

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

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

UNIVERSITE 8 MAI 1945 GUELMA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES DE LA TERRE ET DE
L'UNIVERS
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Mémoire de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Biologie
Spécialité : Qualité des produits et sécurité alimentaire

Thème : Effet de la saison sur la qualité physico-chimique du lait cru des vaches

Présenté par : HAMDI Hemza

Membres de jury :

Présidente :	Mme SLIMANI Atika	(M.A.A)	Université de Guelma.
Encadreur :	Mr BOUSBIA Aissam	(M.A.A)	Université de Guelma.
Examinatrice :	Mme YOUZMANE Rania	(M.A.A)	Université de Guelma.

Juin 2013

Remerciements

Au terme de ce travail, je tiens à exprimer ma reconnaissance et mes sincères remerciements à tous ceux qui m'ont aidé à la réalisation de ce manuscrit.

En premier lieu, j'exprime particulièrement ma reconnaissance à mon encadreur **M. BOUSBIA A.** Maître-assistant au Département de Sciences de la nature et de la vie, université 8 Mai 1945 de Guelma, pour avoir assuré mon encadrement ainsi que pour son aide précieux.

Mes sincères remerciements s'adressent également à :

M^{me}. SLIMANI A. Maître-assistante au Département de Sciences de la nature et de la vie, université 8 Mai 1945 de Guelma, de pour m'avoir fait l'honneur de présider mon jury.

M^{me}. YOUZMANE R. Maître-assistante au Département de Sciences de la nature et de la vie, université 8 Mai 1945 de Guelma, de m'avoir accepté examiner mon travail.

M.BRAHAM F. Responsable de la laiterie, de m'avoir facilité l'accès au laboratoire de la laiterie EL-Safia d'El Fedjoug, Guelma.

M^{me}. DAFRI Z et M^{me}. BENCHIKH F. Responsables de laboratoire où j'ai réalisé mon expérimentation, pour son aide et son soutien.

Merci infiniment

Dédicaces

Je dédie ce travail :

A mes parents, qui m'ont soutenu, guidé et encouragé.

J'espère ne jamais vous décevoir, je vous aime tant.

A mes sœurs et mon unique frère Saifeddine

A ma famille

A tous mes oncles, tantes, cousins, cousines...

A tous mes amis Taqiyeddine et Houssameddine en particulier.

A toute ma promotion

Hemza

SOMMAIRE

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Résumé

Introduction01

Partie I : Etude bibliographique

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

1. Contexte général de la filière lait	03
2. L'élevage bovin.....	05
2.1 Importance des bovins par rapport aux autres espèces	05
2.2 Les races bovines exploitées	05
2.3 Évolution des effectifs bovins	07
3. Les systèmes de production bovins	07
3.1 Le système extensif	07
3.2 Le système semi- intensif	08
3.3 Le système intensif.....	08
4. La production fourragère.....	08
4.1 Répartition des terres.....	08
4.2 Les principales ressources fourragères.....	10
5. Évolution de la production du lait cru	10
6. Évolution de la collecte de lait cru, la production industrielle et les importations liées à la filière lait	12
6.1 Collecte de lait cru.....	12
6.2 La production laitière industrielle	14
6.3 Importations destinées à la filière lait	15
7. La consommation	15

8. Les contraintes.....	16
8.1 Les contraintes d'ordre techniques.....	16
8.2 Les contraintes d'ordre socio-économiques.....	17

Chapitre II : Caractéristiques du lait cru

1. Définition du lait.....	18
2. Composition physico-chimique.....	18
2.1 Le pH.....	20
2.2 La densité.....	21
2.3 L'acidité titrable.....	21
2.4 Le taux butyreux (TB).....	21
2.5 La teneur en protéines (TP).....	22
2.6 Extrait sec total (EST).....	22
2.7 Extrait sec dégraissé (ESD).....	22
3. Effets du facteur de variation étudié (effet de la saison).....	23
4. Contrôle de la qualité du lait cru.....	24
4.1 Définition de la qualité.....	24
4.1.1 Evaluation de la fraîcheur du lait cru.....	25
4.1.2 Evaluation de la qualité microbiologique du lait cru.....	26
4.2 Paramètres influençant la qualité hygiénique du lait.....	27
4.2.1 Avant la traite.....	28
4.2.2 Pendant la traite.....	29
4.2.3 Après la traite.....	30
4.3 Les fraudes du lait cru.....	30
4.3.1 L'écémage.....	30
4.3.2 Le mouillage du lait.....	31
4.3.3 Lait substitués.....	31

Partie II : Etude expérimental

Chapitre III : Matériel et méthodes

1. Justification et contexte de l'étude.....	32
2. Objectif.....	32
3. Présentation de la région d'étude.....	32

3.1 Situation géographique.....	32
3.2 Relief	33
3.3 Climat	33
4. Matériel et méthodes	33
4.1 Démarche de l'étude.....	33
4.2 Les principales facettes de la qualité des laits recherchée par l'étude	35
4.3 Analyses physico-chimiques	35
4.4. L'estimation de la qualité technologique des laits crus.....	37
4.5. Traitement des données et analyses statistiques.....	37

Chapitre IV : Résultats et discussion

1. Caractéristiques physico-chimiques de laits crus de vaches réceptionnés au niveau de la laiterie.....	39
1.1 Qualité physique.....	39
1.2 Qualité chimique	39
1.3 Relation entre les différents paramètres physico-chimiques étudiés	42
2. Influence de la saison sur les paramètres physico-chimique des laits crus réceptionnés.....	43
3. Relations entre les caractères physico-chimiques des laits et leur qualité technologique ...	54
Conclusion.....	58

Références bibliographiques

Annexe

Liste des abréviations

°C : Degré Celsius

°D : Degré Dornic

AFNOR : Association Française de Normalisation

AG : Acide gras

BLA : Bovin laitier amélioré

BLM : Bovin laitier moderne

CF : Coliformes fécaux

Cm³ : Centimètre cube

CRY : Cryoscopie

CV : Coefficient de variation

D : Densité

DA : Dinard Algérien

DSA : Direction de Services Agricoles

ESD : Extrait sec dégraissé

EST : Extrait sec total

FAO: Food and Agriculture Organization

Fig : Figure

G: gramme

GIPLAIT : Groupe Interprofessionnel de Production Laitière

ha : Hectare

Hab : Habitant

JORA : Journal Officiel de la République Algérienne

Kg: Kilogramme

l : Litre

Lac : Lactose

LSD: Least Significant Difference

MADR : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural

MAT : Matière azotée

MC : Ministère de Commerce

MG : Matière grasse

mg : Milligramme

MGLA : Matière grasse du lait anhydre

ml: Millilitre

MM : Matière minérale

mm: Millimètre

MS : Matière sèche

NaOH : Hydroxyde de sodium

ONALAIT : Office National du Lait

ONIL: Office National Interprofessionnel du Lait

ORELAIT : Office Régional Est

ORLAC: Office Régional Centre

OROLAIT: Office Régional Ouest

PCA : Point de congélation d'un lait normal

PCE : Point de congélation de l'échantillon

pH : Potentiel d'hydrogène

PNDA : Plan national de développement agricole

SAU : Surface agricole utile

Tab : Tableau

TB: Taux butyreux

TM: Taux de mouillage

TP: Taux protéique

UGB: Unité de gros bétail

USA : United States of America

Liste des figures

Figure 01 : Schéma des principaux acteurs de la filière laitière en Algérie.....	04
Figure 02 : Structure du cheptel national	05
Figure 03 : Répartition de la superficie fourragère nationale	09
Figure 04 : Répartition de la superficie fourragère en zone littorale	09
Figure 05 : Evolution de la production du lait cru en Algérie (2000 - 2007)	11
Figure 06 : Taux d'évolution de la production laitière	12
Figure 07 : Evolution de la collecte du lait cru par rapport à la production laitière nationale entre 2000 et 2007	14
Figure 08 : Effet de la saison sur le taux protéique du lait de vache.....	23
Figure 09 : Paramètres influençant la qualité hygiénique du lait.....	28
Figure10 : Etapes méthodologiques	34
Figure 11 : Répartition des teneurs en TB du lait cru de vache (n=363)	40
Figure 12 : Répartition des teneurs en TP du lait cru de vache (n=363).....	40
Figure 13 : Taux moyen de la densité dans le lait cru en fonction des saisons.....	44
Figure 14 : Evolution mensuelle de la densité du lait cru des différents échantillons réceptionnés au cours de l'année.....	44
Figure 15 : Evolution mensuelle de la teneur en matière grasse du lait cru des différents échantillons réceptionnés au cours de l'année	45
Figure 16 : Evolution du TB du lait cru réceptionné au cours des saisons	46
Figure 17 : Evolution du TP du lait cru réceptionné, au cours des saisons.....	46

Figure 18 : Evolution mensuelle de l'EST du lait cru des différents échantillons réceptionnés au cours de l'année.....	48
Figure 19 : Evolution mensuelle du lactose du lait cru des différents échantillons réceptionnés au cours de l'année.....	49
Figure 20 : Evolution mensuelle du MM du lait cru des différents échantillons réceptionnés au cours de l'année.....	49
Figure 21 : Evolution mensuelle de la matière utile du lait cru des différents échantillons réceptionnés au cours de l'année.....	51
Figure 22 : Evolution mensuelle du rapport TP/TB.....	54
Figure 23 : Evolution mensuelle du rapport TB/TP.....	55
Figure 24 : L'évolution moyenne annuelle du taux protéique en relation avec le rendement fromager frais	57
Photo 01 : LACTOSCAN [®] vue de profile.....	36

Liste des tableaux

Tableau 01 : Evolution de la production nationale du lait cru de 2000 à 2007	11
Tableau 02 : Evolution des quantités de lait collecté et du taux de collecte en Algérie de 2000 à 2007	13
Tableau 03 : Evolution de la consommation de lait et produits laitiers entre 2000 et 2007	
Tableau 04 : constituants majeurs du lait de vache.....	20
Tableau 05 : Les normes physico-chimiques et microbiologiques applicables au lait cru de vache.....	24
Tableau 06 : Flore de contamination du lait	27
Tableau 07 : Nombre d'échantillons de lait retenu pour l'étude	34
Tableau 8 : les diverses facettes recherchées par l'étude.....	35
Tableau 09 : Abréviations et unités des paramètres physico-chimiques	38
Tableau 10 : Composition moyenne du lait de vache réceptionné dans cette zone d'étude ...	42
Tableau 11 : Coefficient de corrélation simple entre les principaux paramètres physico-chimiques étudiés	43
Tableau 12 : Variation mensuelle de la qualité physico-chimique du lait cru de vache.....	52
Tableau 13 : Variation saisonnière de la qualité physico-chimique du lait cru de vache.....	53
Tableau 14 : L'incidence de la saison de production sur les taux moyens	53
Tableau 15 : Valeur moyenne du rapport TP/TB et TB/TP du lait de vache réceptionné dans cette zone d'étude.....	55
Tableau 16 : Valeurs moyennes des caractéristiques physicochimiques et technologiques des laits.	56

RESUME

RESUME :

L'étude a consisté à mettre en évidence les propriétés physico-chimiques et technologiques et ses variations selon la saison pour 363 échantillons de laits crus de vache réceptionnés par la laiterie El Safia pendant la période de février 2012 et mars 2013. Ces analyses ont montré que la majorité des résultats se situe en dessus des valeurs indiquées par les normes de l'industrie laitière donc une qualité physico-chimique relativement bonne et acceptable. Hormis, les valeurs de la densité, $1028,41 \pm 1,34 \text{ mg/cm}^3$ qui apparaissent plutôt faibles. Un taux butyreux moyen élevé, estimé à $40,19 \pm 3,41 \text{ g/kg}$, et un apport protéique appréciable de l'ordre de $30,83 \pm 1,4 \text{ g/kg}$. Une corrélation élevée est observée entre ces deux paramètres, ceci montre leur évolution proportionnelle dans le lait. La variabilité est très différente selon les constituants : la teneur en protéines, en matières utiles, en matières sèches dégraissées ainsi que la densité, et la cryoscopie présentent de faibles variations ($CV < 7\%$). A l'inverse, les teneurs en matières grasses sont plus variables où le coefficient de variation de ce dernier est le plus élevé par rapport les autres paramètres étudiés. L'évolution des paramètres physico-chimiques étudiés montre des variations saisonnières importante. En effet, c'est au cours de la saison automnale et hivernale (septembre à février) que les laits étaient significativement ($P < 0,01$) les plus riches en matières grasses et en protéine et les laits prélevés pendant le printemps étaient inférieure de point de vue qualité physico-chimique par rapport aux autres saisons. La valeur moyenne du rapport TP/TB était de 0,77, avec une variabilité de 0,61 à 0,98. Cependant, le rapport moyen TB/TP est de 1,30 qui est supérieur aux valeurs recommandées pour la transformation fromagère ce qui affecte le rendement fromager qui enregistre une moyenne de $16,38 \pm 0,78 \text{ kg/100 kg}$ de lait. Ceci est fortement lié à la richesse de lait en matière grasse avec un mauvais compromis avec TP.

Mots clés : lait cru, vache, saison, qualité, physicochimique, technologique.

SUMMARY:

The study highlighted the physicochemical and technological properties of 363 samples of raw cow milk received by dairy El Safia during February, 2012 and March 2013 and its variations depending on the season. The analyses showed that the majority of the results lies above the dairy standards, qualifying the physicochemical quality as relatively good and acceptable.

Except the density values ($1028.41 \pm 1.34 \text{ mg/cm}^3$), which appear relatively weak; a high average fat content and a significant protein intake were estimated of about $40.19 \pm 3.41 \text{ g/kg}$ and $30.83 \pm 1.4 \text{ g/kg}$, respectively. A high correlation was observed between these two parameters showing their proportional change in milk. Variability was very different among the components. In fact, protein content, dried degreased materials, solid density, useful materials and cryoscopy presented small variations ($CV < 7\%$). Conversely, fat contents were more variable: the variation coefficient is the highest comparing to the other studied parameters. Changes in physicochemical parameters showed significant seasonal variations.

Indeed, it is during the fall and winter season (September to February) that milks were significantly ($P < 0.01$) richer in fat and protein. On the contrary, spring collected milk were lower from physicochemical viewpoint, compared to other seasons. The average value of the TP/TB ratio was 0.77, with variability ranging from 0.61 to 0.98. However, the TB/TP average ratio was 1.30 which is higher than the recommended values for cheese processing affecting cheese yield which has an average of $16.38 \pm 0.78 \text{ kg/100 kg}$ of milk. This is strongly linked to the richness of milk fat with a bad compromise with TP.

Key words: raw milk, cow, season, quality, physicochemical, technological.

