



181/Ds/2018

05/vété/2018



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DES FRERES MENTOURI CONSTANTINE

INSTITUT DES SCIENCES VETERINAIRES

THESE
PRESENTEE EN VUE
DE L'OBTENTION DU DOCTORAT Es SCIENCES

Option : Hygiène et Inspection des Denrées Alimentaires d'Origine Animale

**EVALUATION DE LA QUALITE
HYGIENIQUE ET PHYSICO-CHIMIQUE
DU LAIT DE VACHE**

Présentée par :

ZEGHILET NOUREDDINE

Devant le jury :

Président :	Dr Bererhi El-Hacene	Professeur	Université Frères Mentouri
Examineurs :	Dr Tlidjane Madjid	Professeur	Université de Batna
	Dr Tebani Yacine	M.C.A	Université de Batna
	Dr Elgroud Rachid	M.C.A	Université Frères Mentouri
Directeur :	Dr Aimeur Rachida	M.C.A	Université Frères Mentouri

Année Universitaire 2017-2018

REMERCIEMENTS

- *Tout d'abord, je remercie DIEU de m'avoir accordé la santé, la patience et les moyens pour réaliser cette thèse.*
 - *A Monsieur **Bererhi El-hacene**, directeur de L'ISVK,
Qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse.
Hommages respectueux.*
 - *A Madame **Aimeur Rachida**, Maître de conférences A à l'ISVK
D'avoir bien voulu accepter de diriger cette thèse.
Sincère reconnaissance.*
 - *A Monsieur **Tlidjane Madjid** Professeur à l'université de Batna
Qui nous a fait l'honneur de participer à notre jury de thèse.
Sincères remerciements.*
 - *A monsieur **Tebani Yacine**, Maître de conférences A à l'université de Batna
Qui nous a fait l'honneur de participer à notre jury de thèse.
Sincères remerciements.*
 - *A Monsieur **Elgroud Rachid**, Maître de conférences A à l'ISVK
Qui nous a fait l'honneur de participer à notre jury de thèse.
Sincères remerciements.*
- *A monsieur **Bouaziz omar** pour ses encouragements, aides et le soutien moral.
Sincères remerciements.*
- *A tous ceux qui ont participé de loin ou de près à la réalisation de cette thèse.*

Dédicaces

Je dédie cette thèse :

- *A ma mère qui n'est plus. Que Dieu l'accueille dans son vaste Paradis ;*
- *A ma sœur Sarhouda qui n'est plus. Que Dieu l'accueille dans son vaste Paradis ;*
- *A mon père ;*
- *A ma chère femme ;*
- *A mes petits enfants, abd essamie et abd elmounaime ;*
- *A mes chers frères : Mahieddine, Mourad, Azeddine et Hicham ;*
- *A mes sœurs Hafiza , Ilhame et Samira (Sonia) ;*
- *A Rachid Chkireb ;*
- *A tous les enseignants de L'ISVK ;*
- *A toute la famille, chacun avec son nom ;*
- *A tous qui me connaissent de loin et de près.*

Zeghilet Noureddine

TABLE DE MATIERES

INTRODUCTION	1
---------------------------	---

REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : GENERALITES SUR LE LAIT	3
---	---

1. ASPECT, DEFINITION LEGALE	3
------------------------------------	---

2. COMPOSITION CHIMIQUE DU LAIT	4
---------------------------------------	---

3. CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DU LAIT DE VACHE	6
--	---

4. NORMES D'ACCEPTABILITE DU LAIT EN DROIT ALGERIEN	7
---	---

5. CLASSIFICATION DES LAITS	8
-----------------------------------	---

5.1. CLASSIFICATION SELON LE NOMBRE DE GERMES QU'IL CONTIENT	8
--	---

5.2. CLASSIFICATION EN FONCTION DU TRAITEMENT THERMIQUE APPLIQUE	9
--	---

5.2.1. Lait cru destiné à la consommation humaine directe (non transformé)	9
--	---

5.2.2. Laits traités thermiquement	9
--	---

5.2.2.1. Lait pasteurisé	9
--------------------------------	---

5.2.2.2. Lait frais micro-filtré	10
--	----

5.2.2.3. Lait stérilisé	10
-------------------------------	----

5.2.2.4. Lait stérilisé UHT	10
-----------------------------------	----

5.3. CLASSIFICATION EN FONCTION DU TAUX DE MATIERE GRASSE QU'IL CONTIENT	11
--	----

5.3.1. Lait entier	11
--------------------------	----

5.3.2. Lait demi-écrémé	12
-------------------------------	----

5.3.3. Lait écrémé	12
--------------------------	----

CHAPITRE II : LA FILIERE LAIT EN ALGERIE ET DANS LE MONDE	13
--	----

1. DEFINITION	13
---------------------	----

2.	LA FILIÈRE LAIT EN ALGERIE-----	14
2.1.	PRESENTATION DE LA FILIÈRE-----	14
2.2.	CIRCUITS DE LA FILIÈRE LAITIÈRE-----	15
2.3.	LA PRODUCTION ET LA COLLECTE DE LAIT CRU-----	15
2.3.1.	Évolution de l'effectif bovin-----	15
2.3.2.	Évolution de la collecte du lait cru-----	16
2.3.3.	Évolution de la production laitière en Algérie-----	17
2.4.	IMPORTANCE DU LAIT DANS LA NUTRITION-----	18
2.5.	IMPORTANCE DE LA CONSOMMATION LAITIÈRE EN ALGÉRIE-----	18
3.	LE LAIT DE VACHE DANS LE MONDE-----	19
4.	CONSOMMATION DU LAIT DANS LE MONDE-----	22

PARTITE EXPERIMENTALE

CHAPITRE I : MATERIELS ET METHODES-----	23
OBJECTIFS-----	23
1. MATERIELES ET METHODES-----	24
1.1. ECHANTILLONNAGE DU LAIT RECONSTITUE-----	24
1.1.1. Répartition des échantillons de lait reconstitué pasteurisé en fonction de leur origine-----	24
1.1.2. Répartition des échantillons de lait reconstitué pasteurisé en fonction des analyses physico-chimiques effectuées-----	25
1.1.3. Répartition des échantillons de lait reconstitué pasteurisé en fonction du germe recherché-----	25
1.2. ECHANTILLONNAGE DU LAIT CRU-----	26
1.2.1. Répartition des échantillons de lait cru selon le site du prélèvement-----	26
1.2.2. Répartition des échantillons de lait cru en fonction des analyses physico-chimiques effectuées-----	27

1.2.3.	Répartition des échantillons de lait cru en fonction du germe recherché -----	27
2.	EVALUATION DE LA QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE -----	28
2.1.	TEMPERATURE -----	28
2.2.	MESURE DU PH -----	29
2.2.1.	Méthodes indirectes-----	29
2.2.1.1.	Test du pourpre de bromo-crésol -----	29
2.2.1.2.	Test du bleu de bromo-thymol -----	29
2.2.2.	Méthodes directes -----	30
2.2.2.1.	Mesure instrumentale (pH-mètre) -----	30
2.3.	DETERMINATION DE L'ACIDITE TITRABLE-----	31
2.4.	DETERMINATION DE LA STABILITE DES PROTEINES DU LAIT -----	33
2.4.1.	Epreuve d'ébullition (Clot-on-boiling test)-----	33
2.4.2.	Test d'alcool-----	34
2.5.	DENSITE -----	35
2.6.	MATIERE GRASSE -----	36
2.7.	DETERMINATION DE L'EXTRAIT SEC TOTAL (EST)-----	38
2.8.	DETERMINATION DE L'HUMIDITE -----	39
2.9.	DETERMINATION DE L'EXTRAIT SEC DEGRAISSE (ESD)-----	39
2.10.	ADULTERATION DU LAIT PAR L'EAU ET L'AMIDON -----	39
2.10.1.	Taux de mouillage -----	39
2.10.2.	Recherche de l'amidon-----	40
3.	EVALUATION DE LA QUALITE HYGIENIQUE-----	41
3.1.	TEST DE LA REDUCTASE (REDUCTION) DU BLEU DE METHYLENE -----	41
3.2.	DEPISTAGE DES RESIDUS DES ANTIBIOTIQUES -----	42
3.2.1.	Méthode β -star Combo®-----	43
3.2.2.	Méthode Delvotest® SP-NT -----	45

3.3.	ANALYSES MICROBIOLOGIQUES-----	47
3.3.1.	Préparation des dilutions -----	47
3.3.2.	Recherche et dénombrement de la Flore Aérobie Mésophile Totale ----- (FAMT)-----	48
3.3.3.	Recherche et dénombrement des Coliformes Totaux et Fécaux -----	49
3.3.4.	Recherche et dénombrement de <i>Staphylococcus aureus</i> -----	50
3.3.5.	Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux -----	50
4.	ANALYSE STATISTIQUE -----	51
CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSION-----		52
I: ETUDE PHYSICO-CHIMIQUE ET HYGIENIQUE DU LAIT RECONSTITUE PASTEURISE-----		52
1.	QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE -----	52
1.1.	TEMPERATURE -----	52
1.2.	MESURE DU PH -----	54
1.2.1.	Méthodes indirectes-----	54
1.2.2.	Méthodes directes (détermination instrumentale du pH par le pH-mètre) --- -----	56
1.3.	ACIDITE TITRABLE -----	58
1.4.	STABILITE DES PROTEINES DU LAIT -----	62
1.4.1.	Épreuve d'ébullition-----	62
1.4.2.	Test d'alcool-----	64
1.5.	DENSITÉ-----	66
1.6.	TAUX DE LA MATIERE GRASSE-----	68
1.7.	TAUX DE L'EXTRAIT SEC TOTAL-----	70
1.8.	TAUX DE L'HUMIDITE -----	72
1.9.	TAUX DE L'EXTRAIT SEC DEGRAISSE-----	74
1.10.	ADULTERATION DU LAIT PAR L'EAU ET L'AMIDON -----	75

1.10.1.	Taux de mouillage -----	75
1.10.2.	Adultération par l'amidon -----	77
1.11.	CORRELATION ENTRE LES DIFFERENTS PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES DU LAIT RECONSTITUE PASTEURISE -----	79
2.	QUALITE HYGIENIQUE-----	80
2.1.	TEST DE REDUCTION DU BLEU DE METHYLENE -----	80
2.2.	RESIDUS D'ANTIBIOTIQUES -----	83
2.2.1.	Méthode Beta star Combo test -----	83
2.2.2.	Méthode Delvotest® -----	85
2.3.	QUALITE MICROBIOLOGIQUE -----	89
2.3.1.	Flore aérobie mésophile totale (FAMT)-----	89
2.3.2.	<i>Staphylococcus aureus</i> -----	92
2.3.3.	Coliformes totaux et fécaux-----	96
2.3.3.1.	Coliformes totaux -----	96
2.3.3.2.	Coliformes fécaux -----	99
II :	ETUDE PHYSICO-CHIMIQUE ET HYGIENIQUE DU LAIT CRU -----	105
1.	QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE -----	105
1.1.	TEMPERATURE -----	105
1.2.	DETERMINATION INSTRUMENTALE DU PH -----	108
1.3.	ACIDITE TITRABLE -----	110
1.4.	DENSITE -----	113
1.5.	MATIERE GRASSE -----	117
1.6.	EXTRAIT SEC TOTAL-----	123
1.7.	HUMIDITE-----	124
1.8.	EXTRAIT SEC DEGRAISSE-----	125
1.9.	ADULTERATION DU LAIT PAR L'EAU ET L'AMIDON -----	126
1.9.1.	Taux de mouillage -----	126

1.9.2. Adultération par l'amidon -----	128
2. QUALITE HYGIENIQUE-----	129
2.1. RESIDUS DES ANTIBIOTIQUES -----	129
2.2. QUALITE MICROBIOLOGIQUE -----	134
2.2.1. <i>Staphylococcus aureus</i> -----	134
2.2.2. Coliformes totaux et fécaux-----	137
2.2.3. Streptocoques fécaux -----	141
CONCLUSION -----	144
RECOMMANDATIONS -----	145
PERSPECTIVES -----	148
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES -----	149

LISTE DES ABREVIATIONS

± : plus ou moins ;

°C : degré Celsius ;

°D : degré Dornic ;

AOAC : Association of Official Analytical Chemists ;

BLA : Bovin Laitier Amélioré ;

BLL : Bovin Laitier Local ;

BLM : Bovin Laitier Moderne ;

CIPC : Commission Interprofessionnelle des Pratiques Contractuelles ;

EPS : Eau Peptonée Salée ;

ERIAD : Entreprises Régionales des Industries Alimentaires et Dérivées ;

ESD : Extrait Sec Dégraissé ;

EST : Extrait Sec Total ;

FAO : Food and Agriculture Organization ;

FDA : Food and Drug Administration ;

FIL : Fédération Internationale de Laiterie ;

g/L : gramme par Litre ;

g/mL : gramme par millilitre ;

GIPLait : Groupe Interprofessionnelle de la Production du Lait ;

GMB : Good Manufacturing Practices ;

HACCP : Hazard Analysis Critical Control Point ;

LMR : Limite Maximale de Résidus ;

M.G : Matière Grasse ;

mL : millilitre ;

m/m : masse/masse ;

OAIC : Office Algérien Interprofessionnel des Céréales ;

ONAB : Office National des Aliments du Bétail ;

ODAl : Ordonnance sur les denrées alimentaires ;

OMS : Organisation Mondiale de la Santé ;

ONIL : Office National Interprofessionnelle de Lait ;

PCA : Plate Count Agar ;

PCR: Polymerase Chain Reaction ;

pH : potentiel Hydrogène ;

PNDA : Programme National de Développement Agricole ;

RPF : Rabbit fibrinogen Plasma ;

S. aureus : *Staphylococcus aureus* ;

SCP : Staphylocoque à Coagulase Positive ;

SFP : Staphylococcal Food Poisoning ;

SEA : Staphylococcal Enterotoxin A ;

SEE : Staphylococcal Enterotoxin E ;

SEG : Staphylococcal Enterotoxin G ;

SEQ : Staphylococcal Enterotoxin Q ;

TSST: Toxin of Syndrome of Shock Toxic ;

SNF : Solids Not Fat ;

T° : température ;

TIA : Toxi-Infections Alimentaires ;

TIAC : Toxi-Infections Alimentaires Collectives ;

ufc/mL : Unité Formant Colonie par millilitre ;

ufc/g : Unité Formant Colonie par gramme ;

