,92
	Concentré	Toute l'année	89	0,93	7,07	4,1	13,7	95,90	6,14
Z A I . . .	Sorgho	Juil - Août	20,94	0,69	33,22	2,9	10,96	73,34	9,42
	Foin de prairie	Sept	90,52	0,69	39,35	2,8	8	67,20	6,009
	Ensilage	Oct - Nov	56,87	0,86	33,20	4,6	16,18	113,26	10,28
	Concentré	Toute l'année	90,25	0,93	7,67	3,9	13,5	92,29	3,67
H A D . . .	Sorgho	Juil - Août	18	0,69	36,77	3,3	11,81	79,12	8,74
	Concentré	Toute l'année	91	1,21	6,8	3,6	10,76	76,39	4,3
Z A I . . .	Foin d'orge +avoine	Jui - Juil	95	0,72	36,05	2,4	12,66	75,96	8,59
	Concentré	Toute l'année	93	0,95	7,32	3,65	6,9	48,30	5,22

* : établie par l'INRA.

Les résultats du tableau (XVIII) montrent que :

- Les teneurs en matière sèche des foin (89 à 95 %) et des concentrés (89 à 93 %) sont plus élevées que celles des fourrages verts (13 à 24 %) et carottes (21 %) et des betteraves (10 %).
- Les valeurs des UFL (prises à partir des tables INRA) des concentrés (0,93 et 1,21) et carottes (1,08) et des betteraves (1,01) sont plus énergétiques par rapport aux fourrages secs (0,61-0,72) et verts (0,65 à 0,90).
- Les teneurs en cellulose brute des fourrages secs (35,51 à 39,35) et fourrages verts (15,82 à 36,77) sont plus importantes par rapport aux autres aliments.
- Les teneurs en matières azotées totales sont plus élevées dans les légumineuses (luzerne fourragère : 22,57 % et trèfle : 17,12) ainsi que les prairies naturelles 1, 2 et 3 (19,37 ; 18,50 et 18,33 % respectivement) par rapport aux autres aliments.
- Les teneurs en matières azotées digestibles sont aussi élevées dans les légumineuses et les prairies naturelles par rapport aux autres aliments.
- Les teneurs en matière grasse des fourrages et des concentrés sont similaires, elles varient de 1,4 à 5,5.
- Les teneurs en matière minérale sont plus élevées dans les fourrages (6,009 à 15,60) par aux concentrés (3,67 à 6,14).

Les résultats du dosage des minéraux sont aussi traités par exploitation et sont rapportés dans le tableau XIX.

Tableau XIX : Teneurs en minéraux des aliments pour les quatre exploitations.

Exploitations	Aliments	Macro – éléments (g/kg MS)					Oligo – éléments (mg/kg MS)				
		Ca	P	K	Mg	Na	Fe	Cu	Co	Zn	Mn
L A H . . .	Sorgho	4,5	2,61	12,4	1,82	1,22	33,6	20,4	0,03	27,34	62,06
	Foin de prairie + luzerne en pellet	4,2	2	10,34	1,80	3,33	83,91	6,9	0,007	8,96	71,21
	Foin de prairie + pulpe de betterave	13,61	3,0	13,0	3,5	0,43	7,33	7,2	0,08	12,14	28,32
	Prairie 1	4,2	2	10,34	1,80	3,33	83,91	6,9	0,007	8,96	71,21
	Prairie 2 + carottes	6,1	1,1	18,4	1,52	6,52	8,58	4,4	0,028	12,60	10,96
	Prairie 3 + carottes	5,8	4,5	18,3	2,98	3,39	8,32	6,73	0,01	45,03	33,40
	Prairie 4 + carottes	5,8	4,5	17,32	2,98	3,39	8,32	6,83	0,01	40,03	33,40
	Luzerne fourragère + carottes	1,4	3,2	3,02	1,92	5,33	20,3	8,44	0,04	17,11	33,89
	Trèfle + carottes	8,95	3,3	20,2	3,6	3,61	8,37	5,83	0,05	39,44	43,59
	Foin de prairie	1,4	3,2	3,02	1,92	5,33	20,3	8,44	0,04	17,11	33,89
	Concentré	7,64	4,3	12,72	3,8	3,05	2,35	8,32	0,08	12,12	10,94
		1,4	3,2	3,02	1,92	5,33	20,3	8,44	0,04	17,11	33,89
		7,94	3,2	18,04	3,34	3,98	10,33	5,04	0,04	37,03	39,52
		1,4	3,2	3,02	1,92	5,33	20,3	8,44	0,04	17,11	33,89
I M E ...	Sorgho	9,14	3,7	20,86	4,2	4,01	7,66	7,31	0,08	15,30	29,32
	Foin de prairie	1,4	3,2	3,02	1,92	5,33	20,3	8,44	0,04	17,11	33,89
	Ensilage	7,94	3,2	12,6	1,53	3,5	74,83	5,4	0,007	9,5	36,19
	Concentré	8,44	6,34	7,86	2,32	2,09	16,94	5,85	0,006	14,94	26,22
H A D ...	Sorgho	4,11	3,10	20,61	3,5	1,70	42,76	23,7	0,034	28	67,38
	Foin de prairie	4,5	1,5	8,003	2,01	4,14	27,74	8,3	0,004	8,38	43,98
Z A I ...	Ensilage	6,68	2,49	6,8	1,75	7,63	37,45	3,85	0,004	38,53	15,28
	Concentré	8,07	6,3	6,62	1,89	0,94	9,08	6,50	0,002	6,5	10,52
H A D ...	Sorgho	6,24	2,84	20,12	3,11	1,87	18,58	38,4	0,038	15,5	51,71
	Concentré	8,07	6,3	7,02	1,79	1,32	9,38	6,66	0,002	8,5	10,42
Z A I ...	Foin d'orge + avoine	6,32	2,44	9,02	1,95	4,5	35,08	7,5	0,006	8,66	55,06
	Concentré	8,08	6,33	5,98	1,73	0,98	8,82	7,01	0,003	8,82	11,75

Les résultats du tableau XIX indiquent que les teneurs en :

- en calcium :
 - sont variables (4,11 à 9,14 g/kg) pour les fourrages verts, à l'exception de la luzerne qui a une valeur élevée (13,61 g/kg),
 - sont similaires (8,44 ; 8,07 ; 8,07 ; 8,08 g/kg respectivement) pour les concentrés.

- en phosphore sont élevées (6,34 ; 6,3 ; 6,3 et 6,33 g/kg) dans les concentrés par rapport aux fourrages (1,5 à 4,5 g/kg).
- en potassium sont élevées dans les fourrages verts (12,4 à 20,86 mg/kg), moins importantes dans les fourrages secs (8,003 à 12,6 mg/kg), moyennes dans l'ensilage (6,8 mg/kg), moins élevées dans les concentrés (5,98 à 7,86 mg/kg).
- en magnésium sont élevées pour les fourrages (de 1,53 à 4,2 g/kg) et moins importantes pour les concentrés (1,73 à 2,32 g/kg).
- en sodium sont variables pour les fourrages (0,43 à 4,14 g/kg), néanmoins élevée pour l'ensilage (7,63 g/kg) par rapport aux concentrés (2,09 ; 0,94 ; 1,32 et 0,98 g/kg).
- en fer sont faibles pour les concentrés (8,82 à 16,94 mg/kg) par rapport aux fourrages verts (2,35 à 42,76 mg/kg), néanmoins, les fourrages secs en sont riches (27,74 à 83,91 mg/kg).
- en cuivre sont variables pour les fourrages (3,85 à 38,4 mg/kg), par contre, dans les concentrés, ils présentent moins de variations (5,85 à 7,01 mg/kg).
- en cobalt, elles sont faibles pour les différents types d'aliments.
- en zinc sont faibles pour les foin (8,38 à 9,5 mg/kg) et pour les concentrés (6,5 à 14,94 mg/kg) par rapport aux fourrages verts qui présentent des valeurs variables (de 12,12 à 45,03 mg/kg) et à l'ensilage (38,53 mg/kg).
- en manganèse, les fourrages sont plus riches que les concentrés.

A.3. ANALYSE DES RATIONS :

□ Détermination du poids moyen de la vache laitière par exploitation :

Les notes de BCS confrontées à l'estimation de l'éleveur nous ont permis de prendre les poids moyens rapportés dans le tableau suivant.

Tableau XX : Détermination du poids moyen des vaches dans les quatre exploitations.

Exploitations	LAH...	IME...	HAD...	ZAI...
Note moyenne de BCS	2,5 - 3	2 - 2,5	2,5 - 3	2,5 - 3
Poids estimé par l'éleveur (en kg)	520	500	540	550
Poids moyen (en kg)	500	450	500	500

□ Les besoins d'entretien :

Les besoins d'entretien calculés selon les formules précitées (paragraphe I.2.1.3.1.) dans les différentes exploitations sont rapportés dans le tableau ci-dessous.

Tableau XXI : Evaluation des besoins d'entretien.

Exploitations	Poids moyen des vaches (en kg)	UFL (/kg de MS)	MAD (en g)	Ca (en g)	P (en g)
LAH...	500	4,4	300	30	22,5
IME...	450	4,1	270	27	20,25
HAD...	500	4,4	300	30	22,5
ZAI...	500	4,4	300	30	22,5

Les résultats de l'évaluation des besoins d'entretien montrent qu'ils sont similaires dans les exploitations LAH..., HAD... et ZAI, par contre, ceux de l'exploitation IME... sont un peu moins élevés:

□ Analyse des rations :

Les tableaux représentant l'analyse des rations alimentaires de la période de juillet – août sont rapportés en tableau (XXII), ceux des périodes de septembre, octobre, novembre – décembre, janvier, février, mars, avril, mai et juin sont rapportés en annexes 12 (tableaux a à k).

Tableau XXII : Analyse des rations alimentaires pour la période de juillet - août.

	Apports nutritifs	Sorgho (quantité ingérée) 25 kg	Concentré (quantité ingérée) 08 kg	Apports totaux / VL / jour 33 kg	Déduction des besoins d'entretien	Disponibilité pour la production laitière (1)	Besoins pour 1 kg de lait (2)	Production de lait permise par la ration = (1) / (2)
Exploitation LAH...	MS (en kg)	06	7,12	13,12				
	UFL (/kg de MS)	4,14	6,62	10,76	4,4	6,36	0,43	14,79
	MAD (en g)	426,06	682,80	1108,86	300	808,86	60,0	13,48
	Ca (en g)	28,2	60,09	88,29	30	58,29	3,5	16,65
	P (en g)	15,66	45,14	60,80	22,5	38,3	1,8	21,27
Exploitation IME...	MS (en kg)	27 kg	05 kg	32 kg				
	UFL (/kg de MS)	6,21	4,5	10,71				
	MAD (en g)	4,28	4,18	8,46	4,1	4,36	0,43	10,15
	Ca (en g)	456,0	415,3	871,30	270	601,30	60,0	10,02
	P (en g)	25,52	36,31	61,83	27	34,83	3,5	9,95
Exploitation HAD...	MS (en kg)	19,25	28,35	47,60	20,25	27,35	1,8	15,19
	UFL (/kg de MS)	26 kg	6 kg	32 kg				
	MAD (en g)	5,20	5,46	10,66				
	Ca (en g)	3,58	6,61	10,19	4,4	5,79	0,43	13,46
	P (en g)	411,42	417,08	828,5	300	528,5	60,0	8,80
Exploitation HAD...	MS (en kg)	32,44	43,98	76,42	30	46,42	3,5	13,26
	UFL (/kg de MS)	14,76	35,70	50,46	22,5	27,96	1,8	15,53
	MAD (en g)							
	Ca (en g)							
	P (en g)							

Suite du tableau XII.

Exploitation ZAI...	Apports nutritifs	Foin de graminée (quantité ingérée) 10 kg	Concentré (quantité ingérée) 7 kg	Apports totaux / VL / jour 17 kg	Déduction des besoins d'entretien	Disponibilité pour la production laitière (1)	Besoins pour 1 kg de lait (2)	Production de lait permise par la ration = (1) / (2)
	MS (en kg)	9,5	6,51	16,01				
	UFL (/kg de MS)	6,84	6,18	13,02	4,4	8,62	0,43	20,05
	MAD (en g)	721,62	314,43	1036,05	300	736,05	60,0	12,26
	Ca (en g)	60,04	56,56	116,6	30	86,6	3,5	24,74
	P (en g)	23,18	64,38	87,56	22,5	65,06	1,8	36,14

Les résultats de l'analyse des rations alimentaires de la période de l'étude (juillet 2000 à juin 2001) révèlent trois types de déséquilibre :

- **en azote :**

Les rations caractérisant :

- l'exploitation LAH... des périodes de septembre, avril et juin ainsi que celles de HAD... et ZAI... (juillet – août) sont fortement déficitaires.
- l'exploitation LAH... des périodes de juillet – août, janvier, février et mai ainsi que celle de IME... pour juillet – août et septembre sont faiblement déficitaires.

- **en énergie :**

Les rations caractérisant :

- l'exploitation LAH... pour la période de mars est fortement déficitaire.
- l'exploitation LAH... pour la période de novembre - décembre ainsi que celle de IME... pour octobre sont faiblement déficitaires.

- **déséquilibre phospho-calcique :**

Les rations de toute la période de l'étude (juillet 2000 à juin 2001) montrent un déséquilibre du rapport phospho-calcique, cependant, nous avons observé qu'il est très accentué pour :

- l'exploitation LAH... pour la période de juillet – août, novembre – décembre, janvier, mars, avril et mai.
- l'exploitation IME... pour la période de juillet – août.
- l'exploitation ZAI... pour la période de juillet – août.

□ Les productions permises par les rations alimentaires :

Les résultats des productions permises et observées, par les différentes rations distribuées dans les quatre exploitations durant l'étude, sont rapportés dans le tableau ci-dessous.

Tableau XXIII : Productions permises et observées par les différentes rations durant l'étude dans les quatre exploitations :

Expl	Période de l'étude	Aliments et concentrés	Productions permises par rapport aux apports en... (kg de lait)						Production observée (en kg)
			UFL	MAD	Déficit	Nature du déficit	Ca	P	
LAH ...	juil - août	Sorgho	14,79	13,48	1,31	Azoté	16,65	21,27	14,0
	sept	Foin + luzerne*	18,90	<u>15,04</u>	3,94	Azoté	26,47	24,48	<u>15,27*</u>
	oct	Foin + betterave	14,05	10,01	4,04	Azoté	15,84	18,19	14,20
	Nov - déc	Prairie 1	<u>13,53</u>	<u>16,19</u>	2,66	Energétique	15,22	22,57	<u>15,19*</u>
	janvier	Prairie 2 + carotte	16,37	15,96	0,57	Azoté	15,80	20,24	16,05
	février	Prairie 3 + carotte	17,44	16,61	0,83	Azoté	18,74	22,98	17,15
	mars	Luzerne + carotte	19,34	24,95	5,44	Energétique	21,18	28,60	19,07
	avril	Prairie 4 + carotte	15,21	12,63	2,74	Azoté	18,27	22,61	15,05
	mai	Trèfle	14,91	14,40	0,66	Azoté	17,36	21,41	14,01
	juin	Foin de prairie	<u>17,05</u>	11,71	5,34	Azoté	19,29	22,57	<u>14,78*</u>
	Moyenne (n = 10)		16,15	15,09			18,48	22,49	15,47
	Ecart – type		1,9945	4,0531			3,354 6	2,7440	1,5914
IME ...	Jui – août	Sorgho	10,15	10,02	0,12	Azoté	9,95	15,19	10,10
	sept	Foin de prairie	10,28	9,47	0,81	Azoté	10,76	9,75	10,18
	oct	Ensilage d'avoine	10,25	11,93	1,68	Energétique	12,27	11,47	10,20
	Moyenne (n = 3)		10,22	10,47			10,99	12,13	10,16
	Ecart – type		0,0680	1,2911			1,177 4	2,7805	0,0529
HAD ...	Jui - août	Sorgho	<u>13,46</u>	8,80	4,66	Azoté	13,26	15,53	<u>12,20*</u>
ZAI...	Juin - juil	Foin de graminée	20,05	12,26	7,79	Azoté	24,7 4	36,14	15,08*

Expl : exploitations, * : déficit, * : excès.

Les résultats comparatifs des productions pour les différentes rations montrent que :

Pour l'exploitation LAH... :

Les productions permises par les UFL sont :

- presque similaires pour les périodes de juillet – août, octobre, janvier, février, mars, avril et mai par rapport à celles observées (Cf. tableau XXIII).
- élevées pour les périodes de septembre et juin par rapport à celles observées (18,90, 17,05 kg vs 15,27 et 14,78 kg respectivement).
- Faibles pour la période de novembre – décembre par rapport à celles observées (13,53 kg vs 15,19 kg).

Les productions permises par les MAD sont :

- presque similaires pour les périodes de juillet – août, septembre, novembre - décembre, janvier, février et mai par rapport à celles observées (Cf. tableau XXIII).
- élevées pour la période de mars par rapport à celles observées (24,95 kg vs 19,07 kg respectivement).
- Faibles pour les périodes de octobre, avril et juin par rapport à celles observées (10,01 ; 12,63 et 11,71 kg vs 14,2 ; 15,05 et 14,78 kg respectivement).

Les productions permises en UFL et MAD ont montré un déséquilibre dans les rations. En effet, le déficit est de 0,57 à 5,34 pour l'azote et 2,66 à 5,44 pour l'énergie.

Les productions permises par le calcium sont :

- Presque similaires pour les périodes de octobre, novembre – décembre, janvier et février par rapport à celles observées (Cf. tableau XXIII).
- élevées pour les périodes de juillet – août, septembre, mars, avril, mai et juin par rapport à celles observées (16,65 ; 26,47 ; 21,18 ; 18,27 ; 17,36 et 19,29 kg vs 14,0 ; 15,27 ; 19,07 ; 15,05 ; 14,01 et 14,78 kg respectivement).

Les productions permises par le phosphore sont élevées pour toutes les périodes.

Pour l'exploitation IME... :

Les productions permises par les UFL, MAD et le calcium sont similaires pour les périodes de juillet – août, septembre et octobre par rapport à celles observées (Cf. tableau XXIII).

Les productions permises en UFL et MAD ont montré un déficit de 0,12 à 0,81 pour l'azote et de 1,68 pour l'énergie.

Les productions permises par le phosphore sont similaires pour les périodes de septembre et octobre par rapport à celles observées à l'exception de la période de juillet – août où elle est élevée par rapport à celle observée (15,19 kg vs 10,10 kg).

Pour l'exploitation HAD... :

Les productions permises par les UFL et le calcium sont presque similaires pour la période de l'étude par rapport à celles observées (13,46 et 13,26 kg vs 12,20 kg).

Les productions permises par les MAD sont faibles pour la période de l'étude par rapport à celles observées (8,80 kg vs 12,20 kg).

Les productions permises en UFL et MAD ont montré un déficit de 4,66 pour l'azote uniquement.

Les productions permises par le phosphore sont élevées pour la période de l'étude par rapport à celles observées (15,53 kg vs 12,20 kg).

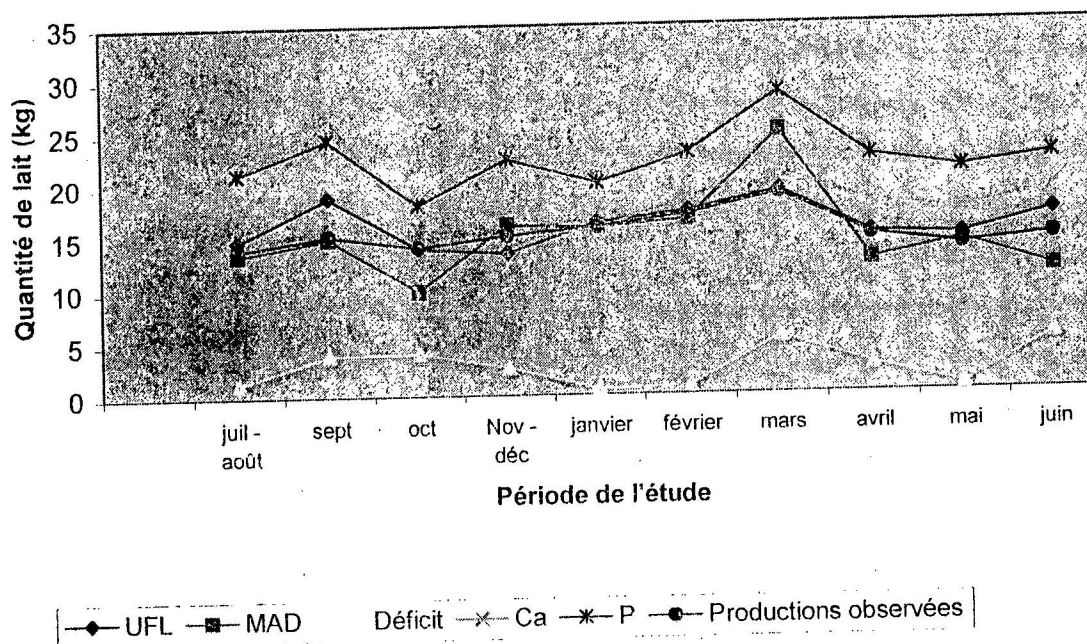
Pour l'exploitation ZAI... :

Les productions permises par les UFL, le calcium et le phosphore, sont élevées pour la période de l'étude par rapport à celles observées (20,05 ; 24,74 et 36,14 kg vs 15,08 kg).

Les productions permises par les MAD sont faibles pour la période de l'étude par rapport à celles observées (12,26 kg vs 15,08 kg).

Les productions permises en UFL et MAD ont montré un déficit de 7,79 pour l'azote uniquement.

Figure 3 : Comparaison des productions permises par la ration et observées avant correction



A.4. Critères d'appréciation des rations :

Les critères d'appréciation des rations distribuées dans les quatre exploitations sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau XXIV: Critères d'appréciation des rations :

Exploit	Période de l'étude	Aliments + concentrés	Paramètres d'appréciation					
			ingest	encomb	MAD/UFL	Ca / P	% de concentré	% de fourrages
LAH...	jui – août	Sorgho	2,62	1,22	103,05	1,45	24,24	75,76
	septembre	Foin + luzerne*	2,51	1,32	95,74	1,84	43,24	56,76
	octobre	Foin + betteraves	2,53	1,21	86,26	1,54	34,78	65,22
	Nov - déc	Prairie 1	2,22	1,09	124,43	1,31	24,24	75,76
	janvier	Prairie 2 + carottes	2,46	1,07	110	1,43	19,51	80,49
	février	Prairie 3 + carottes	2,57	1,08	109	1,43	17,39	82,61
	mars	Luzerne + carottes	2,85	1,12	141,31	1,40	19,05	80,95
	avril	Prairie 4 + carottes	2,55	1,17	96,71	1,48	18,82	81,18
	mai	Trèfle	2,33	1,08	108	1,48	25,81	74,19
	juin	Foin de prairie	2,86	1,22	85,46	1,54	50	50
IME...	Juil - août	Sorgho	2,38	1,26	103	1,29	15,62	84,38
	septembre	Foin de prairie	2,40	1,27	98,43	1,71	41,67	58,33
	octobre	Ensilage d'avoine	2,12	1,12	116	1,71	35,71	64,29
HAD...	Juil - août	Sorgho	2,13	1,05	81,30	1,51	21,43	78,57
ZAI...	Juin - juil	Foin de graminée	3,2	1,23	79,57	1,81	41,18	58,82
Valeurs normales			2 à 5	1,1 à 1,2	100 à 125	1,2 à 2,5	45 %*	55 %*

Exploit : exploitations, ingest : ingestibilité, encomb : encombrement, luzerne* : luzerne en pellet, * : déficit, * : excès, * sauvant et al (1999).

Les résultats relatifs aux critères d'appréciation de la ration, dans les quatre exploitations pour la période de l'étude, montrent que :

Pour l'exploitation LAH... :

L'ingestibilité et le rapport phospho-calcique sont dans les normes (Cf. tableau XXIV).

L'encombrement présente des valeurs :

- Normales (1,12 et 1,17) pour les périodes de mars, avril et juin, respectivement.
- Faibles (1,09 ; 1,07 ; 1,08 et 1,08) pour les périodes de novembre - décembre, janvier, février et mai, respectivement.
- Elevées (1,22 ; 1,32 ; 1,21 ; 1,22) pour la période de juillet – août, septembre, octobre et juin.

L'équilibre protido – énergétique présente des valeurs variables :

- Normales (103,05 ; 110 ; 109 ; 108 et 124,43) pour les périodes de (juillet – août, janvier, février, mai et novembre - décembre) respectivement.
- Faibles (95,74 ; 86,26 ; 96,71 et 85,46) pour les périodes de (septembre, octobre, avril et juin) respectivement.
- Elevées (141,31) pour la période de (mars).

Le pourcentage des aliments concentrés varie de 17,39 à 50% et celui des fourrages de 50 à 82,61%.

Pour l'exploitation IME... :

L'ingestibilité et le rapport phospho-calcique sont aussi dans les normes (Cf. tableau XXIV).

L'encombrement présente des valeurs :

- Normales (1,12) pour la période de octobre.
- Elevées (1,26 ; 1,27) pour la période de juillet – août et septembre.

L'équilibre protido – énergétique présente des valeurs :

- Normales (103 et 116) pour la période de juillet – août et octobre.
- Faibles (98,43) pour la période de septembre.

Le pourcentage des aliments concentrés varie de 15,62 à 41,67% et celui des fourrages de 58,33 à 84,38%.

Pour l'exploitation HAD... :

L'ingestibilité et le rapport phospho- calcique présentent des valeurs normales (2,13 et 1,51).

L'encombrement et l'équilibre protido – énergétique présentent des valeurs faibles (1,05 et 81,30, respectivement).

Le pourcentage des aliments concentrés et des fourrages sont de 21,43 et 78,57%, respectivement.

Pour l'exploitation ZAI... :

L'ingestibilité et le rapport phospho-calcique présentent des valeurs normales (3,2 et 1,81, respectivement).

L'encombrement présente une valeur élevée (1,23).

L'équilibre protido – énergétique présente des valeurs faibles (79,57).

Le pourcentage des aliments concentrés et des fourrages sont de 41,18 et 58,82%, respectivement.

A.5. CORRECTION DES RATIONS :

Calcul des rations :

La correction proposée des rations, dans les différentes exploitations, est basée sur deux types d'aliment :

- « le tourteau de soja », pour les déficits azotés,
- « l'orge en grain », pour les déficits énergétiques.

Les deux correcteurs sont apportés avec des quantités variables (0,02 à 1,65 et 1,36 à 4,42 kg de MS, respectivement)(pour méthode de calcul voir annexe 13).

Les résultats de la correction des rations dans les différentes exploitations sont rapportés dans le tableau ci-dessous.

Tableau XXV : Résultats de la correction des rations dans les différentes exploitations.