الملخص

كانت هذه الدراسة لتسليط الضوء على الخصائص الفيزيائية-الكيميائية والتكنولوجية وتغيراتها تبعاً للموسم وذلك ل 363 عينة من حليب البقر الخام والتي تم جمعها من طرف ملبنة الصافية في الفترة الممتدة ما بين فيفري 2012 إلى فيفري 2013. هذه التحليلات أظهرت أن غالبية النتائج تقع فوق القيم المشار إليها وفقاً لمعايير صناعة الألبان وبالتالي جودة فيزيائية-كيميائية جيدة نسبياً ومقبولة باستثناء قيم الكثافة $1028,41 \pm 1,34$ ملغ/سم³ والتي تظهر منخفضة نوعاً ما. أما معدل كمية الدهون فمرتفع قليلاً، يقدر بنحو $40,19 \pm 3,41$ غ/كغ، وكمية من البروتين هامة في حدود $30,83 \pm 1,4$ غ/كغ. حيث لوحظ وجود ارتباط عالي بين هذين المعيارين، وهذا يدل على التغير النسبي في الحليب. هذه التغيرات تختلف اختلافاً كبيراً وفقاً للمكونات التالية: كمية البروتين، المواد المفيدة، المواد الصلبة من الدهون، إضافة إلى الكثافة ونقطة التجمد والتي أظهرت تغيرات صغيرة ($CV < 7\%$). وعلى العكس من ذلك، فإن كميات الدهون هي الأكثر تغيراً حيث معامل الاختلاف لهذه الأخيرة هو الأعلى مقارنة مع المعايير الأخرى التي شملتها الدراسة. التطورات في المعايير الفيزيائية-الكيميائية المدروسة أظهرت تغيرات موسمية هامة. وفي الواقع، فإن الحليب الغني بالدهون والبروتينات (p) كان في فصلي الخريف والشتاء (من سبتمبر إلى فيفري) بينما الحليب المجموع في فصل الربيع كان أقل جودة ($< 0,01$) من الناحية الفيزيائية-الكيميائية وهذا مقارنة مع مواسم أخرى. لقد وصل متوسط قيمة النسبة TP/TB إلى $0,77$ ، مع تغير من $0,61$ إلى $0,98$. ومع ذلك، فإن متوسط النسبة TB/TP هو $1,30$ وهو أعلى من القيم المنصوح بها لإنتاج الجبن وهذا يؤثر على المردود والذي سجل متوسط قدره $16,38 \pm 0,78$ كغ/100 كغ من الحليب. وهذا له علاقة مع ثراء الحليب بالمادة الدهنية وارتباطه السوء مع TP.

كلمات مفتاحية: حليب ناضج، أبقار، موسم، جودة، فيزيائية-كيميائية، تكنولوجية.

INTRODUCTION

Introduction

Depuis l'indépendance de l'Algérie, les pouvoirs publics ont fixé un objectif à savoir ; assurer la sécurité alimentaire du pays de façon progressive d'une part et favoriser l'accroissement de la production agricole pour les produits de base constituant la ration alimentaire du ménage algérien d'autre part.

L'attention particulière accordée au lait découle du fait qu'il représente une source de protéines animales appréciable et surtout un aliment de base.

Le lait est un aliment parfaitement adapté aux besoins nutritionnels et physiologiques de tous les âges de la vie. De part sa valeur nutritive, ce produit s'intègre dans une alimentation saine et équilibrée. En Algérie, l'élevage bovin laitier continue d'être soumis à un ensemble de contraintes qui freinent son essor. En amont, le système de production continue de souffrir de la technicité limitée des éleveurs, de l'extériorisation insuffisante des performances des vaches laitières exploitées et de la faible disponibilité des fourrages à haute valeur nutritive. En aval, le produit obtenu est de qualité moyenne ou mauvaise affectant sa transformation par les usines laitières. Face à cette situation, des mesures incitatives ont été mises en œuvre par les pouvoirs publics pour promouvoir la production laitière. Ces mesures restent sans impacts significatifs du fait que l'élevage demeure extensif et peu productif. En effet, les producteurs de lait cru en Algérie ont du mal à écouler leurs produits. Les transformateurs, privés ou public, préfèrent s'approvisionner en lait en poudre sur le marché européen en raison de la chute des prix, au lieu d'acheter chez les éleveurs. Annuellement, l'Algérie importe 60% de sa consommation en poudre de lait. Les transformateurs profitent de la subvention accordée par l'Etat pour cette importation (MADR, 2008).

Très peu d'études, font le bilan de l'évolution au cours de l'année de la qualité physicochimique et technologique du lait où elles s'intéressent beaucoup plus à la quantité qu'à la qualité, c'est la quantité accrue de la demande qui semble aujourd'hui contraignante.

C'est dans ce contexte que s'insère la présente étude qui vise à mettre en évidence l'évolution saisonnière de la qualité physicochimique et technologique du lait cru à l'extrême amont de la filière lait, c'est-à-dire à la sortie de l'étable.

Il s'agit de fournir un diagnostic de la situation actuelle et de confronter les observations de terrain aux standards nationaux et internationaux qui permet d'identifier les problèmes de

la qualité physico-chimique et technologique du lait en fonction de la saison en vue de promouvoir la qualité du lait de façon à satisfaire les exigences de l'industrie laitière en matière de transformation afin d'assurer la meilleure valorisation possible du produit.

Cette étude comprend deux grandes parties. La première partie est consacrée à une recherche bibliographique sur la situation de l'élevage bovin laitier en Algérie et sur les caractéristiques du lait cru.

La deuxième partie de ce travail rapporte la méthodologie mise en œuvre, les résultats obtenus et leur discussion et enfin une conclusion générale.

**ETUDE
BIBLIOGRAPHIQUE**

CHAPITRE I

1. Contexte général de la filière lait

Le cadre d'évolution de la filière laitière algérienne concerne l'ensemble des secteurs économiques du pays et non le seul niveau du secteur agricole et une simple rétrospective du problème laitier algérien indique que les politiques laitières menées dans le passé n'ont constitué que des solutions conjoncturelles pour résoudre des problèmes ponctuels du marché de la consommation. Elles semblent occulter la mise en œuvre de véritables programmes de développement laitier basé à un certain niveau sur les ressources locales (Benyoucef, 2005).

D'une manière simplifiée, la filière lait en Algérie (Fig. 01) se présente comme suit :

L'amont de la filière lait qui est l'espace production est composé par :

- Les éleveurs bovins laitiers (disposant en 2007 de 879 000 vaches laitières dont 223 000 vaches de type BLM (bovin laitier moderne).
- Les agriculteurs, producteurs de fourrages et de graines.

L'aval de la filière débute du centre de collecte à l'espace de transformation ou le lait cru est :

- Soit collecté pour les laiteries industrielles publiques composées des filiales du Groupe GIPLAIT pour une capacité de 1,5 milliard de litres/an (GIPLAIT, 2005).
- Soit collecté pour les laiteries industrielles privées qui comptent globalement 220 petites et moyennes entreprises de diverses capacités et utilisant principalement la poudre de lait importée et secondairement le lait cru local pour un volume de lait pasteurisé conditionné en sachets de l'ordre de 200 millions de litres par an.

Avec l'espace régulation de la filière lait et du marché (dans le cadre du programme d'importation de matières premières) confié à l'Office National Interprofessionnel du Lait (ONIL) à partir de 2007 ;

Et enfin le marché de consommation.

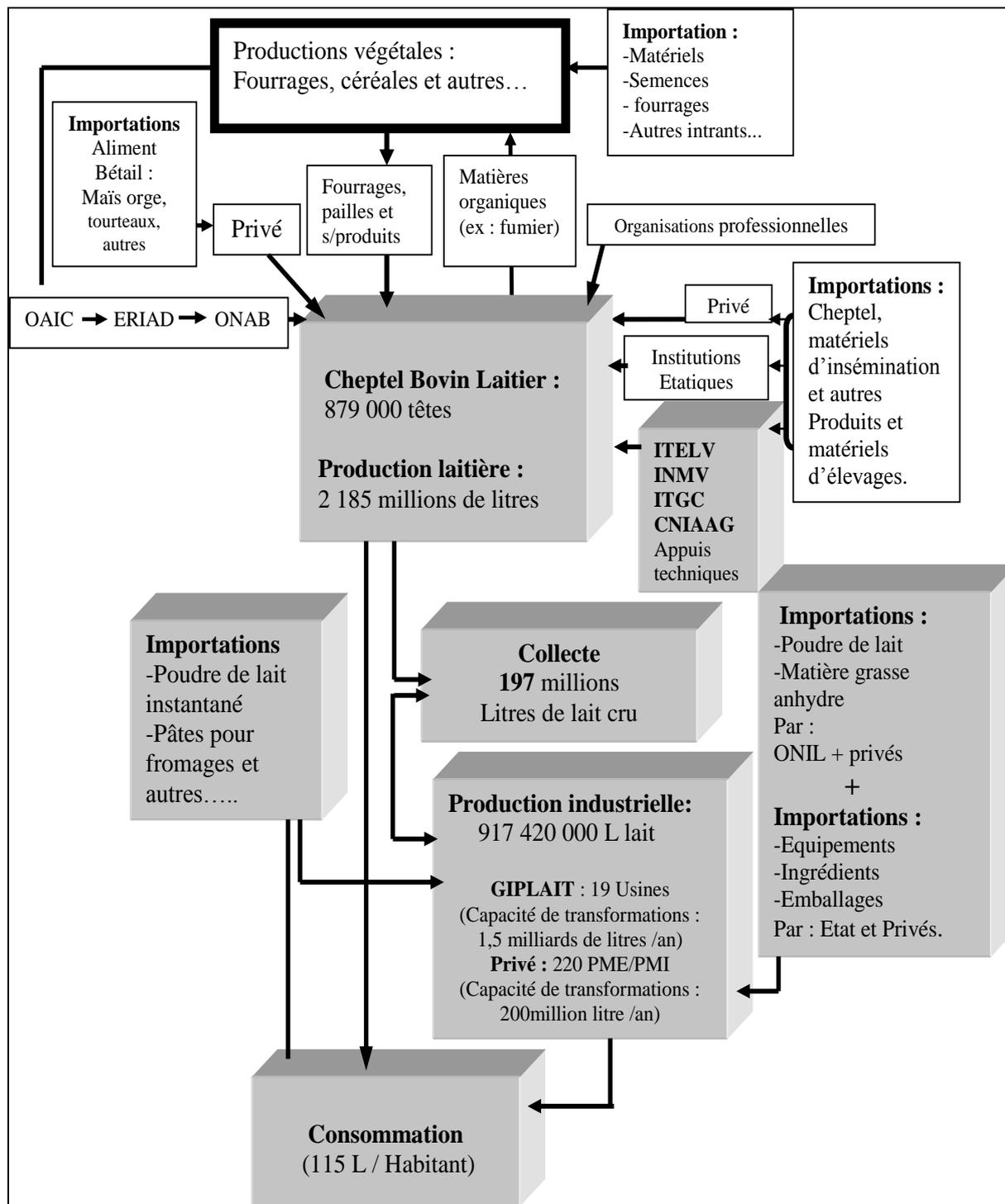


Figure 01 : Schéma des principaux acteurs de la filière laitière en Algérie (établi à partir des données du MADR, 2008).

2. L'élevage bovin

2.1 Importance des bovins par rapport aux autres espèces

L'éleveur local est par tradition, plus orienté vers l'élevage des petits ruminants, que vers les bovins, ces derniers étaient autre fois exploités surtout pour la traction animale, et à un degré moindre, pour la viande et le fumier (Auriol, 1989). Cet élevage joue un rôle important dans l'économie agricole algérienne. Il contribue à 30% à la couverture des besoins nationaux en protéines animales mais aussi à la création d'emplois en milieu rural.

L'effectif des animaux pour l'année 2009 est de l'ordre de 25 503 750 têtes soit 3343 205 UGB. Celui-ci est constitué de 78% de têtes d'ovins, de 6% de bovins, de 1% de camelins et de 15% de caprins (MADR, 2009) (Fig. 02).

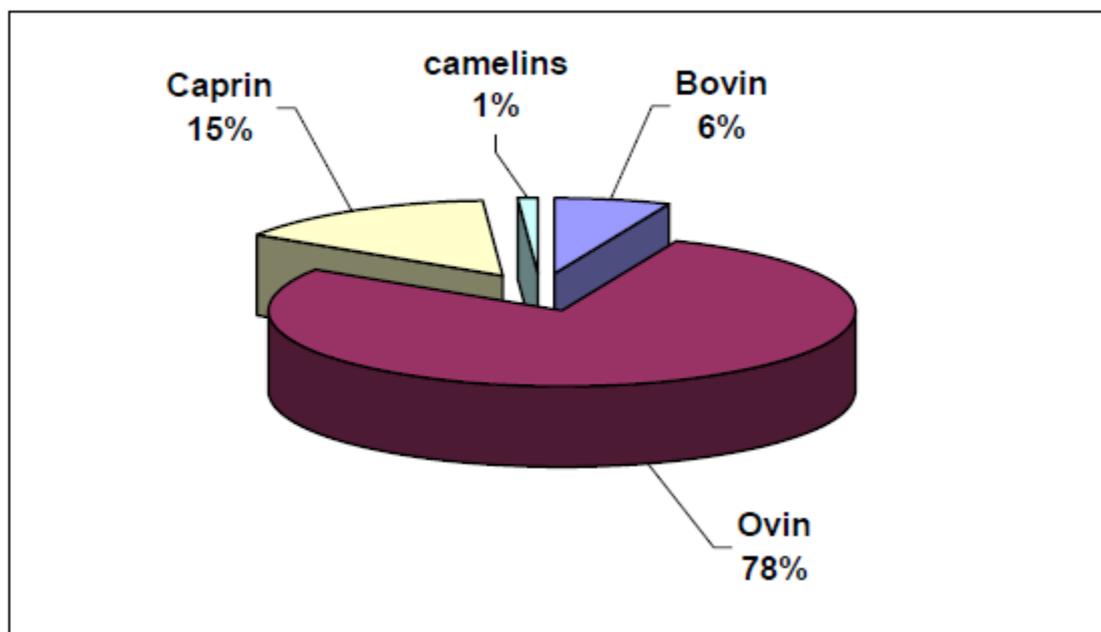


Figure 02 : Structure du cheptel national (MADR, 2009).

2.2 Les races bovines exploitées

Le cheptel est constitué de trois groupes de races:

2.2.1 Le bovin local

La race principale bovine locale est la race Brune de l'Atlas qui est subdivisée en 04 races secondaires (Ministère de l'Agriculture, 1992 cité par Nadjraoui, 2001) :

- La Guelmoise, à pelage gris foncé, vivant en zone forestière.
- La Cheurfa, à robe blanchâtre, que l'on rencontre en zone pré forestière.
- La Chélifienne, à pelage fauve.
- La Sétifienne, à pelage noirâtre, adaptée à des conditions plus rustiques.