UNAM : Unstable Non-Acid Milk.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau	Titre	Page
1	Constantes chimiques des différents laits de mammifères (par 100g)	5
2	Caractéristiques physico-chimiques du lait de vache	7
3	Présentation des principaux traitements thermiques applicables au lait	11
4	Classification des laits en fonction de la quantité de la matière grasse	12
5	Evolution du cheptel bovin en Algérie entre 2003-2013	16
6	Evolution de la production laitière en Algérie	18
7	Evolution de la production de lait de vache dans le monde selon les différents continents (unité : 10 ⁶ tonnes)	21
8	Consommation mondiale du lait (kg/an/habitant),	22
9	Répartition des échantillons de lait reconstitué pasteurisé en fonction de leur origine	24
10	Répartition des échantillons de lait reconstitué pasteurisé en fonction des analyses physico-chimiques effectuées	25
11	Répartition des échantillons de lait reconstitué pasteurisé en fonction du germe recherché	25
12	Répartition des échantillons de lait cru de collecte selon le site du prélèvement	27
13	Répartition des échantillons de lait cru de collecte selon les analyses physico-chimiques effectuées	27
14	Répartition des échantillons de lait cru de collecte selon le germe recherché	27
15	Niveaux d'évaluation de la qualité du lait par le test bleu de bromo-thymol	29
16	Correspondance entre temps de réduction du bleu de méthylène et le degré de contamination du lait	42
17	Valeurs de la température de conservation du lait reconstitué	52
18	Résultats du test à la solution du pourpre de bromo-crésol	55
19	Résultats du test du bleu de bromo-thymol	55
20	Résultats de la détermination directe du pH du lait reconstitué	56
21	Résultats d'analyse de l'acidité titrable du lait reconstitué	58
22	Résultats du test d'ébullition	62
23	Résultats du test d'alcool	64
24	Résultats d'analyse de la densité du lait reconstitué	66
25	Résultats d'analyse de la matière grasse du lait reconstitué	69
26	Résultats d'analyse de l'EST du lait reconstitué selon 3 méthodes	71
27	Comparaison des moyennes de l'EST obtenues avec les 3 méthodes utilisées en utilisant le test T pour échantillon unique	72
28	Résultats d'analyse de l'humidité du lait reconstitué selon 3 méthodes	73

29	Comparaison des moyennes de l'humidité obtenues avec les 3 méthodes utilisées en utilisant le test T pour échantillon unique	73
30	Résultats d'analyse de l'ESD du lait reconstitué selon 3 méthodes	74
31	Comparaison des moyennes de l'ESD obtenues avec les 3 méthodes utilisées en utilisant le test T pour échantillon unique	75
32	Résultats de l'adultération du lait reconstitué par l'eau	76
33	Résultats de la recherche de l'amidon dans le lait reconstitué	77
34	Corrélation entre les paramètres physico-chimiques du lait reconstitué	79
35	Résultats du test de la réduction du bleu de méthylène	80
36	Résultats du Béta star Combo test (lait reconstitué)	83
37	Résultats du Delvotest® SP NT	85
38	Résultats de dénombrement de la FAMT	89
39	Répartition des échantillons selon la conformité de leurs FAMT	90
40	Résultats de dénombrement du <i>S. aureus</i> (lait reconstitué)	92
41	Résultats de dénombrement des coliformes totaux (lait reconstitué)	96
42	Résultats de dénombrement des coliformes fécaux (lait reconstitué)	99
43	Valeurs de la température d'arrivée du lait cru	105
44	Résultats du pH du lait cru	108
45	Résultats de détermination de l'acidité Dornic du lait cru	111
46	Fréquence des échantillons de lait cru en fonction de leurs acidités	111
47	Corrélation entre le pH et l'acidité (lait cru)	113
48	Résultats d'analyse de la densité (lait cru)	113
49	Prévalence de mouillage et d'écémage (lait cru) en se référant à la norme algérienne	114
50	Prévalence de mouillage et d'écémage en se référant à la norme FAO (1995)	115
51	Résultats d'analyse de la matière grasse (lait cru)	117
52	Répartition des échantillons selon la teneur en matière grasse en se référant à la norme algérienne	118
53	Résultats de l'EST du lait cru selon la formule de Richmond	123
54	Résultats de l'humidité du lait cru selon la formule de Richmond	124
55	Résultats de l'ESD du lait cru selon la formule de Richmond	125
56	Résultats d'adultération du lait cru à l'eau	127
57	Résultats de dépistage de l'amidon dans le lait cru	129
58	Résultats du Béta star Combo test (lait cru)	130
59	Résultats de dénombrement du <i>S. aureus</i> (lait cru)	134
60	Résultats de dénombrement des coliformes totaux et fécaux (lait cru)	138
61	Résultats de dénombrement des streptocoques fécaux	141

LISTE DES FIGURES

Figure	Titre	Page
1	Composition moyenne du lait	6
2	Evolution de la production mondiale du lait dans les dix plus grands pays producteurs de l'année 1961 à l'année 2007	20
3	Répartition géographique de la production mondiale de lait (toutes espèces confondues) en 2010	21
4	Population et consommation de lait par habitant en 2010	22
5	Thermomètre type Hanna Instrument, model HI98509.	28
6	Papier-filtre (HAUPTNER, Germany) imprégné d'indicateur coloré de pH (papier au bleu de bromo-thymol à 5‰ dans de l'éthanol à 60°)	30
7	pH-mètre portable HANNA INSTRUMENT, model HI 9125 pH/ORP Meter	31
8	Acidimètre avec un bécher contenant 10 mL de lait avec 3 gouttes de phénolphtaléine.	33
9	Tube à essai contenant 2 mL de lait et 2 mL d'alcool éthylique 70° (précipitation sur la paroi)	34
10	Thermo-lactodensimètre plongé dans une éprouvette pleine de lait	36
11	Butyromètre rempli d'acide sulfurique, de lait et d'alcool iso-amylique.	37
12	Appareillage utilisé pour déterminer l'extrait sec total et l'humidité	38
13	Dépistage de l'amidon par solution iodée	41
14	Réalisation du test de la réductase avec le bleu de méthylène	42
15	Kit du Beta Star® Combo test (Neogen Corporation, Lansing, USA)	43
16	Lecture des bandelettes du Beta Star® Combo test (Neogen Corporation, Lansing, USA)	45
17	Kit Delvotest® SP-NT (DSM, Hollande)	46
18	Interprétation des résultats du Delvotest®SP-NT (Données DSM).	47
19	Préparation des dilutions décimales à partir de l'échantillon	48
20	Variations de la température de conservation de lait reconstitué	53
21	Répartition des échantillons de lait reconstitué en fonction des résultats du test du pourpre de bromo-crésol	55
22	Répartition des échantillons de lait reconstitué en fonction des résultats du test du bleu de bromo-thymol	56
23	Variations du pH selon les échantillons de lait reconstitué	57
24	Variations de l'acidité titrable selon les échantillons de lait reconstitué	59
25	Répartition des échantillons selon les résultats du test d'ébullition	63
26	Répartition des échantillons en fonction des résultats du test d'alcool	64
27	Variations de la densité en fonction des échantillons de lait reconstitué	67

28	Répartition des échantillons de lait reconstitué en fonction de leur teneur en matière grasse selon la norme algérienne	69
29	Prévalence des échantillons de lait reconstitué pasteurisé additionnés d'amidon.	78
30	Répartition des échantillons selon le temps de réduction du bleu de méthylène	81
31	Distribution des échantillons de lait reconstitué testés par le Béta Star Combo Test	84
32	Distribution des échantillons testés par le Delvotest®SP.	86
33	Prévalence des échantillons ayant une charge FAMT conforme	90
34	Prévalence de contamination par <i>S. aureus</i> du lait reconstitué	92
35	Prévalence des coliformes totaux dans le lait reconstitué pasteurisé	96
36	Prévalence des coliformes fécaux dans le lait reconstitué pasteurisé	100
37	Variations de la température de conservation du lait cru	106
38	Répartition des échantillons de lait cru selon le pH	109
39	Répartition des échantillons de lait cru selon leurs acidités Dornic	111
40	Variation de la densité du lait cru en fonction des échantillons	113
41	Répartition des échantillons de lait cru selon la densité en se référant à la norme algérienne	115
42	Répartition des échantillons de lait cru selon la densité en se référant à la norme FAO (1995)	116
43	Variation du taux butyreux du lait cru en fonction des échantillons	118
44	Répartition des échantillons de lait cru selon la conformité de leur teneur en matière grasse	119
45	Distribution des échantillons de lait cru testés par le Béta Star Combo Test	130
46	Prévalence de contamination du lait cru par <i>S. aureus</i>	134
47	Prévalence de contamination du lait cru par les coliformes totaux et les coliformes fécaux	138
48	Prévalence de contamination du lait cru par les streptocoques fécaux	142

LISTE DES ANNEXES

Annexe	Titre
1	Composition et préparation du milieu PCA
2	Composition et préparation du milieu VRBL (Vilet Red Bile Lactose).
3	Composition et préparation du milieu de Baird Parker
4	Mode de reconstitution du supplément lyophilisé RPF (Rabbit Plasma Fibrinogen)
5	Composition et préparation du milieu de Rothe
6	Composition et préparation du milieu de Lisky
7	Table de Mac-Grady
8	Tableau récapitulatif des résultats d'analyse physico-chimique du lait reconstitué pasteurisé
9	Tableau récapitulatif des résultats d'analyse microbiologique du lait reconstitué pasteurisé (moyenne arithmétique de chaque échantillon)
10	Tableau récapitulatif des résultats d'analyse physico-chimique du lait cru
11	Résultats d'analyse microbiologique (<i>S. aureus</i>) (lait cru)
12	Résultats d'analyse microbiologique (coliformes totaux et fécaux) (lait cru)
13	Résultats d'analyse microbiologique (Streptocoques fécaux) (lait cru)

PARTIE I

REVUE

BIBLIOGRAPHIQUE

INTRODUCTION GENERALE

Les besoins en protéines chez l'homme sont selon la FAO (Food and Agriculture Organization) de 58 g/personne/jour **(FAO., 2011)**. Afin de combler le déficit en protéines d'origine animale (20–40 g/personne/ jour dans les pays sous développés entre autre l'Algérie contre 60-80 g/personne/jour dans les pays développés) **(FAO., 2013)**, les populations algériennes à faibles revenus ont tendance à recourir généralement à la consommation de lait parce que, d'une part, en tant que produit très riche en nutriments, le lait peut suppléer à d'autres produits coûteux tels que la viande par exemple **(Amellal., 1995)** et, d'autre part, il est subventionné par l'Etat. En effet, un gramme de protéines à partir du lait coûte plus de 20 fois moins cher que la même quantité à partir de la viande. Ces raisons font de lui un produit attractif pour la ménagère algérienne.

Ainsi, avec consommation moyenne annuelle de près de 148 litres de lait par habitant et par an ce qui dépasserait largement les normes recommandées par l'OMS (90 L/habitant/an) **(Elias., 2014)** ; l'Algérie est le plus important consommateur de lait au sein du Maghreb **(Kaouche et al., 2012)**. De ce fait, le lait constitue un produit de base dans le modèle de consommation algérien.

40 % de la quantité consommée est assurée par la production locale (lait cru produit localement) alors que 60 % de cette quantité est assurée par la poudre importée **(Taleb., 2017)** généralement vendue sous forme de lait reconstitué.

Néanmoins, le lait malgré sa richesse en glucides, protéines, lipides, vitamines et sels minéraux qui font de lui un aliment hautement nutritif, peut constituer un danger pour le consommateur du point de vue qu'il peut contenir des agents zoonotiques, des résidus d'antibiotiques et ou être adultérés à l'eau, à l'amidon et autres adultérants. Cela demeure possible dans le cas où sa qualité hygiénique et sa qualité physico-chimique n'ont pas été correctement contrôlées. Donc il passe directement au consommateur sans avoir subi au préalable les tests nécessaires pour le contrôle de la qualité. Donc le consommateur n'est pas à l'abri de ce danger.

En Algérie, les données traitant cette problématique sont limitées. Donc à travers cette thèse, une étude de la qualité hygiénique et physico-chimique du lait sera effectuée.

Les objectifs de cette étude sont :

- Etudier et évaluer la qualité physico-chimique du lait pasteurisé reconstitué commercialisé dans nos marchés ainsi que celle du lait cru de collecte livré aux laiteries, par utilisation de plusieurs tests physico-chimiques ; à savoir la température, pH, acidité titrable, densité, matière grasse, extrait sec total, extrait sec dégraissé, et humidité.
- Evaluer la qualité microbiologique du lait reconstitué pasteurisé par la recherche et le dénombrement de la flore aérobie mésophile totale, des coliformes totaux et fécaux et enfin recherche et dénombrement de *S. aureus*
- Evaluer la qualité microbiologique du lait cru par la recherche et le dénombrement des coliformes totaux et fécaux, des streptocoques fécaux, la recherche et le dénombrement de *S. aureus*.
- Etudier la prévalence des organismes indicateurs (coliformes totaux et fécaux) et food-borne pathogènes en référence au *S. aureus* ;
- Etudier l'adultération du lait par l'eau et l'amidon ;
- Rechercher les résidus d'antibiotiques dans le lait.

Cette thèse comporte deux grandes parties :

- Une revue bibliographique, dans la quelle nous avons essayé de récolter le maximum de données bibliographiques récentes en relation directe avec le sujet abordé,
- Une deuxième partie expérimentale, répartie en deux sous parties, la première a été consacrée pour l'étude physico-chimique et hygiénique du lait reconstitué pasteurisé partiellement écrémé et la seconde a été consacrée pour l'étude physico-chimique et hygiénique du lait cru de collecte.

CHAPITE I

GENERALITES SUR

LE LAIT

CHAPITRE I

GENERALITES SUR LE LAIT

1. ASPECT, DEFINITION LEGALE

Le *Petit Larousse* définit le lait tout simplement comme étant le « liquide produit par les femelles des mammifères, aliment complet qui assure la subsistance du jeune au début de sa vie grâce à sa richesse en graisses émulsionnées, en protides, en lactose, en vitamines et en sels minéraux **(Grenon et al., 2004)**

Le lait est la sécrétion élaborée par les glandes mammaires des femelles de mammifères après la naissance du jeune. Il est spécifique de l'espèce et sa composition reflète les besoins nutritionnels du nouveau-né **(Rollan., 2008)**.

Pour **Romnee (2009)** : il s'agit exclusivement de la sécrétion mammaire normale obtenue à partir d'une ou de plusieurs traites, sans addition ou extraction. Ce terme peut être utilisé pour un lait traité dont la composition n'a pas été altérée ou pour un lait dont la teneur en matières grasses a été normalisée conformément à une législation nationale. Ce terme peut également être utilisé en association avec un ou plusieurs mots pour désigner, le type, la qualité, l'origine et/ou l'utilisation prévue d'un tel lait ou pour décrire le traitement physique auquel il a été soumis ou la modification apportée à sa composition, dans la mesure où cette modification se limite à une addition et/ou une soustraction de composés dans un lait naturel. Dans le commerce international, l'origine du lait devra être stipulée s'il n'est pas d'origine bovine.

Le lait, destiné à la consommation humaine a été défini en 1908 au cours du Congrès International de la Répression des Fraudes à Genève comme étant, le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Le lait doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir de colostrum **(Konte., 1999) ; (Ghazi et Niar., 2011)**.

Le lait est la sécrétion mammaire normale d'animaux de traite obtenue à partir d'une ou de plusieurs traites, sans rien y ajouter ou en soustraire, destiné à la consommation comme lait liquide ou à un traitement ultérieur **(Codex Alimentarius., 2011)**.