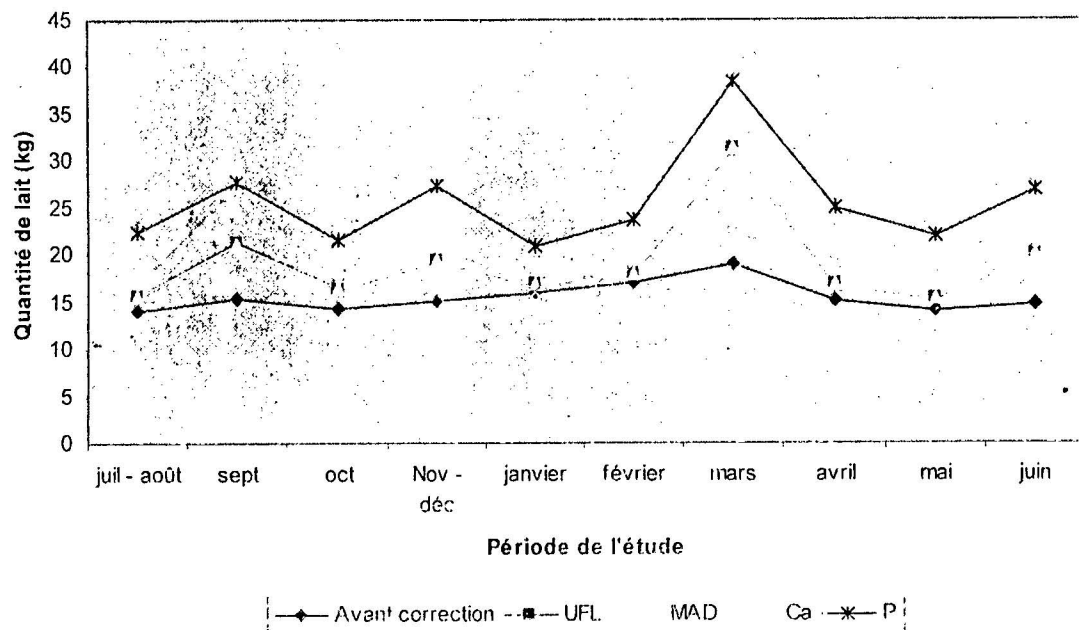
Exploitations	Période	Ration avant correction		Aliment de correction		Quantité permise après correction (en kg de lait) par			
		Nature	Déficit	Nature	Quantité	UFL	MAD	Ca	P
LAH...	Juil – août	Faiblement azoté	1,31	tourteau de soja	0,28	15,56	15,56	16,95	22,36
	Septembre	Fortement azoté	3,94	tourteau de soja	0,83	21,23	21,21	27,34	27,70
	octobre	Fortement azoté	4,04	tourteau de soja	0,85	16,37	16,33	16,75	21,49
	Nov – déc	Fortement énergétique	2,66	orge en grain	2,16	19,36	19,36	15,77	27,37
	janvier	Faiblement azoté	0,57	tourteau de soja	0,12	16,86	16,85	15,92	20,88
	février	Faiblement azoté	0,83	tourteau de soja	0,17	17,90	17,87	18,92	23,64
	mars	Fortement énergétique	5,44	orge en grain	4,42	31,44	31,43	22,31	38,42
	avril	Fortement azoté	2,74	tourteau de soja	0,58	16,95	16,94	18,88	24,86
	mai	Faiblement azoté	0,66	tourteau de soja	0,14	15,44	15,44	17,51	21,95
	juin	Fortement azoté	5,34	tourteau de soja	1,13	20,12	20,11	20,48	26,96
	Moyenne (n = 10)					19,12	19,11	19,08	25,56
	Ecart type					4,7419	4,7423	3,5599	5,1759
	IME...								
	Juil – août	Faiblement azoté	0,12	tourteau de soja	0,02	10,21	10,20	9,97	15,26
	Septembre	Faiblement azoté	0,81	tourteau de soja	0,17	10,74	10,73	10,94	10,41
	Oct – nov	Faiblement énergétique	1,68	orge en grain	1,36	13,93	13,93	12,62	14,49
	Moyenne (n = 3)					11,62	11,62	11,17	13,38
	Ecart type					2,0122	2,0179	1,3407	2,6064

Suite du tableau XXV:

Exploitations	Période	Ration avant correction		Aliment de correction		Quantité permise après correction (en kg de lait) par			
		Nature	Déficit	Nature	Quantité	UFL	MAD	Ca	P
HAD...	Juil - août	Fortement azoté	4,66	tourteau de soja	0,98	16,15	16,08	13,16	19,34
ZAI...	Juil - août	Fortement azoté	7,79	tourteau de soja	1,65	24,53	24,52	25,35	29,67

* : déficit, * : excès

Histogramme 1 : Comparaison des quantités observées et permises après correction



Les résultats montrent que :

Pour l'exploitation LAH... :

Les corrections proposées permettent d'avoir les productions laitières moyennes de 19 kg de lait / vache / jour.

Cependant, nous avons noté que les quantités attendues sont :

- variables pour le calcium avec :
 - un déficit pour les périodes de novembre – décembre et mars,
 - un excès pour les périodes de septembre, avril et mai.
- élevées, en totalité, pour le phosphore (moyenne de 25,56 kg de lait).

Pour l'exploitation IME... :

Les corrections proposées permettent d'avoir les productions laitières moyennes de 11 kg de lait / vache / jour. Cependant, nous avons noté que les quantités attendues sont élevées pour le phosphore (moyenne de 13,38 kg de lait).

Pour l'exploitation HAD... :

Les corrections proposées permettent d'avoir une production laitière de 16 kg de lait / vache / jour. Cependant, nous avons noté une quantité attendue :

- faible pour le calcium (13,16 kg de lait),
- élevée pour le phosphore (19,34 kg).

Pour l'exploitation ZAI... :

Les corrections proposées permettent d'avoir une production laitière de 24 kg de lait / vache / jour. Cependant, nous avons noté une quantité attendue élevée pour le phosphore (29,67 kg).

Partie B : Evaluation de la production laitière (exploitation LAH....) :

B.1. Analyse quantitative : La production laitière moyenne a été calculée sur la base de la quantité mensuelle de la collecte par rapport à l'effectif des vaches en production.

Nous n'avons pas pu tenir compte de l'effet stade et rang de lactation.

Les résultats sont rapportés dans le tableau ci dessous.

Tableau XXVI : Evolution de la production laitière mensuelle pour la période de juillet 2000 à juin 2001.

Période de l'étude	Effectif des vaches en lactation	Production totale (kg)	Production moyenne (kg)
Juillet	85	36 950	14,02
Août	82	35 555	13,98
Septembre	70	32 073	15,27
Octobre	70	33 000	14,20
Novembre	70	31 730	15,10
Décembre	82	38 860	15,28
Janvier	99	49 267	16,05
Février	85	40 830	17,15
Mars	70	41 394	19,07
Avril	70	31 618	15,05
Mai	65	28 238	14,01
Juin	48	21 290	14,78
Production annuelle moyenne			15,33
Ecart type			1,5020

Les quantités mensuelles de lait produites sont variables.

La quantité minimale est observée en août (13,98 kg) tandis que la quantité maximale en mars (19,07 kg). Toutefois, les productions des autres mois varient entre 14,01 et 17,15 kg.

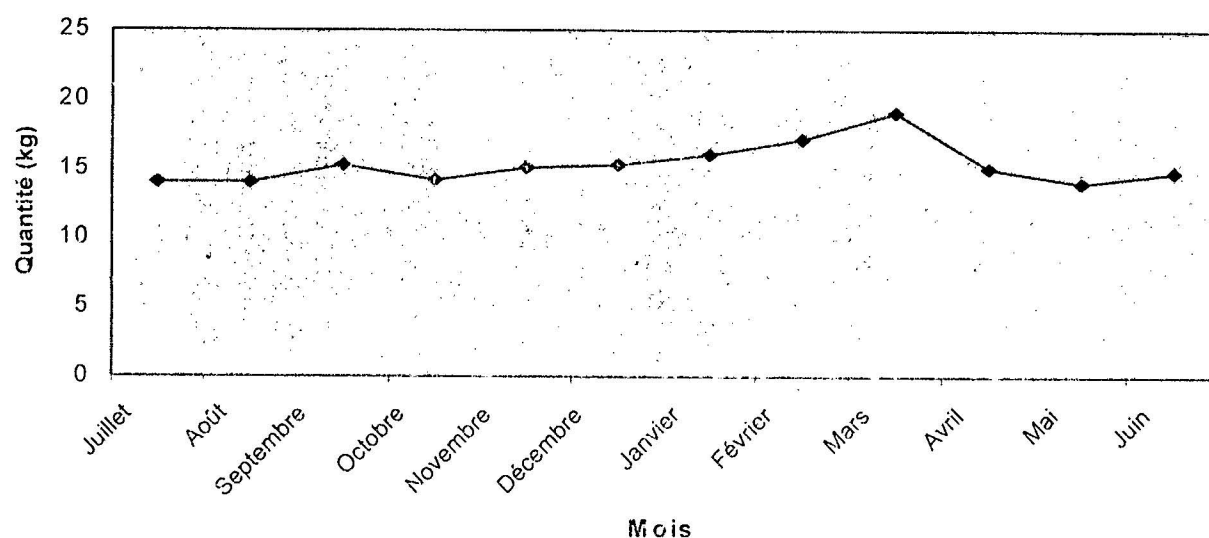


Figure 5: Courbe d'évolution de la production laitière dans l'exploitation LAH....

B.2. Paramètres physico-chimiques du lait produit :

Les résultats des paramètres physico-chimiques sont rapportés dans le tableau ci-dessous :

Tableau XXVII : Paramètres physico-chimiques du lait.

Période de l'étude	Acidité °D	Matière grasse g/l	Densité g/cm ³	E.S.D g/l	Température °C
Juillet	17,26	37,39	1028,60	83,39	13,13
Août	17,58	36,80	1028,73	84,02	12,58
Septembre	16,61	38,04	1028,61	84,49	11,77
Octobre	16,77	38,75	1029,06	84,58	11,36
Novembre	17,00	39,95	1029,02	84,39	10,41
Décembre	16,44	37,20	1028,76	83,95	9,50
Janvier	16,31	38,18	1029,09	85,25	9,65
Février	16,36	37,15	1029,95	89,31	10,21
Mars	16,14	37,41	1030,01	87,43	10,95
Avril	17,09	36,29	1030,00	87,25	11,83
Mai	17,04	37,60	1029,85	87,06	11,74
Juin	16,62	36,61	1029,59	84,42	9,14
Moyenne	16,76	37,61	1029,27	85,46	11,02
Ecart type	0,4325	1,0068	0,5686	1,8362	1,2610
Valeurs normales	max 18	min 34	min 1030	min 90	max 6°C

Les résultats montrent que les valeurs moyennes mensuelles, de :

- L'acidité, sont dans les normes, cependant, nous avons observé qu'elle était maximale pour l'étude pour le mois d'août (17,58 D°) et minimale pour mars (16,14 D°).
- La matière grasse (TB), sont toutes au dessus de la valeur normale minimale (34 g/l), cependant, un léger pic est noté pour le mois de novembre (39,95 g/l).
- La densité, sont faibles à l'exception de celles de mars et avril qui sont à la limite de la normale.
- L'extrait sec dégraissé, sont toutes en dessous de la valeur normale minimale (moyenne annuelle = $85,46 \pm 1,8362$).
- La température, sont toutes au dessus de la valeur normale maximale (moyenne annuelle = $11,02 \pm 1,2610$).

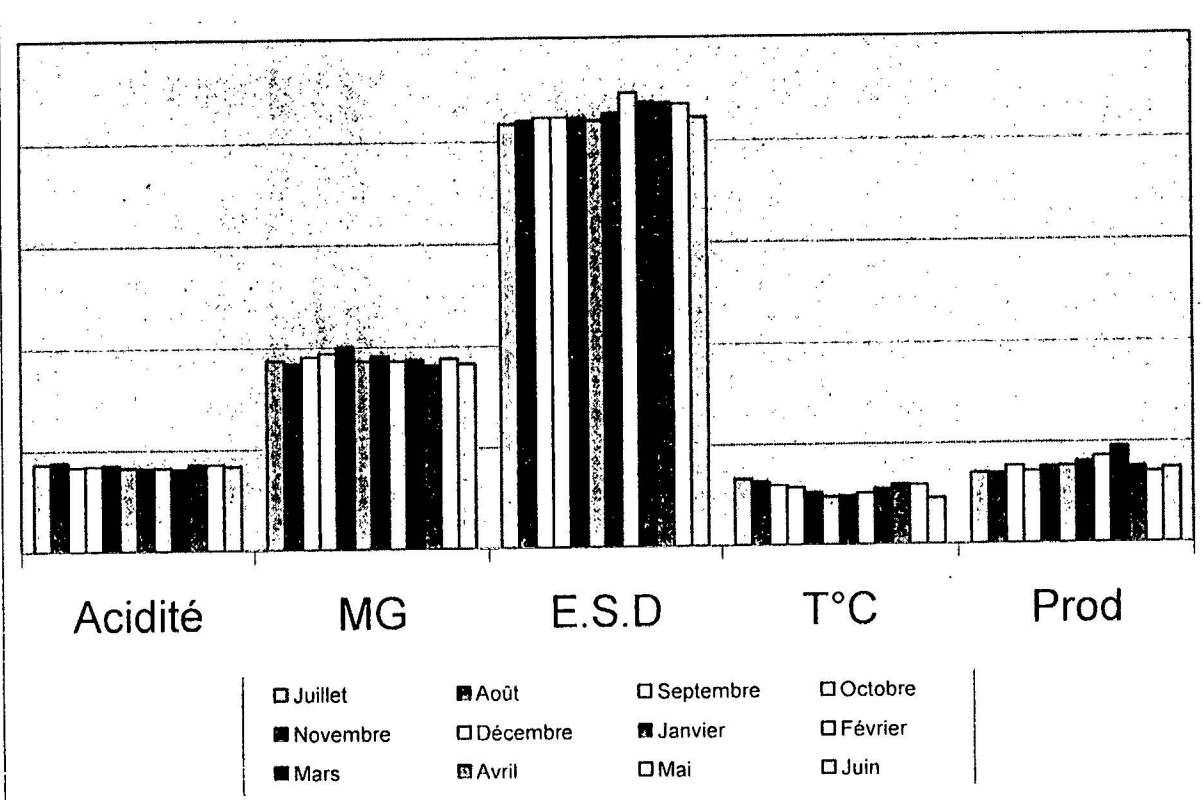


Figure 6 : Histogramme de l'évolution des caractères physico-chimique hormis la densité) et de la production laitière.

Chapitre II : Evaluation des paramètres biochimiques :

Les résultats des dosages des paramètres biochimiques du sang sont rapportés dans le tableau ci-dessous.

Tableau N° XXVIII : Résultats des paramètres biochimiques du sang (exploitation LAH...).

Numéro de la vache	Urémie	Glycémie	Albuminémie	Protéines totales	Créatininémie	Calcémie	Phosphorémie	Magnésémie	Transaminases UI	
	g/l				mg/l					SGPT
087	0,24	0,61	33,6	69,44	8,18	68,3	79,0	14,3	5	36
3089	0,30	0,43	31,1	69,89	9,37	70,3	33,6	17,8	12	71
73R	0,14	0,38	34,0	70,32	15,0	82,13	58,5	17,5	19	70
4521	0,13	0,61	32,6	70,02	15,33	85,4	74,4	16,7	5	87
54	0,19	0,75	20,0	68,88	23,86	92,4	76,9	13,7	33	25
55	0,15	0,42	30,1	67,17	12,27	88,44	66,5	18,9	29	122
01	0,29	0,45	33,3	67,86	25,90	72,03	59,81	20,5	6	31
85	0,39	0,60	26,5	67,39	13,29	88,8	89,1	20,9	25	58
0083	0,14	0,60	30,80	68,01	14,37	71,11	77,31	21,4	38	14
93005	0,24	0,64	31,59	68,14	13,37	69,68	67,4	21,14	42	21
1206	0,15	0,48	36,73	74,89	13,34	76,66	52,01	22,47	27	50
6	0,16	0,69	32,1	71,12	15,0	73,3	69,28	21,3	13	134
82	0,24	0,65	27,8	67,17	15,51	78,5	88,4	25,8	5	51
30	0,20	0,66	28,1	69,13	16,36	76,66	85,3	22,3	21	78
131	0,22	0,60	31,63	70,31	12,02	85,77	58,5	22,9	76	36
101	0,21	0,40	33,50	72,80	13,61	89,31	82,9	21,07	27	23
7101	0,34	0,50	33,50	68,55	14,02	90,73	68,34	20,21	5	34
65	0,13	0,63	30,4	68,13	16,36	89,50	60,31	20,3	25	86
Moyenne	0,21	0,56	30,96	69,40	14,84	80,50	69,30	19,95	22,94	57,05
Ecart type	0,0763	0,1108	3,6941	1,9651	4,2502	8,4242	14,2039	3,0298	17,8176	34,4698

Les résultats montrent que les valeurs moyennes pour :

- L'urémie, les valeurs minimale et maximale sont de 0,13 et 0,39 g/l respectivement avec une moyenne de 0,21 g/l.
- La glycémie, les valeurs minimale et maximale sont de 0,38 et 0,75 g/l respectivement avec une moyenne de 0,56 g/l.
- L'albuminémie, les valeurs minimale et maximale sont de 20 et 36,73 g/l respectivement avec une moyenne de 30,96 g/l.
- Les protéines totales, les valeurs minimale et maximale sont de 67,17 et 74,89 g/l respectivement avec une moyenne de 69,40 g/l.
- La créatininémie, les valeurs minimale et maximale sont de 8,18 et 25,90 mg/l respectivement avec une moyenne de 14,88 mg/l.
- La calcémie, les valeurs minimale et maximale sont de 68,30 et 92,40 mg/l respectivement avec une moyenne de 80,50 mg/l.
- La phosphorémie, les valeurs minimale et maximale sont de 33,60 et 89,10 mg/l respectivement avec une moyenne de 69,30 mg/l.
- La magnésémie, les valeurs minimale et maximale sont de 13,70 et 25,80 mg/l respectivement avec une moyenne de 19,95 mg/l.
- Les transaminases :
 - SGPT, les valeurs minimale et maximale sont de 5,0 et 76,0 g/l respectivement avec une moyenne de 22,94 UI.
 - SGOT, les valeurs minimale et maximale sont de 14,0 et 134,0 g/l respectivement avec une moyenne de 57,05 UI.

CHAPITRE III : EVALUATION DES PARAMETRES DE LA REPRODUCTION.

Les résultats des paramètres de la reproduction sont rapportés dans le tableau ci-dessous.

Tableau n°XXIX : Indices de fécondité.

Critères	NR (jours)	Exploitations				Toutes exploitations confondues
		LAH...	IME...	HAD...	ZAI...	
IV - IA ₁ (jours) (moy ± écart type)	60 - 90	91,5 ± 49,65	156,5 ± 33,23	213 ± 73,53	106,5 ± 15,04	141,87 ± 42,86
IV - IAF (jours) (moy ± écart type)	60 - 120	136,86 ± 75,58	196,5 ± 65,13	267 ± 149,90	136,5 ± 14,84	184,21 ± 76,36
IVV (jours) (moy ± écart type)	340- 370	430,12 ± 49,65	491,5 ±39,0	542 ± 14,77	1 ^{ère} lactation	487,87 ± 34,47
Taux de conception (IA ₁ et plus)	15	20,38	31,57	50	4,87	26,70
Effectif de l'étude		86	38	25	41	190
Nombre de vaches / exploitation		137	43	37	84	301

NR : normes recommandées, moy : moyenne.

Les résultats du tableau montrent que les intervalles vêlage – 1^{ère} insémination (IV – IA₁), vêlage – insémination fécondante (IV – IAF) et vêlage – vêlage (IVV) moyens sont élevés par rapport aux normes. Ils varient de 91,5 à 213 j, 136,5 à 267 j et 430,12 à 542 j, respectivement.

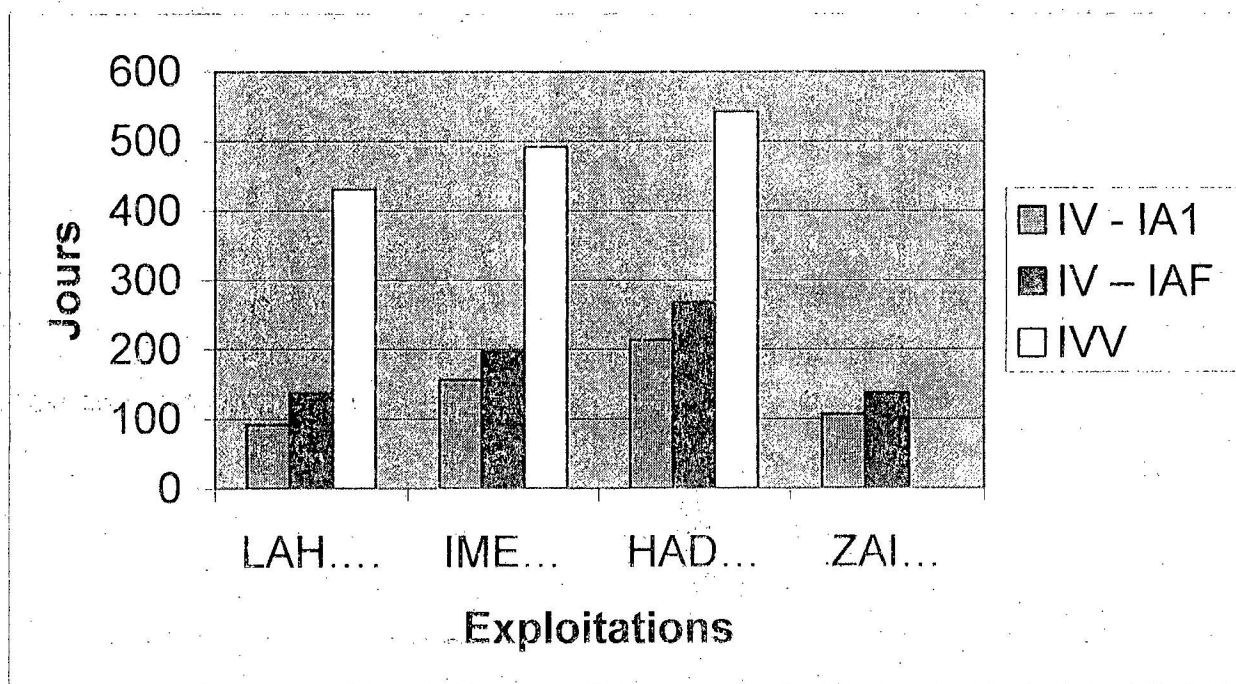


Figure 7 : répartition des indices de reproduction pour les 4 exploitations. Les taux des IA3 et plus moyens, obtenus après trois inséminations et plus (parfois jusqu'à 10), sont élevés à l'exception de l'exploitation ZAI... (vaches, en 1^{ère} lactation). Ils varient de 20,38 à 50%.

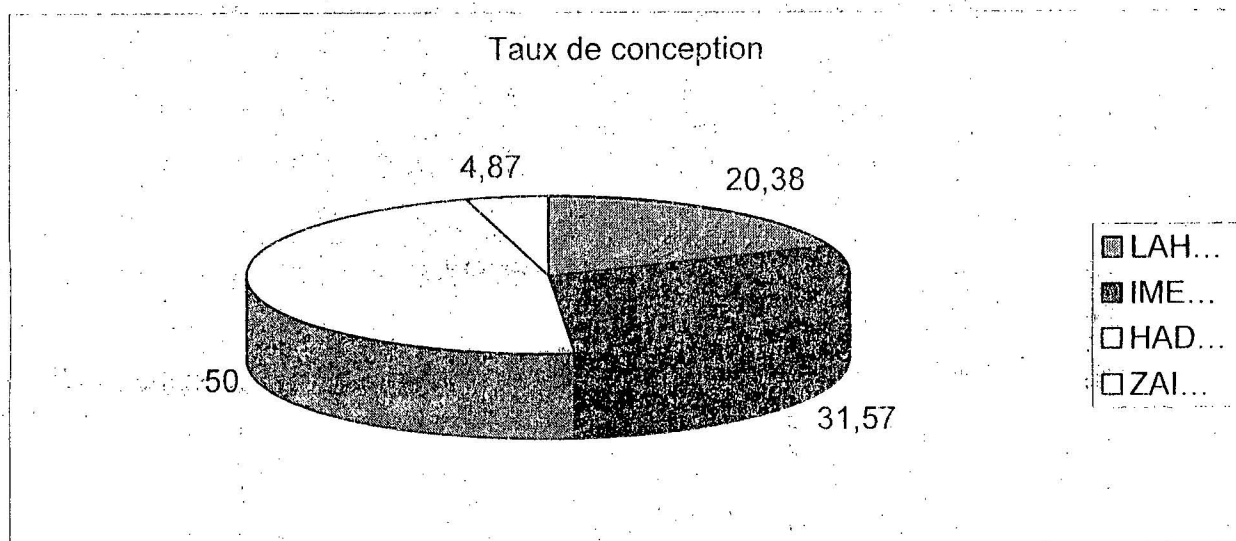


Figure 8 : répartition des taux de conception pour les 4 exploitations.

Partie IV

Discussion

QUALITE DE L'EAU :

L'analyse bactériologique a montré que les abreuvoirs sont contaminés par :

- les coliformes pour toutes les exploitations,
- les streptocoques pour seulement l'exploitation ZAI...,
- les clostridies pour l'exploitation IME....

Les mêmes observations ont été faites par BOURGEOIS et LEVEAU (1980) où les entérobactéries (*E. Coli*) sont les plus fréquentes, suivi des streptocoques fécaux et des clostridies. Ces trois groupes sont retenus comme indicateurs de contamination. En effet, les coliformes sont présents dans les déjections animales, mais on les observe également dans le sol et sur la végétation (BOLDUC, 1985). Les travaux de DUNCAN (1988) et LECLERC (1989) ont montré que les coliformes sont ubiquistes et peuvent se multiplier abondamment, en dehors de toute contamination fécale (HASLAY et LECLERC, 1993). Les streptocoques fécaux sont présents dans l'exploitation ZAI...et leur concentration dépasse les 300 bactéries/100ml. Ce résultat indique un sérieux problème de contamination de l'eau de boisson comme rapporté par COULAIS (2000). La présence des clostridies dans l'exploitation IME..., où l'eau en est fortement contaminée (concentration > à 300/20ml) a aussi été rapporté par HASLAY et LECLERC (1993).

Une eau riche en bactéries peut, directement ou non, favoriser les mammites, les métrites et les avortements (CHEVET, 2001) et poser des problèmes de qualité du lait, lors des lavages des circuits de traite et des mamelles (JONCOUR, 1996).

Les paramètres physiques, le pH et la turbidité, sont dans les normes. Le pH a une influence certaine sur l'efficacité du chlore comme agent bactéricide, car plus il est élevé, moins la chlorination est efficace pour lutter contre un problème bactérien (PEER et MERITT, 2001). La turbidité peut stimuler la croissance bactérienne (MCCOY et OLSON, 1986). Son augmentation protège les micro-organismes de l'action des désinfectants (TRACY et al, 1966 ; LECHEVALLIER et al, 1981). Mais, la présence des coliformes dans les eaux dont la turbidité est comprise entre 4 et 84 UTN a été rapporté par RODIER (1984).

Les paramètres chimiques indiquent :

- Une augmentation des teneurs en calcium dans les exploitations LAH... et IME..., responsables de la dureté de l'eau. Les mêmes observations ont été rapportés par BENEDIB et ADJAL (1999) et COULAIS (2000). Elle semble nuire à l'absorption du phosphore par le système digestif (PEER et MERITT, 2001).
- Des teneurs très faibles en K^+ (1 à 2 mg/l). Nos résultats sont plus faibles que ceux rapportés par RODIER (1984). Néanmoins, le déficit ne semble pas présenter de risque significatif.
- L'augmentation de la teneur en chlorures et sulfates pour l'exploitation LAH... a aussi été rapporté par RODIER (1984) pour les zones arides. Il serait responsable du goût désagréable.

- L'augmentation des teneurs des bicarbonates dans les exploitations LAH..., IME... et HAD... a aussi été rapporté par AYERS et WESTCOTT (1985) ainsi que MEYBECK et al (1989).
- Les teneurs en nitrates sont supérieures aux valeurs normales dans l'exploitation HAD... et LAH... (63 et 91 mg/l respectivement). Elle est à la limite des seuils de tolérance pour la consommation (RODIER, 1984 ; OMS, 1996). Elle peut être responsable d'intoxications humaines et animales.

ALIMENTATION :

Le présent travail a été effectué dans quatre grandes exploitations de la Mitidja, ce qui semble être non représentatif des élevages de cette région. Néanmoins, la pratique d'élevage est similaire et notre discussion portera sur ces quatre exploitations seulement et le but à terme reste l'optimisation de la production laitière.

Avant de commenter les rations distribuées dans les exploitations de l'étude, il nous a paru opportun d'analyser tout d'abord les constituants de chacun des aliments distribués.

Toutefois, ce travail portant sur la totalité des éléments des aliments de bétail, a sa particularité en ce qui concerne les matières minérales car il a permis d'estimer avec plus de précisions la valeur des rations distribuées dans les exploitations étudiées.

La matière sèche :

Les teneurs en matière sèche des :

- foin et concentrés sont similaires. Ils sont plus élevés que ceux rapportés dans les tables de l'INRA (1988),
- fourrages verts sont variables,
- racines sont faibles.

Pour les fourrages verts (sorgho récolté en début d'épiaison), les variations observées sont notables entre exploitations (18 % dans l'exploitation HAD..., 21 et 24 % dans les exploitations IME... et LAH..., respectivement) et sont aussi décrites par RIVIERE (1991). Les valeurs alimentaires des fourrages proviennent en grande partie des conditions de culture (BIDANEL et al., 1989). L'effet pluviométrie n'est pas incriminé ici car toutes les exploitations sont localisées dans la même région (Mitidja). L'augmentation de la teneur en MS est synonyme d'un stade de récolte avancé qui influe sur la capacité de l'ingestion par l'animal.

Pour les aliments concentrés, nous avons constaté des teneurs moins variables de matières sèches (89, 90, 91 et 93 %, respectivement) pour les 4 exploitations. Nos résultats se situent dans la fourchette requise par RIVIERE (1991), donc de 75 à 93 %, mais semblent être élevés comparés à ceux rapportés dans les tables de l'INRA (1988) qui donnent des teneurs de 87 et 86% pour le son de blé et le maïs, respectivement.