Le bovin local, estimé à 336 003 vaches laitières en 2008 (MADR, 2009), est connu pour sa rusticité, en résistant à des conditions climatiques difficiles, en s'alimentant avec des aliments médiocres, ce qui fait qu'il est peu productif : 3 à 4 litres par jour pendant 6 mois, soit en moyenne 595 kg par lactation (Yakhlef et *al.*, 2002). Sa faible production de lait fait que cette dernière est surtout destinée à l'alimentation des jeunes animaux.

De ce fait, c'est une population qui est beaucoup plus orientée vers la production de viande.

2.2.2 Le bovin importé dit bovin laitier moderne « BLM »

Hautement productif, il est conduit en intensif, dans les zones à fort potentiel de production fourragère, au niveau des plaines et des périmètres irrigués autour des villes, avec 223 163 vaches laitières (MADR, 2008). Il est introduit principalement à partir d'Europe et comprend essentiellement les races Holstein, Frisonne Pie Noire, Montbéliarde, Pie Rouge de l'Est, et Tarentaise. Ce cheptel représente 10 % de l'effectif bovin national et assure près de 40% de la production totale de lait de vache ; il est détenu pour sa majorité par le secteur public et spécialisé principalement dans la production laitière (Bencharif, 2001). Le potentiel génétique de ces animaux n'est pas toujours pleinement valorisé, en raison des conditions d'élevage et d'encadrement (Eddebbarh, 1989).

2.2.3 Le bovin laitier amélioré « BLA »

Ce cheptel que l'on désigne sous le vocable de Bovin Local Amélioré (BLA), recouvre les divers peuplements bovins, issus de multiples croisements, entre la race locale Brune de l'Atlas et ses variantes d'une part, et diverses races importées d'Europe (Pie Rouge, Tarentaise, Brune des Alpes et Frisonne Pie Noire), d'autre part (Yakhlef, 1989). Ces animaux constituent 42% à 43% de l'ensemble du troupeau national, et assurent 40% environ de la production (Bencharif, 2001).

Actuellement son nombre est estimé à 320 546 têtes de vaches laitières (MADR, 2008), son alimentation est constituée par le pâturage d'herbe de prairies avec un complément de paille.

2.3 Évolution des effectifs bovins

L'évolution du cheptel bovin a connu deux phases entre 1990 et 2004. La première phase qui s'étale de 1990 à 1996 se caractérise par une régression de 9,86%. Durant cette période, l'effectif bovin total est passé de 1,392 millions de têtes en 1990 à 1,227 millions de têtes en 1996. Cette régression de l'effectif bovin serait liée entre autres à la sortie frauduleuse du cheptel au niveau des frontières et à la vente du cheptel dont la destination était souvent les abattoirs. En revanche, la seconde phase se caractérise par une progression de 27% entre 1997 et 2004 qui s'expliqueraient en grande partie par les importations de vaches laitières à haut rendement. De 1,255 millions de têtes en 1997, l'effectif bovin total est passé à plus de 1,594 millions de têtes en 2004. Le pourcentage de vaches laitières dans la structure du troupeau bovin est passé de 57,25% en 1990 à 50,63% en 1997 et remonte jusqu'à 61,05% en 2004. La structure raciale du troupeau est largement en faveur de la race locale qui constitue en 2003 59% de l'effectif des vaches et plus de 32% de l'effectif total bovin (MADR, 2005).

3. Les systèmes de production bovins

Une grande variété de systèmes d'élevage bovin se rencontre dans le pays. Ces systèmes se différencient notamment par la taille, le degré de spécialisation et le niveau de technicité dans la conduite d'élevage, notamment le mode de gestion des ressources alimentaires. Donc on peut distinguer trois grands systèmes de production bovine :

3.1 Le système extensif

Concerne les races locales et les races croisées. Cet élevage est basé sur un système traditionnel de transhumance entre les parcours d'altitude et les zones de plaine. Le système extensif est orienté vers la production de viande (78% de la production nationale), il assure également 40% de la production laitière nationale (Nedjraoui, 2001).

3.2 Le système semi- intensif

Ce système est localisé dans l'Est et le Centre du pays, dans les régions de piémonts. Il concerne le bovin croisé (local avec importé). La majeure partie de leur alimentation est issue des pâturages sur jachère, parcours et résidus de récoltes et comme compléments, du foin, de la paille et du concentré (Adamou et *al.*, 2005).

Ce système est à tendance viande mais fournit une production laitière non négligeable et destinée à l'autoconsommation. Parfois, un surplus est dégagé pour la vente aux riverains. Jugés médiocres en comparaison avec les types génétiques importés, ces animaux valorisent seuls ou conjointement avec l'ovin et le caprin les sous-produits des cultures et les espaces non exploités. Ces élevages sont familiaux, avec des troupeaux de petite taille (Feliachi et *al.*, 2003).

3.3 Le système intensif

Concerne principalement les races améliorées. Ce type d'élevage orienté vers la production laitière est localisé essentiellement dans les zones littorales. La taille des troupeaux est relativement faible 6 à 8 vaches laitières par exploitation. Le système intensif représente 30% de l'effectif bovin et assure près de 20% de la production bovine nationale (Nedjraoui, 2001).

Contrairement au système extensif, ce type de système fait appel à une grande consommation d'aliments, une importante utilisation de produits vétérinaires ainsi qu'à des équipements pour le logement des animaux (Adamou et *al.*, 2005). L'alimentation est à base de foin et de paille achetés. Un complément concentré est régulièrement apporté. Les fourrages verts sont assez rarement disponibles car dans la majorité des élevages bovins, l'exploitation ne dispose pas ou dispose de très peu de terre (Feliachi et *al.*, 2003).

4. La production fourragère

4.1 Répartition des terres

Actuellement la SAU ne représente que 19,9% de la surface agricole totale qui elle aussi ne représente que 17,8% de la superficie totale du pays (MADR, 2008).

Au niveau national, les terres consacrées à la production fourragère couvrent près de 39,5 millions d'hectares répartis entre les prairies naturelles (0,06%), les cultures fourragères

(1,55%), les chaumes (6,76%), la jachère (8,6%) et les pacages et parcours (83%) (Fig. 03) (MADR, 2006).

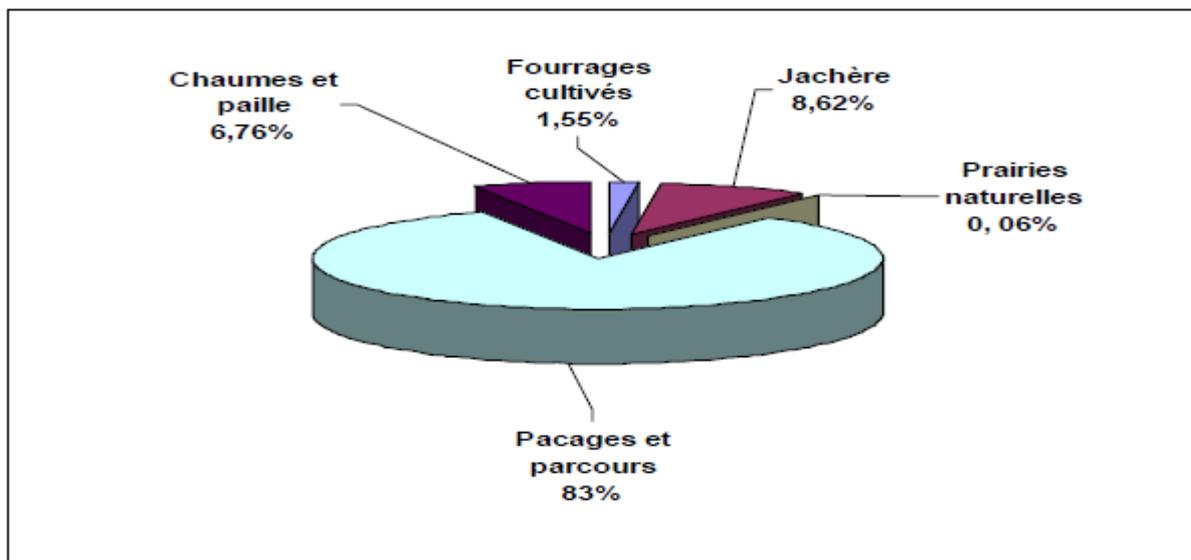


Figure 03 : Répartition de la superficie fourragère nationale (MADR, 2006).

Par contre, à l'échelle du littoral, la répartition des superficies fourragères diffère puisque les superficies consacrées aux fourrages cultivés sont plus importantes que celles observées à l'échelle nationale ; on retrouve plus de chaumes, de jachères et beaucoup moins de parcours (Fig. 04) (MADR, 2006).

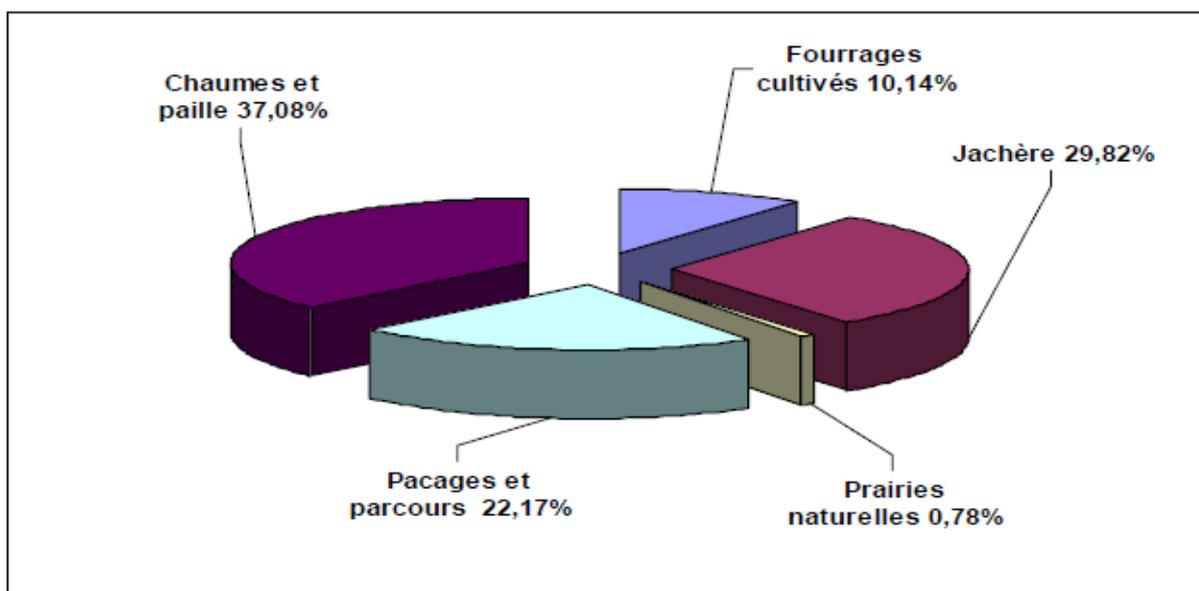


Figure 04 : Répartition de la superficie fourragère en zone littorale (MADR, 2006).

4.2 Les principales ressources fourragères

4.2.1 Les fourrages cultivés

Les fourrages cultivés sont généralement concentrés dans le nord du pays. Ils sont essentiellement composés de vesce-avoine dont le foin est réputé de qualité médiocre et qui représente 70% de la surface cultivée. 10% de la superficie sont affectés aux céréales (orge, avoine et seigle) tandis que la luzerne et le sorgho sont peu représentés (1 à 5% de la superficie cultivée) (Abdelguerfi, 1987).

La faible part réservée aux cultures fourragères s'explique par la priorité accordée aux cultures vivrières, l'absence de maîtrise de leurs itinéraires techniques ou encore l'ignorance des meilleures conditions de leur utilisation et de leur stockage (Jouve, 1976).

4.2.2 Les fourrages naturels

Les fourrages naturels sont constitués par les prairies naturelles avec 24 297 ha et par les jachères fauchées (86%) avec 147 430 ha (MADR, 2009).

Dans les régions arides et semi arides, la végétation a un caractère essentiellement steppique. Elle se caractérise par l'importance des espèces vivaces, ligneuses et des graminées (Le Houerou, 1995).

La jachère pâturée occupe annuellement une sole importante (3,2 millions d'ha en 1998). La pratique de la jachère est liée au système de production jachère-céréales-élevage qui est largement répandu et reste un apport fourrager gratuit et sécurisant pour l'éleveur et indépendant des perturbations climatiques. La jachère permet, en effet, de faire pâturer les chaumes en été et les adventices de l'automne jusqu'au printemps (Nedjraoui, 2001).

5. Évolution de la production du lait cru

L'évolution de la production de lait cru n'a pas suivi celle des capacités de transformation dans l'industrie, malgré l'accroissement enregistré durant la période 2000-2007, la production laitière nationale est restée faible (Tab. 01).

Cette progression observée ces dernières années est le résultat direct de l'augmentation de l'effectif bovin par l'importation de génisses pleines à partir de 2004 et l'amélioration progressive des techniques de production.

Tableau 01 : Evolution de la production nationale du lait cru de 2000 à 2007

(MADR, 2008).

Désignation	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Moyenne 2000-2007
Production nationale (10⁶ litres)	1 550	1637	1544	1610	1915	2092	2244	2185	1 847,12

La production laitière est passée de 1,5 milliards de litres en 2000 à 2,2 milliards de litres en 2007, soit une augmentation de presque 1/2 milliards de litres de lait (Tab. 01 et Fig. 05) (MADR, 2008).

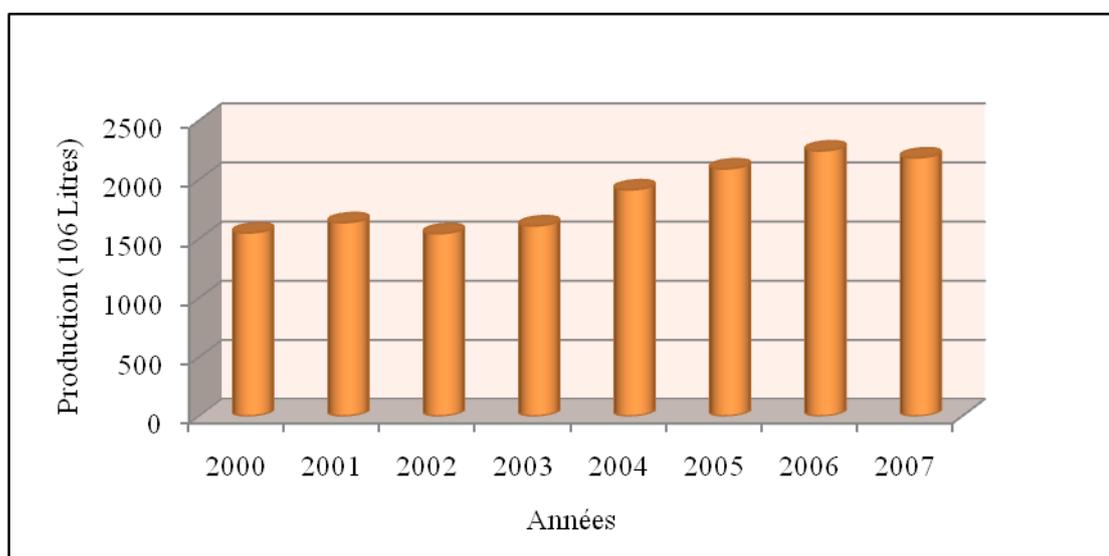


Figure 05 : Evolution de la production du lait cru en Algérie (2000 - 2007) (établi à partir des données du MADR, 2008).