Selon l'article 4 de l'Arrêté interministériel du 29 Safar 1414 correspondant au 18 août 1993 relatif aux spécifications et à la présentation de certains laits de consommation; la dénomination " lait " sans indication de l'espèce animale de provenance, est réservée au lait de vache. Tout lait provenant d'une femelle laitière, autre que la vache, doit être désigné par la dénomination " lait ", suivie de l'indication de l'espèce animale dont il provient (**JORADP., 1993**).

2. COMPOSITION CHIMIQUE DU LAIT

La composition du lait ne varie pas seulement d'une espèce à l'autre (tableau 1) mais varie à l'intérieur d'une même espèce, selon les caractéristiques de l'animal (race, stade de lactation, physiologie, état sanitaire...) et de son environnement (saison, alimentation, l'âge...) (**Dillon., 1989**).

Selon **Favier et Dorsainvil (1985)** ; la composition du lait ; particulièrement en matière grasse et matières azotées est sous l'influence de nombreux facteurs d'importance variable, dont certains sont plus ou moins interdépendants :

- Espèce et race ;
- Stade de lactation ;
- Sécrétions hormonales ;
- Age ;
- Alimentation ;
- Température ;
- Durée d'éclairement quotidien...etc.

Néanmoins on peut retenir la composition moyenne consignée dans le tableau 1.

Tableau 1 : Constantes chimiques des différents laits de mammifères (par 100 g) (FAO., 2013).

Teneurs	Lait de femme	Lait de vache	Lait de buffle	Lait de chèvre	Lait de Brebis
Energie (kJ)	291	262	412	270	420
Energie (kcal)	70	62	99	66	100
Eau (g)	87,5	87,8	83,2	87,7	82,1
Protéines totales (g)	1	3,3	4	3,4	5,6
Lipides totaux (g)	4,4	3,3	7,5	3,9	6,4
Lactose (g)	6,9	4,7	4,4	4,4	5,1
Cendres (g)	0,2	0,7	0,8	0,8	0,9
Fer (mg)	Traces	0,1	0,2	0,3	0,1
Calcium (mg)	32	112	191	118	190
Sodium (mg)	17	42	47	44	39
Potassium (mg)	51	145	112	202	148
Magnésium (mg)	3	11	12	14	18
Phosphore (mg)	14	91	185	100,4	144
Zinc (mg)	0,2	0,4	0,5	0,3	0,6

Sur le plan physique, le lait est à la fois une suspension (de caséines micellaires en équilibre, de cellules somatiques et microbiennes), une émulsion de globules gras, et une solution de lactose avec des centaines d'autres molécules solubles, dont les protéines sériques de haute valeur nutritionnelle, des lipides, des minéraux, des facteurs de croissance et des vitamines (Figure 1) (Lortal et Boudier., 2011).

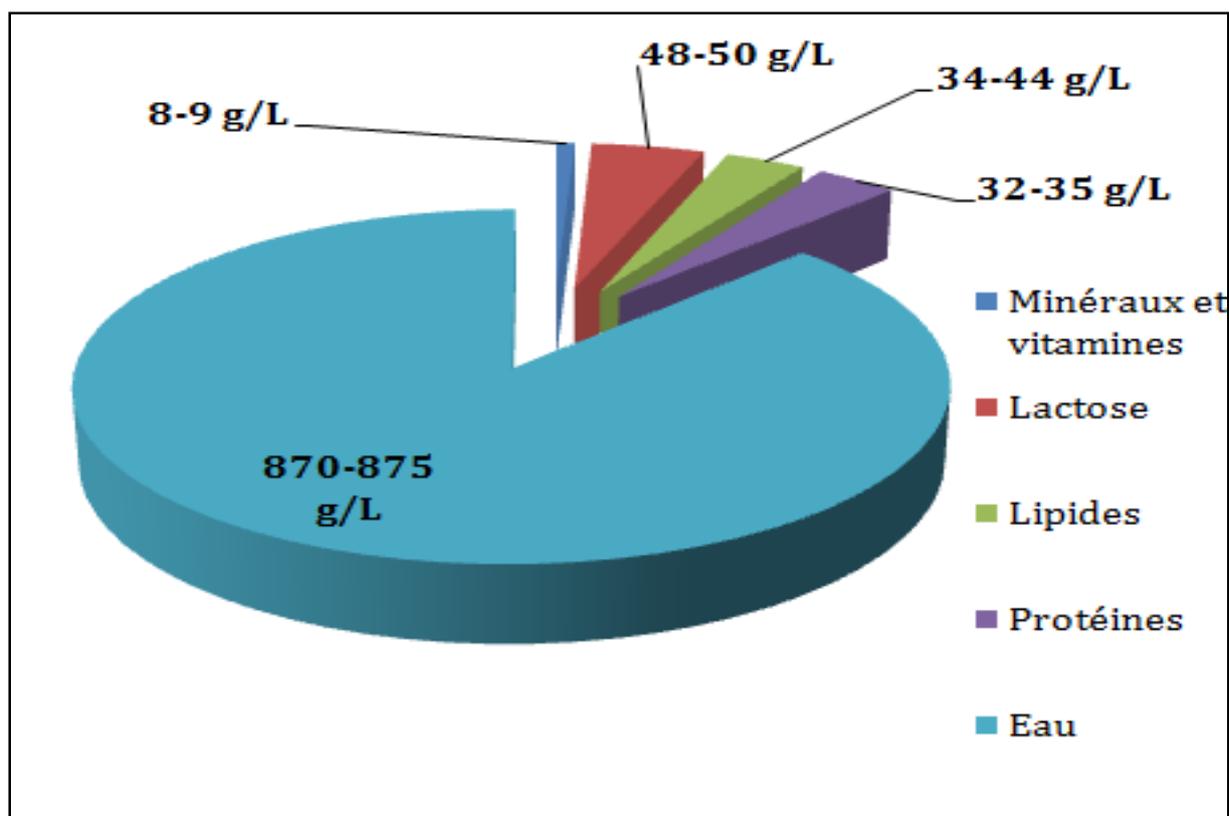


Figure 1: Composition moyenne du lait (Lortal et Boudier., 2011).

3. CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DU LAIT DE VACHE

Le lait de vache est un liquide opaque de couleur blanche, plus ou moins jaunâtre selon la teneur en β -carotène de sa matière grasse. Sa saveur est douce et son odeur faible, mais identifiable. Le pH est voisin de la neutralité. Les principales constantes physiques du lait sont reprises au tableau 2 (Pougheon., 2001 ; FAO., 2012).

Tableau 2 : Caractéristiques physico-chimiques du lait de vache.

Constantes	Moyennes	Valeurs extrêmes
Energie		
(kcal/litre)	701	587-876
(MJ/litre)	2 930	2 454-3 662
Densité du lait entier à 20 °C	1,031	1,028-1,033
Densité du lait écrémé	-	1,036
Densité de la matière grasse	-	0,94-0,96
pH à 20°C	6,6	6,6-6,8
Acidité titrable (°Dornic) à 20°C	16	15-17
Point de congélation (°C)	-	-0,520-0,550
Chaleur spécifique du lait entier à 15 °C	0,940	-
Chaleur spécifique du lait écrémé à 15 °C	0,945	-
Tension superficielle du lait entier à 15 °C (dynes/cm)	50	47-53
Tension superficielle du lait écrémé à 15 °C (dynes/cm)	55	52-57
Viscosité du lait entier à 20 °C (centipoises)	2,2	-
Viscosité du lait entier à 25 °C (centipoises)	1,8	1,6-2,1
Viscosité du lait écrémé à 20 °C (centipoises)	1,9	-
Conductivité électrique à 25°C (siemens) b	45×10^{-4}	$40 - 50 \times 10^{-4}$
Point d'ébullition (°C)	-	100,17- 100,15
Potentiel d'oxydoréduction	0,25 V	+0,20-+30
Point de fusion des graisses (°C)	36	26-42

4. NORMES D'ACCEPTABILITE DU LAIT EN DROIT ALGERIEN

Selon l'article 6 de l'Arrêté interministériel du 29 Safar 1414 correspondant au 18 août 1993 relatif aux spécifications et à la présentation de certains laits de consommation (**JORADP., 1993**), le lait ne doit pas :

- Etre coloré, malpropre ou malodorant ;
- Provenir d'une traite opérée moins de sept (07) jours après le part ;
- Provenir d'animaux atteints de maladies contagieuses ou de mammite ;
- Contenir notamment des résidus antiseptiques, antibiotiques et pesticides ;
- Coaguler à l'ébullition ;
- Provenir d'une traite incomplète ;

- Subir un écrémage même partiel.

En outre, le lait ne doit pas subir :

- De soustraction ou de substitution de ses composants nutritifs ;
- De traitements, autres que le filtrage ou les procédés thermiques d'assainissement susceptibles de modifier la composition physique ou chimique, sauf lorsque ces traitements sont autorisés.

5. CLASSIFICATION DES LAITS

Il existe différentes classifications du lait.

5.1. CLASSIFICATION SELON LE NOMBRE DE GERMES QU'IL CONTIENT

Selon l'article 7 de l'Arrêté interministériel du 29 Safar 1414 correspondant au 18 août 1993 relatif aux spécifications et à la présentation de certains laits de consommation (**JORADP., 1993**) ; les laits peuvent être classés en fonction du nombre de germes totaux qu'ils contiennent, en trois (3) catégories :

- Catégorie A : moins de 100.000 germes totaux par millilitre ;
- Catégorie B : de 100.000 à 500.000 germes totaux par millilitre ;
- Catégorie C : plus de 500.000 à 2.000.000 de germes locaux totaux par millilitre.

Selon toujours le même arrêté mais cette fois dans l'article 8 : le lait doit répondre aux spécifications suivantes :

- Germes totaux : maximum deux (02) millions ;
- Salmonelle : absence ;
- Stabilité à l'ébullition : stable ;
- Acidité en grammes d'acide lactique/litre: maximum 1,8 ;
- Densité : 1030-1034 g/L;
- Matières grasses : 34 grammes par litre au minimum.

5.2. CLASSIFICATION EN FONCTION DU TRAITEMENT THERMIQUE APPLIQUE

5.2.1. Lait cru destiné à la consommation humaine directe (non transformé)

Un lait cru est un lait (tel que défini par la Norme générale pour l'utilisation des termes de laiterie) qui n'a pas subi de traitement thermique à plus de 40 °C ou tout autre traitement ayant un effet équivalent (**Codex Alimentarius, 2004**).

Le lait cru est le lait produit par la sécrétion de la glande mammaire d'animaux d'élevage et non chauffé à plus de 40 °C, ni soumis à un traitement d'effet équivalent. Ce lait n'a donc subi aucun traitement autre que la réfrigération mécanique immédiate après la traite à la ferme (**Merigaud et al., 2009**).

Le lait cru est un lait qui (**ODAL, 1995**) :

- a. n'a pas été chauffé au-delà de 40 °C ni soumis à un traitement d'effet équivalent ;
- b. qui n'a subi aucune transformation, hormis l'épuration mécanique et la réfrigération,

5.2.2. Lait traité thermiquement

5.2.2.1. Lait pasteurisé

Selon **Merigaud et al (2009)**, la dénomination «lait pasteurisé» est réservée au lait :

- a. Obtenu par un traitement mettant en œuvre une température élevée pendant un court laps de temps (au moins 72°C pendant quinze secondes ou toute combinaison équivalente) ou par un procédé de pasteurisation utilisant des combinaisons différentes de temps et de température pour obtenir un effet équivalent ;
- b. Immédiatement refroidi après pasteurisation pour être ramené, dans les meilleurs délais, à une température ne dépassant pas 6°C;
- c. Présentant une réaction négative au test phosphatase.

La pasteurisation du lait de haute qualité doit s'effectuer à une température comprise entre 72 et 75°C pendant 15 secondes ; pour les autres laits pasteurisés, de loin les plus abondants, des températures plus élevées sont appliquées, jusqu'à 90°C pendant 15 secondes (**Favier et al., 1987**). Le lait frais pasteurisé se conserve réfrigéré.

5.2.2.2. Lait frais micro-filtré

La dénomination «lait frais micro-filtré» est réservée au lait obtenu par un traitement de microfiltration appliqué à du lait cru, additionné ensuite éventuellement de crème traitée thermiquement ou de crème ayant subi tout traitement d'effet équivalent. Ce lait présente une réaction positive au test de la phosphatase. Il est conditionné et refroidi immédiatement après le traitement pour être ramené dans les meilleurs délais à une température ne dépassant pas 6°C. Le lait frais micro-filtré se conserve réfrigéré, **(Merigaud *et al.*, 2009)**.

5.2.2.3. Lait stérilisé

La dénomination «lait stérilisé» est réservée au lait préalablement conditionné dans un emballage hermétique, puis chauffé pendant 15 à 20 minutes à une température de 115-120°C afin de détruire tous les germes susceptibles de s'y développer. Le lait est ensuite rapidement refroidi. Il se conserve à température ambiante, tant que l'emballage n'a pas été ouvert **(Merigaud *et al.*, 2009)**.

5.2.2.4. Lait stérilisé UHT

On entend par stérilisation UHT un traitement thermique en flux continu entre 140 et 150°C pendant 1 à 5 secondes. Dans la pratique, ce traitement peut être réalisé de différentes façons **(Favier *et al.*, 1987)**.

Le procédé dit d'ultra haute température est également un procédé de longue conservation qui permet d'écourter le temps de chauffage : les qualités gustatives du lait sont mieux préservées qu'avec la stérilisation simple. Il s'agit de porter rapidement le lait à la température de 135°C minimum pendant 2 à 4 secondes, puis de le conditionner dans une ambiance stérile.

Le lait UHT peut être entier, demi-écrémé ou écrémé. On le trouve dans le commerce sous le nom « lait stérilisé UHT ». Il se conserve à température ambiante, tant que l'emballage n'a pas été ouvert **(Merigaud *et al.*, 2009)**.

La classification des laits en fonction du traitement thermique appliqué est consignée dans le tableau 3.

Tableau 3 : Présentation des principaux traitements thermiques applicables au lait (**Pujol-Dupuy., 2004**).

Type de traitement thermique	Température et durée du traitement	Action sur la microflore	Modifications organoleptiques	Mode de conservation
Pasteurisation haute température	72-75°C, 15 s	La plupart des formes végétatives (95 à 97 %) Tous les germes pathogènes non sporulés	Limitées	Réfrigération (< 10°C) Courte durée, quelques jours
Stérilisation	120°C, 20 min	Tous les micro-organismes sauf éventuellement quelques spores de bactéries non pathogènes.	Modifications de couleur et saveur	A température ambiante Longue durée (plusieurs mois)
Stérilisation UHT	140-150°C, 1 à 2 sec (mélange intime du lait et de la vapeur, puis refroidissement immédiat par détente sous vide)	Tous les micro-organismes sauf éventuellement quelques spores de bactéries non pathogènes.	Limitées	A température ambiante Longue durée (plusieurs mois)

5.3. CLASSIFICATION EN FONCTION DU TAUX DE MATIERE GRASSE QU'IL CONTIENT

5.3.1. Lait entier

Un lait entier est un lait traité thermiquement qui, en ce qui concerne sa teneur en matière grasse, répond à l'une des formules suivantes (**Merigaud et al., 2009**):

- Lait entier normalisé : un lait dont la teneur en matière grasse s'élève à 3,50 % (m/m) au minimum.
- Lait entier non normalisé : un lait dont la teneur en matière grasse n'a pas été modifiée depuis le stade de la traite, ni par adjonction ou prélèvement de matières

grasses du lait, ni par mélange avec du lait dont la teneur naturelle en matière grasse a été modifiée. Toutefois, la teneur en matière grasse ne peut être inférieure à 3,50 % (m/m).