Pour l'ensilage, la teneur de 56,87% est similaire à celui de Haylage obtenu après pré fanage comme rapporté par SOLTNER (1999).

Quant aux racines (betterave et carotte) la teneur est faible (10 et 21 %, respectivement). La même observation a été rapportée par SOLTNER (1988).

L'énergie (UFL) :

Il est évident que les valeurs des UFL des fourrages secs et verts, prises à partir des tables de l'INRA (1988), ont des teneurs faibles n'excédant jamais 1 UFL à l'opposé des concentrés (0,93 à 1,21 UFL) et des racines (carotte et betterave : 1,08 et 1,01 UFL, respectivement).

La cellulose brute :

La teneur en cellulose brute de nos fourrages se situe entre 15,82 et 32,85 %. Nos résultats sont similaires à ceux de MARTIN et al. (1996). Cette variation réside probablement dans les différences du cycle de développement des plantes et des divers procédés de conservation utilisés. NICOL (1996) a remarqué, qu'au fur et à mesure que la plante vieillit, le pourcentage de tiges et de graines augmente et le taux de parois et de cellulose brute s'accroît aussi.

Les teneurs minimales recommandées dans la ration sont de 17 % par NRC (1988) et 18 % pour ROSENBERGER (1979).

La matière grasse :

Les teneurs varient de 1,4 à 5,5 % pour tous les types d'aliments de la ration. Ces résultats sont similaires à ceux rapportés par JARRIGE (1980) et BAUMONT et al (1999). Cependant, selon MAILTO (1998), l'excès de lipides dans la ration entraîne souvent une diminution de la production de lait ainsi qu'une réduction du taux butyreux .

La matière azotée totale :

Les teneurs sont variables pour l'ensemble des aliments. Néanmoins, elles sont élevées pour les fourrages verts par rapport à celles des fourrages secs (foins) et des concentrés.

Pour la luzerne :

- Fourragère, la teneur est la plus élevée (22,57 % MS) et est proche de celle rapportée par MAILTO (1998) pour les légumineuses qui contiennent de 15 à 23 %.
- Déshydratée, la teneur est :
 - faible (15,75 % MS) par rapport à celles rapportées par DEMARQUILLY (1993) et DEMARQUILLY et al (1996) qui sont de l'ordre de 25 %,
 - dans les normes, par rapport à celles rapportées par THENARD et al (2002) qui varient de 17 à 18 %.

Pour le sorgho, nos valeurs sont dans les normes requises par MAILLO (1998), de 8 à 18 % MS. Toutefois, selon XANDE et GARCIA – TRUJILLO (1985) et BIDANEL et al (1989), pour obtenir une valeur alimentaire satisfaisante, le sorgho doit être exploité à un stade optimal.

WATTIAUX (2001) recommande une ration à 16 % de protéines brutes pour une vache produisant entre 20 et 25kg de lait. Cependant, le déficit en MAT réduit l'activité microbienne de la panse et par conséquent l'ingestion entraînant une légère baisse du taux protéique du lait par carence énergétique (BAUMONT et al, 1999).

La matière minérale :

Les résultats d'analyse des fourrages verts (7,48 à 15,60 %) révèlent des teneurs variables en matières minérales mais similaires à ceux de JARRIGE et al (1995).

Pour les fourrages secs, les teneurs sont aussi variables mais moins élevées (6,009 à 9,59 %) que celles des fourrages verts.

Les variations observées semblent dépendre de l'action combinée de plusieurs facteurs, en l'occurrence, le stade de végétation de la plante, son appartenance botanique, les conditions de milieu et de culture.

Pour les concentrés, les teneurs sont faibles (de 3,67 à 6,14 %) par rapport à celles des fourrages. La même constatation a été faite par JARRIGE et al. (1995) qui indiquent que ces aliments sont peu sensibles aux facteurs du milieu et de fertilisation.

□ Calcium :

Les teneurs en calcium des :

- Fourrages verts sont variables (4,11 à 9,14 g/kg de MS) et proches de ceux rapportés par LITTLE (1982) qui sont de l'ordre de 0,4 à 71 g/kg de MS. A l'exception de la luzerne (13,61 g/kg de MS) qui fait partie des légumineuses, riches en calcium (plus de 10 g/kg de MS) (JARRIGE et al, 1995).
- Concentrés sont supérieures à celles de l'INRA (1988) et comparables dans les quatre exploitations. Ceci pourrait s'expliquer par l'addition de CMV.
- Pulpes de betterave (6,1 g/kg de MS) sont faibles par rapport à celles apportées par JARRIGE (1980) et l'INRA (1988) qui sont de l'ordre de 10 g/kg de MS). Cette différence peut être due aux origines géologiques du sol sur lequel les plantes ont poussé.

□ Phosphore :

Les teneurs en phosphore des :

- Fourrages secs et verts sont dans les normes et similaires à ceux obtenus par LITTLE (1982) qui varient de 0,2 à 7g/kg MS.

- Concentrés sont élevées (4,3 à 6,34 g/kg MS) par rapport à celles rapportées par JARRIGE et al (1995) qui sont de l'ordre de (3 et 5 g/kg de MS). Cette légère augmentation peut être due à l'addition du CMV.

□ **Potassium :**

Les teneurs en potassium des :

- Fourrages verts (12,4 à 20,86 g/kg MS) et secs (8,003 à 12,6 g/kg MS), sont proches de ceux de RIVIERE (1991) et de JARRIGE et al. (1995) qui varient de 10 à 60 g/kg de MS. Aussi, ils indiquent que tous les fourrages (verts et conservés) sont riches en K⁺.
- Concentrés sont plus faibles (7,86 ; 6,62 ; 7,02 ; 5,98 g/kg MS, respectivement) que celles des fourrages mais similaires à celles de RIVIERE (1991) qui rapportent des teneurs moyennes de 4 à 7 g/kg de MS pour les céréales.

□ **Magnésium :**

Les teneurs en magnésium des fourrages (1,80 à 4,2 g/kg MS) sont élevées par rapport à celles rapportées par JARRIGE (1988) (1,5 à 3 g/kg de MS) et nettement plus élevées que celles obtenues pour les concentrés (1,73 à 2,32 g/kg MS).

Les légumineuses présentent des teneurs plus élevées que les graminées (3,8 pour la luzerne et 4,2 pour le trèfle vs 1,82 à 3,11 g/kg de MS pour le sorgho). Nos valeurs sont dans les normes requises par l'INRA (1988) et JARRIGE (1988) qui recommandent des taux d'au moins 1,5 g/kg de MS pour éviter les risques de tétanie d'herbage.

□ **Sodium :**

Les teneurs en sodium des fourrages verts sont faibles (1,22 à 4,01 g/kg MS) mais se trouvent dans la fourchette de celles décrites par LITTLE (1982) (0,01 à 21g/kg MS).

Les valeurs obtenues, pour les concentrés et les racines (betteraves et carottes) dans l'exploitation LAH..., et concentrés dans l'exploitation HAD, légèrement au dessus de celles rapportées par JARRIGE et al (1995), en l'occurrence, moins de 1 g/kg de MS semble s'expliquer par l'adjonction de sel de table à ce type d'aliment.

□ **Les oligo-éléments (fer, cuivre, cobalt, zinc et manganèse) :**

Les teneurs en oligo-éléments quoique variables par type d'aliment (CF. tableau XIX) sont dans les normes de l'INRA (1988) et couvrent nettement les besoins de la vache laitière comme indiqué par l'ARC (1965). De plus, l'utilisation des pierres à lécher, dans toutes les exploitations, met les animaux à l'abri des carences.

RATIONNEMENT :

Nos résultats, bien que calculés sur la base des MAD (et non des PDI) et des UFL, que nous avons empruntés aux tables de l'INRA, peuvent nous permettre d'estimer la valeur des rations distribuées.

En Algérie, l'expression de la valeur azotée est généralement calculée par le système MAD qui nécessite uniquement la valeur MAT et CUD. Ces valeurs peuvent être déterminées. Par contre, l'instauration du système PDI nécessite plus de facteurs tel que la DT (dégradabilité théorique, in sacco), la DR (digestibilité réelle) des acides aminés, la MOF (matière organique fermentescible).

Ces facteurs n'ont à notre connaissance pas été déterminés sur les fourrages, en Algérie.

Nos estimations révèlent deux types de déséquilibre :

1. Azoté, dans toutes les exploitations à l'exception de celle d'IME.... Nous remarquons que le déficit azoté est plus fréquemment rencontré par rapport au déficit énergétique. Ce déséquilibre dépend essentiellement de la nature du fourrage utilisé étant donné que le concentré est le même dans les quatre exploitations et aussi tout le long de l'année (son de blé et maïs). Sa composition est riche en énergie et pauvre en azote comme rapporté par WATTIAUX et TERRY HOWARD (1995).

Les périodes dont la ration de base est constituée de foin sont généralement déficitaires en azote, car ces aliments en sont pauvres (SOLTNER, 1999). Ces déficits entraînent une baisse de production et une diminution du taux protéique (WOLTER, 1994).

2. Energétique, seulement dans l'exploitation LAH....

Nous avons noté deux types de déficit :

- Faible, 2,66 kg de lait pour l'exploitation LAH... lors de la distribution de la fauche de la prairie 1 et 1,68 kg de lait pour l'exploitation IME... pour l'ensilage d'avoine. En effet, nos résultats montrent des teneurs élevées en MAT (19,37 et 16,18 % de MS, respectivement) pour ces deux aliments. De plus, (STOLL, 2001) indique que la part maximale du lait devrait être produite à partir de fourrages issus des prairies et des pâturages. Ces fourrages ont généralement une valeur laitière excédentaire en azote.
- Fortement, 5,44 kg de lait pour l'exploitation LAH... lors de la distribution de la luzerne. La teneur en MAT étant de 22,57 % de MS. Nos résultats sont en adéquation avec ceux de BOILLON et ROUX (1996) qui montrent que la luzerne est la plante qui fournit le plus de MAT.

L'excès d'azote conséquent au déficit énergétique peut favoriser les boiteries et les mammites (WOLTER, 1994).

- En minéraux, les teneurs en :
 - Calcium sont dans les normes pour toutes les exploitations.
 - Phosphore sont en excès à l'exception de l'exploitation IME... pour la période de septembre.

Les productions observées en majorité sont en adéquation avec celles permises par les UFL mais en décalage (faibles) par rapport à celles des MAD. Celles permises par le phosphore sont plus élevées que celles permises par le calcium car les besoins de production d'un kg de lait sont de 3,5 g en calcium donc plus élevées que celles du phosphore qui ne sont que de 1,8 g (INRA, 1978).

APPRECIATION DE LA RATION

Les résultats ont montré que les valeurs obtenues pour **l'ingestibilité** (2,12 à 3,2) sont dans les normes et similaires à celles obtenues par WOLTER (1994) qui rapporte une fourchette de 2 à 5.

Les rations ont **un encombrement** variable :

- Elles sont faibles (1,05 à 1,09) pour les exploitations HAD ... et LAH ... pour les périodes (juillet - août, novembre – décembre, janvier, février et mai, respectivement) et considérées comme peu encombrantes. Les mêmes résultats ont été rapportés par WOLTER (1994). Ces rations présentent un défaut de fibres longues qui favorisent une insuffisance de rumination par exposition de l'animal aux accidents d'acidose et aux déplacements de la caillette comme rapporté par BREUKINK (1991) et GEISHAUSER (1995). Pour remédier à ce problème, il est préconisé de distribuer des fourrages grossiers tel que le foin ou la paille.
- Elles sont élevées (1,21 à 1,32) pour les exploitations LAH..., IME... et ZAI... pour les périodes de juin, juillet – août, septembre et octobre et considérées aussi comme encombrantes car à base de foin. La valeur de 1,32 correspondant à la ration de septembre pour l'exploitation LAH... est composée de foin et de luzerne déshydratée. Selon THENARD et al. (2002), la nature de ces deux aliments peut constituer un apport important de fibre dans la ration.

L'équilibre protido-énergétique des rations distribuées est variable :

- Il est faible (79,57 à 98,43 g) dans toutes les exploitations à l'exception de la période mars pour l'exploitation LAH.... Nos résultats sont différents de ceux obtenus par WOLTER (1994) qui recommande un rapport supérieur à 100 à 125 g.
- Il est élevé (141,31 g) pour la période citée, supérieur à la valeur préconisée par WOLTER (1994) et serait lié à l'incidence des mammites, des boiteries et des problèmes d'infertilité (WOLTER, 1994).

L'équilibre phospho-calcique des rations est dans les normes pour toutes les exploitations, malgré l'excès observé en phosphore. Le même constat a été fait par WOLTER (1994).

Quant aux **proportions des aliments** concentrés et fourrages, ils sont variables et faibles (17,39 et 43,24 %), à l'exception de celle de l'exploitation LAH... pour la période de juin (50 %), par rapport à ceux de :

- SAUVANT et al (1999), c'est-à-dire 45 et 55 %, respectivement.
- EL KHATTAR (1994), 51 %,
- SRAIRI (1997), 55 %.
- SRAIRI et KESSAB (1998) où la part des concentrés est de 73,1%.

Cependant, WOLTER (1994) indique qu'une quantité de concentrés supérieure à 60% peut engendrer l'acidose.

CORRECTION DES RATIONS :

1. Correction sur la moyenne du troupeau :

Le déséquilibre, enregistré **entre les productions observées et permises** par ces rations, est conséquent à un déficit azoté ou énergétique, de plus DUSSAULX (2000), rapporte que les vaches valorisent leurs rations de façon optimale, lorsque l'équilibre entre énergie et azote disponibles est idéal pour les microorganismes.

Nous avons préconisé :

- Les tourteaux de soja pour la correction du déficit azoté (0,12 à 5,34 kg). Cet aliment est proposé pour sa richesse en MAD (454 g/kg de MS ; INRA, 1988) comme rapporté par les travaux de WOLTER (1994) , LALLIER (1999) et DUSSAULX (2000). Aussi, son utilisation a connu un grand essor depuis l'interdiction des farines animales (STOLL, 2001). Notre choix s'est porté sur ce type d'aliment de par sa disponibilité en Algérie. Son prix est par contre variable, en fonction des aléas des importations. malgré sa richesse en phosphore (cas de tous les tourteaux) comme rapporté par RIVIERE (1991).
- La luzerne comme correcteur azoté est un fourrage – concentré aussi très intéressant pour une exploitation qui fait de la polyculture-élevage au niveau de la Mitidja. Elle est de ce fait fortement recommandée dans les exploitations LAH... et autres, qui ont un système d'irrigation, qui permet de faire 8 coupes par an, au moins ! Le prix de revient à la production sera alors bien moindre par rapport aux tourteaux importés en devises fortes.
- Une autre proposition adaptée à nos contrées est celle des fourrages enrichis en azote (ammoniac et urée), qui semblent donner des résultats moins intéressants, car la paille traitée à une dose de 5% d'urée couverte avec l'argile a une teneur de 6,41 % et celle couverte avec du plastique de 8,91 % par rapport à celle non traitée (3,85%) (BOUBEKEUR, 1998).
- L'orge en grains dans les déficits énergétiques (1,68 à 5,44 kg), pour sa disponibilité, sa richesse en énergie par rapport à l'avoine (1,16 vs 1,03 UFL; INRA, 1988) et en calcium par rapport au maïs (0,3 vs 0,7 g ; INRA, 1988).

De plus, il constitue la céréale la plus utilisée dans l'alimentation des ruminants et contribue à l'augmentation de la concentration énergétique des rations, comme rapporté par ARABA (1999). A noter que cette céréale coûte parfois plus chère que le maïs importé.

Aussi, nous avons considéré que le déficit calcique est comblé par l'apport des blocs à lécher.

Il serait également intéressant de tenir compte de la nature de l'aliment, et sa répercussion sur la production laitière.

Nous ouvrons une parenthèse pour préciser que le rationnement d'un troupeau laitier ne se fait pas seulement en fonction de la valeur nutritive ou de la disponibilité en matières premières (fourrages, concentrés...) mais également en fonction du prix. Nous prévoyons dans un proche avenir de mettre en place un système pour tenir compte de ce paramètre incontournable.

2. Correction individualisée de la ration

La correction sur la moyenne du troupeau s'est faite indépendamment de savoir combien chacune des vaches va produire en lait. Or, nous avons bien noté (Cf. chapitre III) que les vaches ne sont pas synchronisées, c'est à dire qu'elles ne sont pas toutes au même stade de lactation. Elles ne produisent pas les mêmes quantités de lait (écart de 16 litres parfois !). Or, elles reçoivent la même quantité de concentré !

C'est pourquoi, il serait judicieux de prévoir pour toutes les vaches une ration de base, comprenant essentiellement des fourrages, à laquelle on ajoutera une ration complémentaire de production, au prorata de ce que la vache produit en lait.

Ce système, pour être fonctionnel, nécessite la mise en place du contrôle laitier, qui permet notamment d'évaluer la quantité de lait produite individuellement.

Comment distribuer cette ration complémentaire ? Il existe dans les pays développés un système de Distributeur Automatique de Concentrés (DAC). C'est une machine qui va distribuer la quantité exacte de concentrés, par l'intermédiaire d'un lecteur magnétique qui va lire un code placé sur un collier de chacune des vaches.

Ce système peut-être utile dans des exploitations laitières en Algérie, dans la mesure où il permet d'optimiser la production laitière en fonction de la ration, et donc de diminuer le gaspillage d'aliment, qui coûte très cher. Il serait intéressant d'évaluer dans une prochaine étude la rentabilité du DAC dans une grande exploitation, par rapport aux économies de concentré qu'il permet.

Pour ce qui est des exploitations moyennes (20 vaches), nous pouvons proposer un **système de distribution manuel** qui consiste à donner grosso modo la quantité de concentrés selon que la vache est en début, pic ou fin de lactation.

Le calcul de la quantité de concentrés à donner, peut se faire par un logiciel informatique spécialisé dans ce type de calcul.

L'utilisation d'un tel logiciel serait très « rentable » étant donné les fréquentes variations de rations distribuées et les gains de temps et matières premières qu'il permet.

Il est envisageable, pour ne pas dire obligatoire, de penser à mettre en place une prestation de service, dont la mission est de conseiller l'éleveur.

Cette assistance technique existe déjà dans d'autres pays, notamment chez les éleveurs qui adhèrent au contrôle laitier.

Au terme de ce chapitre, nous pensons que l'éleveur n'arrivera pas à améliorer sensiblement ses performances techniques tant que le système de contrôle laitier n'est pas instauré.

C'est un système de contrôle de la production laitière, généralement effectué par un organisme indépendant. Il consiste à effectuer des pesées et des prélèvements de lait mensuels, dans le but d'apprécier la quantité et la qualité du lait par exploitation et par vache. En conséquence, le lait sera payé à sa qualité (TP, TB, cellules).

Ce système permet de prévoir la production par vache au cours de l'année et adapter en conséquence le rationnement, les mesures préventives liées aux pathologies (mammites, reproduction, boiteries...), la réforme et la sélection des vaches laitières les plus performantes.

A quand sa mise en place, en Algérie ?

A l'heure de la mondialisation et de l'ouverture des frontières marchandes, il est urgent de se mettre à niveau des technologies et des performances zootechniques.

Il ne s'agit pas de s'auto-suffire en production laitière, mais tout faire pour que le prix du lait produit soit rentable. Il y va de la pérennité de nos élevages.

PRODUCTION LAITIERE

L'évaluation quantitative de la production laitière de l'exploitation LAH... durant la période de juillet 2000 à juin 2001 a montré des productions mensuelles variables (13,98 à 19,07 kg / vache). La production annuelle moyenne par vache a été estimée à 15,33 kg.

En fonction des résultats, deux périodes ont pu être distinguées :

- 1) Un pic de production (16,05 à 19,07) de janvier à mars qui correspond à la période de disponibilité des fourrages verts. Nos résultats sont comparables à ceux rapportés par OLFIVE (2001) qui rapporte que les meilleurs rendements ont été obtenus pendant la période de forte production fourragère sur une durée de 4 mois (Décembre à Mars) et que le pic de production est obtenu au mois de mars. La

même observation a été faite par BENALI (1995), où la production de lait est maximale entre janvier et mai.

2) Une production plus faible (13,98 à 15,28 kg) pour les autres périodes de l'année (juillet à décembre et avril à juin) caractérisée en général par une alimentation à base de fourrages secs. Toutefois, l'apport de sorgho (juillet – août) et prairie 1 (novembre – décembre) n'arrivent pas à améliorer la production laitière ; en raison, d'une part de la courte période d'exploitation du sorgho ; et d'autre part, du déficit énergétique de la ration de la prairie 1.

Cette faible production, malgré l'apport :

- a. du sorgho, pour la période de juillet - Août, semble s'expliquer par l'élévation de la température, comme rapporté par MORRISSON (1983) et RODRIQUEZ et al (1985).
- b. De la prairie 1, pour la période de novembre – décembre, semble aussi s'expliquer par la baisse de la température, comme rapporté par OLFIVE (2001).

L'évaluation qualitative de la production laitière de l'exploitation LAH... durant la période de juillet 2000 à juin 2001 a montré que :

L'acidité Dornic moyenne mensuelle du lait est dans les normes (16,14 à 17,58 D°) et reflète la fraîcheur du produit.

Les taux butyreux moyens mensuels (matière grasse) sont variables (36,29 à 39,95 g/l) et comparables à ceux de CHRISTIE (1983) qui sont de l'ordre de 33 à 47 g/l ainsi que AGABRIEL et al (1990) qui rapportent une moyenne de 36,7 g/l. Les taux faibles peuvent constituer un critère d'alerte pour certaines erreurs dans la conduite du rationnement (ENJALBERT, 1994). En ce qui nous concerne, le pic observé en novembre (39,95 g/kg) correspondant aux teneurs les plus élevés en matière grasse semble s'expliquer par la concentration des éléments dans une faible quantité de lait.

La densité moyenne mensuelle est faible à l'exception des périodes de mars et avril. Néanmoins, nos résultats (1028,6 à 1030,01) sont proches de ceux de KAYOUACHE (2001) qui rapportent des moyennes variant de 1027,03 à 1029,48.

La température moyenne mensuelle d'arrivée du lait à l'usine est élevée (9,14 à 13,13°C) par rapport aux normes recommandées. La température stable de stockage et transport n'excédant pas 4°C prévient de la contamination par la flore psychotrope comme rapporté par MEFFE (1994). Cependant, son développement devient très faible à une température inférieure à 10°C (MONSALLIER, 1994).

Malgré l'utilisation du tank réfrigéré au niveau de l'exploitation, l'augmentation de la température observée pourrait s'expliquer par un mauvais réglage du tank ou de mauvaises conditions de transport (camions non réfrigérés).

Les taux moyens mensuels de l'extrait sec dégraissé sont variables (83,39 à 89,31 g/l) et inférieurs à la valeur minimale requise (90 g/l). Confrontés aux teneurs

de matières protéiques et glucidiques (lactose) faibles, l'hypothèse de mouillage aurait pu être avancé.

PARAMETRES BIOCHIMIQUES :

Les taux de glycémie sont variables (0,38 à 0,75 g/l) avec une moyenne de $0,56 \pm 0,11$ g/l. Nos résultats sont similaires de ceux de BLOWEY (1972) et MICHEL (1977) qui rapportent des valeurs de 0,4 à 0,7 g/l et 0,56 à 0,73 g/l, respectivement proches de ceux de VERRIELE et BEDOUET (1999) qui donnent des valeurs comprises entre 0,6 et 0,7 g/l.

Compte tenu que le paramètre stade de lactation n'a pas été considéré dans notre étude, il nous est difficile d'interpréter ces résultats par rapport à la valeur énergétique de la ration alimentaire. Néanmoins, la glycémie normale, en général, reflète l'apport énergétique adéquat des rations alimentaires distribuées donc des productions observées.

L'urémie moyenne est en dessous des normes, de $0,21 \pm 0,07$ g/l reflétant une hypo-urémie. Nos résultats sont faibles par rapport à ceux rapportés par VAGNEUR (1996) où la valeur minimale est de 0,25 g/l. L'hypo-urémie a été observé lors de lors de déficit azoté (MICHEL, 1977), ce qui est peut être le cas de nos échantillons, du moment que le déficit azoté est le plus souvent rencontré dans nos rations.

L'albuminémie moyenne est de $30,96 \pm 3,69$ g/l. Elle est faible par rapport aux résultats de COLES (1979) et BRUGERE-PICOUX (1984) qui rapportent des valeurs minimales de 34 et 35 g/l, respectivement. L'hypo-albuminémie observée pour nos échantillons en relation avec les déficits azotés est constatée dans les cas de sous-alimentation globale, les déficits protéiques, les poly-carences et le parasitisme (MICHEL, 1977). En effet, la teneur du sérum en albumine diminue chez les vaches laitières à la période de vêlage et ne retrouve sa valeur initiale que 3 mois après (ROSENBERGER, 1979) car elle est influencée par le stade de lactation. Cette observation n'est pas vérifiée pour notre échantillon de l'étude.

Les valeurs obtenues pour les protéines totales, de $69,40 \pm 1,96$ g/l, sont proches de celles rapportées par VERIELLE et BEDOUET (1999) et KAYOUECHE (2001) qui sont de 65 à 80 g/l mais faibles par rapport à celles de BARNOUIN et al (1981) qui sont de 78,6 g/l. Elles expriment un déséquilibre alimentaire, témoin d'un déficit azoté.

Le calcium sérique dont la teneur moyenne est faible ($80,50 \pm 8,42$ mg/l) par rapport à celles rapportées par ROWLANDS (1980) qui sont de 95 mg/l, mais à la limite inférieure de celles obtenues par VERIELLE et BEDOUET (1999) qui sont de 80 à 120 mg/l, est apporté en quantité suffisante par la ration. Les déficits calciques provoquent, pendant la période sèche, une baisse sensible de la fertilité qui est en relation avec la production laitière (BONNEL, 1985).

Le phosphore sérique dont la teneur moyenne est élevée, de $69,30 \pm 14,2$ mg/l et à la limite supérieure des résultats de PELLITIER et al (1985) et WOLTER (1994) qui sont de 64,55 et 56 mg/l, respectivement. Elle semble s'expliquer par l'excès du phosphore apporté dans la ration. PAYNE et al (1970) signalent que l'augmentation du phosphore sanguin chez les animaux au pâturage est conséquente de l'épandage d'engrais phosphaté.

La valeur moyenne de magnésium sérique, de $19,95 \pm 3,02$ mg/l est proche de celle rapportée par BELKHIRI (2001) qui est de 20 mg/l mais pour des vaches en période de post partum. Il est à noter que les rations distribuées n'étaient pas déficitaires en cet élément.

Les taux de créatininémie et de transaminases, révélateurs d'une atteinte hépatique ou de troubles métaboliques, sont dans les normes car ils ne sont pas influencés par le régime alimentaire (COLES, 1979 ; BRUGERE-PICOUX, 1984). Cependant, ils évoluent pendant la deuxième moitié de gestation et se trouvent en corrélation négative avec la production laitière après le vêlage (ROSENBERGER, 1979).

PARAMETRES DE LA REPRODUCTION :

L'intervalle vêlage - première insémination (V-IA1) dépend de l'intervalle vêlage - première chaleur.

Dans notre enquête, l'intervalle V-IA1 moyen de 141,87 j pour toutes les exploitations confondues dépasse largement les normes (60 à 90 j) et est supérieur aux intervalles rapportés par CHARRON (1986) et FRANCOIS et MAYER (1988) qui sont de 81,7 et 74 à 79 j, respectivement. Comparativement, à ceux obtenus par BELKHIRI (2001) pour la région de Sétif (Algérie), qui sont similaires (139,73 j).

Traités par exploitation, seul celui de l'exploitation LAH... se trouve dans les normes. Ceci semble s'expliquer par une meilleure prise en charge de la conduite de la reproduction (suivi sur planning d'étable, présence de l'inséminateur, motivation des ouvriers pour la détection des chaleurs et traitements hormonaux pour les vaches à problèmes).

L'intervalle vêlage- insémination fécondante (V-IAF) moyen de 184,21 j pour toutes les exploitations confondues est très allongé.

Par exploitation, il est d'environ 136 j, presque à la limite supérieure des normes (+ 15 j) pour les exploitations LAH... et ZAI... et inférieure à l'intervalle moyen rapporté par WEBB (1989) et BELKHIRI (2001) qui sont de 144 et 180,53 jours, respectivement. Ceci semble s'expliquer par la bonne conduite de la reproduction pour l'exploitation LAH et la présence des primipares pour l'exploitation ZAI....