Cet accroissement dans la production peut s'expliquer par la mise en œuvre des mesures incitatives engagées à travers les instructions établies dans le cadre du PNDA, ainsi que l'augmentation de l'effectif bovin par l'importation de génisses pleines.

C'est avec une moyenne annuelle entre 2000 et 2007 de 1,9 milliard de litres, un croit d'une année à l'autre qui ne dépasse pas les 20 % et un pic entre 2003 et 2004 de 18,94% que la production du lait cru a évolué (Fig. 06).

Toutefois, bien que la production laitière ait enregistré cette progression positive entre 2000 et 2007, elle demeure faible eu égard aux potentialités génétiques notamment du bovin laitier moderne (BLM), qui peut développer en moyenne entre 5000 et 6000 kg par lactation dans son pays d'origine, comme par exemple la montbéliarde et la normande en France ; compte tenu aussi du potentiel des bassins laitiers existants et de l'essor de la demande en lait et produits laitiers, qui ne cesse d'augmenter en relation avec le soutien de l'état aux prix à la consommation du lait industriel (Kali et *al.*, 2011).

En terme de productivité technique, le rendement moyen est de 13,01 kg de lait par jour et par vache traite alors que la productivité économique moyenne est évaluée à 9,37 kg de lait par jour et par vache présente (OFIVAL, 2001). Les conditions d'exploitation se traduisent par des performances individuelles qui sont loin de refléter le potentiel génétique reconnu des espèces animales standardisées.

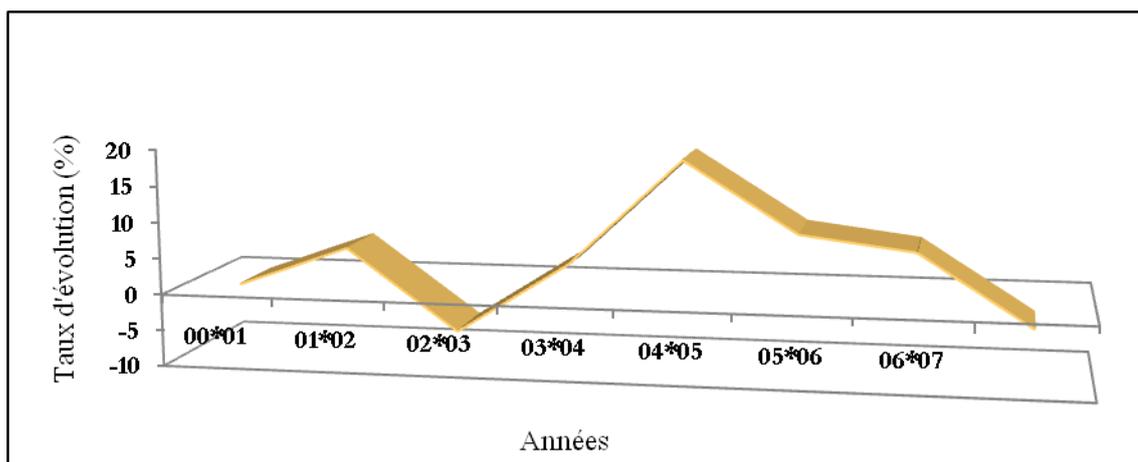


Figure 06 : Taux d'évolution de la production laitière (établi à partir des données du MADR, 2008).

6. Évolution de la collecte de lait cru, la production industrielle et les importations liées à la filière lait

6.1 Collecte de lait cru

La majeure partie du lait est produite par de petits éleveurs qui possèdent en général moins de cinq animaux (système extensif dominant en Algérie) ; les unités de production sont largement dispersées dans les campagnes, tandis que la plupart des marchés se situent dans les villes; sachant que le lait ne se conserve pas longtemps et peut être à l'origine de zoonoses,

tout ceci complique les difficultés logistiques à surmonter pour relier les producteurs aux unités de transformation.

En 2000, la part de chaque intervenant dans la collecte s'est présentée comme suit :

- Filière GIPLAIT (Groupe Industriel Professionnel du Lait) (46 millions de litres soit 45%).
- Producteurs laitiers (40 millions de litres soit 39,6%).
- Collecteurs privés (15 millions de litres soit 14,6%) ; soit un total de 101 millions de litres de lait (Benyoucef , 2005).

Le lait étant une denrée très périssable, il est essentiel d'appliquer de bonnes pratiques d'hygiène et de disposer d'un système efficace de collecte et de transport ; Les systèmes de ramassage du lait varient selon les conditions locales.

La collecte devait avoir un rôle clé dans le cadre de la politique de développement de la production laitière nationale ; elle constitue la principale articulation entre la production et l'industrie laitière. Or, nous constatons que malgré l'augmentation de la production de lait cru, qui est passée de 1,55 milliards de litres en 2000 à 2,18 milliards de litres en 2007, le taux de collecte demeure très faible (soit un taux moyen de 9%) (Tab. 02). La collecte n'a pas pu progresser d'une manière durable et significative ; elle a subi des variations importantes d'une année à l'autre durant la période 2000 – 2007 (Kali et *al.*, 2011).

Tableau 02 : Evolution des quantités de lait collecté et du taux de collecte en Algérie de 2000 à 2007 (MADR, 2008).

Années	Production locale (10⁶ Litres)	Collecte de lait cru (10⁶Litres)	Taux de Collecte (%)
2000	1550	100	6,52
2001	1637	93	5,71
2002	1544	129	8,41
2003	1610	120	7,46
2004	1915	200	10,4
2005	2092	163	7,83
2006	2244	221	9,86
2007	2185	197	9,02

La collecte est restée insignifiante par rapport à la production, en l'an 2000 pour une production de 1,5 milliards de litres 100 millions de litres de lait cru seulement ont été collectés, soit un taux de collecte de 6,5% et en 2007 Il n'y a pas eu d'amélioration significative, pour 2,18 milliards de litres de lait cru produits 197 millions de litres de lait ont été collectés, soit 9,02% taux de collecte (Fig. 07).

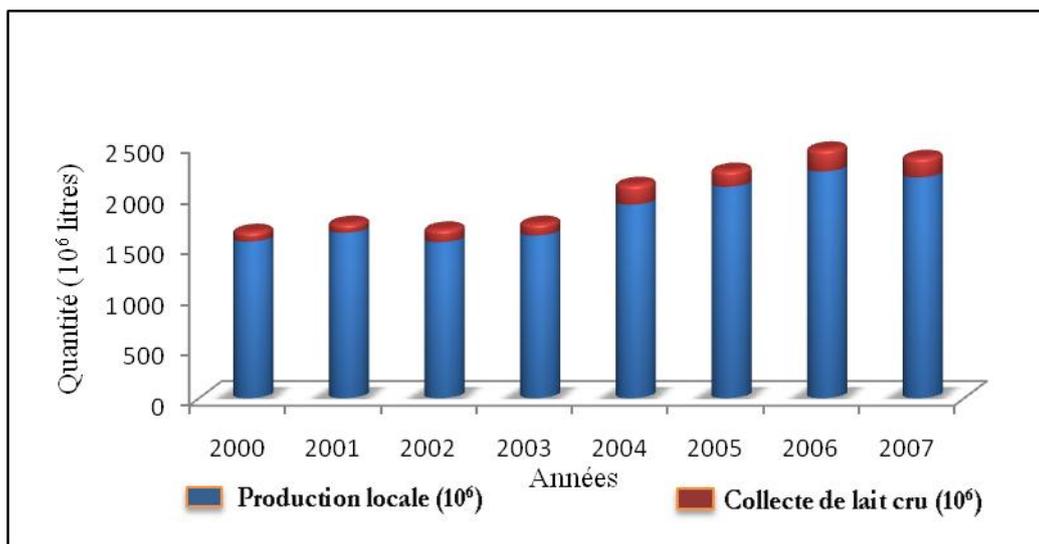


Figure 07 : Evolution de la collecte du lait cru par rapport à la production laitière nationale entre 2000 et 2007 (établi à partir des données du MADR, 2008).

6.2 La production laitière industrielle

La structure de l'industrie laitière nationale se caractérise par une prédominance du secteur public dans la production du lait pasteurisé et le privé dans la production des dérivés (yaourt, fromage, ...). L'industrie laitière nationale constitue une composante fondamentale du complexe agro-alimentaire. L'ONALAIT avait hérité à sa création en 1969 de trois usines, puis avait été restructuré en 1982 en trois offices régionaux : région Ouest (OROLAIT), région Centre (ORLAC) et région Est (ORELAIT). De nouvelles unités se sont ajoutées progressivement et récemment, toutes ont fusionné pour donner naissance au groupe GIPLAIT (Groupe Industriel de Production Laitière), entreprise publique de 19 filiales qui traitent essentiellement du lait reconstitué à partir de poudre de lait et de MGLA importées (Cherfaoui, 2003).

Les capacités de production industrielle sont passées de 1,18 milliards de litres en 1995 à 1,30 milliards de litres en 2002. Elles ont été conçues dans le but de répondre à une

demande en forte croissance avec la perspective d'une intégration aux exploitations laitières qui devaient en constituer la principale source d'approvisionnement. Malheureusement, ces objectifs sont loin d'être atteints car, d'une part, l'industrie laitière n'est pas en mesure d'assurer une couverture satisfaisante de la demande, et, d'autre part, elle est totalement déconnectée de la sphère de production locale.

6.3 Importations destinées à la filière lait

La facture des importations globales du pays en 2007 a atteint 27 milliards de dollars équivalents à 1 903 milliards de DA dont 6 milliards de Dollars pour les produits agricoles soit 421 milliards de dinars algérien (22% des importations globales).

La facture alimentaire est évaluée environ à 4,5 milliards de dollars équivalent à 309 874 854 mille dinars algériens, soit presque 400 milliards de dinars algériens et les produits laitiers à eux seules ont occupés le ¼ de cette facture alimentaire, avec 1 milliard de Dollars l'équivalent de 74 milliards de dinars algériens (soit 24% de la facture alimentaire en dollars).

L'équivalent de 294 240 tonnes de lait et produits laitiers ont été importés en 2007, par les pouvoirs publics sur 7 999 492 tonnes de produits alimentaires (soit 3,67 % des importations des produits alimentaires).

Les principaux pays fournisseurs de l'Algérie pour les produits agricoles sont les pays d'Europe dont la France qui occupe la première place avec 18% suivi de l'Argentine avec 13%. Quant aux USA en 2007, ils ont fournis 8,5% de produits agricoles. La France est le principal fournisseur de l'Algérie des produits alimentaires en 2007 : 2 millions 687 mille 417 tonnes sont importés de ce pays pour une somme de 973 millions de dollars, elle s'est accaparé 22% du marché Algérien, suivi par le Brésil avec les 10,5% et l'Argentine avec 8% (MADR, 2008).

7. La consommation

D'après le ministère du commerce (2008), la consommation globale du lait et de ses dérivés en Algérie a atteint 3,4 milliards de litres, soit près de 115 litres/habitant/an en 2007. L'Algérie est le plus gros consommateur en lait et produits laitiers au niveau maghrébin. A titre de comparaison, cette moyenne est respectivement de 87 litres/habitant/an pour la Tunisie et de 50 litres/habitant/an pour le Maroc. Cependant, le consommateur algérien reste loin derrière le consommateur européen, qui consomme plus de 300 litres/an en 2007 et bien

loin du consommateur français, qui atteint les 406 kg équivalents lait par an (FAO, 2007). Les chiffres du tableau 03 indiquent que la consommation fluctue entre 100 et 115 litres par habitants et par an. L'année 2007 est celle où la consommation enregistrée par le ministère du commerce est la plus élevée (Kali *et al.*, 2011).

Tableau 03 : Evolution de la consommation de lait et produits laitiers entre 2000 et 2007 (MC, 2008).

Années	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Population (Million habitant)	30416	30879	31357	31848	32364	32600	33200	33800
Consommation (Litres/habitant/an)	100	113	105	102	114	110	112	115

Le taux de couverture de la consommation par la production nationale de lait cru, s'élève en 2007 à environ 30 %. Durant la dernière décennie, il s'est situé autour de 40 % (MADR, 2008). Afin de combler ce déficit dans la couverture des besoins de la population en lait, le secteur de l'industrie laitière en Algérie a toujours fonctionné avec de la poudre de lait importée. Le développement des entreprises privées, après l'ouverture de l'économie dans le contexte de la mondialisation, a permis une diversification croissante de la gamme mise sur le marché à la grande satisfaction du consommateur (Kali *et al.*, 2011).

8. Les contraintes

A la lumière de ce qui précède, l'élevage bovin laitier en Algérie se trouve confronté à plusieurs contraintes qui ont contribué à l'insuffisance de la production de lait cru.

8.1 Les contraintes d'ordre techniques

- L'insuffisance des disponibilités fourragères en qualité et en quantité.
- L'insuffisance des actions d'amélioration génétique du troupeau bovin laitier.
- La faible productivité du cheptel laitier performant qui grève la rentabilité de la production et limite certains investissements dans ce secteur.

8.2 Les contraintes d'ordre socio-économiques

- L'augmentation des charges de production notamment les coûts de l'alimentation et du matériel destiné à l'élevage.
- La concurrence créée par les laits de consommation issus de l'industrie.
- Le prix du lait cru payer aux producteurs peu incitatif (Kali *et al.*, 2011).

CHAPITRE II

1. Définition du lait

Sous l'aspect d'un liquide blanc, le lait représente un équilibre entre une solution aqueuse (molécules de sucre), une fine émulsion de globules de graisses et une suspension colloïdale de protéines (Wattiaux, 1998). Le code de la FAO (1998) définit le lait comme le produit de la sécrétion mammaire obtenu à partir d'une vache saine, non surmenée, bien nourrie, ne contenant pas le colostrum et obtenu par une ou plusieurs traites ininterrompues (traite intégrale).

Le lait est un complexe essentiellement constitué d'eau (85 à 90%) et de 4 types constituants majeurs :

- Glucides : essentiellement le lactose.
- Lipides : principalement des graisses (triglycérides).
- Protides : protéines de type caséines.
- Sels minéraux.

Autres constituants présents en quantités minimes (enzymes, vitamines).