5.3.2. Lait demi-écrémé

C'est un lait traité thermiquement dont la teneur en matière grasse a été ramenée à un taux qui s'élève à 1,50 % (m/m) au minimum et à 1,80 % (m/m) au maximum, (Merigaud *et al.*, 2009).

5.3.3. Lait écrémé

C'est un lait traité thermiquement dont la teneur en matière grasse ne peut excéder 0,50 % (m/m) (Merigaud *et al.*, 2009).

Le tableau 4 donne la classification des laits en fonction de la quantité de la matière grasse qu'ils contiennent.

Tableau 4 : Classification des laits en fonction de la quantité de la matière grasse (Merigaud *et al.*, 2009).

		Quantité de matière grasse (g/100 g de lait)
Lait entier	Lait entier normalisé	3,5
	Lait entier non normalisé	> 3,5
Lait demi-écrémé		1,5 à 1,8
Lait écrémé		≤ 0,5

CHAPITE II

LA FILIERE LAIT

EN ALGERIE ET

DANS LE MONDE

CHAPITRE II

LA FILIERE LAIT EN ALGERIE ET DANS LE MONDE

Le concept de « filière » est apparu aux U.S.A à la fin des années 50. Repris en France par les universitaires dans les années 60, il se généralise à partir de 1980 dans le monde notamment dans le domaine agro-alimentaire **(Corniaux., 2003)**.

1. DEFINITION

Il n'existe pas de définition universelle du concept filière, c'est bien parce que le concept est souple et qu'il s'adapte à de nombreuses problématiques.

Le concept de filière a fait l'objet de nombreuses définitions, variables selon les objectifs de leurs auteurs :

La filière d'un produit ou d'un groupe de produits est un ensemble de flux de matières, qui font intervenir des acteurs économiques exerçant des fonctions complémentaires et interdépendantes en vue de satisfaire une demande finale **(Corniaux., 2003)**.

La filière d'un produit ou d'un groupe de produits consiste en l'articulation d'un ensemble d'opérations techniques assumées par des acteurs économiques qui mettent en œuvre des stratégies **(Lossouarn., 2003)**.

La filière d'un produit ou d'un groupe de produits est un système économique qui consiste en un réseau de distribution et d'approvisionnement utilisé par tous les producteurs d'un même produit ou type de produits, en concurrence sur un marché de consommation **(Lagrange., 1989** cité par **Cazet., 2007)**.

Par défaut d'une définition universellement reconnue, Il est judicieux de retenir la présence des trois éléments constitutifs déterminants pour la filière **(Morvan., 1985** cité par **Lossouarn., 2003)** :

- Un espace de technologies (succession d'opérations de transformations) ;
- Un espace de relations (ensemble de relations commerciales, financières, de services...);

- Un espace de stratégies (ensemble d'actions économiques présidant à la mise en valeur des moyens de production).

En agro-alimentaire, une filière est définie par:

- En amont par le produit agricole considéré et tous les stades par lesquels il passe ;
- Les circuits empruntés par le produit comme maillons intermédiaires ;
- Les divers intervenants tout au long de cette chaîne, c'est à dire fournisseurs des éleveurs, éleveurs, industries de transformation, transporteurs, commerçants... ;
- Les fonctions de ces intervenants;
- Les flux de marchandises ;
- En aval, les consommateurs (**Cazet., 2007**).

Analyser la filière d'un produit revient donc à suivre le parcours de ce produit depuis sa production en tant que matière première jusqu'à son utilisation comme denrée alimentaire, donc depuis la traite jusqu'au consommateur, et à étudier les relations entre les divers acteurs de cette filière (**Landier, 1993** cité par **Cazet., 2007**).

2. LA FILIÈRE LAIT EN ALGERIE

2.1. PRESENTATION DE LA FILIÈRE

La filière lait en Algérie se trouve actuellement dans une phase critique, face à une production locale insuffisante, aggravée par un taux de collecte très faible et une augmentation des prix de la matière première (poudre) sur les marchés internationaux. La production laitière en Algérie régulièrement croissante depuis les années 80 est très faiblement intégrée à la production industrielle des laits et dérivés (**Belhadia et al., 2009**).

L'amont de la filière lait est composé par les producteurs et importateurs d'aliments du bétail (**Cherfaoui., 2003**) et qui sont :

- L'office Algérien Interprofessionnel des Céréales (OAIC) ;
- Les entreprises Régionales des Industries Alimentaires et Dérivées (ERIAD) ;
- L'office National des Aliments du Bétail (ONAB).

L'aval de la filière, est représenté (**Cherfaoui., 2003**) par :

- Les éleveurs bovins laitiers disposant de vaches laitières ;
- La transformation est assurée par les trois ex-offices régionaux qui se sont groupés par une opération de fusion- absorption pour former le groupe GIPLAIT, composé de 18 filiales ;
- Au niveau de l'importation des matières premières, elle est confiée à une filiale spécialisée dénommée la Milk Trade.

2.2. CIRCUITS DE LA FILIÈRE LAITIÈRE

Selon **Hacini (2007)**, la production laitière nationale est destinée à :

- L'autoconsommation de lait par les éleveurs ;
- La vente directe de lait cru à des consommateurs et à des revendeurs et petits transformateurs du circuit informel ;
- La vente aux groupes laitiers des secteurs publics (laiteries étatiques du groupe GIPLAIT) et privés (laiteries privés).

2.3. LA PRODUCTION ET LA COLLECTE DE LAIT CRU

2.3.1. Évolution de l'effectif bovin

Le cheptel bovin est passé de 1 560 545 têtes en 2003 à 1 909 455 têtes en 2013 soit une augmentation de 348 910 têtes. Le nombre de vaches laitières en 2013 représente 1 008 575 têtes. D'après l'ONIL « Office National Interprofessionnel du Lait», le consommateur algérien épuise près de 148 litres de lait par habitant et par an ce qui dépasserait largement les normes recommandées par l'OMS (90 L/habitant/an) (**Elias., 2014**).

L'évolution du cheptel bovin laitier en Algérie durant la période 2003-2013 est consignée dans le tableau 5.

Tableau 5 : Evolution du cheptel bovin en Algérie entre 2003-2013 (Unité: tête) (Elias., 2014).

Années	Vaches laitières			Génisses, taureaux et taurillons			Veaux et velles		Total
	BLM	BLA+BLL	Total	Génisses + 12 mois	Taureaux	Taurillons 12 à 18 mois	Veaux - 12mois	Velles - 12mois	
	1	2	3	4	5	6	7	8	
2003	192364	640860	833224	179684	55022	122114	172385	198116	1560545
2004	199165	645335	844500	194780	58790	131760	180630	203240	1613700
2005	204240	624590	828830	189120	58710	128460	182510	198440	1586070
2006	207740	639900	847640	193960	55730	128310	182770	199480	1607890
2007	216340	643630	859970	198780	55040	135440	183590	200990	1633810
2008	214485	639038	853523	201033	59322	137298	187759	201795	1640730
2009	229929	652353	882282	205409	61426	141898	187245	204173	1682433
2010	239776	675624	915400	212323	62263	141817	202097	213800	1747700
2011	249990	690700	940690	218382	65392	152417	202113	211146	1790140
2012	267139	698958	966097	220627	63476	150852	216220	226658	1843930
2013	293856	714719	1008575	226907	67325	152551	221667	232430	1909455

2.3.2. Évolution de la collecte du lait cru

L'amélioration des niveaux de collecte représente un des trois objectifs stratégiques affichés par le programme de développement de la production nationale de lait cru pour la filière Lait. En effet, la collecte demeure à la fois très faible et marquée par une évolution en dents de scie (Cherfaoui *et al.*, 2004).

Les laits collectés sont souvent chargés en bactéries. 25 % du lait sont vendus comme lait cru ou transformés de manière artisanale aux abords des grandes agglomérations; ceci laisse supposer que plus de 25 % de la production potentiellement dangereuse à la consommation, sont répartis entre l'autoconsommation et l'approvisionnement du circuit informel, hors du contrôle sanitaire vétérinaire des établissements de production laitière agréés et suivis pour le dépistage de la tuberculose et de la brucellose (Hacini., 2007).

Les quantités collectées en 1999 étaient ainsi inférieures à 93 millions de litres, soit à peine 7,7 % de la production nationale (Cherfaoui *et al.*, 2004). La collecte avait

enregistrée une progression sensible –un quasi quadruplement- entre 1990 et 1996, avant de régresser, ayant atteint un pic de 15,2 % en 1996.

La filière lait a connaît par la suite une sensible et constante évolution en matière de production. La collecte du lait cru de vache est passée de 218 millions de litres en 2008 à 314 millions de litres en 2009 (**Elias., 2013**), soit environ 12 % de la production du lait à collecter, malgré les faibles capacités locales de transformation et les différents problèmes que rencontrent les producteurs. Outre l'insuffisance d'unités de transformation, la filière est confrontée à la faiblesse de la diversification des aliments de bétail, limitée au fourrage concentré et aux herbes sèches, au manque de suivi vétérinaire et à la mauvaise organisation de l'activité de collecte (**Cherifa., 2012**).

La difficulté de la collecte du lait cru réside aussi dans la localisation des laiteries par rapport aux élevages et à l'habitude acquise par certains transformateurs de recourir systématiquement à la poudre de lait (**Cherifa., 2012**).

2.3.3. Évolution de la production laitière en Algérie

La production laitière algérienne de lait frais couvre près 50 % des besoins ; elle est passée de 1.500.000.000 litres en 2000 à 2.100.000.000 litres en 2006. Cette production est concentrée, pour l'essentiel (à 89 %) dans les zones du littoral et sublittoral (nord du pays) où sont implantées les usines de transformation (**Hacini., 2007**). En 2007 ; la production laitière est évaluée à 2,2 milliards de litres (**Ghozlane et al., 2003** cités par **Boubekeur et Benyoucef., 2011**). Le Sud algérien ne participe qu'avec 11 % dans la production laitière nationale. Cela s'expliquerait par des considérations particulières liées à une production locale influencée par des conditions naturelles d'adaptation des races animales introduites (**Benyoucef., 2005** cité par **Boubekeur et Benyoucef., 2011**).

Selon **Elias (2014)** l'Algérie produit une quantité de 3,1 milliards de litres par an, contre un besoin de 5,5 milliards de litres, et la collecte ne représente que 25 % des quantités produites soit 750 millions de litres, ce qui la mène à importer 40 000 tonnes par an de lait en poudre pour adulte et 15000 tonnes de lait infantile ce qui représente au total 8

milliards de dinars en 2013, ce qui la situe en deuxième position mondiale pour l'importation de lait.

L'évolution de la production laitière en Algérie durant la période 2000-2015 est indiquée dans le tableau 6.

Tableau 6: Evolution de la production laitière en Algérie.

Année	Quantité (Milliard de litres)	Année	Quantité (Milliard de litres)
2000*	1,55	2006*	2,244
2001*	1,637	2009**	2,45
2002*	1,544	2010***	2,63
2003*	1,61	2012***	2,92
2004*	1,915	2013***	3,0
2005*	2,092	2015***	3,4

Source : * (MADR., 2006), ** (Mekroud., 2011), *** (Chemma., 2017),

2.4. IMPORTANCE DU LAIT DANS LA NUTRITION

Le lait est un aliment hautement nutritif, riche en plusieurs éléments nutritifs comme le calcium, le potassium, les vitamines et les protéines. Le lait satisfait aux exigences de base du corps et il est très salubre dans la croissance et le développement des os. C'est aussi utile dans la lutte contre certaines maladies comme la goutte, les calculs des reins, le cancer du sein, la polyarthrite rhumatoïde, les migraines et autres (Chirilaque., 2011).

2.5. IMPORTANCE DE LA CONSOMMATION LAITIÈRE EN ALGÉRIE

Le lait occupe une place importante dans la ration alimentaire. Les besoins algériens en lait et produits laitiers sont considérables (Edjekouane et Hammouma., 2013), car il représente la principale source de protéines d'origine animale, en 1990 par exemple, on estime que le lait a compté pour 65,5 % dans la consommation de protéines d'origine animale, devançant largement la viande (22,4 %) et les œufs (12,1 %) et cela est due surtout au coût car un gramme de protéines à partir du lait coûte plusieurs fois moins cher que la même quantité à partir de la viande (Amellal., 1995).

Par défaut de pâturages et d'élevages intensifs basés sur l'industrie des aliments du bétail, l'Algérie ne dispose pas d'autosuffisance laitière, et dépend, pour ses approvisionnements pour la consommation et la transformation, du marché mondial de la poudre de lait (**Hacini, 2007**). C'est ainsi qu'elle demeure un gros importateur de lait en poudre, avec 7 à 10 % des importations mondiales (**OCDE/FAO., 2016**).

Avec une consommation moyenne de 110 L de lait par habitant et par an, estimée à 115 L en 2010, l'Algérie est le plus important (premier) consommateur de lait au sein du Maghreb (**Edjekouane et Hammouma., 2013 ; Meribai et al., 2016**) et le second pays au monde importateur de lait et de ses dérivés après la chine (**Cherifa., 2012 ; Meribai et al., 2016**). Les importations sont passées de 14758,08 tonnes en 2014 à 17076,42 tonnes en 2015, soit 15,71 % d'augmentation. La production locale en lait cru, ne couvre qu'environ 40 % de la demande, ayant atteint le seuil de 03,6 milliards de litre en 2015, soit un accroissement de 84 % par rapport à l'année 2000 qui coïncide avec le lancement du plan national de développement agricole (P.N.D.A) (**Meribai et al., 2016**). La consommation nationale s'élève à environ 3 Mds de litres de lait par an, la production nationale étant limitée à 2,2 Mds de litres. C'est donc près d'1 Milliard de litres de lait qui est ainsi importé chaque année, majoritairement sous forme de poudre (**Edjekouane et Hammouma., 2013**).

Afin de satisfaire aux besoins du marché ; l'état a lancé un programme de développement de la production nationale de lait cru qui vise un double objectif : augmenter la production nationale de lait cru et accroître le volume de lait cru collecté. Ainsi, à l'horizon de 2014, il a été attendu :

- Un effectif de vache laitière de 1,2 million de têtes ;
- Une production de lait cru de 3,2 milliards de litres ;
- Une collecte de lait cru de 1,3 milliard (**Anonyme., 2012**).