L'intervalle V-IAF aussi élevé pourrait s'expliquer par :

- La ration très énergétique avant le part comme rapporté par NUSKE et GRAEF (1994).
- L'apparition de chaleurs silencieuses (FARIN et ESTILL, 1993),
- L'œstrus anovulatoire (BARRET, 1992),
- Et, surtout la mauvaise détection des chaleurs (CHARRON, 1988).

L'intervalle vêlage- vêlage (IVV) moyen, de 487,87 j dans toutes les exploitations confondues, est :

- Supérieur, à ceux obtenus au Maroc par SRAIRI et KESSAB (1998) et BENAICH et al (1999) qui sont de 391 et 397,6 j, respectivement.
- Inférieur, à ceux obtenus en Egypte (18 mois) par JANDAL (2001),
- Semblable à ceux obtenus en IRAK et KOWEIT par JANDEL (2001) et BELKHIRI (2001), qui sont de 480 et 458,15 jours, respectivement.

Le taux des IA3 et plus, de 26,70 pour toutes les exploitations confondues, est élevé. Cependant, il est de 4,87 donc dans les normes pour l'exploitation ZAI... et de 20,38 légèrement au dessus du taux des vaches nécessitant trois IA et plus comme rapporté par ZEMJANIS (1980) qui s'échelonne de 10 à 18 % et par BELKHIRI (2001), qui sont de 19,41 %, par rapport à ceux de l'exploitation LAH....

Dans les autres exploitations (IME... et HAD...), il est très élevé et est de 31,57 et 50 %, respectivement où l'obtention de la gestation a nécessité parfois jusqu'à 10 inséminations. En effet, une vache est considérée comme infertile lorsqu'elle nécessite plus de trois inséminations pour être fécondée (LOISEL, 1976). Ces baisses de fertilité observées sont dues aux déficits énergétique et azoté comme rapporté par LAMETTE (1989).

En conclusion, les intervalles trop longs conduisent souvent et d'année en année à un décalage progressif de la saison de vêlage, ce qui perturbe notamment la fertilité et production (LAUDERDALLE, 1974).

Par conséquent :

- Chaque jour supplémentaire de non gestation diminue la production laitière de 1,3 à 3,5 kg de lait (LOUGA et LEGATES, 1968).
- Au delà de 40 jours supplémentaires de non gestation, le revenu de l'éleveur baisse de 1,8 \$ par vache et par jour (OLDS et al, 1979).
- Laisser passer une chaleur d'environ 80 à 90 jours après le vêlage, entraînerait une perte financière de 400 à 500 francs par jour (WOLTER, 1992). Sur cette base, nous pouvons déduire que les pertes dans les exploitations étudiées sont évaluées à au moins 64 jours (moyenne de 184 j par rapport à la norme maximale de 120 j) ; cela fera une perte sèche de $1,3 \times 64 = 83$ litres voire de $3,5 \times 64 = 224$ litres par vache, ce qui correspond pour un cheptel de 190 têtes à 42 560 litres de pertes sèches !

Conclusion

La production laitière en Algérie, et particulièrement dans la plaine de la Mitidja, ne suit pas l'essor spectaculaire que connaît l'industrie de la transformation laitière. Une mise au point concernant les 4 exploitations laitières étudiées s'est imposée à nous pour connaître les points techniques qui font que la production n'est pas au rendez-vous, particulièrement au niveau de l'alimentation.

La qualité de l'abreuvement fait défaut dans toutes les exploitations étudiées. Certaines ne répondaient aux normes de la qualité bactériologique (coliformes) et physico-chimique.

Une étude très complète des constituants chimiques des aliments distribués a permis de préciser la spécificité de certains de nos fourrages, et de mieux calculer la valeur des rations, sans avoir recours aux tables de l'INRA France excepté pour les UFL.

Nous avons ainsi constaté que les valeurs nutritives des aliments distribués sont quelque peu inférieures à celles présentées dans les tables de l'INRA ; ceci est probablement dû au déficit d'engrais épandus dans les sols, mais surtout au stade tardif des récoltes. En effet, les éleveurs **négligent le stade de coupe des fourrages**, ce qui conduit irrémédiablement à une diminution de la valeur nutritive de la plante. De plus, la composition des prairies (variétés fourragères) n'est pas prise en considération.

L'étude des rations distribuées a montré que **le rationnement n'est pas maîtrisé**. Les éleveurs ne prennent en considération ni le stade, ni le rang de lactation, ni les performances des animaux. Ils ont tendance à distribuer la même quantité de concentré pour toutes les vaches, alors qu'elles peuvent produire jusqu'à 16 kgs d'écart ! Les rations sont généralement **déséquilibrées** sur le plan protido-énergétique et phospha-calcique, ce qui est confirmé par les analyses biochimiques (hypo-protéïnémie, hyper-phosphatémie...). On peut dire que « **les éleveurs ont tendance à donner ce qu'ils ont et non pas ce qu'il faut** ».

Cette méconnaissance du rationnement ne peut qu'avoir de mauvaises répercussions sur les paramètres de reproduction, notamment sur l'intervalle vêlage - insémination fécondante. A son tour, cette mauvaise performance aura des répercussions sur la quantité de lait produite, qui a été évaluée, dans les élevages étudiés, à une perte sèche de 42 560 litres de lait.

Cette étude technique réalisée sur quelques exploitations laitières de la Mitidja, loin de faire le tour de tous les points faibles qui expliquent l'insuffisance de la production laitière, nous pousse à approfondir ce travail et nous ouvre de nouvelles perspectives d'étude, pour aboutir en finalité à la mise en place d'une prestation de service, chargée de conseiller l'éleveur. Cette assistance technique existe déjà dans d'autres pays, notamment chez les éleveurs qui adhèrent au contrôle laitier.

Nous ne pouvons conclure sans souligner le fait que l'éleveur n'arrivera pas à améliorer sensiblement ses performances techniques tant que **le système de contrôle laitier** n'est pas instauré.

Recommendations

Afin de contribuer à l'amélioration et au redressement de la situation des élevages bovins laitiers étudiés dans le bassin de la Mitidja, nous proposons quelques recommandations pratiques, à discuter avec les éleveurs concernés :

Alimentation – Rationnement :

Nous proposons :

- ❑ de donner, en plus d'une ration de base, constituée de fourrage, **des concentrés de production**, adaptés au stade de lactation et au potentiel de chaque vache, afin d'éviter le gaspillage.
- ❑ un système de **distribution manuel de concentré**, en salle de traite. Pour calculer la quantité à distribuer individuellement, il existe un logiciel informatique spécialisé dans ce type de calcul. Ainsi chaque vache recevra exactement ce dont elle a besoin pour sa production.
- ❑ La récolte des fourrages à des **stades plus précoces**, pour avoir un aliment de meilleure qualité, distribué surtout aux vaches en pic de lactation.
- ❑ Un choix **d'espèces fourragères adaptées** aux conditions locales, et utilisation **d'engrais** chimiques ou de fumure organique pour améliorer la production fourragère en quantité et qualité.
- ❑ Eliminer toute source de contamination d'eau par nettoyage hebdomadaire des abreuvoirs.

La reproduction :

En ce qui concerne la conduite de la reproduction, nous recommandons, après la correction de la ration :

- ❑ La remise à la reproduction du troupeau le tôt possible (60 jours après vêlage)
- ❑ La mise en place d'un planning d'étable qui oriente le technicien vers un travail plus organisé.
- ❑ La vulgarisation de la détection des chaleurs est une nécessité.
- ❑ L'amélioration des conditions de pratique de l'insémination artificielle.
- ❑ L'élimination des vaches laitières qui présentent des problèmes d'infertilité (repeat breeders).
- ❑ Le regroupement des vêlages au cours des périodes où l'alimentation est abondante sera très bénéfique dans l'augmentation des productions de lait, d'où l'intérêt d'une maîtrise de la reproduction.

Nous pensons qu'il serait utile de discuter la **faisabilité de ces recommandations** avec les principaux concernés, c'est à dire avec les responsables des exploitations ainsi que leurs ouvriers.

Enfin, il est à prévoir dans nos prochaines études de faire un suivi de quelques recommandations retenues, en essayant d'évaluer les conséquences sur la production laitière (en comparant les données des années précédentes de la même exploitation).

Toutes ces recommandations ne seront effectives qu'à partir de la mise en place d'un système de contrôle laitier, adapté à nos élevages.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABDOULI H., KHORCHANI T., KRAIE M., 1988.** Traitement de la paille à l'urée, effet sur la croissance des taurillons et sur la digestibilité. *Revue fourrages* n°114, pp.167 – 176.
- ADJERAD O., 2000.** Contribution à l'étude de la rétention placentaire chez la vache laitière. Thèse pour l'obtention du diplôme de magistère en sciences vétérinaire. p151.
- AGABRIEL G., COULON J.B., MARTY G., CHENEAU N., 1990.** Facteurs de variation du taux protéique du lait de vache. Etude dans des exploitations du puy- de- dôme. *INRA. Prod. Anim.*, 3 (2), 137-150.
- AHMED M.M.M., ABDELLATIF A.M., 1995.** Effect of dietary protein level on thermoregulation, digestion and water economy in desert sheep. *Small Rum. Res.*, 18, 51-56.
- AHMED M.M.M., EL AMIN A.I., 1997.** Effect of hot dry summer tropical climate on forage in take and milk yield in Holstein – Friesian and indigenous zebu cows in Sudan. *J. Arid. Environm.*, 35, 737-745.
- AKINBAMIJO O.O., BENNISON J.J., ROMNEY D.L., WASSINK G.J., JAITNER J., CLIFFORD D.J., DEMPFLER L., 1997.** Anevaluation of food intake, digestive physiology and live-weight changes in n'dama and gobra zebu bulls following experimental trypanosoma congolense infection. *Anim. Sci.*, 65, 151-158.
- AMON G., LIENARD G., DELATTRE J.C., HEROGUELLE E., 1993.** Production laitière intensive dans le Pas- de - Calais. Fonctionnement, adaptation aux quotas et résultats techniques et économiques de 22 exploitations sur 6 campagnes. *INRA Prod. Anim.*, 1993, 6(2), 117-136.
- AMOS T., TERRY KISER H.E., LOEN ENSTEIN M., 1985.** Influence of milking frequency on production and reproductive efficiencies of dairy cows. *J. Dairy . Sci.*, 68, 732 – 739.
- ANDERSON B.C., 1987.** Abomasal Cryptosporidiosis in cattle. *Vet. Pathol.* 24 : 235-238.
- ANDERSON G.W., BARTON B., 1987.** Reproductive efficiency ; potential nutrition – management interactions. *New England Feed Dealers Conference, 1987, Univ. Maine.*
- ARABA A., 1999.** L'orge grain en alimentation des ruminants (n°158). *Terre et vie*, 34, janvier 1999.
- ARC (Agricultural Research Council), 1965.** The nutrient requirements of farm livestock, n°2, ruminants. *Ed. Agric. Res. Counc. London.*
- ARZUL Ph., 1996.** Les vaches tarées : conduite alimentaire. *Bovins pathologie nutrition journées GTV. Mai 1996*, 97-100.
- AYERS R.S., WESTCOTT D.W., 1985.** Qualité de l'eau pour l'agriculture. Document sur le drainage, *FAO, N° 29 , rev. 1, 1985.*
- BADINAND F., SENSENBRENNER A., 1984.** Non – délivrance chez la vache : données nouvelles à propos d'une enquête épidémiologique. *Point Vét.* 1984 ; 16 : 483 – 495.
- BAR ANAN R., GENIZI A., 1981.** The effects of lactation, pregnancy and calendar month on milk records. *Anim. Prod.*, 33, 281-290.
- BAR ANAN R., RON M., WIGGANS G.R., 1985.** Association among milk yield persistency, conception and culling of Israel Holstein dairy cattle, *J. Dairy Sci.*, 68 : 382 – 386.
- BAREILLE S., BAREILLE N., 1995.** La cétose des ruminants. *Point Vét.* 27 (n° spéc.) : 727-738.
- BARGER I.A., SOUTHCOTT W.J., WILLIAMS V.J., 1973.** Trichostrongylosis and wool growth. II : The wool growth response of infected sheep to parenteral and duodenal cystine and cysteine supplementation. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husto.*, 13, 351-359.

BARNOUIN J., MIALOT M., LEVIEUX D., 1981. Evaluation de la pathologie hépatique des bovins sur un prélèvement de sang, relation avec l'histopathologie. Ann. Rech. Vét., 1981, 12 (4), 363 – 369.

BARNOUIN J., PACCARD P., FAYET J., BROCHART M., 1984. L'enquête ecopathologique continue. 3. Mise en évidence de facteurs de risque de l'infertilité en élevage bovin laitier. Bull. Tech. CR. VZ. Theix ; 56 : 51 - 57.

BARNOUIN J., KARAMAN Z., 1986. Enquête Eco-Pathologique continue. 9. Influence du niveau de production sur la pathologie de la vache laitière. Ann. Rech. Vét., 17 (3), 331-346.

BARNOUIN J., FAYET J.C., BROCHART M., BOUVIER M., 1993. Enquête écopathologique continue : 1. Hiérarchie de la pathologie observée en élevage bovin laitier. Ann. Rech. Vét., 14, 247-252.

BARNOUIN J., GEROMEGNACE N., CHASSAGNE M., DORR N., SABATIER et P., 1999. Facteurs structurels de variation des niveaux de comptage cellulaire du lait et de fréquence des mammites cliniques dans 560 élevages bovins répartis dans 21 départements français. INRA Prod. Anim., 12 :39 – 48.

BARILLET F., BONAÏTI B., 1992. Les objectifs et les critères de sélection : la production laitières des ruminants traits. Numéro hors série « Eléments de génétique quantitative et application aux populations animales ». INRA Prod. Anim., 1992, 117-121.1.

BARRET J.P., 1992. Zootechnie générale. Les maladies nutritionnelles. Ed Tec et Doc, Lavoisier. 1992, 55 – 106.4.

BARYSNIKOV T.A., AHMEDOV., 1966. The effect of low environmental temperature on milk production, gaseous exchange and energy metabolism in highly productive cows. In Anim. Breed Abstracts 1967, 35 (4), 582-583.

BATRA T.R., HIDIROGLOU M., SMITH M.W. 1992. Effect of vitamin E on incidence of mastitis in dairy cattle, Canadian journal of Animal Science, 72 (2) : 287 – 297.

BAUDET H.M., 1992. Conduite alimentaire des vaches taries et incidence des maladies métaboliques en début de lactation (1). Rec. Méd. Vét., 168 (6/7), 437-441.

BAUMONT R., DULPHY J.P., DEMARQUILLY C., 1997. Maximiser l'ingestion des fourrages conservés. Renc. Rech. Ruminants, 4, 57-64.

BAUMONT R., CHAMPCIAUX P., AGABRIEL J., ANDRIEU J., AUFRERE J., MICHALET-DOREAU B., DEMARQUILLY C., 1999. Une démarche intégrée pour prévoir la valeur des aliments pour les ruminants : Prév Alim pour INRA Prod. Anim., 12, 183-194.

BAZELEY K., PINSENT P.J.N., 1984. Preliminary observations on a series of out breaks of a cute laminitis in dairy cattle. Vét. Rech. 115, 619-622.

BECTICS S.J., GRUMMER R.R., GADOMIGA-VALINO C., SODDARD E.E., 1992. Effect of prepartum dry matter intake on liver triglyceride concentration in early lactation. J. Dairy Sci., 75, 1914-1920.

BEDRANI S., 1987. La technologie agricole en Algérie. Africa Development, n°2, 1987.

BEGUIN J. M., DAGORNE R. P., GIRONA A., 2001. Teneur en éléments minéraux de l'herbe pâturée par les vaches laitières. Renc. Rech. Ruminants, 2001, 8p. 289.

BEGUIN M., 1994. La qualité du lait : point de vue des transformateurs et conséquences sur le systèmes de paiement. Rec. Méd. Vét., 1994 ; 170 (6/7), 345-351.

- BELKHIRI A., 2001.** Contribution à l'étude physiopathologique du post-partum chez la vache laitière. Mémoire du magister en sciences agronomiques. Institut national agronomique – El Harrach.
- BELLONGER J., PERIGAUD S., LAMAND M. 1973.** In JARRIGE (Alimentation des ruminants. INRA, 1980). Ann. Rech. Vét. , 4 (4), 565-598.
- BENABID CH., ADJAL F., 1999.** Pollution des eaux superficielles dans un climat semi-aride : la région de Sétif (Algérie). Cahiers sécheresse, volume 10, n°2, pages 137 – 142, Juin 1999.
- BENAICH S., GUEROUALI A., BELAHSEN R., MOKHTAR W., 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 Méd. Vét. 1999, 150, 5, 441 – 446.
- BENALI N., 1995.** Etude des facteurs de risques liés à la production laitière (Au niveau de la région de Bordj-Menail).Mémoire en vue d'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en Agronomie.INES d'agronomie.
- BENDICH A. 1993.** Physiological role of antioxidants in the immune system. J Dairy Science, 1993, 76, 2789 – 2794, 1993.
- BIDANEL J.P., MATHERON G., XANDE A., 1989.** Production laitière et performances de reproduction d'un troupeau bovin laitier en Guadeloupe. INRA prod. Anim., 1989, 2 (5), 335-342.
- BLOWEY R.W., 1972.** Metabolic profiles – some aspects of their interpretation and use in the field. Veterinary Annual Bristol, 1972, 21 – 31.
- BOICHARD D., 1986.** Relation entre production et fertilité chez la vache laitière. Station de génétique quantitative et appliquée.INRA. & Ins., 1986, 213 ; 15-23.
- BOILLON N., ROUX M., 1996.** Utilisation de la luzerne par la vache laitière haute productrice cahiers « Agriculture », vol 5, n° 3, p 137-148.
- BOLDUC D., 1985.** Les puits individuels. Environnement Québec. Système domestique d'approvisionnement d'eau, le puits Québec, 1985, 18p.
- BONNEL A., 1985.** Ration déséquilibrée et fertilité menacée. Rev. Elev. Bovin (154) 297-325.
- BONSEMBIANTE M., CHIERICATO G.M., 2000.** Utilisation du bicarbonate de sodium dans l'alimentation de la vache laitière. File : // A : (BIRFRVLA. Htm).
- BOUBKEUR S., 1998.** Effet comparé de la couverture en argile et en film plastique sur la valeur alimentaire de la paille traitée à l'urée en hiver. Mémoire en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en agronomie. Institut national d'agronomie. p.25.
- BOUILHOL, 1984.** Génisse : un capital à ne pas négliger, attention à la reproduction. Bull. Tech. D'insémination art., 36, 9-21.
- BOURGEOIS C.M., LEVEAU J.Y., 1980.** Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agro-alimentaires. Le contrôle microbiologique. Vol. 3, 175 p.
- BRAUN R.K., DONOVAN G.A., TRAN T.Q., SHEARER J.K., BLISS E.L., 1986.** Body condition scoring dairy cows as a herd management tool. Contin. Educ. Pract. Vet., 8(10):F62-67.
- BREUKINK H.J. 1991.** Abomasal displacement, etiology, pathogenesis, treatment and prevention. Bovine Pract., 26:148-153.

BROCHART M., 1971. Analyse pilaire et exploration des carences et des équilibres minéraux. INRA. CRZV., Bull. Tech. (5), 29-32.

BROCHART M., FAYET J. C., 1981. Milieu et pathologie podale des vaches laitières. In : Milieu, pathologie et prévention chez les ruminants. Ed. INRA publications, route de saint – cyr, 78000 Versailles.

BROCHART M., CHASSAGNE M., 1985. Facteurs prédisposants de la non – délivrance : synthèse des observations dans 2 élevages INRA. Bull. Tech. CRZV Theix, INRA. 62, 5-11..

BROSTER W.H., BROSTER J.V., SMITH T., 1969. Experiments on the nutrition of the dairy cattle. VIII – Effect on milk production of level of feeding at two stages of lactation. J. Agri. Sci., 72 – 229 – 245.

BRUGERE – PICOUX J., 1984. Diagnostic des maladies métaboliques des vaches laitières. Chaire de pathologie du bétail et des animaux de basse – cour 1984, 80 p.

BRUGERE – PICOUX J., REMY D. , 1995 . Maladies métaboliques chez la vache laitière et biochimie clinique. Supplément technique n°46 à la Dépêche Vét. Du 24 au 30 Juin 1995.

BUTLER G.W., BAYLEY R.W., 1973. Chemistry and biochemistry of herbage. Acad. Press New York Londres Ed. p.134.

BUTLER W.R., SMITH R.D., 1989. Interrelation ships between energy balance and post partum reproductive fonction in dairy cattle. J. Dairy Sci., 1989, 72, 767-783.

CABARET J., ANJORAND N., LECLERC C., 1984. Le parasitisme helminthique des chèvres laitières en Touraine. Interprétation des examens coproscopiques. Bull. Soc. Vét. Prat., 68, 285-295.

CANFIELD R.W., BUTLER W.R., 1990. Energy balance and pulsatile LH secretion in early post-partum dairy cattle. Domest. Anim. Endocrinol. 1990, 7, 323-330.

CASTALDO D., 1989. Nutrition and immunity. Large animal veterination, 1989, 3, 38-39.

CASTLE M. E., THOMAS T.P., 1975. In JARRIGE(Alimentation des ruminants, 1980). Anim. Prod. 20, 181-189.

CHARRON G., 1986. Les bases de la production. Ed Tec et Doc lavoisier, Vol1, 1986, 347 p.

CHARRON G., 1988. Conduite technique et économique du troupeau. Ed Tec et Doc lavoisier Vol2, 1988. 292 p.

CHARTIER C., PORS I., PELLET M.P., 1992. Le parasitisme interne des chèvres laitières en zéro-pâturage. Rec. Méd. Vét., 168, 429-436.

CHARTIER C., HOSTE H., 1994. Anthelmintic treatments against digestive- tract nematodes ingrazing dairy goats with high or low levels of milk production. Vet. Res., 25, 450-457.

CHASSAGNE M., BARNNOUIN J., CHACORNAC J.P., 1998. Biological predictors for early clinical mastitis occurrence in Holstein cows under field conditions in France. Prev. Vet. Med., 35, 29-38.

CHAUVIN A., MAGE C.H. 1997. Conduite à tenir devant une suspicion de fasciolose en élevage bovin. Le point vétérinaire vol. 29, n°191 mai 1998 p. 47-51.

CHENAIS F., 1987. Besoins et appétit, un décalage. In « Alimentation des vaches laitières ». La France Agricole, ITEB, Mars 1987, p. 6-7.

CHENOST M., 1994. Les facteurs de réussite du traitement des pailles à l'urée.
In : les pailles dans l'alimentation des ruminants en zone méditerranéenne.

CHEVET B., 2001. La qualité de l'eau. Un maillon indispensable en élevage laitier. Quelles sont les normes de potabilité, les conséquences d'une eau non adaptée sur les mammites, sur le parasitisme.

CHEW B., 1994. B carotene, other carotenoids push immunity defense. *Feedstuffs*, 1994, 17, 17-51.

CHICK B. F., COVERDALE O.R., JACKSON A.R., 1980. Prod. Effects of liver fluke (*Fasciola Hepatica*) infection in beef cattle. *Aus. Vet. J.*, 56 : 588 – 592.

CHRISTIE W.W., 1983. The composition and structure of milk. In: P.F. Fox (ed.): *Developments in dairy chemistry – 2 lipids*, pergamon press, london, 1983; 1-36.

CHRISTOPHERSON R.J., KENNEDY P.M., 1983. Effect of the thermal environment on digestion in ruminants. *Can. J. Anim. Sci.*, 63, 477-496.

CIHEAM (Centre International des Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes), 1990. Tableaux de la valeur alimentaire pour les ruminants des fourrages et des sous-produits d'origine méditerranéenne. X. Alibes et J.J. Tisserand (éds), 152pp. CIHEAM, Zaragoza.

CINQ – MARS D., 2001. Récents développements concernant la consommation volontaire de matière sèche chez la vache en lactation. Régie de l'alimentation. Nutrition et alimentation. MAPAQ, Direction des services technologiques.

CNES. 1999. Projet de rapport sur la conjoncture économique et sociale du premier semestre 1999. Document ronéotypé. P 25.

COLES E.H., 1979. Le laboratoire en clinique vétérinaire. Ed. Vigot, 1979, 641 p.

COTE J. F., 1996. Hygiène des vaches laitières en période sèche. DMV., Section de la gestion de l'hygiène, techniques d'Elevage – Gouvernement de l'ontario. Agdex 414/20. Commande n° 92 – 163.

COULAIS J. M. 2000. La qualité des eaux en deux- sèvres. Lycée de la Venise verte 79000 Niort-Académie de Poitiers.

COULON J.B., GAREL J.P., HODEN A., JAIRNET M., LIENARD G., 1985. Production laitière en zone de montagne : effets pluriannuels du type de ration hivernale et du niveau de complémentation. *Bull. Tech. CRZV Theix, INRA*, 61 : 31-48.

COULON J.B., ROYBIN D., CONGY E., GARRET A., 1988. Composition chimique et temps de coagulation du lait de vache : facteurs de variations dans les exploitations du pays de Thônes. *INRA. Prod. Anim.*, 1988 ; 1, 253-263.

COULON J.B., LANDAIS E., GAREL J.P. 1989. Alimentation, pathologie, reproduction et productivité de la vache laitière interrelations à l'échelle de la lactation et de la carrière. *INRA Prod. Anim.* 1989, 2 (3), 171-188.

COULON J.B., 1989. Fertilité et alimentation pendant le tarissement. Thèse de doctorat Vétérinaire. ENV Alfort Paris.

COULON J.B., ROYBIN D., CRISTOFINI B., 1990. Production laitière et fonctionnement des exploitations : facteurs de variations dans les exploitations du pays de Thônes (Haute – Savoie) (1), 3(4), 287-298.

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, 303-309.

COULON J.B., LESCOURET F., FAYE B., LANDAIS E., TROCCHON J.L., PEROCHON L., 1993. Description de la base de données « LASCAR », un outil pour l'étude des carrières des vaches laitières. INRA, 6 (2), 151 -160.

COULON J.B., D'HOUR P., 1994. Capacité d'ingestion comparée de génisses et de vaches Holstein, Montbéliardes et Tarentaises. Ann. Zootech., 43, 389-392.

COULON J.B., HAUWAY A., MARTIN B., CHAMBA J.F., 1997. Pratiques d'élevage, production laitière et caractéristiques des fourrages dans les Alpes du Nord. INRA. Prod. Anim., 10, 195-205.

CRAPELET C., THIBIER M., 1973. La vache laitière. Ed. Vigot Frère / Paris.

CURTIS C. R., ERB H.N., SNIFFEN C.J., 1985. Path analysis of dry period nutrition, post partum metabolic and reproductive disorders, and mastitis in holstein cows . J. Dairy Sci. 1985 ; 68 : 2347-2360.

DAKKAK A., OUHALLI H., 1988. Impact on productivity and epidemiology of gastro intestinal and lungworm. Parasites in sheep in Morocco. In : E.F. THOMSON and F.S. THOMSON (eds). Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, the Netherlands.

DAKKAK A., 1995. Conséquences nutritionnelles du parasitisme gastro-intestinal chez les ruminants. In : R. Jarrige, Y. Ruckebush, C. Demarquilly, M.H. Farce, M. Journet (eds), Nutrition des ruminants domestiques. Ingestion et digestion, 853-869 : INRA Editions, Paris.

DAMMIRICH K., 1987. The reaction of the legs to loading and the consequences for lameness. In « Cattle housing systems, lameness and behaviour ». Proc. Seminar on the influence of the design of housing for cattle on lameness and on behaviour. Brussel. CEE. P.50-55.

DANILIN V.T., 1969. The effect of temperature and humidity of byres on milk production of cows. Anim. Breed Abstracts 1971, 39 n°4, p.662.

DAVICCO M.J., REMOND B., JABET S., BARLET J. P., 1992. Plasma osteocalcin concentration in cows around parturition. The influence of a regular a very short dry period. Nutr. Dev., 32, 313-319.

DAVIS C. K. 1972. Ann. N.Y.A. Acad Sci, 199, 62-69. In JARRIGE (Alimentation des ruminants, 1980).

DECAEN C., POUTOUS M., 1965. Phase ascendante de la courbe de lactation chez la vache laitière. Ann. De Zoot., 14 n°2, 135-143.

DECAEN C., CALOMITI S., POUTOUS K., 1970. Evolution de la production laitière de la vache au cours des deux premiers mois de lactation. II. Analyse de la variation de la quantité de lait. Ann. De Zoot., 197 n°2, 205-221.

DE GRAAF D.C., VANOPDENBOSCH E., ORTEGA – MORA L.M., ABBASSE H., REETERS J.E., 1999. A review of the importance of Cryptosporidiosis in farms animals. Inter. J. Parasitol., 1999, 1269 – 1287.