Les laits sécrétés par les différentes espèces de mammifères présentent des caractéristiques communes et contiennent les mêmes catégories de composants : eau, protéines, matières grasses et matières minérales. Cependant, les proportions respectives de ces composants varient largement d'une espèce à l'autre.

2. Composition physico-chimique

Le lait de vache a une densité moyenne égale à 1,032. C'est un mélange très complexe et très instable. Il contient une forte proportion d'eau, environ 87 % (Hanzen, 2004).

La richesse nutritionnelle du lait est constituée principalement de quatre nutriments qui sont : les protéines, les glucides, les lipides et les sels minéraux. De tous les constituants majeurs du lait de vache présentés au tableau 04, les protéines présentent un intérêt tout particulier car ce sont les responsables majeures des propriétés technologiques du lait (Filion, 2006). Elles représentent 95% des matières azotées totales et peuvent être départagés en deux groupes (caséines et protéines du lactosérum). Le 5% restant sont constitués d'acides aminés libres et de petits peptides, d'azote non protéique, essentiellement de l'urée (0,3 à 0,4 g/l) mais aussi de la créatinine, de l'acide urique.

Les matières grasses du lait sont principalement constituées de lipides (97,4%). Les 2,6% restants sont partagés équitablement entre phospholipides et composés liposolubles. Le lactose est quasiment le seul glucide du lait de vache. Sa teneur est très stable entre 48 et 50 g/l. Cette teneur présente de faibles variations dans le sens inverse des variations du taux butyreux (Filion, 2006).

Les minéraux jouent un rôle important dans l'organisation structurale des micelles de caséine. Ils sont répartis entre l'état soluble, sous la forme d'ions ou de sels, et l'état colloïdal, associés à la micelle de caséine. De plus, les minéraux sont en équilibre entre les deux états. Tout particulièrement, le phosphore et le calcium jouent un rôle prépondérant dans le maintien de l'intégrité de la micelle de caséine (Filion, 2006).

Le lait contient également des constituants mineurs : les vitamines et les enzymes. Les vitamines A, D, E et K sont liposolubles. D'autre, vitamines sont hydrosolubles et se retrouvent dans le sérum. C'est le cas de l'acide ascorbique(C) thiamine (B1), l'aribo flavine (B2), la pyroxydine (B6), la cyanocobalamine (B12), la niacine, l'acide pantothénique, l'acide folique et la biotine (H).

Produit Extrêmement fragile, le lait est aussi un milieu de culture privilégié pour les micro-organismes. Il doit répondre ainsi à des normes hygiéniques dès la salle de traite afin de lui assurer une qualité microbiologique irréprochable. Pour ces raisons, le lait doit être l'objet de soins attentifs destinés à préserver ses qualités.

D'après Luquet (1985), la qualité du lait collecté à la ferme peut être analysée selon les critères suivants :

- Qualité physique : le lait doit être exempt de toute impureté.
- Qualité chimique : teneur en matières grasses et protéiques.
- Qualité bactériologique : dénombrement de la flore totale aérobie mésophile du lait. Celle-ci doit être la plus faible possible.
- Autres critères : Dénombrement des cellules (Leucocytes : indicateurs de mammites).
- Absence d'inhibiteurs (antibiotiques).
- Absence de mouillage (adjonction d'eau).

Tableau 04 : Constituants majeurs du lait de vache (Hanzen, 2004).

Composants	Quantité (g/l)	(%)	(%) variations
Matière sèche (MS)	130	13	125 à 135
Eau	902	87	900 à 910
Total	1032	100	-
Détail de la MS			
Glucides (lactose)	49	5	48 à 50
Matières azotées totales (MAT)	33	3	31 à 38
Matières grasses	39	4	35 à 48
Sel	9	1	-
Biocatalyseurs, enzymes, vitamines	Trace	-	-
Total	130	13	-
Détail de la MAT			
Protéines	32.7	99	
N non protéique	0.3	1	0.01 à 1.2
Total MAT	33	100	
Détail protéine			
Caséines	28	86	-
Protéines solubles	4.7	14	-
Total Protéines	32.7	100	-
Détail matières grasses			
Lipides	38	97.4	-
Phospholipides	0.5	1.3	-
Composés liposolubles	0.5	1.3	-
Total MG	39	100	-
Détail sels			
Calcium	1.25	14	1.0 à 1.4
Phosphore	0.95	11	0.8 à 1.1
Total Sels	9	100	-

2.1 Le pH

A l'état frais, le lait de vache a un pH légèrement acide (6,6-6,8). Les infections microbiennes peuvent modifier le pH ; les formes aiguës vers l'acidification et les formes chroniques vers l'alcalinisation (Abdelli, 1987). Les laits colostraux et les laits de fin de traite présentent également un pH alcalin. D'après Coulon *et al.* (1997) et Chatellier *et al.* (2000), le pH du lait d'une espèce donnée varie aussi selon le stade de lactation ; il diminue vers la fin de la lactation suite à l'augmentation du taux de caséines et de phosphates.

2.2 La densité

La densité du lait est exprimée par le rapport du poids d'un volume de lait à une température donnée sur le poids d'un volume identique d'eau à la même température (AFNOR, 1980). L'utilisation d'un thermo-lactodensimètre étalonné à 20°C est la méthode la plus rapide pour déterminer la densité du lait. Pour le lait de vache, la densité est comprise entre 1,028 et 1,033. La densité du lait varie en fonction de sa quantité en matières grasses. Certains laits riches en matières grasses ont des densités inférieures à 1,028 alors que les laits de fin de lactation dans lesquels l'extrait sec est élevé présentent des densités supérieures à 1,033 (Alais, 1984). De même, un lait dans lequel l'eau est rajoutée a une densité inférieure à 1,028. Le contrôle de la densité permet donc de vérifier que le lait n'a pas été mouillé.

2.3 L'acidité titrable

La mesure de l'acidité titrable permet de savoir si les réactions d'acidification ont commencé (indicateur de l'acidité des bactéries lactiques). Le lait présente une acidité qui peut être titrée par une solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) en présence de phénophtaléine à 1% (solution à 1g dans 100ml d'éthanol) comme indicateur coloré (virant de l'incolore au rose vert) (AFNOR, 1980). Cette acidité est exprimée en degré Dornic et conventionnellement en grammes d'acide lactique par litre de lait. A la sortie de la mamelle, le lait sain a une acidité naturelle comprise entre 15° et 18° Dornic pour le lait de vache et entre 22° et 25° Dornic pour le lait de brebis.

Le mouillage du lait provoque une diminution de son acidité (Hamama, 2002) alors que le développement intense de micro-organismes dû à un mauvais refroidissement et à une durée trop longue du transport fait augmenter l'acidité du lait (Dudez et Broutin, 2003).

2.4 Le taux butyreux (TB)

Le lait est un exemple d'émulsions gras en eau (ou huile en eau). La matière grasse du lait existe sous la forme de petits globules ou de petites gouttelettes dispersés dans le lactosérum. Leur diamètre est compris entre 0,1 et 20 µm (la taille moyenne est de 3 à 4 µm).

L'émulsion est stabilisée par une très fine membrane qui entoure les globules et à une composition complexe. La matière grasse du lait se compose de triglycérides (les composants dominants), de diglycérides et monoglycérides, d'acides gras, de stérols, de caroténoïdes (la

couleur jaune de la matière grasse), de vitamines (A, D, E et K) et les oligo-éléments qui sont des constituants mineurs. La teneur en matières grasses du lait est appelée taux butyreux (TB).

Celui-ci varie entre 35 et 45 g/l chez la vache (Alais, 1984 ; Coulon et *al.*, 1998). Le dosage de la matière grasse peut renseigner sur l'écémage et le mouillage qui font abaisser la teneur en matières grasses du lait.

2.5 La teneur en protéines (TP)

Les protéines du lait sont composées de deux grandes familles. La première est constituée des caséines qui représentent environ 80 % des protéines vraies. La seconde regroupe les protéines solubles qui sont constituées essentiellement de la bêta-lactoglobuline, de l'alpha-lactalbumine et des immunoglobulines. Le taux de matières azotées totales du lait est appelé taux protéique (TP). Ce dernier est une caractéristique importante du lait. Comme le taux butyreux, le taux protéique conditionne la valeur marchande du lait car la tendance actuelle à la consommation de produits laitiers à faible teneur en matières grasses a modifié les modalités d'établissement des prix de manière à accroître l'importance accordée à la teneur en protéines du lait (Alais, 1984 ; Coulon et *al.*, 1998).

2.6 Extrait sec total (EST)

Les lipides, les protides, les glucides et les sels minéraux constituent l'extrait sec total. La matière sèche du lait est le produit résultant de la dessiccation du lait par évaporation d'une certaine quantité de lait et pesée du résidu. Elle est exprimée en grammes/litre de lait (AFNOR, 1980). L'extrait sec total du lait de vache est de l'ordre de 128 g/l (Alais, 1984).

2.7 Extrait sec dégraissé (ESD)

Dans les industries laitières, la valeur nutritive du lait cru dépend de ce paramètre. Les protides, les glucides et les sels minéraux constituent l'extrait sec dégraissé qui est obtenue par extraction de la matière grasse du lait dans l'extrait sec total. L'extrait sec dégraissé d'un lait normal est de 90 à 95 g/l (Alais, 1984).

3. Effets du facteur de variation étudiée (effet de la saison)

La saison a un effet incontournable sur la variation de la production et la composition du lait. L'influence de la saison qu'il n'est d'ailleurs pas facile d'isoler de celle de l'alimentation, peut intervenir pour atténuer ou accentuer l'amplitude des variations liées au stade de lactation (Coulon *et al.*, 1991). La saison agit essentiellement par l'intermédiaire de la durée du jour (Agabriel *et al.*, 1991). En effet, au même stade de lactation, la production laitière est maximale au mois de juin et minimale au mois de décembre et à l'inverse, le taux butyreux est bas en été (jours longs) et plus élevé en hiver (Coulon *et al.*, 1991 ; Bony *et al.*, 2005). Cette variation peut s'expliquer par la diminution de l'ingestion des fourrages (foin, ensilage de maïs,...) pendant l'été (Alais, 1984).

La teneur en protéines du lait varie de façon importante selon les saisons (Fig. 08). En effet, durant l'été, le taux protéique du lait est généralement plus faible qu'en hiver et ce, particulièrement durant les périodes de grandes chaleurs. Cette baisse est en partie attribuable à une diminution de consommation volontaire de la matière sèche, et par conséquent, à une réduction de l'apport en nutriments servant à la production laitière. De plus, la supplémentation des pâturages en concentrés n'est pas toujours suffisante, ce qui se traduit souvent par des lacunes dans la ration, principalement en énergie et en protéines. Un déséquilibre de l'apport de ces deux éléments réduit l'activité des micro-organismes du rumen et, par le fait même, diminue la production laitière et protéique (Frappier, 1997).

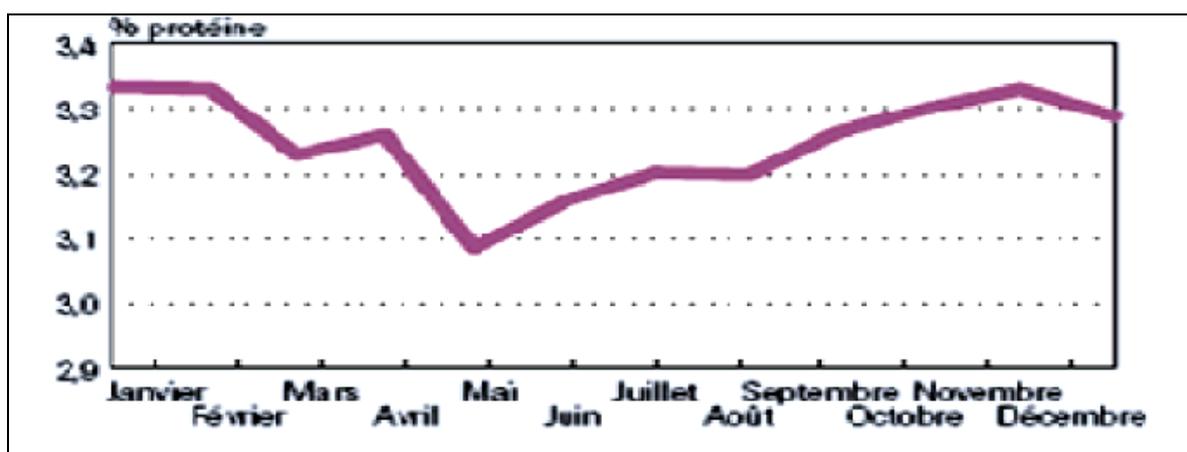


Figure 08 : Effet de la saison sur le taux protéique du lait de vache (Frappier, 1997).

4. Contrôle de la qualité du lait cru

Dans le but de garantir le respect des exigences en matière de conditions, de production, de traite, de stockage et de transport du lait, les contrôles de la qualité du lait sont indispensables et doivent être réalisés régulièrement afin de détecter et d'éliminer les laits qui ne répondent pas aux normes (Tab. 05), que ce soit sur le plan hygiénique, bactériologique ou sanitaire.

Tableau 05 : Les normes physico-chimiques et microbiologiques applicables au lait cru de vache (Oulette, 2004).

Paramètres	Normes
Température	De 1°C à 4°C pour le lait contenu dans la citerne de lait cru en vrac. Une température supérieure à 8°C, la citerne sera inacceptable.
Germes totaux	Au maximum 2 000 000 germes/ml de lait.
Cellules somatiques	Au maximum 500 000 cellules/ml de lait.
Résidus de médicaments vétérinaires	Absence d'inhibiteurs (antibiotiques) aux analyses menées selon les méthodes officielles.
Cryoscopie	Au maximum -0,508°C
Acidité titrable	Inacceptable si supérieure à 18° Dornic (60% d'acide lactique)
pH	Inacceptable si inférieur à 6,60

4.1 Définition de la qualité

La qualité est définie comme étant l'aptitude d'un produit ou d'un service à satisfaire les besoins et les exigences (satisfaction, sécurité, service et santé) des utilisateurs (AFNOR, 1980). La qualité du lait est évaluée par la réalisation de tests sensoriels (couleur, odeur,...),

tests physico-chimiques (pH, acidité Dornic,...) et des tests bactériologiques (dénombrement des germes totaux, des coliformes fécaux,...).

4.1.1 Evaluation de la fraîcheur du lait cru

Plusieurs méthodes sont adoptées pour tester la fraîcheur d'un lait. Les tests les plus utilisés sont le test sensoriel, le test de la coagulation du lait à l'ébullition et le test à l'alcool.