3. LE LAIT DE VACHE DANS LE MONDE

La production mondiale du lait de vache ait dépassée en 2008, les 578 million de tonnes dont 55,4 % de cette production est assurée par les 10 premiers pays producteurs de lait, (figure 02). Les états unis d'Amérique est le plus grand producteur

de lait dans le monde entier (14,9 % de la production mondiale soit environ 86 millions de tonnes avec une augmentation de 2,4 % par rapport à l'année 2007), puis vient en deuxième rang l'Inde avec un pourcentage de 7,8 % de la production laitière vache mondiale ; soit environ 44 millions de tonnes, en 9^{ème} position on trouve le Royaume-Uni (UK) avec un taux de participation de 2,4 % ; soit a peu près 13 millions de tonnes de lait de vache (Chirlaque., 2011).

L'évolution de la production mondiale du lait depuis l'année 1961 à l'année 2007 est indiquée dans la figure 2.

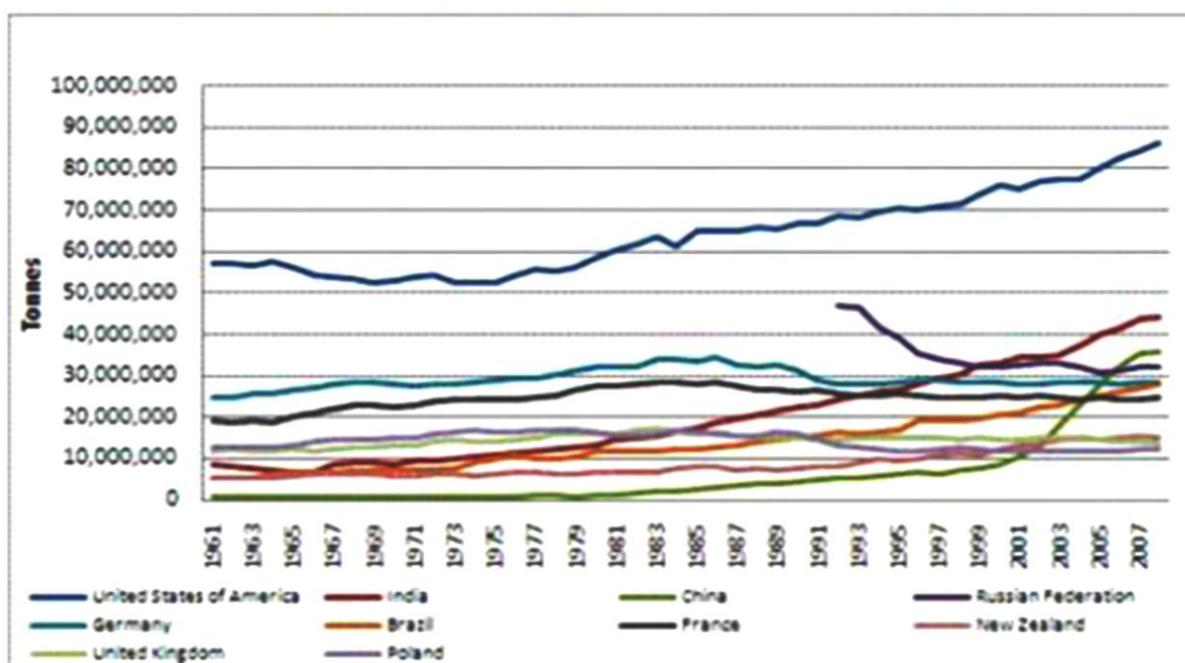


Figure 2 : Evolution de la production mondiale du lait dans les dix plus grands pays producteurs de l'année 1961 à l'année 2007 (Chirlaque., 2011).

La répartition géographique de la production mondiale de lait (toutes espèces confondues) en 2010 selon la fédération internationale de laiterie est consignée dans la figure 03.

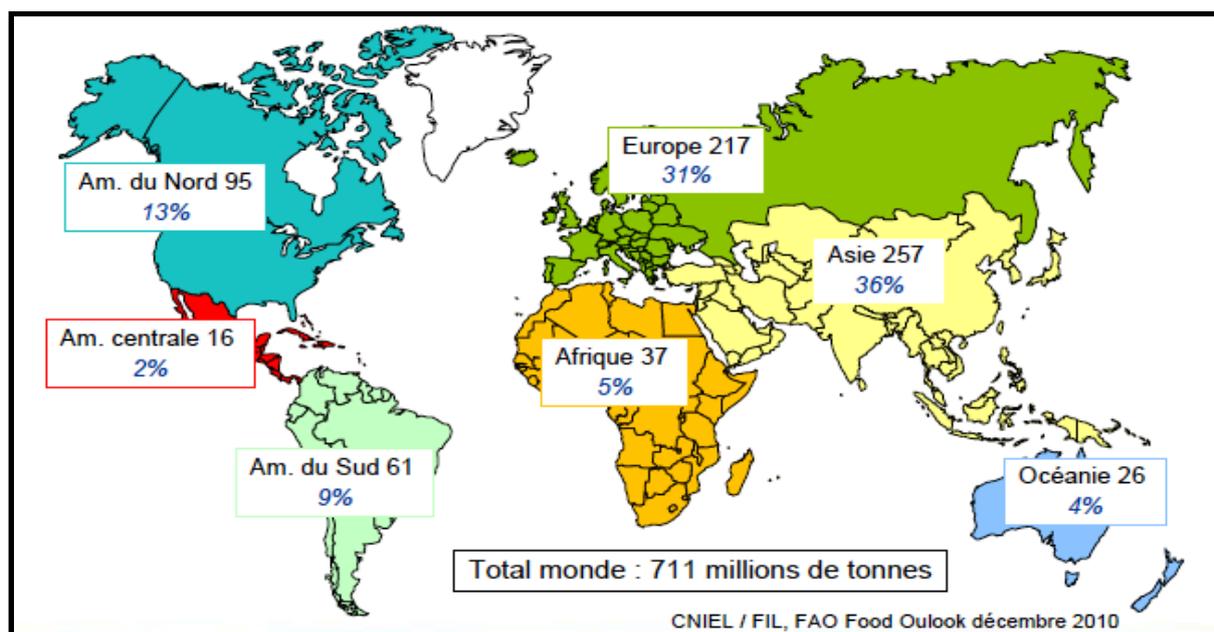


Figure 3 : Répartition géographique de la production mondiale de lait (toutes espèces confondues) en 2010 (millions de tonnes) (FIL., 2011).

L'évolution de la production mondiale du lait depuis l'année 2007 à l'année 2013 est consignée dans le tableau 7.

Tableau 7 : Evolution de la production de lait de vache dans le monde selon les différents continents (unité : 10^6 tonnes) (Makhlouf et Montaigne., 2016).

Année	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Europe des 27	208,5	209	209,1	209,2	211,4	212	212,1
Asie	146,8	150,6	159,8	166,0	172,7	180,1	183,5
Amérique du nord	106,1	108,6	110,4	112,1	113,6	116,2	116,6
Amérique du sud	55,6	60,3	61,3	64,9	67,8	68,8	70,1
Afrique	30,1	30,4	29,5	31,8	31,8	33,0	34,1
Océanie	25,3	24,5	26,3	26,6	28,8	30,1	29,8
Total lait de vache	573,9	585,1	596,5	610,5	626,2	640,1	646,1
Total lait toutes espèces)	682,5	695	716,2	734,9	755,0	772,1	781,9

L'analyse du tableau 7 montre qu'il y eu d'une nette augmentation dans la production du lait dans le monde d'une année à l'autre, passant de 682,5 millions de tonnes en 2007 à 781,9 millions de tonnes en 2013.

4. CONSOMMATION DU LAIT DANS LE MONDE

La consommation de lait est très hétérogène dans les différents pays et régions (figure 4). Celle-ci est due aux modèles culturels et aux niveaux de revenu de la population. En général, les pays de l'Europe et l'Amérique du Nord (le Canada et les Etats-Unis) où il y a de plus hauts niveaux de consommation entre 200 et 300 litres de lait, bien que l'importance relative de chaque type de produit soit différent (Chirlaque., 2011).

La consommation mondiale de lait de l'année 2010 à l'année 2012 est indiquée dans le tableau 8.

Tableau 8 : Consommation mondiale du lait (kg/an/habitant) (FAO, 2012).

Consommation par Habitant	Année	2010	2011	2012
	Monde (kg/an)	103,3	104,5	106,1
	Pays développés (kg/an)	233,4	234,3	237,8
	Pays en développement (kg/an)	67,8	69,5	71,1

La figure 04 donne la répartition mondiale de la production laitière par habitant en 2010.

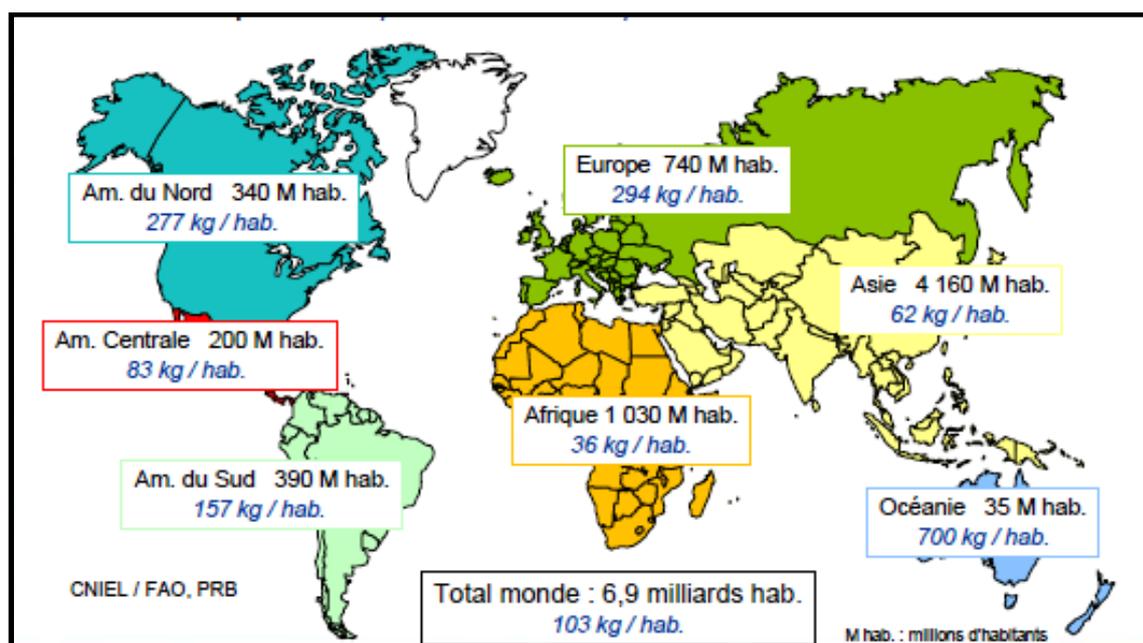


Figure 4: Population et consommation de lait par habitant en 2010 (FIL., 2011).

PARTIE II

PARTIE

EXPERIMENTALE

CHAPITRE I

MATERIELS ET

METHODES

CHAPITRE I

MATERIELS ET METHODES

OBJECTIFS

Si le lait est un produit à haute valeur nutritive, sa composition et ses propriétés physico-chimiques en font un milieu très favorable à la multiplication des micro-organismes. En Algérie, la filière lait est caractérisée d'une part par un faible niveau de production du lait cru et d'autre part par un faible niveau de technicité des entreprises de transformation laitière qui, dans leur quasi-totalité, utilisent le lait en poudre comme matière première. Le problème de la qualité physico-chimique et de la qualité sanitaire du lait et des produits laitiers commercialisés se pose donc pour assurer la sécurité des consommateurs. La présente étude vise donc dans une première partie à déterminer la qualité du lait reconstitué pasteurisé principale source du consommateur et dans une seconde partie à déterminer la qualité du lait cru livré par les collecteurs aux laiteries.

Ce principal objectif de cette présente étude peut se présenté comme suit :

- Etudier et évaluer la qualité physico-chimique du lait pasteurisé reconstitué commercialisé dans nos marchés ainsi que celle du lait cru de collecte livré aux laiteries, par utilisation de plusieurs tests physico-chimiques ; à savoir la température, pH, acidité titrable, densité, matière grasse, extrait sec total, extrait sec dégraissé et humidité ;
- Evaluer la qualité microbiologique du lait reconstitué pasteurisé par la recherche et le dénombrement de la flore aérobie mésophile totale, des coliformes totaux et fécaux et enfin recherche et dénombrement de *S. aureus* ;
- Evaluer la qualité microbiologique du lait cru par la recherche et le dénombrement des coliformes totaux et fécaux, des streptocoques fécaux, la recherche et le dénombrement de *S. aureus* ;
- Etudier la prévalence des organismes indicateurs (coliformes totaux et fécaux) et food-borne pathogènes en référence au *S. aureus* ;
- Etudier l'adultération du lait par l'eau et l'amidon ;
- Rechercher les résidus d'antibiotiques dans le lait.

1. MATERIELES ET METHODES

1.1. ECHANTILLONNAGE DU LAIT RECONSTITUE

Entre le mois de janvier 2014 et le mois d'avril 2015, un total de 44 échantillons de lait pasteurisé fabriqué par 4 différentes laiteries a été collecté. Les laits pasteurisés collectés sont des laits reconstitués pasteurisés partiellement écrémés conditionnés en sachet plastifié de 1 litre et qui sont préparés par mélange de quantités bien définies de la poudre de lait de vache importée de 0 et 26 % de matière grasse. Les sachets de lait sont prélevés directement des espaces de vente au niveau des marchés situés dans différentes régions de deux wilayas de l'Est Algérien (Constantine et Mila). 2 prélèvements ont été effectués pour chaque échantillon : le premier a été réalisé d'une manière aseptique à l'aide d'une seringue stérile de 50 mL et transporté sous régime de froid dans une glacière vers le laboratoire pour les analyses microbiologiques qui sont effectués 24 heures après. Alors que le second, constitué par le reste du sachet, est utilisé pour réaliser les analyses physico-chimiques qui ont été effectués juste dans les minutes qui suivent le prélèvement.

Les analyses physico-chimiques ont été effectuées au niveau du laboratoire de physico-chimie de la laiterie 1 à l'exception de la température qui a été effectuée sur place.

Alors que les analyses microbiologiques ont été réalisées au niveau du laboratoire de recherche Gestion de la santé et productions animales de l'institut des sciences vétérinaires d'El Khroub.

1.1.1. Répartition des échantillons de lait reconstitué pasteurisé en fonction de leur origine

La répartition des échantillons de lait reconstitué pasteurisé en fonction de leur origine est consignée dans le tableau 9.

Tableau 9 : Répartition des échantillons de lait reconstitué pasteurisé en fonction de leur origine.