DELAGE J., 1969. Format des vaches laitières. Rev. Med. Vet., 120 n°2, 159-167.

DELOUIS C., 1983. Equilibre endocrinien et production laitière. Bull. Tech. CRZV Theix INRA, 53, 27-36.

DEMARQUILLY C., 1973. Composition chimique, caractéristiques, fermentaires, digestibilité et quantités ingérées des ensilages de fourrages modifications par rapport au fourrage vert initial. Ann. Zootech. 1973, 22, 1-35.

- DEMARQUILLY C., 1987.** Les fourrages secs : Récoltes, Traitement, Utilisation. INRA, Paris. P. 171-173.
- DEMARQUILLY C., CHENOST M., RAMITTON B., 1987.** Intérêt zootechnique du traitement des pailles à l'ammoniac. In : Pâturage et alimentation des ruminants en zone tropicale humide. Ed. INRA. Paris 441-445.
- DEMARQUILLY., 1993.** Valeur énergétique des luzernes déshydratées. INRA. Prod. Anim., 1993, 6(2), 137-138.
- DEMARQUILLY C., FAVERDIN P., GEAY Y., VERITE R., VERMOREL M., 1996.** Bases rationnelles de l'alimentation des ruminants, 1996, INRA. Prod. Anim., hors série, 71-80.
- DEMARQUILLY C., DULPHY J.P., ANDRIEU J.P., 1999.** Valeur nutritive et alimentaire des fourrages selon les techniques de conservation : foin, ensilage, enrubannage. Fourrages, 155, 349-369.
- DEPETERS E.J., SMITH N.E., ACEDO-RICO J., 1985.** Three ortwotimes milking of older cows for entire lactation. J. Dairy Sci., 68 n°1, 123-132.
- DIAS F.M., ALLAIRE F.R., 1982.** Dry period to maximise milk production over two consecutive lactations. J. Dairy. Sci., 65 : 136-145.
- DIRKSEN G.V., LIEBICH H.G., MAYER E., 1985.** Adaptative changes of the ruminal mucosa and their functional and clinical significance. The bov. Pract. 1985 ; 20 : 116-120.
- DISENHAUS C., AUGERARD Ph., BAZIN S., 1985.** Les vaches taries influence de l'alimentation pendant le tarissement sur la santé, la reproduction et la production en début de lactation. EDE Bretagne et pays de Loire. ITCF, ITEB, 65p.
- DOHOO I., MARTIN S.W., MC MILLAN I., KENNEDY B.W., 1984.** Disease, production and culling in holstein- Friesian cows. 2. Age, season and sire effects. Prev. Vet. Med., 2, 655-670.
- DOHOO J.R., WAYNE MARTIN S., 1984.** Disease, production and culling in holstein- Friesian cows. III. Disease and production as determinants of disease. Prev. Vet. Med., 2, 671-690.
- DUBREUIL L., 2000.** Système de ventilation d'été. Ventilation d'été production laitière. Gouvernement du Québec. File : // A : \ Ventild. Htm.
- DUROT C., GROHN Y.T., HUMBLLOT P., SULPICE, GILIBERT G., 1994.** Post- partum anestrous in French beef cattle : an epidemiological study. Theriogenology. 42 : 753-764.
- DUNCAN I.B.R., 1988.** Water borne « Klebsiella » and human disease, toxicity assessment, 3, pp. 581-598.
- DUSSAULX G., 2000.** Contribution à l'élaboration d'un aide mémoire à destination du jeune vétérinaire en médecine bovine. Thèse pour le diplôme d'Etat de Docteur vétérinaire. Faculté de médecine de Nantes.
- DUVAL J., 1995.** Soigner la mammite sans Antibiotiques. Ecological Agriculture Projects. AGRO-Bio-370-11.
- EDDY R.G., SCOTT C.P., 1980.** Some observations on the incidence of lameness in dairy cattle in Somerset. Vet. Rech., 106, 140-144.
- EL KHATTAR K., 1994.** Elaboration d'une stratégie d'appui technique aux éleveurs de bovins laitiers de la région de Casablanca. Cas de quelques unités pépinières. Mémoire du 3^{ème} cycle Agronomie, option. Productions animales. IAV Hassan II, Rabat, 215p.

- EMANUELSON V., BENDIXEN P.H., 1991.** Occurrence of cystic ovaries in dairy cow in Sweden. *Prev. Vet. Med.*, 10, 261-271.
- EMMERT M., WENDT K., 1991.** Correlations between feeding – related metabolic disorders and damage to udder health in dairy cows. *Monatshefte für veterinärmedizin*. 46 (15) : 538-542.
- ENJALBERT F., 1994.** Relations alimentation – reproduction chez la vache laitière. *Le point vétérinaire*, vol.25, n°158, mars 1994.
- ENJALBERT F., 1996.** Nutrition et immunité chez les bovins – pathologie – nutrition. *Journées nationales des GTV*. 22, 23 et 24 mai 1996 p.271-281.
- ENJALBERT F., 1998.** EPU Nutrition et alimentation de la vache laitière. *ENVT*, Toulouse, 1998.
- ENNUYER M., 1994.** Utilisation des courbes de lactation comme élément de diagnostic en élevage laitier (vache laitière nutrition – Alimentation). *Bull. GTV.*, 94-5, 488.
- ERB H.N., MARTIN S.W., 1978.** Age. Breed and seasonal patterns in the occurrence of ten dairy cow diseases. A case control study. *Can. J. Comp. Med.*, 42. 12-9.
- ERB H.N., MARTIN S.W., 1980.** Interrelationships between production and reproductive diseases in holstein cows. Age and seasonal patterns. *J. Dairy Sci.*, 63, 1918-1924.
- ERSKINE R.J., EBERHART R.J. et SCHOLZ R.W., 1990.** Experimentally induced staphylococcus aureus mastitis in selenium – deficient and selenium – supplemented dairy cows. *Am. J. Vet. Res.*, 1990, 51, 1107-1111.
- ERSKINE R.J., 1993.** Nutrition and mastitis. *Vet. Clinics North Amer : Food Anim. Pract.* 1993, 9, 551-561.
- ESPINASSE J., 1974.** Les boiteries, fléaux des élevages laitiers. *L'élevage bovin*, 9, 39-44.
- ESTEBAN E., ANDERSON B.C., 1995.** Cryptosporidium muris. Prevalence, persistency and detrimental effect on milk prod. In a dry lot dairy. *J. Dairy Sci.* 1995 ; 78 : 1068-1072.
- FARIN R.W., ESTILL C.T., 1993.** Infertility due to abnormalities of the ovaries in cattle. Female bovine infertility. *Vet. Clinics of north America. Food Animal Practice* 2(9) : 291-308.
- FARIZY P., 1970.** Intérêt d'un traitement anthelminthique au thiabendazole chez la chèvre en lactation. *Rec. Méd. Vét.*, 146, 251-260.
- FARRIES E., HOHEISEL S., 1989.** The influence of reduced dry periods on some performance and metabolism traits in dairy cows (Abstr.) *J. Dairy Sci.* 1989 ; 72 (supp.I) : 565.
- FAYE B., FAYET J.C., 1986.** Enquête Eco- Pathologique continue : 11. Evolution des fréquences pathologiques en élevage bovin laitier en fonction du stade de lactation. *Ann. Rech. Vét.*, 17(3), 247-255.
- FAYE B., FAYET J.C., BROCHART M., BARNOUIN J. et PACCARD P., 1986b.** Enquête Eco- Pathologique continue : 5. Mise en évidence des associations pathologiques en élevage bovin laitier : données individuelles. *Ann. Rech. Vét.*, 17(3), 265-286.
- FAYE B., BARNOUIN J., 1988.** Les boiteries chez la vache laitière. Synthèse des résultats de l'enquête Eco – Pathologique continue. *INRA. Prod. Anim.*, 1988, 1(4), 227-234.
- FERGUSON J.D., CHAPULA W., 1989.** Impact of protein nutrition on reproduction in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 1989 ; 72 : 746-766.

- FERGUSON J.D., OTTO K.A., 1989.** Managing body condition in dairy cows. Prod. Cornell Nutri. Conference for feed manufactures, 1989, 75-87.
- FISHBEIN L., KAPLAN M. et GOUGH M., 1988.** Fructooligosaccharides : a review. Veterinary and human toxicology, 1988, 30, 2, 104-107.
- FLAMANT J.C., 1991.** Problems associated with the transfer of genetic material from temperate to warm mediterranean regions : consequences on the equilibration of the animal production systems, in : RONCHI B., NARDONE A, J.G. BOYAZOGLU (Eds), animal husbandry in warm climates, Wageningen Pers. EAAP publication n° 55, Wageningen, the Netherlands, pp. 48-54.
- FRANCOS G. et MAYER E., 1988.** Analysis of fertility indices of cows with extended post-partum anestrus and other reproductive disorders compared to normal cows. Theriogenology. 29 (2) : 399-411.
- FERROUK M., 1987.** La gestion zootechnique des troupeaux bovins laitiers. Thèse pour l'obtention le titre de maître es- sciences vétérinaire de l'école nationale vétérinaire de Lyon.
- FUQUAY J.W., 1981.** Heart stress as it affects animal production. J. Anim. Sci., 52, 164-174.
- GADOUD R., 1992.** Nutrition et alimentation des animaux d'élevage. Collection INRAP. Tome I et II.
- GARNSWORTHY P.C., JONES G.R., 1993.** The effects of dietary fiber and starch concentrations on the response by dairy cows to body condition at calving. Anim. Prod. 1993 ; 57 : 15-21.
- GAUTHIER D., 1983.** Technique permettant d'améliorer la fertilité des femelles Françaises Frisonnes Pie noires (F.F.P.N) en climat tropical. Influence sur l'évolution de la progestérone plasmatique. Reprod. Nutr. Dévelop.1983 ; 23, 129-136.
- GEISHAUSER T., 1995.** Association entre certains paramètres métaboliques et déplacements de caillotte à gauche chez les vaches laitières. Recueil du XXe congrès mondial de biatrie (Sydney), 1995 ; 1, 125.
- GILIBERT J., BROSSIER H., 1990.** Pilotage de l'alimentation des vaches laitières. Recherches d'indicateurs bio- techniques en exploitation agricoles. Etudes et recherches sur les systèmes agraires et le développement, n°19 : 1-48.
- GOLDFARB A., 1992.** Antioxydants : role of supplementation to prevent exercice induced oxidative stress. Méd. Sci. Sports excercice. Vol 24, 1992 ; 12, 1353-1358.
- GOURCY E., 1988.** Description de profil de ration dans le cadre d'une enquête éco-pathologique. Thèse Doct. Vét. Toulouse, 1988 ; 87pp.
- GRANDINI S., 1984 a .** Vitamin A and beta- carotene in the control of mastitis. Informatore zootechnico, 1984 ; 31 (20) : 34-35.
- GRAVES- HOAGLAND R.L, HOAGLAND T.A, WODDY C.O., 1988.** Effect of b-carotene and vitamin A on progesterone production by bovine luteal cells. J. Dairy Sci. 1988 ; 71 : 1058-1062.
- GREENOUGH R, CALLUM E.L, WEAVER A.D., 1983.** Facteurs favorisant les boiteries. In « les boiteries des bovins ». Ed. Le point Vétérinaire, 1983 ; 478pp.
- GROHN Y.T, EICKER W, HERTL J.A., 1995.** The association between previous 305 day milk and disease in New York State dairy cows. J. Dairy Sci., 1995 ; 78, 1693-1702.
- GROSSMAN M, KUCK A.L, NORTON H.W., 1986.** Lactation curves of purebred and crossbred dairy cattle. J. Dairy Sci., 1986 ; 69 n°1, 195-203.

GRUMMER R.R., 1993. Etiology of lipid- relate metabolic disorders in peri-parturient dairy cows. J. Dairy Sci. 1993 ; 76 : 3882-3896.

GUESSOUS F., 1991. Production fourragère et systèmes animaux (actes). Editions, Institut Agronomique et vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc, 1991 ;108pp.

GUETARNI D, NIAR A, FERNANE-BOUMEDINE H.

Les mammites d'origine bactérienne dans l'ouest Algérien.

IV^{ème} séminaire international de médecine vétérinaire, Constantine, 21-22 novembre 2000.

HADJADJ A., 1983. Mise au point d'un bilan de fécondité dans un troupeau de vache laitière. Ca de la coopérative d'élevage, Draa ben khedda. Thèse d'ingénieur. Institut national d'Agronomie d'El Harrach. 68p. : 1982-1983.

HANSET R., 1978. L'influence de certains facteurs non génétiques sur la production laitière. Ann. Med. Vet., 122, 179-192.

HARGROVE G.L., SALAZAR J.J. et LEGATES J.E., 1969. Relationships among first lactation and lifetime measurements in dairy population. J. Dairy Sci., 52 n°5, p.651-656.

HARRISON J., H. HANCOCK DD., ST PIERRE N., CONRAD H.R. et HARVEY W.R., 1986. Effect of prepartum selenium treatment on uterine involution in the dairy cow. J. Dairy Sci. 1986 ; 69 : 1421-1425.

HART G.H., GUILIBERT H.R., 1993. Vitamin A deficiency as related to reproduction in range cattle. California Agr. Exp. Stn. Bull. 1993 :560.

HASLAY C., LECLERC H., 1993. Microbiologie des eaux d'aliments. Technique et documentation – Lavoisier, 1993.

HEATHER D, NEAL G, THORNLEY B.T., 1983. The lactation curve in cattle a mathematical model of the mammary gland. J. Agr. Sci., 1983 ; 101, 389-450.

HEINRICH A.J., O'CONNOR M.L., 1991. Chartung body condition identifies problems in dairy cows. Feed stuffs, 16 avr. 1991 : 15-16.

HAUWUY A., COULON J.B., PARADIS J., 1993b. Effet de la nature du foin des Alpes du Nord sur les performances des vaches laitières. Ann. Zootech., 42, 289-298.

HEINONEN M., 1989. Retained placenta in cattle: the effect of treatment or non-treatment on puereral diseases and subsequent fertility. Acta vet scand, 30, 425-429.

HICKMAN G.G., 1973. Herd level methods for age adjustment of milk yields. J. Dairy Sci., 56 n°7, 947-951.

HIDIROGLOU M., 1979. Trace element deficiency and fertility in ruminants a review. J. dairy Sci. 1979 ; 62 : 1195-1206.

HODEN A., 1969. Le rationnement des vaches laitières au début de la lactation. In « Alimentation des bovins, ovins et caprins ». ITEB – INRA. Session de Décembre, 1969 ; 117-118.

HODEN A, JOURNET M., 1971. Rationnement des vaches laitières au début de la lactation. Bull. Tech. CRZV Theix INRA., 1971 ; 5, 5-28.

HODEN A., 1978. Rationnement au début de lactation. IX journées de grenier de Theix : « La vache laitière », 1978 ; 71-85.

- HODEN A., 1988.** Influence de la production sur les besoins et la capacité d'ingestion. In « Alimentation des bovins, Ovins et caprins ». Ed. INRA / Paris, 135.
- HOGAN J.S, WEISS W.P, SMITH K.I., 1993.** Role of Vitamin E and selenium in host defence against mastitis. J. Dairy Sci., 1993 ; 76 : 2795-2803.
- HOLTER J.B., SLOTNICK M.J., HAYES H.H., BOZAZ C.K., VRBAN W.E., MC GILLIARD M.L. , 1990.** Effect of prepartum dietary energy on condition score, post partum, nitrogen partitions and lactation production responses. J. Dairy Sci. 1990 ; 73 : 3502-3511.
- HOUMANI M., 1998.** Amélioration de la valeur alimentaire du foin de vesce – avoine par le traitement à l'urée. Revue fourrages, 1998 ; 154, pp.239-248.
- HOUMANI M., 1999.** Situation alimentaire du bétail en Algérie. Recherche agronomique n° 4, 1999, pp.35-35. INRA.
- HOUMANI M, TISSERAND J.L., 1999.** Complémentation d'une paille de blé avec des blocs multinationnels : effet sur la digestibilité de la paille et intérêt pour des brebis taries et des agneaux en croissance. Ann. Zootech. 48, 1999 ; 199-209.
- HUSTMEYER F.G, BEITZ D.C, GOFF., 1994.** Effects of invivo administration of 1,25 dihydroxy vitamin D3 on vitro proliferation of bovine lymphocytes. J. Dairy Sci., 1994 ; 77, 3324-3330.
- IGBOKWE I.O., 1997.** The effects of water deprivation in livestock ruminants : an overview. Nutr Abst. Rev. (B), 67, 905-914.
- IGONO M.O., STEEVENS B.J., SHANKLIN M.D., JOHNSON H.D., 1985.** Spray coating on milk production and rectal temperature of cows during a moderate temperature summer season. J.Dairy Sci., 68 n°4, 979-985.
- INRA , 1978.** Tableaux de la valeur nutritive des aliments.
In : Alimentation des ruminants, 519-598. INRA publications, Versailles.
- INRA, 1988.** Tables de la valeur nutritive des aliments.
In : R. JARRIGE (ed), alimentation des ovins, bovins et caprins, 351-453. INRA. Paris.
- INRA , 2000.** Tables d'alimentation des ruminants. INRA- Clermont – Ferrand- Theix : département d'élevage et nutrition des herbivores (ex- CRZV) 63122 Saint- Gènes- Champanelle.
- Institut d'Élevage, 1994.**
Manuel pratique. Maladies des bovins. 2^{ème} édition. Edition France Agricole. 319 p.
- ITELV, 1999.** Analyse du comportement des producteurs laitiers face aux aides publiques- résultats préliminaires- Document ronéotype, novembre 1999, 21 pages.
- ITELV, 2000.** La maîtrise de l'information économique : préalable à la réhabilitation de la filière lait en Algérie. Dec .2000, n°3, p.6-19.
- JANDAL M.J., 2001.** Genetic properties in cows. Bovine and ovine.
Middle east and north africa. November 32- July- August 2001, p26.
- JARRIGE R., DEMARQUILLY C., JOURNET M., BERANGER C., 1973.**
The nutritive value of processed dehydrated forages with special reference to the influence of physical form and size particle. In : proceedings first international green crop drying congress, 99-118.
- JARRIGE R., PION R., 1973.**
Journées d'information sur l'alimentation azotée des animaux, 71-79, INRA. Paris.

- JARRIGE R., 1980.** Principes de la nutrition et de l'alimentation des ruminants. In Besoins alimentaires des animaux, valeur nutritive des aliments.
- JARRIGE R., 1988.** Alimentation des bovins, ovins et caprins. INRA, Paris.
- JARRIGE R., RUCKEBUSCH Y., DEMARQUILLY C., FARCE M.H. ET JOURNET M., 1995.** Nutrition des ruminants domestiques – ingestion et digestion.
- JONCOUR G., 1996.** La qualité de l'eau. Pathologie et nutrition. Journées Nationales des G.T.V., 22, 23 et 24 mai 1996. P.251-269.
- JOURNET M., FAVERDIN P., REMOND B., VERITE R., MARQUIS B., OLIVER R.A., 1983.** Niveau et qualité des apports azotés en début de production. Bull. Tech. CRZV Theix. INRA, 51, 7-17.
- JULIEN W.E., CONRAD H.R., JONES J.E., MOXON A.L., 1976.** Selenium and vitamin E and incidence of retained placenta in pasturient dairy cows. J. Dairy Sci. 1976 ; 59 : 1954-1959.
- KATHOLM J., 1983.** The influence of iron on infection. Veterinaertidschrift, 66 (1) :2-6.
- KAYOUECHE F.Z., 2001.** Profil métabolique des vaches laitières. Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de magistère , 2001. Institut vétérinaire de Constantine.
- KELLOG D.W., SCOTT URQUHART N., ORTEGA A.J., 1977.** Estimating holstein lactation curve with a gamma curve. J. Dairy Sci., 60 n°8, 1308-1315.
- KEOWN J.F., EVERETT R.W., EMPET N.B., WADELL C.H., 1986.** Lactation curves. J.Dairy Sci., 69 n°3, 769-781.
- KEROUANTON J., BROCARD V., LEGUENIC M.L., LOSQ G., DURAND G., 1995.** Conséquences sur les performances laitières, la santé et la qualité du lait d'un non tarissement ou d'un tarissement inférieur à 40 jours. Rapport d'étape EDE Bretagne, Institut de l'élevage.
- KING JOL., 1968.** The relationship between conception rate and changes in body weight, yield and solid non fat content of milk in dairy cows. Vet. Rec. 1968 ; 89 : 492-494.
- KITCHGESSNER M., GRASSMAN E., 1970.** Trace element metabolism in animals. E et S. Living stone ed. Edinburgh, Londres.
- KLAstrup O., BAKKEN G., BRANLEY J., BUSHNELL R., 1987.** Environmental influences on bovine mastitis. Bulletin of the international dairy federation, n° 217, 37 pages.
- **KLUG F., FRANG H., BETHGE B., JANSCH G., LEMME F., 1989.** Effects of level of nutrition during early lactation on health and conception rate of group – fed dairy cows. Tierzucht, 43 (2) : 56-57.
- KREMER W.D.J., NOORHUIZEN-STASSEN E.W., GROMMERS F.J., SHUKKEN Y.H., HEERINGA R., BRAND A., BURVENICH C., 1993.** Severity of experimental Escherichia coli mastitis in Ketonaemic and nonketonaemic dairy cows. J. Dairy Sci. 1993 ; 76 : 3428-3429.
- KUMAR S., SHARMA M.C., DWIVEDI S. K., 1986.** Calcium, phosphorus and electrolyte changes in anoestrus and repeat breeder cows and heifers Cheiron 1986, 15 : 133-136.
- LAKHDISSI H., 1990.** Le programme d'action vétérinaire intégré de reproduction: outil de gestion de reproduction dans les élevages laitiers. Etude épidémiologique, thérapeutique et zootechnique. Thèse de doctorat. Institut Agronomique et vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc, 1990.
- LALLIER K., 1999.** Troubles de santé liés à l'alimentation au cours du péri-partum dans les élevages bovins laitiers de la région de la Loire. Thèse pour le diplôme d'état de docteur vétérinaire. Faculté de médecine de Nantes.

- LAMAND M., 1975b.** Pathologie des carences et des excès en oligo-éléments. Le point vétérinaire, 1975, 10(1), 135-142.
- LAMAND M., 1987.** Les besoins en oligo-éléments des ruminants. Bull. Tech. CRZV. INRA. 1987. P113.
- LAMETTE F., 1989.** La réalité de l'élevage et l'espoir des sous-produits au pays du rêve touristique. Production laitière moderne, 182, 69-73.
- LANDAIS E., COULON J.B., GAREL J.P., HODEN A., 1989.** Caractérisation de la pathologie de la vache à l'échelle de la lactation. Principaux facteurs de variation et typologie des profils pathologiques de lactation. Ann. Rech. Vét., sous presse.
- LAROCHE J.L., 2000.** Production laitière : la transit..... des options.....une solution. Secteur des productions animales de la coopérative fédérée de Québec. File : //A : \ isv. Htm.
- LAUDERDALLE, 1974.**
Oestrus, detection and synchronisation of dairy cattle in large. J. Dairy. Sci. (57), 348-354.
- LECHEVALLIER M.W., EVANS T.M., SEIDIER R.J., 1981.** Effect of turbidity on Chlorination efficiency and bacterial persistence in drinking water. Applied and environmental microbiology, 1981;42(1):159-167.
- LEAN I.J., FARVER T.B., TROUTT H.F., BRUSS M.L., GALLAND J.C., BALDWIN R.L., HOLMBERG C.A. et WEAVER L.D., 1992.** Times series cross-correlation analysis of postparturient relationships among serum metabolites and yield variables in Holstein cows. J. Dairy. Sci. 75 : 181-190.
- LECLERC H., 1989.** Indicateurs bactériens et contrôle de qualité des eaux minérales naturelles, rivista italiana d'igiene, 5-6, pp. 311-342.
- LESCOURRET F., COULON J.B., 1994.** Modelling the impact of mastitis on milk production by dairy cows. J. Dairy Sci., 77, 2289-2301.
- LIENARD G., BEBIN D., LHERM M. et VEYSSET P., 1998.** Modes de récoltes des fourrages et systèmes d'élevage. L'exemple des exploitations de la zone charolaise. INRA. Prod. Anim. 11, 387-395.
- LITTLE D.A., 1982.** Utilisation of minerals. In: J.B. Hacker (ed), Nutritional limits to animal production from pastures, 259-283, Commonwealth Agriculture Bureaux, Farnham Royal, U.K.
- LITTLE W., KAY R.M., 1979.** The effects of rapid rearing and early calving on the subsequent performance of dairy cows. Anim. Prod., 29, 135-142.
- LOISEL J. 1976.** Comment situer et gérer la fécondité du troupeau laitier. Proposition d'un bilan annuel de reproduction d'un troupeau. ITEB. Paris, 65.
- LOUGA A., LEGATES J.E., 1968.** Production losses in dairy cattle due to days open. J. Dairy Sci., 51 n°4, 573-583.
- LUCY M.C., STAPLES C.R., MICHEL F.M., THATCHER W.W., 1991.** Energy balance and size and number of ovarian follicles detected by ultrasonography in early post partum dairy cows. J. Dairy Sci. 1991 ; 74 : 473-482.
- MADALENA F.E., MARTINEZ M.L., FREITAS A.F., 1979.** Lactation curves of holstein friesland and holstein friesland X Gir cows. Anim. Prod., 29, 101-107.
- MADSEN P.S. et NIELSEN S.M., 1981.** The influence of udder health by feeding different levels of protein. In proceedings of IV th international. Symposium on mastitis control, II : 463-476.

MADDOX J.F., REDDY C.C., EBERHART R.J., SCHOLZ R.W., 1991. Dietary selenium effects on milk eicosanoid concentration in dairy cows during coliform mastitis. *Prostaglandins*, 42 (4) : 369-378.

MAGAT A., MOUTHON G., 1977. Les principes du profil métabolique et de son utilisation en médecine vétérinaire. *Revue Med. Vét.*, 128, 6, 763-777.

MAGE C., LEGARTO J., 1986. Etude de l'influence d'un traitement contre la grande douve sur la production laitière. ITEB, Ed. Paris n°86112 : 9p.

MAGE C., LOISEL J., BONNAND P., 1989. Infection par fasciolose hépatique et fécondité en élevage laitier. *Revue Med. Vét.* 89 ; 140 : 929-931.

MAILTO A., 1998. La digestion chez la vache laitière. Institut BABOCK, pour la recherche et le Développement International du Secteur Laitier. Claris Home Page 3.0.

MARKUSFELD O., 1984. Factors responsible for post parturient metritis in dairy cattle. *Vet. Rec.*, 114, 539-542.

MARSCHANG F., 1973. Stress thermique et production animale dans l'élevage et la stabulation à l'échelle industrielle. *Inf. Red. Vét.*, n°3, 179-199.

MARTIN L., LEFEBRE D., JALBERT J., BLOCK E., CANT J. 1996. Concepts et stratégies alimentaires pour la vache laitière haute productrice 20^{ème} Symposium sur les bovins laitiers "Depuis 20 ans, le rendez-vous qui s'impose". 24 octobre, pp. 15-56. CPAQ.

MAHIEU H., 1985. Facteurs de variation de la composition du lait et produits laitiers, technique et documentation. Ed. Lavoisier. Tome1, p.125-165.

MBAP S.T., NGERE L.O., 1989. Productivity of friesian cattle in a subtropical environment, tropical agriculture. 66: 121-124.

MCCOY W.F., OLSON B.H., 1986. Relationship among turbidity, particle counts and bacteriological quality within water distribution lines. *Water research*, 1986; 20 (8): 1023-1029.

MEFFE N., 1994. La lipolyse dans le lait de vache : bien en comprendre les mécanismes et les causes pour mieux la prévenir. *Rec. Méd. Vét.*, 1994; 170 (6/7) 399-410.

MEISSONNIER E., 1994. Tarissement modulé, conséquences sur la production, la reproduction et la santé des vaches laitières. *Point Vet.*, 1994; 26 (163) 705-712.

MEISSONNIER E., 1996. Conséquences de la production sur la reproduction. Association pour l'étude de la reproduction animale. Paris, le 25 Janvier 1996. P29-39.

MESCHY F., 1995. La fièvre de lait : mécanisme et prévention. *Point Vét.*, 1995 ; 27 (numéro spécial), 751-756.

MEYBECK M., CHAPMAN D.V., HELMER R., 1989. (éd), qualité globale de l'eau douce : une première évaluation. OMS / VNEP, référence blackwell, Oxford, 1989.