4.1.1.1 Test sensoriel

Il se base essentiellement sur l'évaluation de :

- La couleur : la couleur du lait de la vache ou de brebis doit être légèrement jaune blanchâtre alors que le lait de la chèvre doit être absolument blanc. Si elle est rouge, le lait peut contenir du sang, et si elle est jaune, il peut contenir du pus, de tels laits sont secrétés par des mamelles malades (mammites).
- La propreté : si le lait contient une saleté visible (de la paille ou du fumier par exemple), il sera considéré non hygiénique.
- L'odeur : la senteur du lait permet de déceler des problèmes d'hygiène du lait (odeur d'ensilage de maïs par exemple ; un compte microbien élevé pourrait se traduire par une odeur de lait suri) (Amiot et Champagne, 2002).

4.1.1.2 Test à l'ébullition

Ce test consiste à porter à ébullition un échantillon de lait. S'il y a coagulation (le lait tourne, formation de grumeaux), le transformateur doit refuser de prendre ce lait car il tournera lors de la pasteurisation et ne pourra donc pas supporter les températures nécessaires à l'élimination des germes (Dudez et Broutin, 2003). Ce test est rapide, simple et peu coûteux, mais il ne peut pas indiquer si le lait est frais ou légèrement acide.

4.1.1.3 Test à l'alcool

La flore lactique constitue l'ensemble de la flore acidifiante du lait. Fermentant le lactose avec production d'acide lactique, cette flore acidifie progressivement le lait et devient rapidement prédominante dans les laits non réfrigérés (plus de 12-15°C). Cependant, une production trop importante d'acide lactique, faisant baisser le pH, provoque une déstabilisation progressive des protéines du lait. Dans un tel lait, l'ajout de 2ml d'alcool éthylique (à 70°C) à 2ml de ce lait provoque la floculation des protéines. Cela indique la

présence probable de germes. Ce test se caractérise aussi par sa rapidité, facile à effectuer et par son moindre coût (Amiot et Champagne, 2002).

4.1.2 Evaluation de la qualité microbiologique du lait cru

En raison de sa température (37°C), de sa teneur élevée en eau (87, 5%), de ses éléments nutritifs et de son pH proche de la neutralité (6,6–6,8), le lait représente un excellent milieu de culture pour un grand nombre de microbes. Dans la plupart des cas, ces microbes sont indésirables parce qu'ils altèrent le lait et le rende inconsommable. L'analyse de groupes microbiens tels que les coliformes fécaux (CF), Staphylocoques, germes totaux (flore mésophile aérobie totale), Salmonelles et Clostridium permet une approche plus rigoureuse quant à la qualité hygiénique du lait cru. Cette analyse permettra par la suite de sélectionner les laits de qualité et donc ayant une valeur technologique élevée (Weber, 1985). La mauvaise qualité hygiénique témoigne d'un manque de respect des bonnes pratiques de production au niveau de la traite et du transport du lait cru.

4.1.2.1 Flore originelle du lait

A la sortie de la glande mammaire, tout lait prélevé dans de bonnes conditions à partir d'un animal sain, comporte des cellules et des microbes (flore originelle). Les cellules (de 20000 à 300000/ml de lait) sont d'origine sanguine (leucocytes) et mammaire. Tout état pathologique modifie leur nombre et leur nature. Les microbes (de 10 000 à 500 000/ml de lait) sont d'origine et de nature très variées (Larbaud, 1997).

4.1.2.2 Flore de contaminations du lait

Le lait se contamine par des apports microbiens d'origines variables (Tab. 06). Sauf en cas d'infection mammaire, la présence d'une flore dans le lait provient d'une contamination apportée par le milieu extérieur et de multiplications bactériennes. Les différentes origines de contaminations génèrent des flores de natures différentes dans le lait. Trois facteurs conditionnent la croissance microbienne : le nombre initial de germes, la température et la durée de conservation.

Tableau 06 : Flore de contamination du lait (Cohen Morel et Jouzier, 1995).

Origine de la contamination	Germes responsables de la contamination
Téguments et fèces de l'animal	Coliformes, Entérobactéries pathogènes (Salmonelles)
Sol	Streptomycètes.
Litière	Lactobacilles.
Ensilages	Clostridium.
Air et eau	Flore diverse.
Equipement de traite et de stockage du lait	Flore lactique, Microcoques, Streptocoques.
Manipulateur	Staphylocoques.

Parmi ces micro-organismes, certains sont inoffensifs, d'autres dangereux du point de vue sanitaire et d'autres capables d'entraîner la détérioration du lait. Selon Maurice (1996), les micro-organismes du lait peuvent être classés en trois catégories : Les germes d'altérations : Ceux-ci provoquent l'autolyse des aliments. Ils ne sont pas dangereux pour le consommateur parce que leur présence en grande quantité est visible par l'état du produit (odeur, aspect, etc.). Les germes indicateurs : Ces germes indicateurs renseignent sur l'état microbiologique du lait. Leur dénombrement donne une idée du niveau global de contamination du lait. Parmi ces germes, les bactéries aérobies mésophiles indicateurs de la qualité globale du produit et la flore coliforme qui témoigne d'une contamination fécale. Les germes pathogènes : Ces germes pathogènes sont des bactéries dont le développement dans le lait et les produits laitiers constitue un risque pour la santé du consommateur du fait qu'elles produisent des toxines ce qui rend leur présence dans le lait intolérable.

4.2 Paramètres influençant la qualité hygiénique du lait

Les facteurs affectant la qualité hygiénique du lait cru se situent à plusieurs niveaux d'interaction et peuvent être résumés à travers la figure 09 (Hamama, 2002). L'organisation du travail, l'amélioration de la conception des équipements (matériels de collecte et de conservation du lait) et des locaux et l'amélioration des pratiques (hygiène de l'alimentation et de la traite) contribuent à une plus grande maîtrise de la qualité hygiénique du lait cru (Weber, 1985 ; Agabriel et *al.*, 1995 ; Dubeuf, 1995).

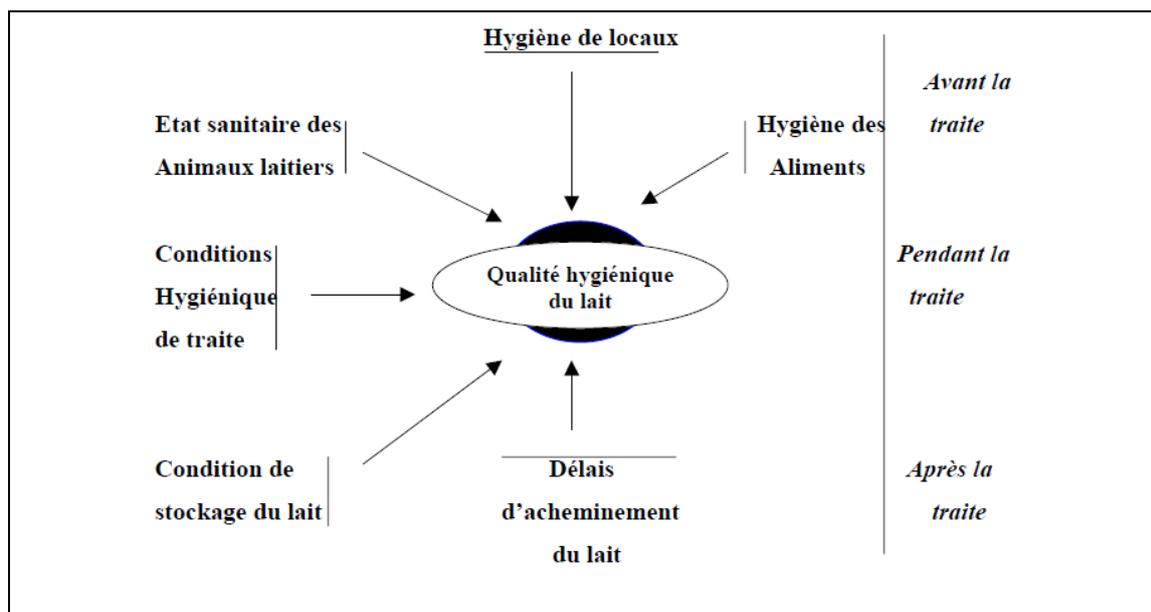


Figure 09 : Paramètres influençant la qualité hygiénique du lait (Hamama, 2002).

4.2.1 Avant la traite

4.2.1.1 Hygiène des locaux et des équipements

Quelque soit le mode de stabulation (libre ou entravée), les locaux servant à l'hébergement des animaux laitiers doivent être conçus de manière à assurer un espace, une ambiance saine (ventilation suffisante) et un entretien efficace et adapté (maintenus secs et propres). Pour cela, il faut assurer une évacuation régulière des déjections, un renouvellement approprié des litières et un nettoyage périodique des étables (Agabriel et *al.*, 2001). Les locaux destinés à l'entreposage du lait doivent être protégés contre les parasites et bien séparés des locaux où sont hébergés les animaux et disposer d'un équipement de réfrigération approprié. Les locaux servant à la traite des animaux doivent être faciles à nettoyer (revêtement étanche et lisse des sols et des murs) et bien éclairés. Les équipements destinés à entrer en contact avec le lait (ustensiles, récipients, machine à traire, citernes, ...etc.), utilisés pour la traite, la collecte ou le transport, doivent être faciles à nettoyer et à désinfecter et bien entretenus afin de diminuer les risques de contamination du lait. Cela exige l'utilisation de matériaux lisses, lavables et non toxiques (Dubeuf, 1995).

4.2.1.2 Hygiène des aliments

Le lait des vaches recevant de l'ensilage peut avoir des défauts de qualité hygiénique causée par les spores butyriques véhiculées par la terre incorporée dans les ensilages (Demarquilly, 1998). La contamination du lait se fait lors de la traite, par des particules de bouse passant dans le lait. Il est impératif donc d'incorporer le moins possible de terre (à l'origine des spores) dans le fourrage lors de la récolte et du remplissage du silo. D'autre part, il est nécessaire d'utiliser un conservateur efficace inhibant la multiplication des spores dans l'ensilage (addition de nitrates) (Cohen-Morel et Jouzier, 1995).

4.2.1.3 Etat sanitaire des animaux laitiers

Pour pouvoir utiliser le lait cru pour la consommation humaine, certaines exigences sanitaires applicables aux animaux doivent être satisfaites : Les animaux ne doivent présenter aucun symptôme de maladie contagieuse transmissible à l'homme par le lait (indemnes de brucellose et de tuberculose), aucune maladie pouvant entraîner la contamination du lait et aucune blessure du pis pouvant altérer le lait, les animaux ne doivent pas être l'objet d'administration de substances ou de produits non autorisés, dans le cas d'administration de produits ou de substances autorisés, le délai d'attente prescrit pour ces produits ou ces substances doit être respecté (Hanzen, 2004).

4.2.2 Pendant la traite

4.2.2.1 Conditions hygiéniques de la traite

Prise dans sa globalité, la traite doit être effectuée dans des conditions d'hygiène parfaites afin de minimiser la contamination du lait et d'en assurer une bonne qualité microbiologique. Il est notamment recommandé : d'éviter l'affouragement, le nettoyage et le renouvellement de la litière, juste avant et pendant la traite, de préparer au préalable l'ensemble du matériel de traite, d'hygiène et de soin pour qu'il soit à portée de main, De nettoyer et essuyer les trayons, la mamelle et les parties adjacentes avant et après la traite pour éliminer une partie des germes pathogènes et d'altération et stimuler l'excrétion du lait, De pratiquer une traite complète et bien organisée, de traire les vaches dans le calme. Les vaches stressées au moment de la traite se salissent davantage et peuvent retenir leur lait, De vérifier dans le cas de la traite mécanique l'état de la machine à traire et l'absence d'eau résiduelle dans la chambre de réception.

4.2.3 Après la traite

4.2.3.1 Conditions de stockage du lait

Immédiatement après la traite, le lait doit être placé dans un endroit propre et séparé des locaux de stabulation de façon à éviter toute contamination. Si le lait n'est pas récolté dans les 2 heures suivant la fin de la traite, il doit être refroidi immédiatement à une température ne dépassant pas 8 °C lorsqu'il est collecté chaque jour et 6 °C lorsque la collecte n'est pas effectuée chaque jour.

4.2.3.2 Délais d'acheminement du lait

L'objectif du transport est de maintenir la qualité du lait jusqu'à sa livraison à l'usine ou au centre de collecte. Le manque de moyens de transport non frigorifiés ajouté à l'absence d'un réseau routier aménagé qui allonge la durée de l'acheminement du lait vers les centres de collecte favorisent la détérioration de la qualité bactériologique du lait. Pendant le transport, la chaîne du froid doit être maintenue et la température du lait ne doit pas dépasser 10 °C à l'arrivée dans l'établissement de destination (Hanzen, 2004).

4.3 Les fraudes du lait cru

Les laits fraudés sont des laits dont la composition originelle a été modifiée volontairement en vue de réaliser des profits illicites. La fraude du lait cru entraîne souvent : Des modifications des paramètres physico-chimiques du lait (densité, matières grasses et protéiques), La diminution de la valeur nutritive du lait, des risques de contamination causée par les manipulations.

L'étude et l'analyse des différents paramètres physiques et chimiques du lait peuvent servir à la détection et à l'évaluation des principales fraudes suivantes :

4.3.1 L'écémage

Un lait écrémé est un lait dont la matière grasse a été partiellement ou entièrement enlevée. Il est à noter que dans un lait écrémé, la densité tend à augmenter et la matière sèche totale ainsi que la matière grasse tendent à diminuer. L'écémage peut être calculé à partir de la formule suivante (Veisseyre, 1979) :

Écémage % = $[(G' - G)/G] \times 100$ Avec : G : Teneur en matière grasse du lait suspect.
G' : Teneur en matière grasse d'un lait normal d'une région donnée.

4.3.2 Le mouillage du lait

Le mouillage est une dilution du lait par l'eau. Il constitue la fraude la plus fréquente au niveau de l'exploitation laitière. A l'aide d'une cryoscopie, la mesure du point de congélation du lait est la méthode utilisée pour détecter l'addition d'eau après la traite. Le point de congélation du lait de vache est compris entre - 0.520 et - 0.550°C. Plus un lait contient de l'eau (additionnée), plus son point de congélation se rapproche de 0°C, point de congélation de l'eau pure.

Le pourcentage d'eau ajouté au lait (TM%) peut être calculé par la formule établie par Luquet (2002) : $TM \% = (PCA - PCE) / 100) \times (100 - EST)$ Avec : PCA : Point de congélation d'un lait normal prélevé directement de la mamelle. PCE : Point de congélation de l'échantillon. EST : Extrait sec total en %

4.3.3 Laits substitués

Plusieurs types de lait peuvent être ajoutés au lait de vache ; ces laits ont des caractéristiques différentes (composition et composants). Les formes de mélanges les plus rencontrées sont les suivantes (Siousarran, 2003) : Le mélange du lait de deux traites différentes qui ne correspondent pas à la même journée de la traite. Le mélange du lait d'une vache malade avec celui d'une vache saine. Le mélange du lait cru avec du lait en poudre. Le mélange de lait d'espèces différentes (chèvres, brebis). Cette fraude est relativement fréquente pour les laits destinés à la fabrication de fromage de petits ruminants. La détection de cette fraude consiste à rechercher la β -carotène présente dans la matière grasse du lait de vache et absente dans celle de lait de chèvre.