Origine	LAITERIE 1	LAITERIE 2	LAITERIE 3	LAITERIE 4	Total
Nombre de prélèvements	13	13	05	13	44

1.1.2. Répartition des échantillons de lait reconstitué pasteurisé en fonction des analyses physico-chimiques effectuées

La répartition des échantillons de lait reconstitué pasteurisé en fonction des analyses physico-chimiques effectuées est indiquée dans le tableau 10.

Tableau 10 : Répartition des échantillons de lait reconstitué pasteurisé en fonction des analyses physico-chimiques effectuées.

Paramètres	Nombre de prélèvements par laiterie				Total
	LAITERIE 1	LAITERIE 2	LAITERIE 3	LAITERIE 4	
T°, Densité, matière grasse G, EST, ESD, Humidité	13	13	05	13	44
Acidité et pH					
Test du pourpre de bromo-crésol et test du bleue de bromo-thymol					
Test d'alcool, test d'ébullition					
Adultération par l'eau et l'amidon					
Résidus d'antibiotiques					

1.1.3. Répartition des échantillons de lait reconstitué pasteurisé en fonction du germe recherché

La répartition des échantillons de lait reconstitué pasteurisé en fonction du germe recherché est rapportée dans le tableau 11.

Tableau 11: Répartition des échantillons de lait reconstitué pasteurisé en fonction du germe recherché.

Germe	Nombre de prélèvements par laiterie				Total
	LAITERIE 1	LAITERIE 2	LAITERIE 3	LAITERIE 4	
FAMT	13	13	05	13	44
coliformes totaux					
coliformes fécaux					
<i>S. aureus</i>					

1.2. ECHANTILLONNAGE DU LAIT CRU

Au total 194 échantillons de lait cru ont été collectés sur deux périodes différentes se répartissant comme suit :

- La première période s'étale du mois d'avril au mois de juin 2014. 45 échantillons ont été collectés au niveau de la laiterie 1.
- La deuxième période s'étale du mois de février au mois de Mai 2015. 149 échantillons ont été collectés se répartissant comme suit : 109 échantillons au niveau de la laiterie 1 et 40 échantillons au niveau de la laiterie 5 situé dans la Wilaya Jijel.

Les échantillons collectés sont des laits crus entiers de grand mélange récupérés directement à partir des citernes des collecteurs livrant le lait cru de collecte vers les unités de transformation laitière (laiterie). Comme pour le lait reconstitué, 2 prélèvements ont été effectués pour chaque échantillon : le premier (environ 50 mL) a été réalisé d'une manière aseptique à l'aide d'une seringue stérile de 50 mL et transporté sous régime de froid dans une glacière vers le laboratoire pour les analyses microbiologiques qui sont effectués 24 heures après. Alors que le second (environ 500 mL), mis dans une éprouvette de 500 mL, est utilisé pour faire les analyses physico-chimiques qui ont été réalisées juste dans les minutes qui suivent le prélèvement.

Les analyses physico-chimiques ont été effectuées au niveau des laboratoires de physico-chimie des laiteries concernées (laiterie1 et laiterie 5).

Alors que les analyses microbiologiques ont été réalisées au niveau du laboratoire de microbiologie de la laiterie 5.

1.2.1. Répartition des échantillons de lait cru selon le site du prélèvement

La répartition des échantillons de lait cru de collecte selon l'endroit du prélèvement est indiquée dans le tableau 12.

Tableau 12 : Répartition des échantillons de lait cru de collecte selon le site du prélèvement.

Site du prélèvement	Laiterie 1	Laiterie 5	Total
Nombre de prélèvements	45 + 109	40	194

1.2.2. Répartition des échantillons de lait cru en fonction des analyses physico-chimiques effectuées

La répartition des échantillons de lait cru de collecte selon les analyses physico-chimiques effectuées est donnée dans le tableau 13.

Tableau 13 : Répartition des échantillons de lait cru de collecte selon les analyses physico-chimiques effectuées.

Paramètres	Nombre de prélèvements		Total
	Laiterie 1	Laiterie 5	
T°, Densité, MG, EST, ESD, Humidité, Taux de Mouillage	45	40	85
Acidité et pH		/	45
Adultération par l'amidon		/	
Résidus des antibiotiques	143 (34/45 + 109)	/	143

1.2.3. Répartition des échantillons de lait cru en fonction du germe recherché

Le tableau 14 indique la répartition des échantillons de lait cru de collecte en fonction du germe recherché.

Tableau 14 : Répartition des échantillons de lait cru de collecte selon le germe recherché.

Germe	Nombre de prélèvements par laiterie		Total
	Laiterie 1	Laiterie 5	
<i>S. aureus</i>	/	22/40	22
coliformes totaux	/	12/40	12
coliformes fécaux	/	12/40	12
Streptocoques fécaux	/	10/40	10

2. EVALUATION DE LA QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE

2.1. TEMPERATURE

Une fois le prélèvement destiné aux analyses microbiologiques est effectué, la température est immédiatement mesurée.

C'est le premier paramètre à vérifier. Elle a été mesurée par l'utilisation d'un thermomètre digital portable de type Hanna Instrument, model HI98509. Le thermomètre allumé est immergé directement dans l'échantillon contenu dans le sac de son emballage. Après stabilisation, la lecture est faite. Le thermomètre (Figure 5) utilisé dans cette étude a été calibré dans deux zones de température différente, 0 et 50° Celsius. La limite de détection du thermomètre oscille entre -50 et +150 °C. Le thermomètre est nettoyé après chaque usage.



Figure 5: Thermomètre type Hanna Instrument, model HI98509.

2.2. MESURE DU PH

2.2.1. Méthodes indirectes

2.2.1.1. Test du pourpre de bromo-crésol

La mesure du pH a été réalisée selon la méthode décrite par **Guiraud (2012)**. C'est une méthode colorimétrique qui permet d'apprécier indirectement le pH du lait. Le test est réalisé avec une solution d'un indicateur coloré de pH, il s'agit du pourpre de bromo-crésol. La solution colorée de cet indicateur de pH a été préparée par dissolution de 5 mg de pourpre de bromo-crésol déshydraté (Pourpre de bromocrésol de type Alfa Aesar) dans 100 mL d'eau distillée (**Guiraud., 2012**). Après homogénéisation du contenu du sachet de lait, 20 à 30 ml de lait sont mis dans un bécher blanc en plastique puis on ajoute 4 à 5 gouttes du réactif préalablement préparé contenu dans un compte goutte. Après 15 à 20 secondes de contact, et en fonction de la couleur développée en surface ; trois niveaux d'évaluation peuvent exister :

- Coloration grise ou gris violette (pH 6,6-6,7), le lait est d'acidité normale ;
- Coloration violette, le lait est alcalin (pH>6,8) ;
- Coloration jaune, le lait est acide (pH<6,3).

2.2.1.2. Test du bleu de bromo-thymol

C'est une méthode colorimétrique qui permet d'apprécier indirectement le pH du lait au même titre que le test au pourpre de brom-crésol. Le test est réalisé avec du papier-filtre (HAUPTNER, Germany) imprégné d'indicateur coloré de pH (papier au bleu de bromo-thymol à 5‰ dans de l'éthanol à 60°) selon les recommandations du fabricant. Il consiste à mettre en contact quelques gouttes de lait après homogénéisation du contenu du sachet sur la bande jaune résidante dans le papier-filtre indicateur de pH (figure 6). Après 15 à 20 secondes de contact, et en fonction du couleur développée ; trois niveaux d'évaluation peuvent exister (tableau 15).

Tableau 15 : Niveaux d'évaluation de la qualité du lait par le test bleu de bromo-thymol.

Couleur	Bleue	Vert-Jaune	Jaune
pH	pH > 7,2	pH 6,6 à 6,8	pH < 6,4
Qualité	Lait alcalin	Lait normal	Lait acide

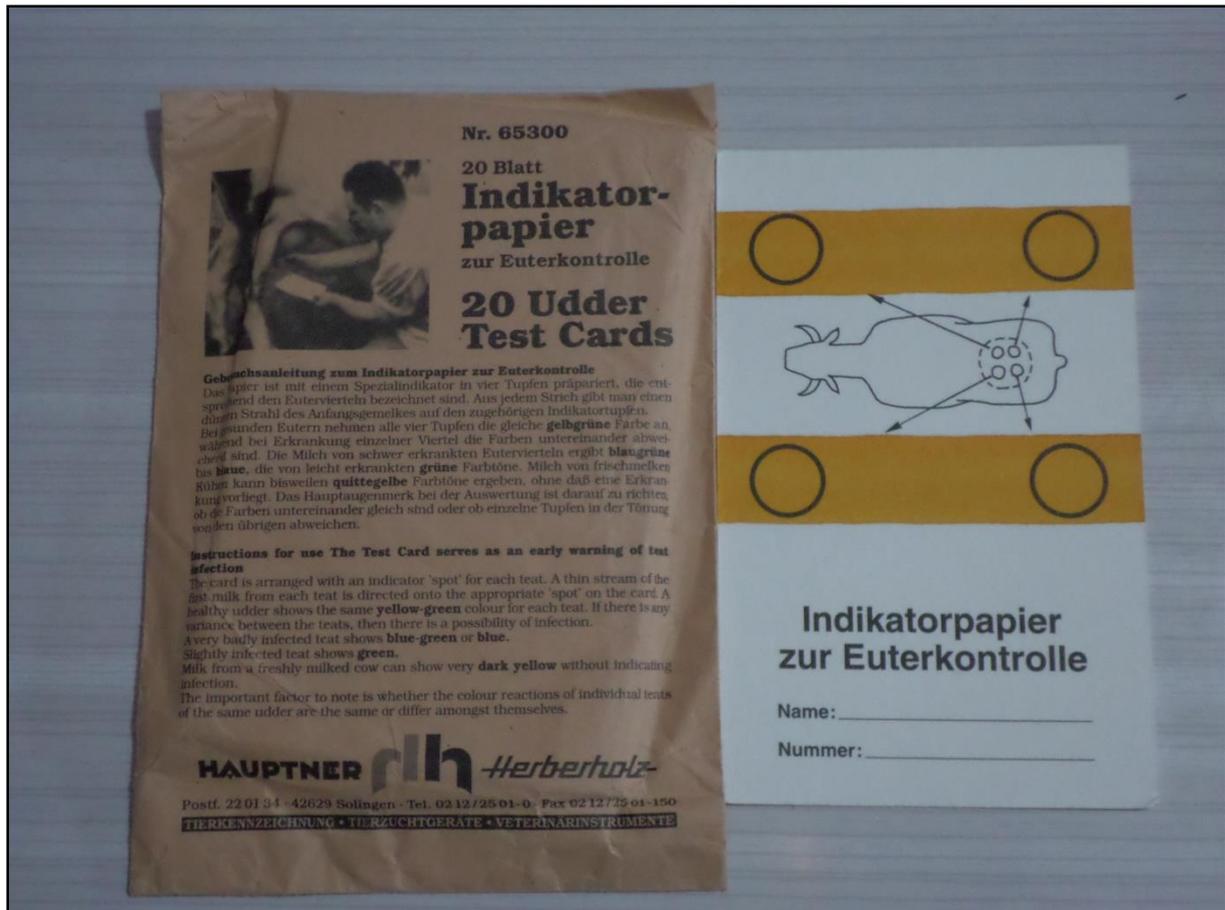


Figure 6 : Papier-filtre (HAUPTNER, Germany) imprégné d'indicateur coloré de pH (papier au bleu de bromo-thymol à 5‰ dans de l'éthanol à 60°).

2.2.2. Méthodes directes

2.2.2.1. Mesure instrumentale (pH-mètre)

Le pH des différents échantillons analysés a été déterminé par l'utilisation d'un pH-mètre portable de type HANNA INSTRUMENT model HI 9125 pH/ORP Meter (Romania) (figure 7), immédiatement après la réalisation du prélèvement au moment de la prise de la température. Avant d'entreprendre les mesures ; l'électrode du pH-mètre est nettoyée avec de l'eau de robinet puis rincée à l'eau distillée et séchée avec du papier buvard.

Avant son utilisation, le pH-mètre doit être étalonné avec deux différentes solutions tampons de pH connu (pH : 4 pour la première solution et pH : 7 pour la deuxième solution). Une fois calibré, le bout de l'électrode en verre est immergé directement dans un bécher contenant la quantité requise du lait échantillon. La valeur du pH s'affichant immédiatement sur l'écran est notée.



Figure 7 : pH-mètre portable type HANNA INSTRUMENT model HI 9125 pH/ORP Meter.

2.3. DETERMINATION DE L'ACIDITE TITRABLE

L'acidité titrable des différents échantillons est mesurée par titrage selon la méthode de titrimétrie qui se fait par addition de solution alcaline en présence d'un indicateur coloré. Dans notre étude nous avons utilisé comme solution alcaline de la soude (N/9) et comme indicateur la phénolphtaléine 1% qui vire de l'incolore en milieu acide au rose en milieu alcalin (à pH égal à 8,4). Plus la contamination bactérienne est importante plus l'acidité augmente.

L'acidité titrable est déterminée selon la méthode décrite par **Guiraud (2012)** qui consiste à ajouter 3 gouttes de phénolphtaléine 1% dans un bécher blanc contenant 10 mL de lait à analyser (contenu dans un flacon compte goutte). La lessive de soude contenue dans la burette suspendue à une potence est ajoutée ensuite au mélange jusqu'au virage de celui-ci au rose. La coloration rosâtre doit persister au moins 10 secondes. La lecture de la chute de la burette est faite et le volume du NaOH utilisé est enregistré pour déterminer l'acidité. Le résultat peut être exprimé en Degré Dornic (°D)

qui correspond au nombre de $1/10^{\text{ème}}$ de mL de soude Dornic N/9 nécessaire pour assurer le virage de la phénolphtaléine ou bien en grammes d'acide lactique par litre de lait (où 1°D correspond à 0,1 g d'acide lactique par litre de lait). L'acidité développée du lait repose sur la transformation bactérienne du lactose en acide lactique. Le pourcentage de cet acide lactique a été calculé comme suit :

$$\% \text{ Acidité (en acide lactique)} = \text{Volume du NaOH utilisé} \times 0,1$$

$$\% \text{ Acidité (en } ^{\circ}\text{D)} = \text{Volume du NaOH utilisé} \times 10$$

La solution soude (N/9) utilisée pour faire le titrage a été préparée par mélange d'une quantité de 4,44 g de NaOH déshydraté (hydroxyde de sodium de type BIOCHEM Chemipharma) avec un litre d'eau distillée.

En ce qui concerne la solution phénolphtaléine 1%, elle a été préparée en mélangeant 1g de phénolphtaléine déshydratée avec 100 mL d'alcool 95°.

La figure 8 montre le dispositif utilisé pour faire le titrage de l'acidité (acidimètre).



Figure 8 : Acidimètre avec un bécher contenant 10 mL de lait avec 3 gouttes de phénolphaléine.