MEYLAND M., 1998. Déplacements de caillette à droite et volvulus : rétrospective de 106 cas. *Recueil du XXe congrès mondial de buiatrie (Sydney) ; 1, 109.*

MICHEL MC., 1977. Rôle des profils métaboliques dans la recherche des causes des maladies de production dans l'espèce bovine. *Pt. Vét.*, 1977 ; 5, 25, 55-66.

MINISTERE DE L'AGRICULTURE., 1996. Instruction ministérielle n°903 SPM du 18 Novembre 1996, relative à l'amendement de l'instruction ministérielle n°409 du 10 Juin 1995. Ministère de l'agriculture, Alger.

- MINISTERE DE L'AGRICULTURE., 1998.** Instruction ministérielle n°299 SPM du 15 août 1998, portant l'amendement de la circulaire n°903 SPM du 18 novembre 1996. Ministère de l'agriculture, Alger.
- MINSON D.J., MC LEOD M.M., 1970.** The digestibility of temperate and tropical grasses. Proc. 11th International Grassl. Congr. Surfers Paradise (Australia), 719-722.
- MONSALLIER G., 1994.** Maîtrise de la teneur en germes mesophiles totaux du lait à la production. Rec. Méd. Vet., 1994; 170 (6/7) 411-418.
- MORAND – FEHR P., DOREAU M., 2001.** Ingestion et digestion chez les ruminants soumis à un stress de chaleur. INRA prod. Anim., 14, 15-27.
- MORAND – FEHR P., TRAN G., 2001.** La fraction lipidique des aliments et des corps gras utilisés en alimentation animale. INRA. Prod. Anim., 14:285-302.
- MORRISON S.R., 1983.** Ruminant heat stress : effect on production and means of alleviation. J. Anim. Sci., 57 n°6, 1594-1600.
- MTAALLAB B., OUBEY Z., et TABRI M., 2000.** Taux cellulaire de lait de tank et ses facteurs de risque en élevage bovin laitier intensif. Colloque : lait, qualité et santé. Port El Kantaoui, Hammam Sousse , Tunisie 11-23 Novembre 1999. Mai2000 p.25-31.
- MURPHY S.C., GRANKER K., SENYK G.F., BARBANO D.M., SAEMAN A.L., GALTON D.M. ; 1989.** Influence of bovine mastitis on lipolyse and proteolysis in milk cows. J. Dairy Sci., Vol.72, 620-626.
- NDIWENI N, FINCH J.M., 1991.** The relationship between vitamin E- selenium status and the incidence of mastitis in dairy herds near Harare. Zimbabwe veterinary journal, 1991 ; 22 (4) : 101-109.
- NEBEL R.L, MAC GILLIARD M.L., 1993.** Interactions of high milk yield and reproductive performance in dairy cows. J. Dairy Sci. 1993 ; 76 : 3257-3268.
- NEFZAOU ET CHERMITE., 1991.** Valorisation de l'ingestion volontaire des ligno-cellulose chez les ruminants (cas des pailles de céréales). In : options méditerranéennes, séries ruminaires, 1991, n°16 pp.61.
- NESTORE K.E.Jr., HEMKEN R.W., HARMON R.J., 1988.** Influence of sodium chloride and potassium bicarbonate on udder edema and selected blood parameters. J. Dairy Sci., 71 : 366-372.
- NICKRSON S.C., 1995.** Milk production : factors affecting milk production. In milk quality Ed. F. harding blackie academic and professional, 1995 ; 3-23, 166p.
- NICOL., 1996.** L'ingestion alimentaire par les bovins : causes et conséquences des variations de la consommation volontaire. Bovin- Pathologie- Nutrition. Bull. GTV, 96, 21-34.
- NOCKELS C.F., 1988.** Immunoen hancing vitamins for cattle. Agri. Pract., 1988 ; 9,10-17.
- NRC (National Reseach Council)., 1988.** Nutrient requirement of dairy cattle. National Academy Press, Washigton, D.C., 1988 ;157pp.
- NRC (National Reseach Council)., 2001.** Nutrient requirements of dairy cattle. 7th revised edition. Washington Dc. National Academy of Sciences, 2001, p.381.
- NUSKE S., GRAFT F., 1994.** Relations between feeding-dairy performance fertility and some blood parameters in Germany Friesian cows ; Revue Méd. Vet., 1994 ; 145 (3), 185-189.
- OFLIVE.2000.** Bulletin semestriel. n°3, Juillet 2000, 3-13p.

OFLIVE. 2001. (Observatoire des Filières Lait et Viandes rouges). L'institut technique des élevages. Eléments de réflexion sur la filière lait en Algérie. Août 2001.

OLDAHAM J.D., BROSTER W.H., SIVITER J.N., 1978. The effects of a low protein diet on milk yield and plasma metabolites in Friesian heifers during early lactation.

OLIVER S.P., LEWIS T.M., LEWIS M.J., DOWLEN H.H., MAKI J.L., 1990. Persistense of antibiotics in bovin mammary sections following intramammary infusion at cessation of milking. *Prev. Vét.Med*, 9, 301-311.

OLDS D., COOPER T. et THRIF F.A., 1979. Relationships between milk yield and fertility in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 1979, 62, 1140-1144.

OLSON J.D., 1994. The role of selenium and vitamin E in mastitis and reproduction of dairy cattle. *Bovine practioner*, 1994, 28, 47-49.

OLTENACU P.A., FRICK A., LINDHE B., 1990. Epidemiological studies of several clinical diseases, reproductive performance and culting in primaperous Swedish cattle. *Rev. Vét. Med.*, 9 : 54-74.

OMS, 1996. L'eau et la santé.(water and sanitation). Directives de qualités de l'eau de boisson, 2 é ed. Vol.2- Critères d'hygiène et documents à l'appui, OMS, Genève 1996, pp.1016-1024.

ORSKOV E.R., 1993. Reality in rural development with emphasis on livestock. Ed. Rowett Research Services ltd., Aberdeen.

PAPPU A.S., FATTERPAKER P., SREENIVASAN., 1978. Arole of vitamin E in cellular processes. *World Rev. Nutr. Diet.* 1978 ; 31 : 190-195.

PAQUAY R., DEBAERE R., LOUSSE A., 1970. *J. Agr. Sci. Camb.* 74, 423-432 ; 75, 251-255 ; 1970.

PARAGON B.M., 1991. Qualité alimentaire et fécondité chez la génisse et la vache adulte. Importance et place des nutriments non énergétiques. Symposium programme R.E.P.R.O. Paris, *Bull. GTV.* (4) : 39-52 ; 1991.

PARKER R., 1998. Utilisation de la note d'état corporel dans la conduite du troupeau laitier. Gouvernement de l'Ontario. Agdex 410/20, commande n°94-054.

PAYNE J.M, DEW S, MANSTON R, FAULKS M., 1970. The use of metabolic profile test in dairy herds. *Vet. Rec.*, 1970 ; 87, 150-158.

PAYNE J.M., 1976. The principles and philosophy of the compton metabolic test. *Congrès Int. sur les maladies du bétail*, Paris, 1976.

PAYNE J.M., 1983. Maladies métaboliques des ruminants domestiques. *Le point vétérinaire*. Maisons Alfort, 1983.

PECHOVA A., ILLEK J., HALOUZKA R., 1997. Diagnosis and control of the development of hepatic steatosis in dairy cows in the post parturient period. *Acta veterinaria Bmo.* 1997 ; 66(4) : 235-243.

PEELER E.J., OTTE M.J., ESSELMONT R.J., 1994. Interrelation ships of peri parturient diseases in dairy cows. *Vét. Rec.*, 134 : 129-132.

PEER D., MERRITT W., 2001. Qualité de l'eau et performance des porcs. Gouvernement de l'Outario, Aydex : 400, commande n°91-081, 2001.

PELLETIER G., TREMBLAY G.F., HELIE P., 1985. Facteurs influençant les profils métaboliques des vaches laitières. *Can. Vet. J.*, 1985 ; 26, 306-311.

PERRIN J.F., 2000. La mise au pâturage.

Ruminant 2000 et la vache com. Webmestre de www. Ruminant- 2000.com. Fill://A:\jeff 3. Ntm.

PERRY R.C., CORAH L.R., COCHRAN R.C., BEAL W.E., STEVENSON J.S., MINTON J.E., SIMMS D.D., BRETHOUR J.R., 1991. Influence of dietary energy on follicular development, serum gonadotropins and first post-partum ovulation in suckled beef cows. J. Anim. Sci. 69 : 3762-3773.

PESTIER M., 1976. Enquête sur la pathologie podale des vaches laitières en Bretagne et Pays de Loire. Mémoire de fin d'Etudes E.N.S.A. Rennes, 36pp., 1976.

PERTERSE D.J., KORVE S., OLDENBROEK J.K., TALMON E.R., 1984. Relationship between of concentrate feeding and incidence of sole ulcers in dairy cattle. Vet. Rec., 115. 629-630, 1984.

PETIT CLERC D., CHAPIN L.T., EMERY R.S., TUCKER M.A., 1984. Body growth, growth hormone, prolactin and puberty response to photoperiod and plane of nutrition in holstein heifers. J. Anim. Sci., 1984 ; 57 n°4, 892-898.

PETIT H., TREMBLAY G.F., 1995. Ruminal fermentation and digestion in lactating cows fed grass silage with protein and energy supplements. J. Dairy Sci. 78 : 342, 1995.

PETIT H. , SANTOS G.T.D., 1996. Milk yield and composition of dairy cows fed concentrate based on high moisture wheat or high moisture corn. J. Dairy Sci. 79 : 2292-2296.

PEYRAUD J.L., DELABY, MARQUES B., 1994. Intérêt de l'introduction de luzerne déshydratée en substitution de l'ensilage de maïs dans les rations des vaches laitières. Ann. Zootech., 1994 ; 43, 91-104.

PHILLIPS C.J.C., SCHOFIELD S.A., 1989. The effect of supplementary light on the production and behaviour of dairy cows. Anim. Prod., 48, 293-303.

PIPER E.L., SPEARS J.W., 1982. Influence of copper and zinc supplementation on mineral status. Growth and reproductive performances of heifers. J. Anim. Sci. 1982 ; 55 (suppl.1) : 319 (Abstr.).

PLUVINAGE PH., DUCRUET TH., JOSSE J., MONICAT F., 1991. Facteurs de risque des mammites des vaches laitières. Résultats d'enquête (1). Rec. Méd. Vét., 167 (2), 105-112.

POLY J., VISSAC B., 1959. Interprétation des résultats de contrôle laitier en vue de testage des taureaux d'insémination. Bull. Tech. Inf., n° 145, 841-862.

POOLE D.A., 1982. The effects of milking two times daily. Anim. Prod., 34, 197-201.

POUTREL B., 1983. La sensibilité aux mammites : revue des facteurs liés à la vache. Ann. Rech. Vét., 14(1), 89-104.

POWELL R.C., 1985. Trend of age at first calving. J. Dairy Sci., 1985 ; 68 n°3, 768-772.

RADOSTITS O.M., 1961. Coliform mastitis in cattle. Canadian veterinary journal, 2 : 201-206.

REID J.T., MOE P.W., TYRELL H.F., 1966. Energy and proteine requirements of milk production. J. Dairy Sci., 49 ; 215.

REMOND B., JOURNET M., 1978. Effet du niveau d'apport azoté à des vaches au début de la lactation sur la production laitière et l'utilisation de l'azote. Ann. De zoot., 1978 ; 27 n° 2, 139-158.

REMOND B., 1987. « Le lait matière première de l'industrie laitière ». Influence du stade de lactation et de l'âge sur la composition du lait. Ed. INRA. CEPIL, 1987, 151-157.

REMOND B., BONNEFOY J.C., 1997. Performance of a herd of Holstein cows managed without the dry period. *Ann. Zootech.*, 46, 3-12.

REMOND B., KEROUANTON J., BROCARD V., 1997. Effets de la réduction de la durée de la période sèche ou de son omission sur les performances des vaches laitières. *INRA Prod. Anim.*, 10, 301-315.

REMOND B., ROUEL J., PINSON N., JABET S., 1997b. Attempt to omit dry period over three consecutive lactations in dairy cows. *Ann. Zootech.* :

RICORDEAU G., AURIOL P., LEFEBRE J., 1964. Influence du numéro de lactation et du niveau d'étable sur la production laitière des vaches montbéliardes du Jura. *Ann. De zoot.*, 13 n°1, 71-85.

RIVIERE R., 1991. Manuel d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical. Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux. Collection manuels et précis d'élevage-3ème trimestre 1991.

ROBELIN J., GEAY Y., COULON J.B., VERITE R., MICOL D., PETIT M., 2000. Nutrition des ruminants et complémentation protéique des rations alimentaires. INRA. 3R – Supplément 2000, 21-26.

RODIER J., 1984. L'analyse de l'eau. Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, chimie, physico-chimie, bactériologie, biologie, 7^e édition, 1984.

RODRIQUEZ L.A., MEKRONNEN C.J., WILCOX F.G., MARTIN, KRIENE W.A., 1985. Effects of relative humidity, maximum and minimum temperature pregnancy and stage of lactation on milk composition and yield. *J. Dairy Sci.*, 68 n°4, 973-978.

ROGUINSKY M., 1978. Influence de la mammite sur la composition, l'analyse et la technologie du lait. *Bull. G.T.V.*, n°3, p.1-4.

ROMAN-PONCE H., TACHER W.W., BUFFINGTON D.E., WILCOX C.J., VANHORM H.H., 1977. Physiological and production responses of dairy cattle to a stade structure in subtropical cattle. *J. Dairy Sci.*, 60 n°4, 424-437.

ROSENBERG G.V., 1979. Examen clinique des bovins, méthodes, résultats, interprétations. Ed. Pt. Vet. 1979, p210.

ROWLANDS G.J., 1980. Changes in albumin, globulin, glucose and cholesterol concentrations in the blood of dairy cows in late pregnancy and early lactation and relationships with subsequent fertility. *J. Agr. Sci., Camb.*, 1980, 94, 517-527.

RUDNITSKI S., 2000. L'impression de la santé de l'eau. La santé de l'eau. Agriculture et agroalimentaire Canada. Direction générale de la recherche/ agriculture and Agri- food. Canada- Reseach Branch.

RUEGG P.L., 1994. Body condition scoring in Holstein dairy cows : relation ships with production, reproduction and disease. *Bovine Pract.* 1994 ; 26 : 176-179.

SAUVANT D., VAN MILGEN J., 1995. Dynamic aspects of carbohydrate and protein break down and the associated microbial matter synthesis. In : Engelhardt et al (eds), proc. 8th Int. Symp. on ruminant physiology, 71-91. Verlag, Stuttgart.

SAUVANT D., MESHY F., MERTENS D. 1999. Les composantes de l'acidose ruminale et les effets acidogènes des rations. *INRA Prod. Anim.*, 1999, 12 (1), 49-60.

SAUVANT D., 2000. Granulométrie des rations et nutrition du ruminants. *INRA Prod. Anim.*, 13, 99-108.

- SCHELCHER F., VALARCHER J.F., FOUGRAS G., ESPINASSE J., 1995.** Profils biochimiques : intérêts et limites. Point. Vet., 1995 ; 27(n° spécial « Maladies métaboliques des ruminants ») : 705-711.
- SCHOUVERT F., 2000.** La stéatose hépatique chez la vache laitière. Le point Vétérinaire, Vol. 31, n°211, Novembre - Décembre 2000.
- SCHULTZ M.M., HANSEN L.B., STEURNAGEL G.R., KUCK A.L., 1990.** Variation of milk, fat, protein, and somatic cells for dairy cattle. J. Dairy Sci., 1990 ; 73, 484-493.
- SEGERSON E.C., RIVIERE G.J., BULLOCK T.R., THIMAYA S., GANAPATHY S.N., 1986.** Uterine concentrations and electrical activity in ewes treated with selenium and vitamin E. Biol. Reprod. 1986 ; 23 : 1020-1024.
- SERIEYS F., 1997.** Le tarissement des vaches laitières : une période-clé pour la santé, la production et la rentabilité du troupeau, 1997.
- SHULTZ T.A., 1984.** Weather and shades effects on cows corral activities. J. Dairy Sci., 67 n°4, 868-873.
- SMITH K.L., HARRISON J.H., HANCOCK D.D., 1984.** Effect of vitamin E and selenium supplementation on incidence of clinical mastitis and duration of clinical symptoms. J. Dairy Sci., 1984, 67 : 1293-1300.
- SOLIMAN A.M., ASHMAWY A.A., KHALIL M.H., ESSI A., 1989.** Analysis of milk production traits of pingauet cattle in Austria. I. non genetic factors. J. Anim. Breed. Genet 106.423, 1989.
- SOLTNER D., 1988.** Alimentation des animaux domestiques. 18^e édition.
- SOLTNER D., 1993.** Zootechnie générale. Tome I: La reproduction des animaux d'élevage : 2^e édition.
- SOLTNER D., 1999.** Alimentation des animaux domestiques- Tome I : Les principes de l'alimentation pour toute les espèces. 21^e édition.
- SOLTNER D., 2001.** Zootechnie générale. Tome I: La reproduction des animaux d'élevage : 3^e édition.
- SOMMER H., 1991.** Entzündungen der klau. In: hygiene der rinder – und schweineproduktion (SOMMER H., GREUEL E. und MULLER W., ed), S. 222 – 229. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- SORENSEN J.T., ENEVOLDSEN C., 1990.** Effect of dairy period length on milk production in subsequent lactation. J. Dairy Sci. 1990 ; 74(4) : 1277-1283.
- SPICER L.J., TUCKER W.B., ADAMS G.D., 1990.** Insulin like growth factor I in dairy cows : relationship among energy balance. Body condition. Ovarian activity, and oestrous behavior. J. Dairy Sci. 1990 ; 73 : 929-937.
- SRAIRI M.T., 1997.** Conduite technique de cinq unités de production dans la wilaya de Rabat – Salé. Actes Inst. Agron. Vet., Maroc, soumis pour publication.
- SRAIRI M.T., KESSAB B., 1998.** Performances et modalités de production laitière dans six étables spécialisées au Maroc. INRA. Prod. Anim., 11-321-326.
- SRAIRI M.T., M.T. ET BAQUASSE M., 2000.** Devenir, performances de production et de reproduction de génisses laitières frisonnes pie noires importées au Maroc. Livestock Reseach for Rural Development (12) 32000.

- STABEL J.R., EPEARS J.W., BROWN T.T., 1989.** Selenium effects on glutathione peroxidase and the immune response of stressed calves challenged with *pasteurella hemolytica*. J. Anim. Sci., 1989, 67, 557-564.
- STEVENSON J.S., CALL E.P., 1988.** Reproductive disorders in the periparturient dairy cow. J. Dairy Sci., 71, 2572-2583.
- STYLES R., RUDENBURG J., 1996.** Comptage des cellules somatiques du lait prélevé dans le réservoir. Dairy farmers of Ontario / MAAARO Agriculture et affaires rurales. Fiches techniques 1198-7138 commade 85-073. Agdex 410 / 662.
- STOLL W., 2001.** Aliments concentrés en protéines dans l'alimentation du bovin. Station fédérale de recherches en production animale (RAP), cours SRVA n°906.
- SWANSON L.V., 1989.** Discussion – Interaction and reproduction. J. Dairy Sci., 72 : 805-814.
- TELLER E., VANBELLE M., 1990.** New developments in biotechnology for crop products and preservation and efficiency of nutrient utilisation in animal feed. Lyons p.p. Ed. biotechnology in the feed industry. Proc of Altech's sixth anim. Symp. Ailtech. T. 1990
- THATCHER W.W., GWAZDAUSKAS F.C., WILCOX C.J., TOWS J., HEAD H.H., BUFFINGTON D.E., FREDRIKSSON W.B., 1974b.** Milking performance and reproductive efficiency of dairy cows in an environmentally controlled structure. J. Dairy Sci., 57 n° 3, 304-307.
- THENARD V., MAURIES M., TROMMENSCHLAGER J.M., 2001.** Effet de l'incorporation de luzerne déshydratée dans des rations complètes à base d'ensilage de maïs et d'ensilage d'herbe pour vaches laitières. Renc. Rech. Ruminants, 2001, 8 p.296.
- THENARD V., MAURIES M., TROMMENSCHLAGER J.M., 2002.** Intérêt de la luzerne déshydratée dans des rations complètes pour vaches laitières en début de lactation. INRA Prod. Anim., 15, 119-124.
- THOMAS R.J., ALI D.A. 1983.** The effect of *haemonchus contortus* infection on the pregnant and lacting ewe. Int. J. Parasitol., 13, 393-398.
- TRACY H.W., CAMARENA V.M., WING F., 1966.** Coliform persistence in highly chlorinated waters. Journal of the American Water Works Association, 1966; 158: 1151.
- TREACHER R.J., REID I.M., ROBERTS C.J., 1986.** Effect of body condition at calving on the health and performance of dairy cows. Anim. Prod. 1986; 43: 1-6.
- TREMBLAY A., 1996.** Exploration de la fonction hépatique. Journées nationales des GTV- 22, 23 et 24 mai 1996. – pathologie – nutrition p 87-89.
- TRILLAUD – GEYL C., 1999.** Le fourrage enrubanné. Fiches techniques. Alimentation. Station expérimentale des Haras, Chamberet. Septembre 1999.
- TUCKER H.A., 1985.** Photoperiodic influences on milk production in dairy cows. In " Recent advances in animal nutrition – 1985". W. HARESIGN, D.J.A COLE ed., BUTTER WORTHS, 211-221.
- UNDERWOOD I.J., 1971.** Trace elements in human and animal nutrition. Acad Press New York. Londres ed.
- VAGNEUR M., 1992.** Biochimie de la vache laitière appliquée à la nutrition. Supplément technique n°28 à la dépêche Vét. Du 12 au 18 décembre 1992.
- VAGNEUR M., 1996.** Qu'est ce qu'une ration équilibrée, comment juger des effets d'une ration chez la vache laitière. Journées nationales des GTV. 22, 23 et 24 mai 1996 « Pathologie- Nutrition » p.47-55.

- VALLET M., PACCARD P., CHAMPY R., 1980.** Pour une meilleure maîtrise de la reproduction. Rev.Elev.Bov, 1980 (98), 32-38.
- VANBELLE M., DESWYSEN A., 1978.** Facteurs affectant l'ingestion des ensilages. Proc. IIIth World Congress on Animal Feeding, AA III, 413-436, 1978, Madrid 23-27 oct.
- VANBELLE M., 1996.** Comment juger la qualité des fourrages : exemple des ensilages. Journées nationales des GTV.22, 23 et 24 mai 1996. – Pathologie- Nutrition p.57-74.
- VANDENHEEDE M., NICKS B., SHEHI R., CANAR T.B., DUFRASNE I., BISTON R., LECOMTE P., 1995.** Use of a shelter by grazing bulls : effect of climatic factors. Anim. Sci., 60, 81-85.
- VAN SAUN R.J., 1991.** Dry cow nutrition : the key to improving fresh cow performance. Vet. Clin. North Am : Food Anim. Pract.1991 ; 7 (2) : 599-620.
- VERITE R., 1978.** Alimentation azotée des vaches laitières. In « la vache laitière » p.183. Ed. INRA.1978, route de St-cyr 78000 Versailles.
- VERITE R., MICHALET-DOREAU B., CHAPOUTOT P., PEYRAUD J.L., PONCET C., 1987.** Révision du système des protéines digestibles dans l'intestin. Bull. Tech. CRZV Theix, INRA,1987 ; 70, 19-34.
- VERMOREL M., COULON J.B., JOUNET M., 1987.** Révision du système des unités fourragères. Bull. Tech. CRZV Theix, INRA, 1987 ;70,9-18.
- VERMOREL M., 1988.** Nutrition énergétique in alimentation des bovins, ovins, caprins., INRA Ed., Paris, 1988.
- VERRIELE M., BEDOUET J., 1999.** Les examens sanguins chez les bovins. I. Des clés pour utiliser la biochimie clinique. Le point vétérinaire, 1999, 30 (202), 25-29.
- VESPA R., 1986.** Réussir en production laitière. Encyclopedie Agricole pratique. 1986:921, 18-19.
- VILLA-GODOY A, HUGHES T.L, EMERY R.S, CHAPIN L.T , FOGWELL R.C., 1988.** Association between energy balance and luteal function in lactating holstein cows. J. Dairy Sci. 1988 ; 71 : 1063.
- VILLA-GODOY A., HUGHES T.L., EMERY R.S.,STANISIEWSKI E.P., FOGWELL R.L., 1990.** Influence of energy balance and body condition on estrus and estrous cycles in holstein heifers. J.Dairy Sci.1990.73 : 2759-2765.
- WAGNER W.C., 1962.** Improving fertility in dairy cows. J. An. Vet. Med. Asso. 1962; 140: 939-944.
- WALDO D.R., MILLER R.W., OKAMOTO M., MOORE L.A., 1965.** J. Dairy Sci., 48, 1473-1480.
- WATERMAN D.F., HARMON R.J., HEMKEN R.W., LANGLOIS B.E., 1983.** Milking frequency as related to udder health and milk production. J. Dairy Sci., 66 n°2, 253-258.
- WATTIAUX M.A., 2001.** Reproduction et nutrition. L'institut Babcock pour la recherche et le développement international du secteur laitier est un programme de l'université du Wisconsin....
- WATTIAUX M.A., TERRY HOWARD W., 1995.** Aliments pour vaches laitières. VSDA – CSRS special grant 92 – 34266-7304 et du U.S Livestock. Cronctics export, INC. Institut Babcock pour la recherche et le développement international du secteur laitier – University du Wisconsin à Madison.
- WEBB D.W., 1989.** Florida DHI annual summary. Dairy info. Sheet SS – DAS – 1. Florida coop. Ext. Serv., Gaines – Ville. 1989.

WEISS W.P., HOGAN J.S., SMITH K.L., HOBLET K.H., 1990. Relationships among Se, vitamin E, and mammary gland health in commercial dairy herds. *Journal of dairy science*, 73 (2): 381-390.

WENTINK G.H., VAN DIJK S., WENSING T., JORNA T., 1990.
Levervetting bij melkvee. CLO- Studiedagen, UTRECHT, 14 février 1990.

WHEELER B., 1998. Guide d'alimentation des vaches laitières. Ministère de l'agriculture de l'alimentation et des affaires rurales. Gouvernement de l'Ontario. Agdex 401/ 50 commande n° 101F.

WICKERSHAM E.W., SHULTZ L.H., 1963. Influence of age at first breeding on growth, reproduction and production well feed holstein heifers. *J. Dairy Sci.*, 46, 544-552.

WILKS D.L., COPPOCK C.E., LANHAM J.K., BROOKS K.W., BAKER C.C., BRYSON W.L., ELMORE R.G., STERMER R.A., 1990. Responses of lactating holstein cows to chilled drinking in high ambient temperatures. *J. Dairy Sci.*, 73, 1091-1099.

WISE T., 1987. Biochemical analysis of bovine follicular fluid : albumin. Total protein. Lysosomal enzymes. Ions. Steroids and ascorbic acid content in relation to follicular size, rank, atresia classification and day of oestrous cycle. *J. Anim. Sci.* 1987 ; 64 : 1153-1169.

WOLTER R., 1973. Alimentation et fécondité de la vache. *Revue. Med. Vet.* (124).297-325.

WOLTER R., 1981. Alimentation énergétique en début de lactation et prévention de l'acidose chronique chez la vache laitière à haute production. *Rec. Med. Vét.*, 157 : 699-712.

WOLTER R., 1988. Alimentation des bovins, ovins et caprins. INRA, 88p.115-116.

WOLTER R., 1992. Alimentation de la vache laitière. Ed. France Agricole, 121-127.

WOLTER R., 1994. Alimentation de la vache laitière. Ed. France Agricole, 1994, p.

WRIGHT I.A. BLIND S.M., WHYTE T.K., SMITH A.J., 1992. Effects of body condition at calving on LH profiles and the duration of the post- partum anoestrus period in beef cows. *Anim. Prod.* 1992, 55, 41-46.

XANDE A., GARCIA – TRUJILLO., 1985. Tableaux de la valeur alimentaire des fourrages tropicaux de la zone Caraïbe. 51 pp. INRA, Pointe à Pitre.

YOUNG B.A., 1983. Ruminants cold stress : effect on production. *J. Anim. Sci.*, 57 n°6, 1601-1607.

ZEMJANIS R., 1980. « Repeat breeding » or conception failure in cattle.
In : current therapy in theriogenology. Ed. D.A. MORROW. Philadelphia, W.B. Saunders. Pp. 205-213.

ZIMMER E., WILKINS R.J., 1984.
Eurowilt and unwilted silages. *Lanbauforschung volken vode sonderheft.* 1984, 69.