**ETUDE
EXPERIMENTALE**

CHAPITRE III

1. Justification et contexte de l'étude

En Algérie, le lait occupe une place importante dans la ration alimentaire du citoyen. Il contribue pour 65,5 % dans la consommation de protéines d'origine animale, devançant largement les viandes (22,4 %) et les œufs (12,1 %).

L'Algérie se place ainsi au troisième rang mondial en matière d'importation de lait et produits laitiers (Ferrah, 2005).

Le flux des importations joue, en conséquence, un rôle important dans la régulation du marché national du lait et des produits laitiers. Les entreprises laitières fonctionnent globalement sur la base de produits importés à l'instar de la poudre de lait.

La production du lait en Algérie est largement dépendante de la disponibilité de ces produits sur le marché international et des fluctuations de leurs cours mondiaux.

Quant au lait cru produit localement, il n'entre que pour une très faible part dans l'activité des laiteries. Ainsi, la production locale n'a contribué qu'avec une proportion de 6 % dans la production industrielle (Amellal, 2000).

2. Objectif

L'objectif de ce travail est de répondre aux questions suivantes :

- 1- Est ce que le lait cru des vaches à haut potentiel génétique répond aux normes de production de point de vue physicochimiques ?
- 2- La saison à-t-elle des conséquences sur les caractéristiques physicochimiques du lait ?
- 3- Quelles sont les propriétés fonctionnelles (technologiques) de l'aptitude du lait à la transformation ?

3. Présentation de la région d'étude

3.1 Situation géographique

La wilaya de Guelma se situe au Nord-est du pays et constitue du point de vue géographique, un point de rencontre, voir un carrefour entre les pôles industriels du Nord

(Annaba et Skikda) et les centres d'échanges au Sud (Oum el Bouaghi et Tébessa). Elle occupe une position médiane entre le Nord du pays, les hauts plateaux et le Sud.

Elle est limitrophe aux Wilayas suivantes : Annaba au Nord, El-Tarf au Nord-est, Souk Ahras à l'Est, Oum El-Bouaghi au Sud, Constantine à l'Ouest et la wilaya de Skikda au Nord-ouest (URBACO, 2012).

3.2 Relief

La géographie de la wilaya se caractérise par un relief diversifié, dont on retient particulièrement une importante couverture forestière et le passage de la Seybouse qui constitue le principal cours d'eau.

Ce relief se décompose comme suit :

- Les montagnes occupent les 37,82% ;
- Les Plaines et Plateaux occupent 27,22% ;
- Les Collines et Piémonts 34,96%.

3.3 Climat

Le territoire de la Wilaya se caractérise par un climat subhumide au Centre et au Nord et semi aride vers le Sud. Ce climat est doux et pluvieux en hiver et chaud en été. La température qui varie de 4 °C en hiver à 35,4 °C en été, est en moyenne de 17,3°C.

La pluviométrie varie de 350 à 400 mm/an au Sud et dépasse les 600 mm/an au Nord. Près de 57% de cette pluviométrie, est enregistrée pendant la saison humide (Octobre/Mai) (DSA, 2011).

4. Matériel et méthodes

4.1 Démarche de l'étude

Un total de 363 échantillons de lait de mélange réceptionné par la laiterie El Safia (commune d'El Fedjouj, Guelma) pendant la période de février 2012 et mars 2013 a été utilisé pour faire un état des lieux des caractéristiques physico-chimiques et technologiques du lait et de ses variations selon la saison. Ces données ont été fournies par la laiterie à titre d'historique à partir du fichier d'enregistrement (Annexe. 01).

Le lait réceptionné est un lait de mélange de plusieurs femelles en lactation appartenant aux troupeaux de plusieurs exploitations collecté par un seul collecteur (Fig. 10).

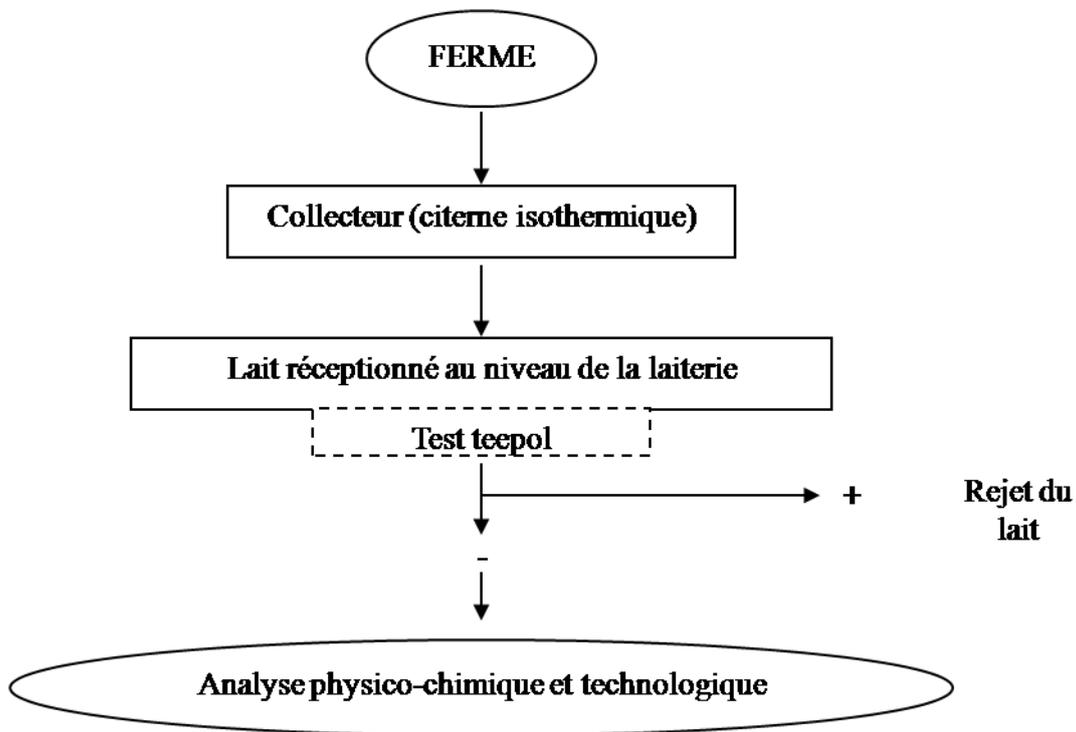


Figure10 : Etapes méthodologiques

La répartition des 363 échantillons du lait retenus pour l'analyse des données au cours de l'année est presque égale. Ceci est dans le but de disposer d'un échantillon homogène au cours de l'année (Tab. 07).

Tableau 07 : Nombre d'échantillons de lait retenu pour l'étude

Mois de production	N
Jan	31
Fev	28
Mar	31
Avr	29
Mai	31
Jui	30
Juil	31
Aou	31

Sep	30
Oct	30
Nov	30
Dec	31
Total	363

Les données relatives à l'origine de lait réceptionné n'étaient pas disponibles à savoir : les caractéristiques zootechniques des ateliers laitiers (race, état physiologique des animaux pratiques d'élevages).

Il est à remarquer que la totalité de la production laitière provient des vaches de races améliorées, en particulier la race Holstein ou Montbéliarde. Par conséquent, l'effet race n'a pas été pris en compte.

4.2 Les principales facettes de la qualité des laits recherchée par l'étude

Pour mettre la lumière sur la qualité physico-chimique et technologique de lait cru réceptionné au niveau de cette région d'étude nous avons recouru à une analyse sur plusieurs angles (Tab. 08).

Tableau 8 : les diverses facettes recherchées par l'étude

Aspects physiques	Point de congélation (cryoscopie) Masse volumique (densité)
Aspects chimiques	Composition en protéine, matières grasses, lactose et minéraux.
Aspects fonctionnels	Rapport : TP/TB Rapport : TB/TP Rendement fromager : rendement frais, sec et ajusté en MS.

4.3 Analyses physico-chimiques

Pour l'analyse physico-chimique, les techniciens de la laiterie utilisent un analyseur LACTOSCAN[®] (serial N° 5795, supply 12vDC 50-65w) (photo. 01). Ce dernier est un

appareil automatique formé d'un microprocesseur à contrôle infrarouge pour une détermination directe et rapide.

Cet appareil permet la mesure à plusieurs avantages :

- Résultats affichés en moins de 60 sec pour plusieurs paramètres à savoir TP ; TB; EST ; ESD ; MM ; lactose ; cryoscopie, densité et la température.
- Pas besoin de préparation, d'homogénéisation ou de chauffage des échantillons.
- Permet de faire un grand nombre de mesures.
- Nécessite de petites quantités de lait requises (photo 1).
- Mesure de précision d'ajustement peut être effectué par l'utilisateur ;



Photo 01 : LACTOSCAN® vue de profile

La précision de l'appareil a été testée par des équations classiques de détermination de la qualité physicochimique du lait (formules mathématiques ou le calcul par différence comme celles de Fleischmann et Richmond) (Alais, 1984) à savoir :

$$ESD = EST - TB$$

$$EST = 6 \times TB / 5 + D / 4 + 0.26$$

$$\text{Lactose} = MS - (TP + TB + MM)$$

4.4. L'estimation de la qualité technologique des laits crus

L'analyse a été limitée volontairement à l'estimation du rendement fromager attendu pour juger l'efficacité de transformation du lait. Les rendements fromagers correspondent à la quantité de fromage que l'on peut obtenir avec une quantité fixée de lait. De nombreux auteurs ont proposé des équations de prédiction des rendements fromagers en fonction des taux butyreux et protéiques des laits. Ces derniers sont largement tributaires de la composition du lait, en matières grasses et en protéines (Guo et *al.*, 2004).

Les autres caractéristiques du lait (pH, variants de la caséine kappa) peuvent modifier le rendement fromager, mais de manière marginale. L'équation de prédiction publiée par Colin et *al.* (1992) a été utilisée pour des fromages à pâte de type molle, réalisée dans des conditions contrôlées dans une fromagerie expérimentale à partir du lait entier des vaches.

Les formules prédictives utilisées :

1) Rendement frais (kg /100 kg lait) = $0,37 + 0,36 TP + 0,15 TB$ ($r^2 = 76,5$; ETR =0,29)

2) Rendement ajusté en MS (kg /100 kg lait) = $-1,38 + 0,54 TP$ ($r^2 = 65,6$; ETR =0,49)

3) Rendement sec (kg/100 kg lait) = $-0,07 + 0,18 TP$ ($r^2 = 71,5$; ETR =0,14)

Le calcul des différents rapports TP/TB et TB/TP est ainsi réalisé au cours de l'année

4.5. Traitement des données et analyses statistiques

Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel EXCEL STAT selon les étapes suivantes :

- Une analyse descriptive pour le calcul des moyennes, des écarts types, le coefficient de la variation, des maxima et minima des paramètres étudiés selon chaque « saison ».

- Pour exposer ces résultats, les unités et les abréviations utilisées sont celles répertoriées dans le tableau 9.

Tableau 09 : Abréviations et unités des paramètres physico-chimiques

Paramètres	Unités	Noms des variables
Taux butyreux	g / 1000 g	TB
Taux protéique	g / 1000 g	TP
Extrait sec total	g / 1000 g	EST
Extrait sec dégraissé	g / 1000 g	ESD
Lactose	g / 1000 g	LAC
Matières minérales	g / 1000 g	MM
Densité	mg/cm ³	D
Cryoscopie	°C	CRY

- Etablir une matrice de corrélation entre les paramètres étudiés dont le but de quantifier la liaison entre les paramètres étudiés d'une manière à mettre en évidence le sens de liaison et son intensité.

- Pour comparer les moyennes des paramètres étudiés pour chaque saison, le test le plus approprié est l'ANOVA à un facteur. En revanche, le but de cette analyse est de savoir l'existence des paramètres physico-chimique liés significativement à une saison ou plus. Autrement dit, l'effet de la saison sur les paramètres physico-chimique du lait de vache.

- L'ANOVA est complétée par le test LSD.

CHAPITRE IV

CHAPITRE IV

CONCLUSION

Conclusion

A travers cette étude, nous avons tenté d'apporter une contribution à une meilleure connaissance de laits crus de vache et nous avons ciblé l'analyse physico-chimique et le rendement fromager.

L'analyse physico-chimique a montré que les laits crus, collectés dans cette région d'étude, présentent globalement une composition comparable à celle rapportée par d'autres auteurs. En revanche, Il est important de signaler que malgré la mauvaise conduite de l'élevage des vaches, ces dernières produisent de laits crus qui présentent une qualité physico-chimique relativement bonne et sont acceptables du point de vue nutritionnel et ayant un taux butyreux élevé estimé en moyenne à $40,19 \pm 3,41$ g/kg . Ces laits sont caractérisés aussi par un apport protéique appréciable de l'ordre de $30,83 \pm 1,4$ g/kg.

La composition du lait a été très variable surtout de point de vue taux butyreux (TB). En revanche, le taux protéique (TP) est plus stable et plus proche aux normes. La teneur moyenne enregistrée en (EST) est de $121,51 \pm 6,85$ g/kg.

Les apports d'eau étrangère dans le lait sont assez constants en cours de l'année, et que les variations du point de congélation sont essentiellement dues à celles de la production laitière.

Contrairement à ce qui était attendu en rapport avec la bibliographie, les valeurs de la densité apparaissent plutôt faibles : en moyenne $1028,41 \pm 1,34$ mg/cm³, avec une variation de 1026 à 1034 mg/cm³ où la densité varie très peu avec un coefficient de variation qui ne dépasse pas 0,31%. Cela ne peut être relié qu'au (TB) élevé observé au niveau de ces échantillons où la moyenne de l'échantillon global dépasse la norme européenne (38g/kg), on constate que le lait produit dans cette zone d'étude a une teneur élevée en matière grasse et ceci du fait que les quantités produites par nos races sont faibles. En effet, la teneur en matière grasse du lait varie en sens inverse de la quantité de lait produite.

La teneur moyenne en lactose est de 40,29 g/kg. Il varie de 33,9 à 49,9 g/kg. Par comparaison avec d'autres normes européennes, cette teneur en lactose s'avère faible.

La valeur moyenne du (MM) du lait cru réceptionné est de $6,19 \pm 0,21$ g/kg pour 363 échantillons, avec une variabilité de 5,50 à 7,40 g/kg. Une moyenne faible par rapport aux normes acceptées d'où 96% des échantillons se trouvent au dessous de norme.

L'ensemble des résultats d'analyse tend à montrer que les valeurs moyennes obtenues pour les critères décrivant la qualité physique et chimique des différents laits réceptionnés se situent dans le cadre des valeurs retenues comme normales pour le lait de vache. Tandis que ce de la densité, extrait sec dégraissé et la matière minérale étaient légèrement inférieurs aux normes admises.