2.4. DETERMINATION DE LA STABILITE DES PROTEINES DU LAIT

2.4.1. Epreuve d'ébullition (Clot-on-boiling test)

Un tube contenant 5 mL de lait est porté au bain marie à 100°C pendant 5 minutes. Le lait normal ne coagule pas. Lorsque l'acidité dépasse 21°D, la coagulation débute ; à

28°D, le lait se prend en masse. Lorsqu'il n'y a pas de coagulation apparente, les tubes sont vidés et rincés à l'eau : l'absence de coagulum sur les parois du tube est vérifiée (Guiraud., 2012).

2.4.2. Test d'alcool

Ce test consiste en un mélange d'un volume de lait avec un volume équivalent d'alcool (éthanol 70%) qui provoque une coagulation si le lait est anormalement contaminé. Ainsi 2 mL de lait sont déposés dans un tube à essai puis on a ajouté le même volume d'alcool éthylique 70°. Le tube fermé est retourné deux fois sans agiter. Le lait normal s'écoule le long de la paroi du tube sans laisser de traces, alors que le lait altéré présente des flocons de protéines précipitées (figure 9) (Guiraud., 2012).



Figure 9 : Tube à essai contenant 2 mL de lait et 2 mL d'alcool éthylique 70° (précipitation sur la paroi).

2.5. DENSITE

L'échantillon de lait à analyser est mélangé soigneusement avant d'être déposé dans une éprouvette de 250 mL pour l'homogénéiser. Ensuite, le thermo-lactodensimètre (Thermo-lactodensimètre de type FUNK GERBER (Laktodensimeter, milch g/l T°20°C, 45 mMml obin, Funk Gerber berlin. 1,020-1,040) est plongé dans l'éprouvette pleine qui débordera afin d'éliminer la mousse (figure 10). On doit maintenir l'appareil verticalement, lui faire subir une rotation et lire quand il est immobile au sommet du ménisque.

Dans notre travail le thermo-lactodensimètre a été utilisé à une température autre que 20°C, donc une correction de la lecture a été faite de la façon suivante :

- Si la température du lait au moment de la mesure est supérieure à 20°C, on augmente la densité lue de 0,0002 par degré au dessus de 20°C ;
- Si la température du lait au moment de la mesure est inférieure à 20°C, on diminue la densité lue de 0,0002 par degré au dessous de 20°C.

On peut ainsi écrire d'après **Karthikeyan *et al* (2012)** et **Seme *et al* (2015)**:

La densité réelle (corrigée) = densité lue + 0,2 x [T° lue du lait - T° de mesure (20°C)].

Où T° est la température.



Figure 10: Thermo-lactodensimètre plongé dans une éprouvette pleine de lait.

2.6. MATIERE GRASSE

Le taux butyrique des différents échantillons est déterminé selon la méthode acido-butyro-métrique de Gerber décrite dans différentes études (AOAC., 2001 ; Koussou *et al.*, 2007 ; Javaid *et al.*, 2009 ; Ul-Haq *et al.*, 2013). Le principe de la méthode est basé sur le fait que le lait doit être vigoureusement mixé avec l'acide sulfurique (H_2SO_4) et l'alcool iso-amylque dans un tube spécial de Gerber (figure 11), permettant la dissolution des protéines présentes et la libération de la matière grasse. Les tubes sont centrifugés et la matière grasse s'élevant dans la partie graduée du tube est mesurée entant que pourcentage de la teneur en matière grasse du lait échantillon. La méthode est convenable pour la routine et le dépistage. Elle est empirique et des résultats reproductibles peuvent être obtenus si la procédure est suivie correctement.

Dans un tube spécial dit butyromètre de Gerber (Butyromètre de type Funk Gerber, Milk 65°C, Din) et sans mouillé son ouverture, ont été introduits 10 mL d'acide sulfurique concentré (acide sulfurique 95-97% de type SIGMA ALDRICH, flacon de 2,5 L), puis 11 mL de lait à analyser et 1 mL d'alcool iso-amylque (éthanol 96° de type CARLO ERBA, UN 1170). Le butyromètre a été bouché à l'aide d'un bouchon sec en caoutchouc puis retourné 3 à 4 fois pour bien mélanger les trois produits afin de faire disparaître le caillé puis on retourne le butyromètre afin de vider son ampoule terminale. Le tout est porté à la centrifugation à 1000-1200 tours/minute pendant 5 minutes dans une centrifugeuse conçue aux butyromètres dite centrifugeuse de Gerber (Centrifugeuse de type GERBER FUNKE ser : No : 3370-5854). La lecture directe du taux de matière grasse s'est faite sur la branche graduée du butyromètre retourné.

% en Matière grasse = lecture au haut ménisque - lecture au bas ménisque (Fat %= reading at upper meniscus – reading at lower meniscus) (AOAC., 2001).



Figure 11: Butyromètre rempli d'acide sulfurique, de lait et d'alcool iso-amylque.

2.7. DETERMINATION DE L'EXTRAIT SEC TOTAL (EST)

Différentes méthodes directes et indirectes ont été utilisées pour déterminer le taux de l'extrait sec total des différents échantillons analysés.

- Méthode directe :

Le dosage de l'extrait sec total par la méthode directe a été réalisé selon les recommandations du fabricant de l'humidimètre (MAC 110/NH, Swiss) (figure 12).



Figure 12 : Appareillage utilisé pour déterminer l'extrait sec total et l'humidité.

La matière sèche correspond au poids du résidu restant après dessiccation de l'échantillon à 105°C dans un humidimètre (MAC 110/NH, Swiss). Le principe consiste à sécher 3,5 mL de lait par infrarouge et à contrôler en continu le poids à l'aide d'une balance intégrée jusqu'à poids constant.

$$\% \text{ EST} = 100\% - \% \text{ Humidité}$$

- **Méthode indirecte :**

L'extrait sec total a été déterminé selon la formule de Richmond :

- $TS \% = (\% \text{ Fat} \times 1,2) + \frac{CLR}{4} + 0,14$ (**Ling ., 1963** cité par **Ali Mansour et al., 2012**). Avec CLR (Corrected Lactometer Reading) = $1000 \times (\text{density} - 1)$. Density : Densité en g/mL, Total solids: extrait sec total et Fat : matière grasse.
- $\% \text{ Total Solids} = \% \text{ SNF} + \% \text{ Fat}$. Avec $\% \text{ SNF} = 0,25 \times CLR + 0,22 \times F + 0,72$ (**FAO., 1986**). Donc on peut écrire: $\% \text{ Total Solids} = 0,25 \times CLR + 1,22 \times F + 0,72$. Avec Total solids: extrait sec total, SNF (solids not fat) : extrait sec dégraissé, Fat : matière grasse.

2.8. DETERMINATION DE L'HUMIDITE

Le pourcentage d'humidité est calculé par la différence entre le poids initial et le poids final sur base humide. Ainsi, on peut écrire :

$$\text{Taux de l'humidité} = 100 \% - \% \text{ EST}$$

2.9. DETERMINATION DE L'EXTRAIT SEC DEGRAISSE (ESD)

L'extrait sec dégraissé (ESD ou SNF Solids Not Fat) est l'un des paramètres les plus couramment utilisés pour évaluer la qualité physico-chimique du lait. Il a été calculé selon deux équations différentes :

- La 1^{ère} formule fait intervenir la densité : $\% \text{ SNF} = \frac{(CLR)}{4} + 0,22 \times F + 0,72$ (**FAO., 1986**) ; (**Hossain et Dev., 2013**).
- La seconde est celle qui fait intervenir l'extrait sec total (EST) en lui faisant une soustraction du taux de la matière grasse, rapportée dans les travaux réalisés par **Pavić et al (2002)** ; **Bille et al (2009)** ; **Javaid et al (2009)** ; et **Nespolo et Brandelli (2012)** : $\% \text{ SNF} = \% \text{ Total Solids} - \% \text{ fat}$.

2.10. ADULTERATION DU LAIT PAR L'EAU ET L'AMIDON

2.10.1. Taux de mouillage

Un lait est considéré mouillé si son extrait sec dégraissé est inférieur à 8,25 % (**Saha et Ara., 2012**), à 8,5 % (**Donkor et al., 2007**). Cette norme est recommandée pour le lait entier. Dans notre étude, le lait reconstitué étudié est un lait partiellement écrémé et

par conséquent il doit avoir entre 1,5 à 2 % de matière grasse selon la réglementation algérienne, et 90 g/L soit 9 % d'extrait sec total selon les normes recommandées par la **FAO (2014)**.

Etant donné que le % EST = % ESD + % MG, ainsi, pour déterminer le taux de l'extrait sec dégraissé, nous appliquons la formule suivante : % ESD= % EST - % MG. L'application directe nous permet d'avoir un taux en ESD variant entre 7 et 7,5 %. En tenant compte de cet intervalle de 7 à 7,5 % en ESD comme référence, on peut connaître le nombre d'échantillons mouillés.

En ce qui concerne la quantité d'eau ajoutée, elle a été calculée de la manière suivante :

(%) Eau additionnée = $\frac{S-s}{s} * 100$ (**Ling, 1963** cité par **Ali Mansour et al., 2012**).

S = % ESD Standard (7 % pour le lait partiellement écrémé et 8,25 % pour le lait entier),
s = % ESD du lait échantillon.

2.10.2. Recherche de l'amidon

Sa recherche a été faite par solution iodée. Le principe de la méthode est basé sur celle qui est utilisée en iodométrie (**JOCE., 1994**) :

- Fixation par les colloïdes de l'iode libre dans une solution aqueuse ;
- Absorption par les micelles de l'amidon et formation de couleur.

La mise en évidence de la présence ou non de l'amidon est faite de la manière suivante : dans un tube à essai contenant 10 mL de lait à analyser on ajoute 4 à 5 gouttes de la solution iodée préalablement préparée. Après 10 à 15 secondes de contact, la couleur est vérifiée. Le lait contenant l'amidon prend une coloration bleuâtre.

La solution iodée de dépistage a été préparée de la façon suivante : dans une fiole jaugée contenant 100 mL d'eau distillée sont dissouts 1 g d'iode déshydraté et 2 g d'iodure de potassium déshydraté. Une fois le réactif est prêt à l'emploi, il est stocké dans des flacons sombres afin d'éviter sa détérioration (**JOCE., 1994**).

La figure 13 représente un bécher contenant 10 mL de lait à coté du flacon contenant la solution iodée.

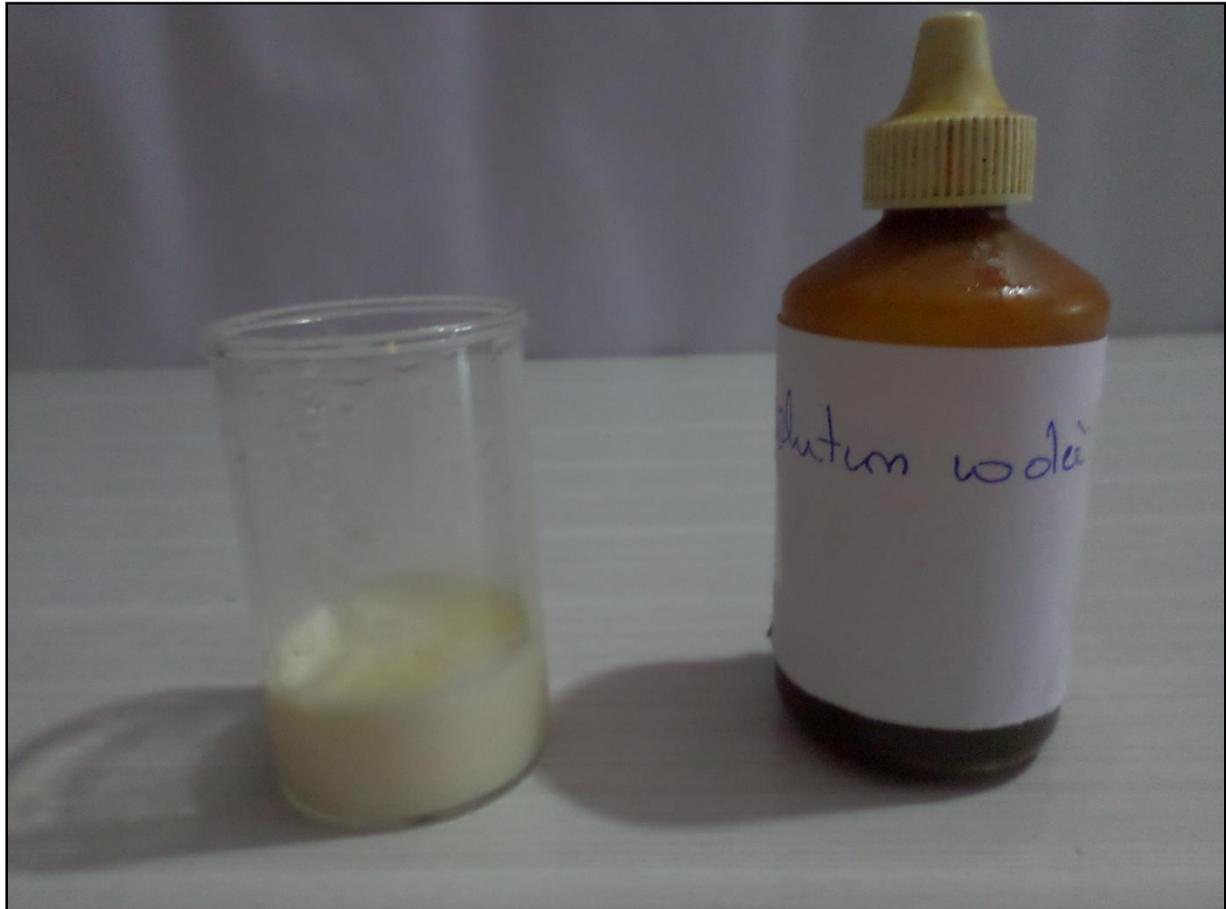


Figure 13 : Dépistage de l'amidon par solution iodée.

3. EVALUATION DE LA QUALITE HYGIENIQUE

3.1. TEST DE LA REDUCTASE (REDUCTION DU BLEU DE METHYLENE)

Le principe du test de la réductase est basé sur le fait que la plupart des bactéries se multipliant dans le lait sont capables, grâce à l'action de leur enzyme dite réductase, d'abaisser le potentiel d'oxydoréduction d'un indicateur redox qui est généralement un colorant (**Guiraud., 2012**). Dans notre travail nous avons utilisé le bleu de méthylène dont la couleur virant du bleu vers l'incolore sous l'effet de l'enzyme réductase.

Le test de la réductase est réalisé selon la méthode décrite par **Guiraud (2012)** et **Marimuthu *et al* (2013)**. Dans un tube à essai stérile contenant 10 mL de lait à analyser, on ajoute 1mL d'une solution stérile du bleu de méthylène préparée par mélange de 5 mg du bleu de méthylène poudre pur avec 100 mL d'eau distillée stérilisée à l'autoclave. Le tube est fermé hermétiquement et agité en lui faisant deux retournements successifs. Ensuite, il est placé dans un bain marie à 37 °C. Le tube est agité toutes les heures ; une observation est effectuée au bout de deux heures puis au

bout de 4 heures pour vérifier s'il y a lieu d'une décoloration ou non tout en négligeant l'anneau bleu pâle qui peut persister en surface (figure 14). Généralement, un temps de réduction supérieur à quatre heures est considéré suffisant pour attester de la bonne qualité du lait.