ANNEXES

ANNEXE 1 : FICHE SIGNALETIQUE DE L'EXPLOITATION

RENSEIGNEMENTS GENERAUX :

Localisation :

Effectif total :

Effectif par catégorie :

Vaches laitières :

Veaux, velles :

Taureaux :

Autres espèces dans l'exploitation :

Ovins :

Caprins :

Volailles :

Autres :

Contacts entre animaux des différentes espèces :

Oui :

Non :

- à l'étable :
- au point d'eau :
- à la pâture :
- autres :

CONDUITE DE L'ELEVAGE :

Type de production :

Lait :

Viande :

Autres :

Production laitière :

Quantité mensuelle :

Moyenne par vache laitière :

Type de stabulation :

Bâtiment :

Ancien :

Nouveau :

Longueur :

Largeur :

Position en fonction des points cardinaux :

Sol :

Terre nue :

Terre paillée :

Béton nu :

Béton paillé :

Déversoir :

Surface par unité de grand bétail :

Situation des fenêtres par rapport au sol :

Aération :

Bonne :

Mauvaise :

Eclairage :

Bon :

Mauvais :

Naturel :

Artificiel :

Température ambiante :

Odeur d'ammoniac :

Présence :

Absence :

Humidité :

Eau :

Origine :

T°C :

Qualité bactériologique :

Abreuvoir automatique :

Collectif :

Bon :

Mauvais

Hygiène du bâtiment :

Type de litière :

Nettoyage :

Raclage du sol :

Désinfection :

Dératisation :

Vide sanitaire :

Pédiluve :

Présence :

Absence :

Aire d'exercices :

Superficie :

Type de sol :

Abri :

Présence :

Absence :

Type :

Traite :

Mode :

Manuel :

Mécanique :

Salle de traite :

Chariot :

Temps de traite / vache :

Hygiène de la traite :

Trayeur :

Salle :

Pis :

Machine :

Mode de stockage :

Tank :

Bidons :

Autres :

Salle de vêlage :

Présence :

Absence :

Capacité :

Nettoyage :

Désinfection :

ALIMENTATION :

Type :

Par saison :

Origine :

Composition de la ration :

Qualité bactériologique :

Valeur en unité alimentaire ou fourragère :

Pierre à lécher :

Présence :

Absence :

Stockage :

PERSONNEL :

Nombre de personnes :

Encadrement technique :

Prophylaxie :

Tuberculose :

Brucellose :

Rage :

Vétérinaire :

Suivi :

Appel à la demande :

REFORME :

Motif :

Fréquence :

MORTALITE :

Fréquence :

ANNEXE 2 : FICHE SIGNALÉTIQUE DE VACHE LAITIÈRE

Numéro d'oreille :

Race :

Date de naissance :..... Poids à la naissance :.....

Identification de la mère :

Identification du père :

A QUELLE STADE DE LACTATION :

Nombre :

Début :

En cours :

Tarissement :

EVENEMENTS DE LA REPRODUCTION :

Age à la 1^{ère} saillie :

Poids à la 1^{ère} saillie :

Saillie :

Naturelle :

Insémination artificielle :

Taureau reproducteur :

Mise bas :

Normale :

Dystocique :

Prématurée :

Produit :

Sexe :

Poids à la naissance :

PROPHYLAXIE :

Test de tuberculisation :

Diagnostic de brucellose :

Déparasitage :

Interne :

Externe :

ANTECEDANTS PATHOLOGIQUES :

Diagnostic et traitement :

ETAT D'ENGRAISSEMENT :

Annexe 3 : RECHERCHE ET DENOMBREMENT DES COLIFORMES FECAUX :

Les coliformes sont dénombrés en milieu liquide par la technique du NPP (nombre le plus probable) à l'aide du bouillon VBL (bouillon lactosé bilié au vert brillant) réparti à raison de 10ml par tubes munis d'une cloche de DURHAM.

La technique en milieu liquide fait appel à deux tests consécutifs à savoir :

- Le test de présomption : réservé à la recherche des coliformes totaux.
- Le test de confirmation : appelé encore test de MAC KENZIE et réservé à la recherche des coliformes fécaux à partir des positifs du test de présomption.

▸ Test de présomption :

Préparer dans un portoir une série de tubes contenant le milieu sélectif (VBL) à raison de trois tubes par dilution.

A partir des dilutions décimales 10^{-3} à 10^{-1} , porter aseptiquement 1ml dans chacun des trois tubes correspondant à une dilution donnée .

Chassez le gaz présent éventuellement dans les cloches de DURHAM et bien mélanger le milieu et l'inoculum.

Incubation :

L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures.

Lecture :

Sont considérés comme positifs les tubes présentant à la fois :

- ♦ Un dégagement gazeux (supérieur au 1/10 de la hauteur de la cloche),
- ♦ Un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu au jaune (ce qui constitue le témoin de la fermentation du lactose présent dans le milieu).

Ces deux caractères étant témoins de la fermentation du lactose dans les conditions opératoires décrites.

La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table de MAC GRADY qui se trouve en annexe.

Illustration :

Inoculum	VBL. Test de Présomption			Nombre Caractéristique
10^{-1}	+	+	+	3
10^{-2}	+	+	-	2
10^{-3}	-	-	+	1

Le nombre caractéristique est donc « **321** » ; ce qui correspond sur la table de MAC GRADY au nombre 15.

On considère alors qu'il y a 15 coliformes par gramme de produit à la dilution 10^{-1} .

Pour obtenir le nombre réel de coliformes totaux, il suffit de multiplier ce nombre par l'inverse de la première dilution pour revenir à 1 soit :

$15 \times 10 = \mathbf{150}$ coliformes totaux par gr de produit à analyser.

► **Test de confirmation ou test de MAC KENZIE**

Les tubes de VBL trouvés positifs lors du dénombrement des coliformes totaux feront l'objet d'un repiquage à l'aide d'une ose bouclée dans à la fois :

- Un tube de VBL muni d'une cloche et sur,
- Un tube d'eau peptonée exempte d'indole, comme l'indique le schéma n°4.

Chasser le gaz présent éventuellement dans les cloches de DURHAM et bien mélanger le milieu et l'inoculum.

Incubation :

L'incubation se fait cette fois-ci au bain marie à 44°C pendant 24 heures.

Lecture :

Sont considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois :

- ♦ Un dégagement gazeux dans les tubes de VBL,
- ♦ Un anneau rouge en surface, témoin de la production d'indole par *ESCHERICHIA COLI* après adjonction de 2 à 3 gouttes du réactif de KOWACS dans le tube d'eau peptonée exempte d'indole.

La lecture finale s'effectue également selon les prescriptions de la table de MAC GRADY en tenant compte du fait que *ESCHERICHIA COLI* à la fois producteur de gaz et d'indole à 44°C.

Annexe 4 : RECHERCHE ET DENOMBREMENT DES STREPTOCOQUES FÉCAUX :

La recherche des streptocoques fécaux ou streptocoques du groupe « D » de la classification de lancefield, se fait en milieu liquide par la technique du nombre le plus probable (NPP).

Cette technique fait appel à deux tests consécutivement à savoir :

- Le test de présomption : qui se fait sur milieu de Rothe S/C.
- Le test de confirmation : qui se fait sur milieu Eva Lytski.

➤ Test de présomption

Préparer dans un portoir une série de tubes contenant le milieu sélectif de Rothe S/C à raison de trois tubes par dilution.

A partir des dilutions décimales 10^{-3} à 10^{-1} voire 1, porter aseptiquement 1ml dans chacun des trois tubes correspondant à une dilution donnée . Bien mélanger l'inoculum dans le milieu.

Incubation : L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures.

Lecture : sont considérés comme positifs, les tubes présentant un trouble microbien.

Remarque : Aucun dénombrement ne se fait à ce stade, les tubes positifs feront l'objet d'un repiquage.

Test de confirmation

Chaque tube de Rothe positif fera donc l'objet d'un repiquage à l'aide d'une anse bouclée sur tube contenant le milieu Eva Lytski. Bien mélanger l'inoculum dans le milieu.

Incubation : L'incubation se fera à 37°C, pendant 24h.

Lecture : sont considérés comme positifs les tubes d'Eva présentant à la fois :

- Un trouble microbien et
- Une pastille blanchâtre ou violette au fond du tube.

Le nombre de streptocoques fécaux est exprimé par le NPP selon la table de Mac Grady.

Annexe 5 : RECHERCHE ET DENOMBREMENT DES CLOSTRIDIES :

Préparation du milieu :

Au moment de l'emploi faire fondre un flacon de gélose viande foie, le refroidir dans un bain d'eau à 45°C puis ajouter une ampoule d'Alun de Fer et une ampoule de sulfite de Sodium. Mélanger soigneusement et aseptiquement.

Le milieu est ainsi prêt à l'emploi, mais il faut le maintenir dans une étuve à 45°C jusqu'au moment de l'utilisation.

Ensemencement :

Les tubes contenant les dilutions 10^{-2} et 10^{-1} seront soumis :

- d'abord, à un chauffage à 80°C pendant 8 à 10 minutes,
- puis, à un refroidissement immédiat sous l'eau de robinet, dans le but d'éliminer les formes végétatives et de garder uniquement les formes sporulées.

A partir de ces dilutions, porter aseptiquement 1ml de chaque dilution en double dans deux tubes à vis stériles de 16mm de diamètre, puis ajouter environ 15ml de gélose viande foie prête à l'emploi, dans chaque tube. Laisser solidifier sur paille pendant 30 minutes.

Incubation :

Ces tubes seront ainsi incubés à 37°C pendant 16,24 ou au plus tard 48 heures.

Lecture :

La première lecture doit se faire impérativement à 16 heures, car,

- d'une part les colonies de Clostridium Sulfito-réducteurs sont envahissantes auquel cas on se trouverait en face d'un tube complètement noir rendant alors l'interprétation difficile voire impossible et l'analyse est à refaire.
- D'autre part, il faut absolument repérer toute colonie noire ayant poussé en masse et d'un diamètre supérieur à 0,5 mm.

Dans le cas où il n'y a pas de colonie caractéristique ré- incuber les tubes et effectuer une deuxième lecture au bout de 24 heures voire 48 heures.

Interprétation des résultats :

Il est donc impératif de repérer toute colonie noire, puis procéder à son identification biochimique.

Certains auteurs préconisent de casser le tube à l'aide d'une lime métallique à 1cm au dessus de la colonie suspecte et de prendre le centre de la dite colonie, car très souvent il y a développement de colonies de Staphylocoques et de Bacillus à côté, qu'on prendrait à tort pour des colonies de Clostridium Sulfito-réducteur.

Annexe 6 : Analyse physico-chimique :

pH, CARBONATES, BICARBONATES :

L'utilisation de la méthode potentiométrique pour le dosage des carbonates, bicarbonates offre de nombreux avantages. Elle évite toute erreur d'estimation particulière aux méthodes utilisant des indicateurs colorés. En outre elle est particulièrement intéressante dans le cas d'eaux troubles ou colorées.

Il s'agit du cologarithme de la concentration en ions H^+ , la présence de ces ions est due à des causes diverses, en particulier à l'ionisation de l'acide carbonique et de ces sels.

PRINCIPE :

La différence de potentiel existant entre un électrode de verre et une électrode de référence plongeant dans une même solution est fonction du pH de celle-ci.

MODE OPERATOIRE :

Rincer plusieurs fois à l'eau distillée les électrodes.

Introduire l'échantillon et la lecture sera faite après stabilisation de la valeur du pH

Les carbonates n'existant qu'à pH 8,3 et les bicarbonates si le pH est compris entre 4,4 et 8,3. Au cours d'un dosage acimétrique doublé d'une mesure de pH, à quel moment ces ions sont encore présents ou non dans l'échantillon.

MESURE DE LA CONDUCTIVITE :

Le conductimètre est un pont de Wheatstone modifié (pont de Kohlrausch). Pour éviter la polarité des électrodes, on utilise une source de tension alternative, de fréquence élevée (de l'ordre de 1000 hertz) de façon que le déplacement global, des charges, soit nul, chaque demi-période annulant la précédente.

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprises entre deux électrodes métalliques de 1cm^2 de surface et séparées l'une de l'autre de 1cm.

La conductivité électrique (κ) s'exprime en siemens par mètre (S/m) ou par ces sous multiples ($\mu\text{S/cm}^{-1}$).

MODE OPERATOIRE :

Rincer plusieurs fois la cellule de conductivité, d'abord avec de l'eau distillée puis en la plongeant dans un récipient contenant de l'eau à examiner, faire la mesure en agitant bien la solution afin que la concentration ionique entre les électrodes soient identiques.

Prendre en même temps la température de l'échantillon.

MESURE DE LA TURBIDITE :

La turbidité est mesurée à l'aide d'un turbidimètre.

Un faisceau lumineux traverse la cuve de mesure ; la lumière diffusée latéralement par les particules en suspension est reçue par une cellule de mesure. Son intensité augmente proportionnellement avec le nombre de particules. La valeur mesurée après passage dans un amplificateur de compensation est délivrée à un indicateur.

La mesure est effectuée à la longueur d'onde de 860 nm. La source lumineuse est une lampe au tungstène équipée de monochromateurs ou de filtres.

DOSAGE DU CALCIUM, SODIUM ET DU POTASIUUM PAR PHOTOMETRIE DE FLAMME :

PRINCIPE :

Les ions en solution sont portés, au moyen d'une flamme de température convenable à un niveau énergétique supérieur à la normal (on dit que les atomes sont excités par la flamme). Libérés de la flamme, ils restituent l'énergie acquise en émettant une radiation caractéristique de l'élément. On pulvérise donc au moyen d'un gicleur, la solution à doser une flamme de température déterminée par l'élément que l'on recherche. On sélectionne la radiation attendue au moyen d'un filtre. L'intensité de la radiation est proportionnelle à la concentration de l'élément présent dans la solution. On établit donc une gamme étalon pour chaque élément dosé et l'on s'y réfère pour déterminer une concentration inconnue. Le sodium et le potassium sont dosés à partir de la même solution étalon à des sensibilités différentes du photomètre de flamme. Le calcium est dosé par sa gamme étalon propre.

DOSAGE DU LA DURTE DE L'EAU PAR COMPLEXOMETRIE :

PRINCIPE:

Le sel disodique de l'acide éthylène Diamino Tétra Acétique cristallisé avec H_2O , appelé aussi compléxon ou versénate forme avec un nombre de cation des compléxes dont la stabilité dépend essentiellement du pH.

MODE OPERATOIRE :

TITRE DE L'E.D.T.A

- Le dosage de L'E.D.T.A s'impose à chaque fois que le remplissage du flacon doseur est fait. On prépare une solution de $CaCO_3$ à 1g/l (attaque de 1g de $CaCO_3$ par HCl dilué puis ajuster à 1 litre par de l'eau distillée. Le $CaCO_3$ doit avoir été sèche à l'étude puis refroidi au dessiccateur). On prélève 10ml qui seront dosés en même temps que les échantillons. Cette solution contient 20mé/l de Ca^{++} .
- Les PE ayant été placés dans des béchers de 50ml on y ajoute systématiquement 2ml de Tampon (Ca/Mg) et 2ml de NaOH (Ca) et une pincée d'indicateur ; la solution prend une teinte rose (Ca/Mg) et rouge (Ca).
- La solution étalon de Ca^{++} et les échantillons ainsi préparés sont alors traités de manière identique. L'E.D.T.A étant placé dans la burette, on verse jusqu'au virage du rose au bleu en maintenant une agitation dans le bécher. On notera soigneusement le volume V_1 d'E.D.T.A nécessaire pour faire virer la solution étalon de Ca^{++} et les volumes V_2 d'EDTA nécessaire pour faire virer les échantillons.

DOSAGE DES CHLORURES :

PRINCIPE

Les chlorures, en présence du thiocyanate mercurique et de l'alun ferrique donnent en milieu nitrique acide un complexe coloré orange susceptible d'un dosage colorimétrique à la longueur d'onde de 470nm.

MODE OPERATOIRE :

- On place les PE (5ml) dans des erlens de 50ml. Les PE des solutions étalons, le témoin (H_2O) et les échantillons sont alors traités de manière identique à savoir :
- On ajoute dans l'ordre 15ml de la solution de thiocyanate mercurique préalablement diluée au 1/3 puis 15ml de la solution nitrique d'alun ferrique également diluée au 1/6.

- On agite vigoureusement les erlens pour uniformiser la coloration qui apparaît et on laisse au repos pendant 1/2 heure.
- On effectue les lectures au colorimètre à la longueur d'onde de 470nm en réglant le zéro avec le témoin.

Expression des résultats :

La courbe d'étalonnage donne directement la teneur en chlorures en mg/l.

DOSAGE DES SULFATES :

PRINCIPE :

Les sulfates sont précipités sous forme de sulfate de baryum par le chlorure de baryum. Le précipité ainsi obtenu, très fin est stabilisé par la gélatine. On effectue sur le trouble une mesure turbidimétrique à la longueur d'onde de 495nm.

MODE OPERATOIRE :

- On place les PE (5ml) dans des erlens de 50ml.
- Les PE des solutions étalons, le témoin (H₂O) et les échantillons sont alors traités de manière identique à savoir :
- On ajoute à chaque PE, 20ml de la solution de BaSO₄ et de gélatine préalablement diluée au 1/6.
 - On agite pour uniformiser le trouble et on laisse au repos pendant 20 minutes jusqu'à la mesure. Une nouvelle agitation aurait comme conséquences la formation de bulles d'air et par conséquent une perturbation des mesures.
 - On effectue les lectures au colorimètre à la longueur d'onde de 495nm en réglant le zéro avec le témoin.

Expression des résultats :

La courbe d'étalonnage donne directement la teneur en sulfates exprimés en mg/l.

DOSAGE DES PHOSPHATES (PO₄⁻³) :

PRINCIPE :

Le molybdate d'ammonium MoA (NH₄)₄H₂O réagit en milieu acide en présence de phosphate en donnant un complexe phosphomolybdique qui réduit par l'acide ascorbique développe une coloration bleue (bleu de molybdène) susceptible d'un dosage colorimétrique.

MODE OPERATOIRE :

Au moment du dosage mélanger les 2 réactifs (solution molybdique et la solution d'acide ascorbique) dans des proportions suivantes :

3 Volumes de la solution molybdique

1 Volume de la solution d'acide ascorbique

Effectuer les réactions dans des tubes à essai

- 20ml de prise d'essai
- 5ml du réactif mélangé

Porter au bain marie à 80°C durant 10mn

Laisser refroidir et mesurer l'absorption à 825nm.

DOSAGE DES NITRATES :

PRINCIPE :

Les nitrates sont réduits en nitrites par une solution d'hydrazine en milieu alcalin et en présence de sulfate de cuivre comme catalyseur.

Les nitrites obtenus sont alors dosés par colorimétrie : diazotation avec l'acide sulfanilique et copulation avec l'α-Naphtylamine. On mesure la densité du colorant ainsi formé à 520nm.

MODE OPERATOIRE :

Dans un erlen de 100ml, ou mieux dans un flacon en verre brun de 100ml, introduire :

- PE = 1ml
- Solution de soude 0,05M = 5ml
- Mélange Réducteur = 5ml

Agiter après chaque addition et attendre 1heure avant d'ajouter :

- Mélange colorant = 40ml

Laisser la coloration se développer dans l'obscurité pendant ¼ heure. Mesurer sa densité à 520nm.

Le passage au colorimètre ne doit intervenir que juste avant la mesure optique afin que la solution soit exposée un minimum de temps à la lumière à laquelle elle est très sensible.

La réduction des nitrates est partielle et varie avec le temps et la température. Il importe donc que la mesure des échantillons soit toujours accompagnée d'une mesure des solutions étalons, traitées dans les mêmes conditions.

DOSAGE DES NITRITES :

PRINCIPE :

Par diazotation des nitrites avec l'acide sulfanilique à pH 2,5 puis par copulation du composé formé avec l'α-Naphtylamine (réactif de Griess), on obtient un colorant azoïque rouge stable au moins 12 heures dont on mesure l'intensité à 520nm.

MODE OPERATOIRE :

Si l'échantillon est coloré par des acides humiques, on l'acidifie par l'acide sulfurique (1ml/l d'acide sulfurique) et on filtre.

- 50ml de prise d'essai
- 1ml de solution d'E.D.T.A
- 1ml d'acide sulfanilique

Agiter et attendre 10mn

- 1ml l'α-Naphtylamine
- 1ml de la solution de tampon acétate

Agiter et attendre 30mn

Effectuer la mesure colorimétrique à 520nm

La droite étalon est obtenue avec des étalons préparés à partir de la solution à 1mg/l.

DOSAGE DE L' AMMONIUM :

PRINCIPE :

L'ammonium, en milieu alcalin et en présence d'hypochlorite de sodium donne avec le phénol une coloration bleue (réaction de Berthelot).

On utilise du nitroprussiate de sodium comme catalyseur.

On évite les précipitations à ce pH par addition de tartrate et de citrate de sodium.

La quantité d'hypochlorite doit être ajustée avec soin. Si l'hypochlorite est en défaut, la coloration se développe mal et irrégulièrement. S'il est en excès, il peut attaquer des

composés azotés organique qui peuvent perdre leur groupement NH pour donner des aldéhydes et de l'ammoniac. Il peut causer la chlorination du phénol qui entraîne une perte d'hypochlorite et provoque l'apparition de phénols insolubles.

MODE OPERATOIRE :

Si l'échantillon est coloré par des acides humiques, on l'acidifie par de l'acide sulfurique (1ml d'acide sulfurique concentré) et on filtre.

La réaction calorimétrique s'effectue en opérant le mélange suivant :

PE : 20ml

Réactif mélange : 2ml

Hypochlorite à 2° CI : 0,5ml

La coloration bleue se développe à partir du moment où l'on ajoute l'hypochlorite.

On laisse les flacons à l'obscurité pendant une heure et demie. La coloration reste stable plusieurs heures.

On effectue la mesure calorimétrique à 625nm.



RESULTATS :

- La teneur en matière grasse du lait exprimée en grammes au litre.

c- DENSITE DU LAIT

MATERIEL :

- Lactodensimètre.
- Thermomètre.
- Eprouvette à bec de 250ml.

MODE OPERATOIRE :

Le lait si nécessaire, est amené à une température voisine de 20°C, ou bien 15°C et versé doucement dans l'éprouvette en le faisant couler le long de la paroi pour éviter la formation de mousse, remplir l'éprouvette jusqu'au haut de manière que le lait déborde légèrement pour entraîner les traces de mousse qui pourrait gêner la lecture.

Plonger alors le lactodensimètre dans le lait en le retenant jusqu'au voisinage de l'équilibre. Prendre la température de lait dans l'éprouvette.

Noter la densité lue et la température.

RESULTAT :

La densité d'un lait normal se situe vers 1,032 à 1,034 si la lecture a été faite à une température supérieure à 20°C ou 15°C augmenter le chiffre de la densité de 0,2°C.

Rapport d'un certain volume de lait

NB : Densité = $\frac{\text{Rapport d'un certain volume de lait}}{\text{Rapport du même volume d'eau.}}$ g / cm³

Rapport du même volume d'eau.

Ce rapport doit se faire à température et pression constante.

d- DETERMINATION DE L'EXTRAIT SEC AZOTE

Détermination de la matière sèche :

Par teneur en matière sèche du lait, il faut entendre la masse exprimée en pourcentage pondéral du résidu obtenu après dessiccation.

Principe :

Dessiccation par évaporation d'un certain volume de lait et pesée du résidu.

Matériel :

- Capsule de diamètre 60mm.
- Baguette en verre.
- Papier buvard.

Appareils :

- Balance analytique de 200 gr.
- Excicateur garni d'un bon déshydratant.

Mode opératoire :

Préparation de l'échantillon :

Avant l'analyse, porter l'échantillon à 20° ± 2 et le mélanger soigneusement.

Si l'on obtient pas une bonne répartition de la matière grasse chauffer lentement l'échantillon à 40°, le mélange soigneusement et le refroidir à 20° ± 2.

Dosage :

- Sécher le capsule et le couvercle à 100° ± 2 pendant 1heure.
- Placer la capsule couverte dans un excicateur, laisser refroidir ½ heure et peser.

Annexe 10 :

a- Analyse de la qualité de lait : ACIDITE du LAIT (exprimée en degrés Dornic)

PRINCIPE :

Le lait renferme de l'acide lactique, qui est titré par la soude dornic en présence de la phénolphaléine comme indicateur, cet acide provient de la fermentation du lactose du lait par les micro-organismes.

MATERIEL :

- Acidimètre dornic.
- Pipette de 10 ml.
- Bêcher de 150 ml.
- Indicateur (phénolphaléine, solution alcoolisée 1%).

MODE OPERATOIRE :

Introduire dans un bêcher 10 ml de lait, ajouter 4 à 5 gouttes de la phénolphaléine et titrer à l'aide de la soude Dornic jusqu'à coloration légèrement rose, en laissant tomber goutte à goutte la solution de soude dans le bêcher en remuant constamment, la coloration rose doit persister 10 secondes.

On mesure l'acidité du lait en opérant sur 10 ml de lait pour avoir la correspondance de 0,1 ml de soude N/9 en acide lactique par litre, il suffit et multiplier le résultat par 10.

REACTION CHIMIQUE :



b- DOSAGE DE LA MATIERE GRASSE (METHODE ACIDO BUTYROMETRIQUE (GERBER))

PRINCIPE :

Séparation de la matière grasse du lait par centrifugation, dans un butyromètre, après attaque des éléments du lait, matière grasse exceptée, par l'acide sulfurique. La séparation de la matière grasse est favorisée par l'addition d'une petite quantité d'alcool isoamylique.

MODE OPERATOIRE :

- Introduire dans le butyromètre GERBER, en prenant soin de ne pas mailer le col.
- 10 ml d'acide sulfurique GERBER ($d = 1,825$) avec précaution.
- 11 ml de lait en veillant qu'il ne se mélange pas à l'acide.
- 1 ml d'alcool isoamylique.
- Tenir alors le butyromètre avec un chiffon et boucher à fond mélanger par retournements successifs jusqu'à dissolution complète de la matière protéique et porter dans la centrifugeuse pendant que le contenu du butyromètre est chaud.
- Centrifuger pendant 5 mn (équilibrer les butyromètres de par deux), puis plonger le butyromètre dans un bain-marie à 70° (la tige graduée renfermant la matière grasse soit immergée) pendant quelques minutes.
- Faire rapidement la lecture (en moins de 10 secondes).

**Le Phosphore :**

$$P\% = n.v.V/u.p.104$$

Soit

n : la concentration de P en ppm (à partir de la gamme d'étalonnage).

v : Volume colorimètre (v = 25ml).

u : Volume de la prise d'essai de la solution à doser (u = 5ml).

p : Poids de la poudre végétale (p = 2g).

v : Volume de la solution d'extraction (v = 100ml).

Annexe 9 : Détermination des minéraux :

Mode opératoire :

Peser 1g de l'aliment sèche et broyé dans une capsule en porcelaine, disposer la dans un four, élever la température à 450°C en 2 heures et la maintenir 2 heures, laisser refroidir.

- Humidifier par quelques gouttes d'eau distillée.
- Ajouter 2ml d'acide nitrique, faire évaporer sur plaque chauffante à 100-130°C, jusqu'à l'apparition des premières vapeurs.
- Reprendre par 5ml d'acide chlorhydrique .
- Filtrer et transférer dans une fiole de 100ml.
- Rincer la capsule 3 ou 4 fois à l'eau tiède (30°-40°).
- Compléter le volume à 100ml avec de l'eau distillée.

Dosage des éléments minéraux :

Le mode déminéralisation décrit ci-dessus est utilisé pour le dosage du :

Ca, Na, K par spectrophotométrie en flamme.

Le MG et les oligo-éléments : Fer, Zn, Cu, Co et Mn par spectrophotométrie d'absorption atomique.

Le phosphore par colorimétrie.

Etalonnage :

A partir de solutions mères des différents éléments, préparer une série de dilutions permettant d'obtenir une gamme de solutions étalons.

Comprises entre 1,2,5,10,15 et 20.

Régler la sensibilité de l'appareil à une longueur d'onde.

Ca —————> 422,67nm.

Na —————> 589,0

K —————> 766,5

Mg —————> 285,2

Fer —————> 248,3

Zn —————> 213,8

Cu —————> 324,75

Co —————> 240,7

Mn —————> 279,5

PB —————> 283,3

Effectuer les lectures, tracer la courbe d'étalonnage.

Pour : Ca, Na, K, Mg sont calculés en p. cent de la MS (% MS), et pour les oligo-éléments

Fer, Zn, Cu, Co, Mn et pb sont calculés en ppm de la MS.