La saisonnalité de la production laitière qui caractérise les exploitations laitières influe significativement la richesse du lait en matière utile. C'est au cours de la saison automnale et hivernale (septembre à février) que les laits étaient significativement ($P < 0,01$) les plus riches en matières grasses et protéine. La saison de forte production laitière (mars à mai) était caractérisée par des moyennes les plus faibles. En effet, la qualité du lait varie en sens inverse de la quantité du lait produite.

Ces résultats s'expliquent du fait que la composition chimique (teneurs en matière grasse et en protéines) du lait varie en sens inverse de la quantité produite. On conclut, il est possible de dire que les laits les plus riches en matière utile contiennent plus d'échantillons en provenance de l'automne et l'hiver. Les laits les moins riches sont plutôt ceux du printemps.

Cette analyse confirme que la saison printanière est défavorable à la qualité physico-chimique des laits crus des vaches collectés dans cette région d'étude.

Le rendement moyen fromager calculé à partir de l'équation de prédiction reste faible par rapport aux rendements publiés par d'autres auteurs. Ceci est fortement lié à la richesse de lait en matière grasse avec un mauvais compromis avec TP. Cependant, le rendement varie beaucoup avec le type de fromage fabriqué.

Globalement, la majorité des laits collectés peuvent être qualifiés de qualité insuffisante du point de vue technologique. Par conséquent, des propriétés technologiques des laits et des produits laitiers demeurent un sujet d'actualité pour lequel des concertations et des échanges doivent s'intensifier entre le zootechnicien et le technologue afin de chercher le meilleur compromis entre les différents déterminants de la qualité globale du lait pour faciliter leur transformation.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Références Bibliographiques

ABDELGUERFI A. 1987. Quelques réflexions sur la situation des fourrages en Algérie. Céréaliculture, ITGC Alger, n°16, 1-5.

ABDELLI N. 1987. Contribution à l'étude de la qualité hygiénique des laits crus collectés par l'unité ORLAC Draa Ben Khedda dans la Daïra de Béjaïa. Mémoire d'Ingénieur, Université de Béjaïa.

ADAMOUCHE S., BOURENNANE N., HADDADI F., HAMIDOUCHE S., SADOUD S. 2005. Quel rôle pour les fermes-pilotes dans la préservation des ressources génétiques en Algérie? Série de Documents de Travail N° 126, 81p.

AFNOR. 1980. Association Française de Normalisation. Lait et produits laitier. Méthodes d'analyses. 1ère Ed. AFNOR, Paris, France.

AGABRIEL C., BRUNSCHWIG G., SIBRA C., COULON J.B., NAFIDI C. 1995. Relations entre la qualité du lait livré et les caractéristiques des exploitations. INRA Prod. Anim., 8 (4), 251-258.

AGABRIEL C., COULON J.B., JOURNAL C., DE RANCOURT B. 2001. Composition chimique du lait et systèmes de production dans les exploitations du Massif central. INRA Prod. Anim., Vol. 14, N°2, 119-128.

AGABRIEL G., COULON J.B., MARTY G. 1991. Facteur de variation du rapport des teneurs en matières grasses et protéiques du lait de vache : étude dans les exploitations des Alpes du Nord. INRA Prod, Anim., 4(2), 141-149.

ALAIS C. 1984. Science du lait, Principes des techniques laitières. 3ème édition. Edition Publicité, France. 807 p.

AMELLAL. 2000. La filière lait en Algérie : entre l'objectif de la sécurité alimentaire et la réalité de la dépendance. In Options Méditerranéennes. Département Economie Rurale, INA El Harrach, Alger.

AMIOT J., CHAMPAGNE C. 2002. Science et technologie du lait. P. 50-51.

AURIOL P. 1989. Situation laitière dans les pays du Maghreb et du Sud-est de la Méditerranée. Options Méditerranéennes, Série A, Séminaires Méditerranéens, n°6, 51-72.

BELHADI N., YASSA N. 2004. Etude de quelques facteurs de variation de la production et des qualités physicochimiques du lait de vache. Mémoire d'Ingénieur Agronome, Université Mouloud MAMMERI Tizi-ouzou. p 123

BENCHARIF A. 2001. Stratégies des acteurs de la filière lait en Algérie: Etats des lieux et problématiques. Options Méditerranéennes, Série B, Etudes et Recherches, n°32, 25-45.

BENYOUCEF M.T. 2005. Diagnostic systémique de la filière lait en Algérie. Organisation et traitement de l'information pour analyse des profils de livraison en laiteries et des paramètres de production des élevages. Thèse de Doctorat en sciences agronomiques. INA. Alger, 2 tomes : 396p.

BOCQUIER F. 1985. Influence de la photopériode et de la température ambiante sur certains équilibres hormonaux et sur les performances zootechniques de la brebis en gestation et en lactation. Thèse docteur- Ingénieur, INA Paris-Grignon, 105 p.

BOCQUIER F., CAJA G. 2001. Production et composition du lait de brebis : effet de l'alimentation, INRA Productions Animales, n°14, vol 2, p 129-140.

BONY J., CONTAMIN V., GOUSSEFF M., METAIS J., TILLARD E., JUANES X., DECRUYENAERE V., COULON J.B. 2005. Facteurs de variation de la composition du lait à la Réunion . INRA Prod. Anim. Vol 18, num 4, 255-263.

BOUKIR M. 2007. Relation entre les modalités de production bovines et les caractéristiques du lait. Cas des exploitations laitières de la wilaya de Tizi-ouzou. Mémoire de Magister, ENSA, El harrach, Alger, 116 p.

CAUTY I., PERREAU J. M. 2003. La conduite du troupeau laitier. Ed. France agricole: 50-62.

CHATELLIER V., COLSON F., FUENTES M., VARD T. 2000. Les exploitations d'élevage herbivore dans l'Union Européenne. INRA Prod. Anim. Vol. 13, 201-213.

CHERFAOUI A. 2003. Essai de diagnostic stratégique d'une entreprise publique en phase de transition. Cas de la LFB (Algérie). Thèse Master of Science. Montpellier, Série Master of Science, n°62, 119p.

COHEN-MAUREL E., JOUZIER X. 1995. Manuel de référence pour la qualité du lait. 2ème Ed. Paris, CIDIL-FNPL. P199.

COLIN O., LAURENT F., VIGNON B. 1992 Variations du rendement fromager en pâte molle. Relations avec la composition du lait et les paramètres de la coagulation, Lait 72 307–319.

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

COULON J.B. 1994. Effet du stade physiologique et de la saison sur la composition chimique du lait de vache et ses caractéristiques technologiques. Rec. Méd. Vét. Cedex; France: p.367- 373

COULON J.B., D'HOOR P. 1994. Effets du niveau des apports énergétiques sur les performances de vaches laitières de race Holstein ou Tarentaise, Annales de Zootechnie, n°43, p 355-368.

COULON J.B., HAUWUY A., MARTIN B., CHAMBA J.F. 1997. Pratiques d'élevage, production laitière et caractéristiques des fromages dans les Alpes du Nord. INRA Prod. Anim. Vol. 10, N°3, 195-205.

COULON J.B., HURTAUD C., REMOND B., VERITE R. 1998. Facteurs de variation de la proportion de caséines dans les protéines du lait de vache. INRA Prod. Anim., Vol. 11, N°4, 299-310.

COULON J.B., REMOND B. 1991. Réponse de la production et de la composition du lait de vache aux variations d'apports nutritifs. INRA Prod, Anim., 4(1), 49-56.

DEMARQUILLY C. 1998. Ensilage et contamination du lait par les spores butyriques. INRA. Prod. Anim., Vol. 11, N°5, 359-364.

Direction de Services Agricoles (DSA). 2011 Statistiques des productions animales et la production laitière Guelma, avril 2011.

DUBEUF B. 1995. Relations entre les caractéristiques des laits de troupeaux, les pratiques d'élevages et les systèmes d'exploitation dans la zone de production du Beaufort. INRA. Prod. Anim., Vol. 8, N°2 : 105 - 116.

DUDEZ P., BROUTIN C. 2003. Quatre méthodes simples pour contrôler la qualité du lait et des produits laitiers. Groupe de Recherche et d'Echanges Technologiques, Paris, France.

EDDEBBARH A. 1989. Systèmes extensifs d'élevage bovin laitier en Méditerranée. Options Méditerranéennes, Série A, Séminaires Méditerranéens n°6, 123-133.

FAO. 1998. Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Collection FAO : Alimentation et nutrition n° 28.

FAO. 2007. Word Milk Production. FAO/STAT; 24 Mai 2007.

FELIACHI K., KERBOUA M., ABDELFETTAH M., OUAKLI K., SELHEB F., BOUDJAKJI A., TAKOUCHT A., BENANI Z., ZEMOUR A., BELHADJ N., RAHMANIM., KHECHA A., HABA A., GHENIM H. 2003. Rapport National sur les Ressources Génétiques Animales : Algérie. 46 p.

FERRAH A. 2005. Aides publiques et développement de l'élevage en Algérie : Contribution à une analyse d'impact

FILION M. M. 2006. Amélioration de la stabilité thermique du lait par modulation du potentiel d'oxydoréduction. Mémoire M. Sc., Sciences et technologie des aliments, U. Laval, pp.159

FRAPPIER C. 1997. De la protéine comme ça me plait. Le producteur de lait québécois, 2ème Partie, p 27-30.

GIPLAIT. 2005. Production et commercialisation des laits et produits laitiers. Historique et stratégie pp.15.

GUO M., PARK Y.W., DIXON P.H., GILMORE J.A., KINDSTEDT P.S. 2004. Relationship between the yield of cheese (Chevre) and chemical composition of goat milk. Small Rumin. Res. 52, 103- -107.

HAMAMA A. 2002. Hygiène et prophylaxie dans les étables laitières. Cours de formation des techniciens de l'Office Régional de Mise en Valeur Agricole l'Haouz. Marrakech.

HANZEN Ch. 2005. Lait et production laitière. Cours de première année doctorat en médecine vétérinaire. Université de Liège, Belgique.

HODEN A., MARQUIS B., DELABY L. 1988. Association de betteraves fourragères à une ration mixte d'ensilages de maïs et de trèfle violet pour vaches laitières. INRA Prod. Anim., Vol 1, num 3, 165-169.

JENSEN R.G. 1995. Handbook of milk composition. Academic Press, San Diego.

JORA. 1998. Journal officiel de la république algérienne. Alger, Algérie N°35. 1998, Arrêté interministériel du 27 mai 1998.

JOUVE A.M. 1999. Evolution des structures de production et modernisation du secteur agricole au Maghreb. Cahiers Options Méditerranéennes, 36, 223-234.

KALI S., BENIDIR M., AIT KACI K., BELKHEIR B., BENYOUCEF M.T. 2011. Situation de la filière lait en Algérie: Approche analytique d'amont en aval. Livestock Research for Rural Development, 23 (8).

LARBAUD V. 1997. Je ne connais aucune exception à la règle, qu'il est moins coûteux d'acheter son lait que d'avoir une vache.

LE HOUEROU H.N. 1995. Considérations biogéographiques sur les steppes arides du nord de l'Afrique. Sciences et changement planétaires. Vol. 6, N°2, 167-182.

LOEFFLER S.H., DE VRIES M.J., SCHUKKEN Y.H. 1999. The effects of time of disease occurrence, milk yield, and body condition on fertility of dairy cows. J. Dairy Sci., 82 (12), 2589-2604.

LUQUET F.M. 1985. Lait et produits laitiers : vache-brebis-chèvre, Les laits de la mamelle à la laiterie, Vol.1. Paris : Edition Lavoisier TEC&DOC, 397 p.

LUQUET F.M. 2002. Laits et produits laitiers : vaches, brebis, chèvres. Sciences et Techniques Agro-alimentaires.

MADR. 2005. Statistiques agricoles. Superficies et productions, Séries A et B.

MADR. 2006. Les schémas directeurs sectoriels de l'agriculture. Réunion d'évaluation du PNDAR - 2ème semestre 2006, MADR, 24 janvier 2007.

MADR. 2008. Statistiques agricoles. Superficies et productions, Séries A et B.

MADR. 2009. Statistiques agricoles. Superficies et productions, Séries A et B.

MATHIEU J. 1998. Initiation à la physicochimie du lait. Paris : Lavoisier, « Tec et Doc ». 220 p.

MAURICE Y. 1996. Analyse industrielle de la laiterie Shola : points critiques et facteurs de risques sanitaires. Rapport Cirad-emvt N°96057. Montpellier, France, 43 p.

MINISTERE DU COMMERCE. 2008. Rapport statistiques du commerce extérieur des produits agricoles 2007, Algérie. Alger : MC.

NADJRAOUI D. 2001. Profil des ressources fourragères en Algérie. Grassland and pasture crops, FAO. 30p.

OFIVAL. 2001. Observatoire des Filières Lait et Viandes rouges. Les performances zootechniques des élevages bovins laitiers en Algérie. C.I.Z : Bilan 2001-2002.

OULETTE D. 2004. Du bon lait pour du bon fromage. Symposium sur les bovins laitiers, Centre de Recherche en Agriculture et Agroalimentaire de Québec.

PACKARD V., GINN R. 1990. An evaluation of freezing point changes in raw milk analyzed by Dairy Quality. *Dairy food envi sanit*, 10 (6) : 347-351.

PIRISI. 1994. Composition et coagulation du lait de brebis. *Lait*, 74 : 425 – 44.

SIOUSARRAN V. 2003. Hygiène du lait cru en zone urbaine et périurbaine de Niamey, Niger. DESS productions animales en régions chaudes. Montpellier, France. P. 55.

TUCKER H.A. 1985. Photoperiodic influences on milk production in dairy cows. In "Recent advances in animal nutrition – 1985 ". W.E. Haresign, D.J.A. Cole Eds., Butterworths, 211-221.

URBACO. 2012. Étude du Plan d'Aménagement du Territoire de la Wilaya de GUELMA. Tome I, 125 p.

VEISSEYRE R. 1979. Technologie du lait constitution, récolte, traitement et transformation du lait. 3^{ème} édition. Edition la maison rustique, Paris. 720p.

WATTIAUX M.A. 1998. Composition et valeurs nutritives du lait : lactation et récolte du lait. Institut Babcock.

WEBER F. 1985. La réfrigération du lait à la ferme et organisation du transport. 216p.

YAKHLEF H. 1989. La production extensive du lait en Algérie. Options Méditerranéennes, Série A, Séminaires Méditerranéens n° 6,135- 139.

YAKHLEF H., MADANI T., ABBACHE N. 2002. Biodiversité importante pour l'agriculture: cas des races bovines, ovines, caprines et camelines. MATE-GEF/PNUD : projet ALG/G13, 43p.

ANNEXE