- Le calcul de la teneur en éléments se fait par les formules suivantes :

Pour les oligo-éléments Mn, Zn, Fe et Cu sont calculés en ppm de la MS donc :

$$EM\% = n.d.v/p.104$$

$$EM (ppm) = n.d.v/p$$

Soit : n : La concentration de P en ppm (à partir de la gamme d'étalonnage).

p : Poids de la poudre végétale (p = 2g).

v : Volume de la solution d'extraction (V = 100ml).

d : Facteur de dilution

Annexe 8 : Détermination de la cellulose brute (CB) :

La teneur en CB est déterminée par la méthode conventionnelle de WEENDE, où les matières cellulosiques constituent le résidu organique obtenu après 2 hydrolyses successives, l'une en milieu acide et l'autre en milieu alcalin.

Peser 1g d'échantillon, l'introduire dans un ballon de 500ml muni d'un réfrigérant rodé sur le goulot, ajouter 100ml d'une solution aqueuse bouillante contenant 12,5g d'acide sulfurique pour 1litre, chauffer pour obtenir une ébullition rapide et maintenir celle-ci pendant 30mm exactement, agiter régulièrement le ballon pendant l'hydrolyse, séparer le ballon du réfrigérant, transvaser dans 1 ou plusieurs tubes de centrifugeuse en conservant la plus grande quantité possible de produit dans le ballon, centrifuger jusqu'à clarification totale du liquide, séparer celui-ci et laver chaque fois jusqu'à ce que les eaux du lavage ne soient plus acides, introduire le résidu dans le même ballon en le détachant du tube à centrifuger avec 100ml de solution bouillante contenant 12,5g de soude pour 1 litre, faire bouillir durant 30mm exactement, filtrer sur creuset (de porosité 1 ou 2) préalablement pesé, passer le creuset + le résidu à l'étuve réglée à 105°C jusqu'au poids constant. Après refroidissement au dessiccateur, peser puis incinérer dans le four à moufle à 400°C durant 5h, refroidir au dessiccateur et peser à nouveau.

La différence de poids entre les 2 pesées représente les matières cellulosiques. Une grande partie de cellulose vraie, une partie de la lignine et des résidus d'hémicellulose.

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

A : Poids du creuset + résidus après dessiccation.

B : Poids du creuset + résidus après incinération.

C : Poids de l'échantillon de départ.

Annexe 7 : Analyse de la valeur nutritive des aliments :

Détermination des matières azotées totales (MAT) :

L'azote est dosé par la méthode de KJELDHAL.

- **Minéralisation :**

Opérer sur un échantillon de 0,5 à 2g (selon l'importance de l'azote dans l'échantillon), l'introduire dans un matras de 250ml, ajouter 2g de catalyseur (250g de K_2SO_4 , 250g de $CUSO_4$, et 5g de Se) et 20ml d'acide sulfurique pure (densité = 1,84) ; porter le matras sur le support d'attaque et chauffer jusqu'à décoloration du liquide ou l'obtention d'une coloration verte stable, laisser refroidir, puis ajouter peu à peu avec précaution 200ml d'eau en agitant et en le refroidissant sous un courant d'eau.

- **Distillation :**

Transvaser 10 à 50ml du contenu du matras dans l'appareil distillatoire (BUCHI).

Rincer la burette graduée dans un bêcher destiné à recueillir le distillat, introduire 20ml de l'indicateur composé de :

Pour 1 litre de solution :

- 20g d'acide borique.
- 200ml d'éthanol absolu.
- 10ml d'indicateur contenant :

1
* $\frac{\quad}{4}$ de rouge de méthyle à 0,2% dans l'alcool à 95°.

3
* $\frac{\quad}{4}$ de vert de bromocrésol à 0,1% dans l'alcool à 95°.

verser lentement dans le matras de l'appareil de distillation 50ml de lessive de soude (densité=1,33), mettre en marche l'appareil, laisser l'attaque se faire jusqu'à obtention d'un volume de distillat de 100ml au moins, tirer en retour par de l'acide sulfurique

$\frac{N}{20}$ ou $\frac{N}{50}$ jusqu'à obtenir de nouveau la couleur initiale de l'indicateur.

1ml d' H_2SO_4 1N Π 0,014g d'N

1ml d' H_2SO_4 $\frac{\quad}{20}$ Π 0,0007g d'N

$Ng = X. \frac{0,0007}{Y} \times 100 \times \frac{A}{200}$

X : Descente de burette (ml).
Y : Poids de l'échantillon du départ.
A : Volume de la prise d'essai.
Teneur en MAT % MS = Ng x 6,25.

- Mesurer exactement 10ml de l'échantillon dans la capsule.
- Placer la capsule et le couvercle dans une étuve à dessiccation à $102^{\circ} \pm 2$ pendant 5 heures, le couvercle doit être placé à côté de la capsule.
- Couvrir la capsule avec le couvercle, et la placer dans l'excipateur pendant ½ heure et peser.

Résultats : Méthode de calcul :

$$\text{Teneur en matière sèche par litre} = 1000 \times \left(\frac{P-P}{10} \right)$$

P = Poids de la capsule après dessiccation. **P** = Poids de la capsule vide.

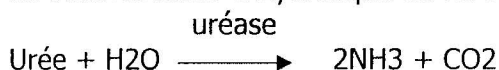
L'écart maximum entre deux déterminations parallèles ne doit pas dépasser 0,05 % de la matière sèche.

Annexe 11 : Analyse des paramètres biochimiques :

a - Détermination de l'urée : (Réaction de Berthelot modifiée)

Principe :

La détermination enzymatique de l'urée se fait selon la réaction suivante :



Les ions ammonium réagissent, en milieu alcalin, avec le salicylate et l'hypochlorite pour former un indophénol (2,2 dicarboxylindophénol) de couleur verte.

Mode opératoire :

Dans trois tubes, on met respectivement dans le premier (blanc réactif) 1 ml de la solution de travail (réactif 2 + réactif 3), dans le second (étalon) sont mélangés 10 µL réactif 1 et 1 ml de la solution de travail ; enfin dans le dernier tube (dosage), on mélange 10 µL de plasma et 1 ml de la solution de travail.

Les trois tubes sont incubés 5 mn à 20-25°C, puis 200 µL du réactif 4 sont ajoutés à chaque tube. L'incubation à 20-25°C dure 10 mn, on photomètre à 580 nm.

Réactifs :

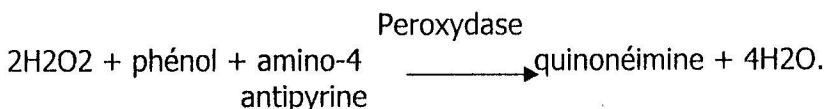
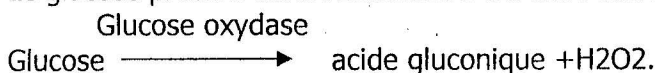
Réactif 1 : (étalon) : urée. 8,33 mmol/L

Réactif 2 : (enzyme) : uréase > 5000 U/L.

b- Détermination du glucose :

Principe :

Le glucose présent dans l'échantillon est dosé selon le schéma réactionnel suivant :



Mode opératoire :

Dans trois tubes on met respectivement dans le premier (blanc réactif) (1 ml), dans le second (étalon), sont mélangés 10 ml de l'étalon et 1 ml du réactif de travail ; enfin dans le dernier tube (dosage), on mélange 10 ml de plasma et 1 ml du réactif de travail.

Les trois tubes sont incubés 20 mn à 20-25°C.

Par la suite, on photomètre à 505 nm.

Réactif :

Tampon phosphate pH 6,5	225 mmol/L.
Amino-4-antipyrine	0,3 mmol/L.
Phénol	8,5 mmol/L.
EDTA	5 mmol/L.
Peroxydase	≥ 300 U/L.
Glucose oxydase	≥ 10000 U/L.

c- Détermination de l'Albumine :

Principe :

Dosage colorimétrique de l'Albumine sérique avec le vert de bromo-cresol (BCG) à pH 4,2.

Mode opératoire :

Dans trois tubes, on met respectivement dans le premier (blanc réactif) 5 ml du réactif de travail (réactif 2), dans le second (étalon), sont mélangés 20 ml du réactif 1 et 5 ml du réactif

du travail, en fin dans le dernier tube (dosage) on mélange 20ml de plasma et 5ml du réactif de travail.

Les trois tubes sont alors photométrés après 5mn à une longueur d'onde de 628nm.

Réactifs :

Réactif1 : (étalon)

Albumine bovine → 50g/L.

Réactif2 : (réactif du coloration)

Vert de bromo-cresol → 0,14g/L

Tampon succinate pH 4,2 → 5 mmol/L

Brij 35 → 7ml/L

Merthiolate de Sodium → 0,01%

d- Détermination des protéines totales :

Principe :

Dosage colorimétrique des protéines sériques selon une réaction du type Biuret (sels de cuivre en milieu alcalin).

Mode opératoire :

Dans trois tubes, on met respectivement dans le premier (blanc réactif) 50 ml du réactif de travail (réactif 2 + réactif 3), dans le second (étalon), sont mélangés 0,1ml du réactif 1 et 5ml du réactif du travail, en fin dans le dernier tube (dosage) on mélange 0,1ml de plasma et 5ml du réactif de travail.

Les trois tubes sont alors photométrés après 5mn à 545nm.

Réactifs :

Réactif1 : (étalon)

Albumine bovine → 100g/L.

Réactif2 : (réactif alcalin)

Tartrate de Sodium et de Potassium → 9g/L.

Hydroxyde de Sodium → 0,2 mmol/L.

Iodure de Potassium → 5g/L.

Réactif3 : (réactif coloration)

Sulfate de cuivre → 150g/L.

e- Créatinine :

Principe :

Dosage cinétique de la créatinine, sans déprotéinisation ; mesure pendant une minute du composé formé par la créatinine et l'acide picrique en milieu alcalin.

Dans deux tubes, on met respectivement dans le premier 1ml de réactif1 et 1ml de réactif2 qui seront mélangés.

Enfin dans le dernier tube (dosage), on mélange 100ml de plasma et 1ml du réactif du travail.

Les trois tubes sont alors photométrés après 20 et 80 secondes.

Réactifs :

Réactif1 : (étalon).

Créatinine $\longrightarrow$ 132,6 $\mu\text{mol} / \text{L}$.
15mg / L – 1,5mg / 100ml.

Réactif 2 : Acide picrique $\longrightarrow$ 8,8 mmol / L.

Réactif3 : Soude $\longrightarrow$ 0,4 mol / L.

Phosphate de sodium 50 mmol /L.

Réactif irritant :

R 36 / 38 : Irritant pour les yeux et la peau.

f- Détermination du calcium :**Principe :**

Dosage colorimétrique du Calcium, sans déprotéinisation, avec l'indicateur bleu de méthylthymol. La présence 8 hydroxyquinoléine évite l'interférence des ions Mg^{2+} jusqu'à la concentration de 4 mmol/L (100mg/L).

Mode opératoire :

Dans trois tubes, on met respectivement dans le premier (blanc réactif) 5 ml de réactif de travail (réactif 2 + réactif 3), dans le second (étalon) sont mélangés 50ml de réactif du travail ; enfin dans le dernier tube (dosage), on mélange 50ml du réactif du travail. Les trois tubes sont alors photométrés après 1mn avec une longueur d'onde de 612nm.

Réactifs :

Réactif1 : (étalon)

Calcium $\longrightarrow$ 2,5 mmol /L

Réactif2 : (réactif de coloration)

Bleu de méthylthymol $\longrightarrow$ 80mg/L

8-hydroxyquinoléine

Réactif3 : (réactif alcalin)

Réactif pH > 11

Monoéthanolamine $\longrightarrow$ 200ml/L

g- Détermination du phosphore :**Principe :**

Dosage colorimétrique, sans déprotéinisation, du phosphore sérique avec un monoréactif conduisant à un complexe phosphomolybdique en présence d'un réducteur (sulfate ferreux).

Mode opératoire :

Dans trois tubes, on met respectivement dans le premier (blanc réactif) 100 ml d'eau distillée et 2,5ml de réactif de travail (réactif 2 + réactif 3), dans chaque tube et dans le dernier tube (dosage) on met 100ml de l'échantillon à dose (plasma).

Les trois tubes sont alors incubés 10mn à 20-25°C. On photomètre par la suite, à 690nm.

Réactifs :

Réactif1 : (étalon)

Phosphore $\longrightarrow$ 1,61 mmol /L

Azoture de sodium $\longrightarrow$ 1g /L

Réactif 2 : (réducteur)

Acide sulfurique ———→ 1,06n
Sulfate ferreux ammoniacal ———→ 100g /L
Nitrate ferrique ———→ 2g /L

Réactif3 : (réactif de coloration)

Acide sulfurique ———→ 1,05n
Hepata-molybdate d'ammonium ———→ 4,5g /L

h- Détermination du magnésium :

Principe :

Dosage colorimétrique du Magnésium, sans déprotéinisation par réaction avec la calmagite. La présence d'EGTA supprime l'interférence du Calcium jusqu'à 3,8 mmol/L (150mg/L).

Mode opératoire :

Dans trois tubes, on met respectivement dans le premier (blanc réactif) 50 ml d'eau distillée et 2,5ml de réactif de travail (réactif 2 + réactif 3), dans le second (étalon), sont mélangés 50ml du réactif 1 et 2,5ml du réactif du travail, en fin dans le dernier tube (dosage) on mélange 50ml de plasma et 2,5ml du réactif de travail.

Les trois tubes sont alors photométrés après 1mn à 520nm. à 690nm.

Réactifs :

Réactif1 : (étalon)

Sulfate de Magnésium ———→ 1,03 mmol/L

Réactif 2 : (réactif de coloration)

Calmagite ———→ 160mg/L

Réactif3 : (réactif alcalin)

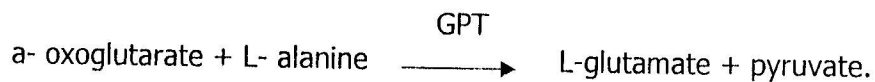
Réactif pH ≥ 11

Monoéthanolamine ———→ 200ml/L.

i- Détermination des transaminases :

Principe :

L'Alanine aminotransférase est déterminée en suivant la concentration de pyruvate hydrazone formée à partir de 2,4 dinitrophénylhydrazine.



Mode opératoire :

Dans deux tubes, on met respectivement dans le premier (réactif1) 1ml du substrat TGO et dans le second (réactif2) 1ml du substrat TGP.

Les deux tubes sont alors incubés 5mn à 37°C.

On rajoute le dosage dans les deux tubes à raison de 0,2ml.

Les deux tubes sont alors incubés pendant 1heure pour le premier et 30 minutes pour le second à 37°C.

On rajoute le réactif 3 à raison de 1ml dans les 2 tubes.

On laisse les deux tubes pendant 20 mn à température ambiante.

- On rajoute la soude 0,4 N à raison de 10ml dans les 2 tubes.
Les deux tubes sont photomètres 5 mn après à une longueur de 505 mn.

Réactifs :

Réactif 1 : (Substrat TGO).

Tampon phosphate 85 mmol / L.

PH 7,5

Aspartate —————▶ 200 mmol / L.

Acétoglutarate —————▶ 2 mmol / L.

Réactif 2 : (Substrat TGP).

Tampon phosphate —————▶ 95 mmol / L.

PH 7,5

Alanine —————▶ 200 mmol / L.

Acétoglutarate —————▶ 2 mmol / L.

Réactif 3 : (Réactif de coloration).

2,4 dinitrophényl- hydrazine —————▶ 1 mmol / L.



Annexe 12 : Calcul des rations :

Exploitation LAH... :

A : Période de septembre.

Apports nutritifs	Foin de prairie (quantité ingérée) 08 kg	Luzerne déshydratée 2,5 kg	Concentré (quantité ingérée) 08 kg	Apports totaux / VL / jour 18,50	Déduction des besoins d'entretien	Disponibilité pour la production laitière (1)	Besoins pour 1 kg de lait (2)	Production de lait permise par la ration = (1) / (2)
MS (en kg)	7,12	2,4	7,12	16,64				
UFL (/kg de MS)	4,34	1,60	6,62	12,56	4,4	8,16	0,43	18,98
MAD (en g)	267,71	252	682,80	1202,51	300	902,51	60,0	15,04
Ca (en g)	29,9	32,66	60,09	122,65	30	92,65	3,5	26,47
P (en g)	14,24	7,2	45,14	66,58	22,5	44,08	1,8	24,48

B : Période d'octobre.

Apports nutritifs	Foin de prairie (quantité ingérée) 05 kg	betterave 10 kg	Concentré (quantité ingérée) 08 kg	Apports totaux / VL / jour 23	Déduction des besoins d'entretien	Disponibilité pour la production laitière (1)	Besoins pour 1 kg de lait (2)	Production de lait permise par la ration = (1) / (2)
MS (en kg)	4,45	1,1	7,12	12,67				
UFL (/kg de MS)	2,71	1,11	6,62	10,44	4,4	6,04	0,43	14,05
MAD (en g)	167,32	50,45	682,80	900,57	300	600,57	60,0	10,01
Ca (en g)	18,69	6,67	60,09	85,45	30	55,45	3,5	15,84
P (en g)	8,9	1,21	45,14	55,25	22,5	32,75	1,8	18,19

C : Période de novembre - décembre.

Apports nutritifs	Prairie 1 (quantité ingérée) 25 kg	Concentré (quantité ingérée) 08 kg	Apports totaux / VL / jour 33 kg	Déduction des besoins d'entretien	Disponibilité pour la production laitière (1)	Besoins pour 1 kg de lait (2)	Production de lait permise par la ration = (1) / (2)
MS (en kg)	04	7,12	11,12				
UFL (/kg de MS)	3,60	6,62	10,22	4,4	5,82	0,43	13,53
MAD (en g)	588,84	682,80	1271,64	300	971,64	60,0	16,19
Ca (en g)	23,2	60,09	83,29	30	53,29	3,5	15,22
P (en g)	18	45,14	63,14	22,5	40,64	1,8	22,57

D : Période de janvier.

Apports nutritifs	Prairie 2 (quantité ingérée) 25 kg	Carotte 08 kg	Concentré (quantité ingérée) 08 kg	Apports totaux / VL / jour 41	Déduction des besoins d'entretien	Disponibilit é pour la production laitière (1)	Besoins pour 1 kg de lait (2)	Production de lait permise par la ration = (1) / (2)
MS (en kg)	3,5	1,68	7,12	12,30				
UFL (/kg de MS)	3,08	1,74	6,62	11,44	4,4	7,04	0,43	16,37
MAD (en g)	479,15	96,16	682,80	1258,11	300	958,11	60,0	15,96
Ca (en g)	22,89	2,35	60,09	85,33	30	55,33	3,5	15,80
P (en g)	8,75	5,37	45,14	59,26	22,5	36,76	1,8	20,42

E : Période de février.

Apports nutritifs	Prairie 3 (quantité ingérée) 28 kg	Carotte 10 kg	Concentré (quantité ingérée) 08 kg	Apports totaux / VL / jour 46	Déduction des besoins d'entretien	Disponibilit é pour la production laitière (1)	Besoins pour 1 kg de lait (2)	Production de lait permise par la ration = (1) / (2)
MS (en kg)	3,64	2,1	7,12	12,86				
UFL (/kg de MS)	3,02	2,26	6,62	11,9	4,4	7,5	0,43	17,44
MAD (en g)	493,72	120,2	682,80	1296,72	300	996,72	60,0	16,61
Ca (en g)	32,57	2,94	60,09	95,61	30	65,61	3,5	18,74
P (en g)	12,01	6,72	45,14	63,87	22,5	41,37	1,8	22,98

F : Période de mars.

Apports nutritifs	Luzerne vert (quantité ingérée) 26 kg	Carotte 08 kg	Concentré (quantité ingérée) 08 kg	Apports totaux / VL / jour 42	Déduction des besoins d'entretien	Disponibilit é pour la production laitière (1)	Besoins pour 1 kg de lait (2)	Production de lait permise par la ration = (1) / (2)
MS (en kg)	5,46	1,68	7,12	14,26				
UFL (/kg de MS)	4,36	1,74	6,62	12,72	4,4	8,32	0,43	19,34
MAD (en g)	1018,56	96,16	682,80	1797,52	300	1497,52	60,0	24,95
Ca (en g)	41,71	2,35	60,09	104,15	30	74,15	3,5	21,18
P (en g)	23,47	5,37	45,14	73,98	22,5	51,48	1,8	28,60

Q : Période d'avril.

Apports nutritifs	Prairie 4 (quantité ingérée) 26,5 kg	Carotte 08 kg	Concentré (quantité ingérée) 08 kg	Apports totaux / VL / jour 42,5	Déduction des besoins d'entretien	Disponibilit é pour la production laitière (1)	Besoins pour 1 kg de lait (2)	Production de lait permise par la ration = (1) / (2)
MS (en kg)	3,97	1,68	7,12	12,77				
UFL (/kg de MS)	2,58	1,74	6,62	10,94	4,4	6,54	0,43	15,21
MAD (en g)	279,09	96,16	682,80	1058,05	300	758,05	60,0	12,63
Ca (en g)	31,52	2,35	60,09	93,96	30	63,96	3,5	18,27
P (en g)	12,70	5,37	45,14	63,21	22,5	40,71	1,8	22,61

P : Période de mai.

Apports nutritifs	Prairie 4 (quantité ingérée) 15 kg	Carotte 08 kg	Concentré (quantité ingérée) 08 kg	Apports totaux / VL / jour 31	Déduction des besoins d'entretien	Disponibilit é pour la production laitière (1)	Besoins pour 1 kg de lait (2)	Production de lait permise par la ration = (1) / (2)
MS (en kg)	2,85	1,68	7,12	12,60				
UFL (/kg de MS)	2,45	1,74	6,62	10,81	4,4	6,41	0,43	14,91
MAD (en g)	385,43	96,16	682,80	1164,39	300	864,39	60,0	14,40
Ca (en g)	28,32	2,35	60,09	90,76	30	60,76	3,5	17,36
P (en g)	10,45	5,37	45,14	61,05	22,5	38,55	1,8	21,41

I : Période de juin.

Apports nutritifs	foin (quantité ingérée) 08 kg	Concentré (quantité ingérée) 08 kg	Apports totaux / VL / jour 33 kg	Déduction des besoins d'entretien	Disponibilité pour la production laitière (1)	Besoins pour 1 kg de lait (2)	Production de lait permise par la ration = (1) / (2)
MS (en kg)	7,20	7,12	11,12				
UFL (/kg de MS)	5,11	6,62	11,73	4,4	7,33	0,43	17,05
MAD (en g)	319,68	682,80	1002,48	300	702,48	60,0	11,71
Ca (en g)	37,44	60,09	97,53	30	67,53	3,5	19,29
P (en g)	18	45,14	63,14	22,5	40,64	1,8	22,57

Exploitation IME...:

J : Période de septembre.

Apports nutritifs	Foin de prairie (quantité ingérée) 07 kg	Concentré (quantité ingérée) 05 kg	Apports totaux / VL / jour 12 kg	Déduction des besoins d'entretien	Disponibilité pour la production laitière (1)	Besoins pour 1 kg de lait (2)	Production de lait permise par la ration = (1) / (2)
MS (en kg)	6,3	4,5	10,80				
UFL (/kg de MS)	4,34	4,18	8,52	4,4	4,42	0,43	10,28
MAD (en g)	423,36	415,30	838,66	300	568,66	60,0	9,47
Ca (en g)	28,35	36,31	64,66	30	37,66	3,5	10,76
P (en g)	9,45	28,35	37,80	22,5	17,55	1,8	9,75

K : Période d'octobre.

Apports nutritifs	ensilage (quantité ingérée) 09 kg	Concentré (quantité ingérée) 05 kg	Apports totaux / VL / jour 14 kg	Déduction des besoins d'entretien	Disponibilité pour la production laitière (1)	Besoins pour 1 kg de lait (2)	Production de lait permise par la ration = (1) / (2)
MS (en kg)	5,04	4,5	09,54				
UFL (/kg de MS)	4,33	4,18	8,51	4,4	4,41	0,43	10,25
MAD (en g)	570,83	415,30	986,13	300	716,13	60,0	11,93
Ca (en g)	33,66	36,31	69,97	30	42,97	3,5	12,27
P (en g)	12,54	28,35	40,89	22,5	20,64	1,8	11,47

Annexe 13 : Correction des rations :

Nous avons adopté ce modèle pour la correction des différentes rations.

Exploitation LAH...

* La ration de Juillet – Août : (déficiaire en azote) :

Les quantités de lait permises par les UFL et les MAD de la ration sont différentes :

$\text{UFL} - \text{MAD} = 14,79 - 13,48 = 1,31$ kg qui représente le déficit en azote.

Les quantités de lait permises par les UFL et les MAD de la ration distribuée est désignée par (A), alors :

(A) $\text{UFL} = 14,79$ kg , $\text{MAD} = 13,48$ kg.

Le correcteur proposé est les tourteaux de soja pour combler le déficit en MAD.

Un kg de MS des tourteaux de soja contient .

$\text{UFL} = 1,17$, $\text{MAD} = 446$ g , $\text{Ca} = 3,7$ g , $\text{P} = 7$ g.

La quantité de lait par les UFL est de $1,17/0,43 = 2,72$ kg de lait.

La quantité de lait par les MAD est de $446/60 = 7,43$ kg de lait

Un kg des tourteaux de soja comble un déficit entre UFL et MAD : $2,72 - 7,43 = 4,71$ kg de lait.

- 4,71 kg de lait soit 4,71 kg en valeur absolue.

Si 1 kg des tourteaux de soja comble un déficit de 4,71 kg.

x kg des tourteaux de soja comble un déficit de 1,31 kg.

D'où $x = 0,28$ kg de MS des tourteaux de soja.

Ces 0,28 kg apportent :

$0,28 \times 1,17 = 0,33$ UFL permettant une production de 0,77 kg de lait.

$0,28 \times 446 = 124,88$ g MAD permettant une production de 2,08 kg de lait.

Les quantités permises par le correcteur sont désignées par (B) :

Les UFL de (B) = 0,77 kg de lait.

Les MAD de (B) = 2,08 kg de lait.

Les quantités de lait permises par la ration corrigée (A+B) est de :

$\text{UFL (A+B)} = 0,77 + 14,79 = 15,56$ kg de lait.

$\text{MAD (A+B)} = 2,08 + 13,48 = 15,56$ kg de lait.

Les quantités de lait (Ca et P) permises par le correcteur (B) :

$\text{Ca (B)} = 0,28 \times 3,7 = 1,03$ permettant une production de 0,3 kg de lait.

$\text{P (B)} = 0,28 \times 7 = 1,96$ permettant une production de 1,09 kg de lait.

Les quantités de lait (Ca et P) permises par la ration corrigée sont de :

$\text{Ca (A+B)} = 0,3 + 16,65 = 16,95$ kg de lait.

$\text{P (A+B)} = 1,09 + 21,27 = 22,36$ kg de lait.

Période Mars : (déficiaire en énergie).

Les quantités permises par les UFL et les MAD sont différentes :

$\text{UFL} - \text{MAD} = 19,51 - 24,95 = -5,44$ soit 5,44 kg en valeur absolue.

Il y a un déficit en énergie de 5,44 kg de lait.

(A) $\text{UFL} = 19,51$ kg , $\text{MAD} = 24,95$ kg.

Nous proposons l'orge en grain pour combler ce déficit énergétique :
1 kg d'orge en grain comble un déficit de : $UFL - MAD = 1,23$ kg de lait.
X kg d'orge en grain comble un déficit de : 5,44 kg de lait.
Alors $X = 4,42$ kg de MS d'orge en grain qui apporte :
 $UFL = 1,16 \times 4,42 = 5,13$ qui produit 11,93 kg de lait.
 $MAD = 88 \times 4,42 = 388,96$ qui produit 6,48 kg de lait.

La quantité de lait permise par le correcteur (B) :
(B) $UFL = 11,93$ kg de lait , (B) $MAD = 6,48$ kg de lait.

La quantité de lait permise par la ration corrigée (A+B) :
 $UFL (A+B) = 19,51 + 11,93 = 31,44$ kg de lait.
 $MAD (A+B) = 24,95 + 6,48 = 31,43$ kg de lait.

Les quantités de lait (Ca et P) permises par le correcteur :
 $Ca (B) = 4,42 \times 0,9 = 3,98$ qui permet de produire 1,13 kg de lait.
 $P (B) = 4,42 \times 4 = 17,68$ qui permet de produire 9,82 kg de lait.

Les quantités de lait (Ca et P) permises par la ration corrigée :
 $Ca (A+B) = 21,18 + 1,13 = 22,31$ kg de lait.
 $P (A+B) = 28,6 + 9,82 = 38,42$ kg de lait.