Le tableau 16 présente le classement des laits selon les résultats du test de réduction du bleu de méthylène. On doit toujours bien garder à l'esprit que ces résultats ne donnent qu'une estimation de la contamination d'un lait.

Tableau 16 : Correspondance entre temps de réduction du bleu de méthylène et le degré de contamination du lait (Guiraud., 2012).

Note	Appréciation	Temps de réduction bleu de méthylène
1	Lait contaminé	$t < 2$ heures
2	Lait peu contaminé	$2 \text{ heures} < t < 4$ heures
3	Lait de bonne qualité	$t > 4$ heures

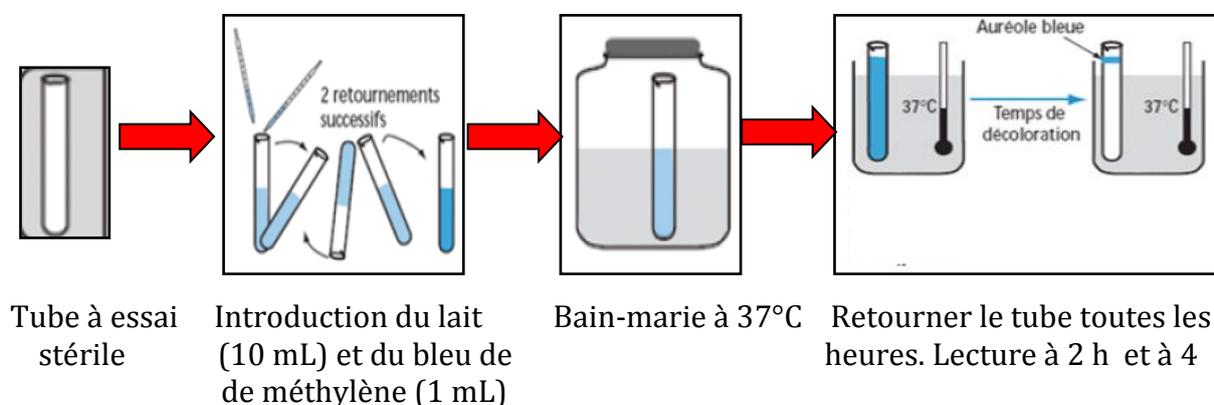


Figure 14 : Réalisation du test de la réductase avec le bleu de méthylène.

3.2. DEPISTAGE DES RESIDUS DES ANTIBIOTIQUES

Afin de contrôler l'absence ou la présence des résidus d'antibiotiques dans les différents échantillons de lait reconstitué; nous avons opté pour deux différentes méthodes de dépistage :

- La méthode beta-star Combo® ;
- La méthode Delvotest® SP-NT.

3.2.1. Méthode β eta-star Combo[®]

Le β eta-star Combo[®] est un test rapide, simple d'emploi, du type Récepteur compétitif Assay. Le test est basé sur l'emploi de récepteurs spécifiques aux bêta-lactamines et aux tétracyclines liés à des particules d'or. Il permet à la fois la détection rapide, dans le lait, des résidus de Bêta-lactamines (pénicillines et céphalosporines) et des Tétracyclines.

Le β eta-star Combo[®] kit se présente sous forme d'ampoules contenant un lyophilisat (récepteur spécifique lié à des particules d'or), un flacon contenant des bandelettes réactives (milieu immuno-chromatographique), des pipettes et enfin d'un incubateur (figure 15).



Figure 15: Kit du Beta Star[®] Combo test (Neogen Corporation, Lansing, USA).

Le Bêta Star Combo test détecte la présence d'inhibiteurs par le biais d'un récepteur immunologique.

La mise en œuvre du β beta-star Combo[®] a été effectuée selon les recommandations du fabricant (Neogen Corporation, USA):

- Le flacon contenant le lyophilisat (récepteur spécifique lié à des particules d'or) est tapé délicatement contre une surface dure, afin de faire tomber le lyophilisat dans le fond du flacon ;
- Le scellé plastique est retiré ;
- Le flacon est ouvert et le bouchon en caoutchouc est conservé ;
- 0,2 ml de lait est aspiré à l'aide de la pipette avec embout fournie, et déposé dans le flacon contenant le lyophilisat (un nouvel embout de pipette doit être utilisé pour chaque échantillon) ;
- Le flacon est refermé au moyen du bouchon en caoutchouc, puis retourné et secoué afin de dissoudre complètement le lyophilisat ;
- Le flacon est incubé pendant trois minutes à 47 ± 1 °C dans l'incubateur ;
- Après trois minutes d'incubation, la bandelette est alors placée dans le flacon. Ce dernier est incubé pendant deux minutes supplémentaires ;
- Une fois l'incubation est terminée ; la bandelette est retirée du flacon et la lecture est faite immédiatement.
- Dans le stade 1, au cours de l'incubation préliminaire, une interaction aura lieu entre les réactifs de la bandelette avec le lait contenant des résidus d'antibiotiques.
- Au cours du stade 2, la solution est transférée dans un milieu immunochromatographique, par le quel le développement d'un signal aura lieu.
- La première ligne (en bas) de ce milieu capture tous les récepteurs des tétracyclines qui n'ont pas interagit avec les tétracyclines durant l'incubation préliminaire.
- La deuxième ligne (au milieu) sert comme une ligne de contrôle pour assurer la propre fonction du test lui-même, et elle sert aussi comme une ligne de référence pour la comparaison entre les lignes 1 et 3.
- La troisième ligne (en haut) de ce milieu capture tous les récepteurs des Béta-lactamines qui n'ont pas interagit avec les Béta-lactamines durant l'incubation préliminaire.
- Les intensités des deux tests lignes (1 et 3) sont comparées visuellement avec celle de la ligne de contrôle. Pour chaque test ligne, si l'intensité du test ligne est supérieure ou égale à celle de la ligne de contrôle, l'échantillon de lait est considéré comme négatif pour la présence des résidus d'antibiotiques. Par contre, si l'intensité

du test ligne est inférieure à celle de la ligne de contrôle, le lait est considéré qu'il contient des résidus d'antibiotiques (figure 16).

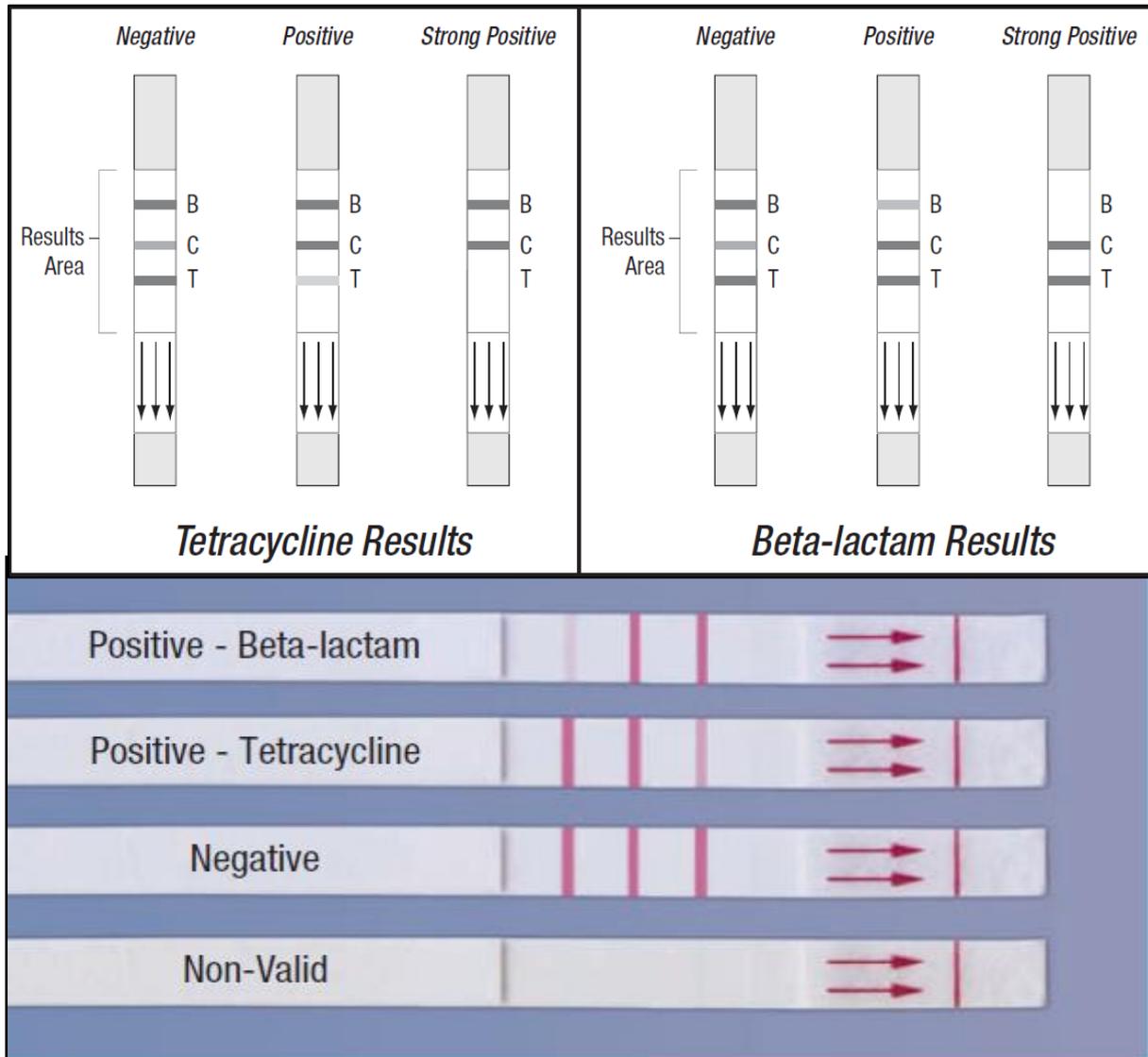


Figure 16 : Lecture des bandelettes du Beta Star® Combo test (Neogen Corporation, Lansing, USA).

3.2.2. Méthode Delvotest® SP-NT

Le Delvotest® SP-NT de DSM est un kit de détection de résidus d'antibiotiques officiel qui s'applique à tous les stades de la production.

Le Delvotest® SP-NT (DSM, Hollande) est un test biologique simple, standardisé, très utilisé par les laiteries. Son principe est fondé sur le changement ou non de la couleur d'un milieu gélosé ensemencé avec les spores de *Bacillus stearothermophilus* variété *calidolactis* C953. Ce changement est révélé par l'indicateur coloré « le pourpre de

bromo-crésol ». Le test est non spécifique et offre un large spectre de détection (la plupart des antibiotiques) et une bonne sensibilité vis-à-vis des pénicillines qui représentent le plus grand risque technologique.

Le Delvotest® SP-NT (DSM, Hollande) se présente sous forme d'ampoules contenant un milieu gélosé ensemencé par *Bacillus stearothermophilus* var. *calidolactis* et enrichi en éléments nutritifs de croissance (figure 17). Ce test combine le principe de la diffusion en gélose avec le changement de couleur de l'indicateur en conséquence du métabolisme du germe testé. Les ampoules sont incubées 3 heures à $64^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ et le changement de couleur est évalué. Les instructions du fabricant sont suivies pour le protocole et pour l'interprétation finale : 0,1 mL de lait était prélevé et versé dans une ampoule contenant de la gélose. Les ampoules de tests sont alors recouvertes avec un plastique auto-adhésif fourni avec le kit et mises à incuber à $64^{\circ}\text{C} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ pendant 3 heures environ. Un témoin négatif est réalisé en parallèle et permet d'arrêter l'incubation dès qu'il se colore complètement en jaune.



Figure 17 : Kit Delvotest® SP-NT (DSM, Hollande).

Le résultat obtenu est interprété en fonction de la couleur développée (figure 18):

- ✓ Une couleur jaune indique l'absence de substance antibactérienne à une concentration supérieure ou égale à la limite de détection du test. Les spores de la souche *Bacillus stearothermophilus var. calidolactis* présentes dans la gélose peuvent se germer et donc se multiplier normalement et peuvent ainsi produire l'acide lactique nécessaire au virage de l'indicateur coloré (pourpre de bromo-cérsol) du violet au jaune endéans 2 h 45 à 3 h 00.
- ✓ Une couleur jaune violette indique la présence de substances antibactériennes dans l'échantillon de lait analysé à un taux proche du seuil de détection renseigne sur la présence d'agents retardant le métabolisme.
- ✓ Une couleur violette indique la présence de substances antibactériennes dans l'échantillon de lait analysé à un taux égal ou supérieur au seuil de détection. L'inhibiteur empêche le développement de la souche et par conséquence la production d'acide lactique, nécessaire au virage du pourpre de bromocrésol, ce qui fait la gélose reste violette après ce même temps d'incubation.

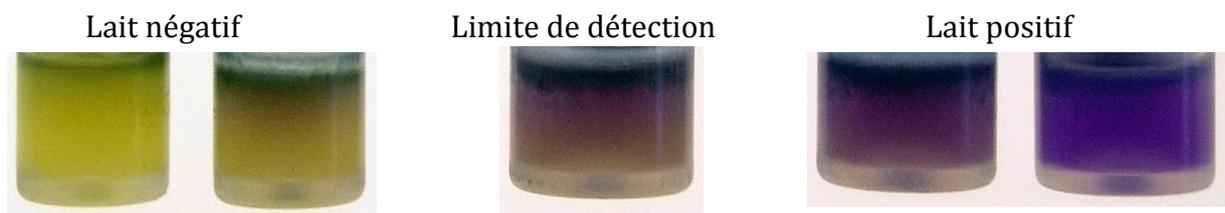


Figure 18 : Interprétation des résultats du Delvotest®SP-NT (Données DSM).

3.3. ANALYSES MICROBIOLOGIQUES

3.3.1. Préparation des dilutions

Le récipient contenant le prélèvement de lait à diluer est agité manuellement avec précaution pour éviter les projections pendant une dizaine de secondes. Ensuite, on prélève stérilement 1 mL de lait (aspirer et refouler une fois avant le prélèvement) que l'on introduit dans un tube contenant 9 mL de diluant stérile composé d'eau péptonée salée. Le tube est agité par des mouvements de rotation ou au moyen d'un vortex. On obtient ainsi une dilution au 1/10^{ème}. Avec une nouvelle pipette de 1 ml, on prélève 1 ml de cette dilution que l'on introduit dans un nouveau tube de diluant de 9 ml ; on obtient une dilution au 1/100^{ème} et ainsi jusqu'au niveau de dilution recherchée (figure 19).

La solution d'eau péptonée salée (Laboratoire CONDA, S.A) est obtenue par dissolution de 9,5 g de tryptone sel déshydraté dans un litre d'eau distillée. La solution est répartie en volumes exacts de 9 mL dans des tubes en verre, qui sont fermés puis portés à 110 °C pendant 25 minutes.

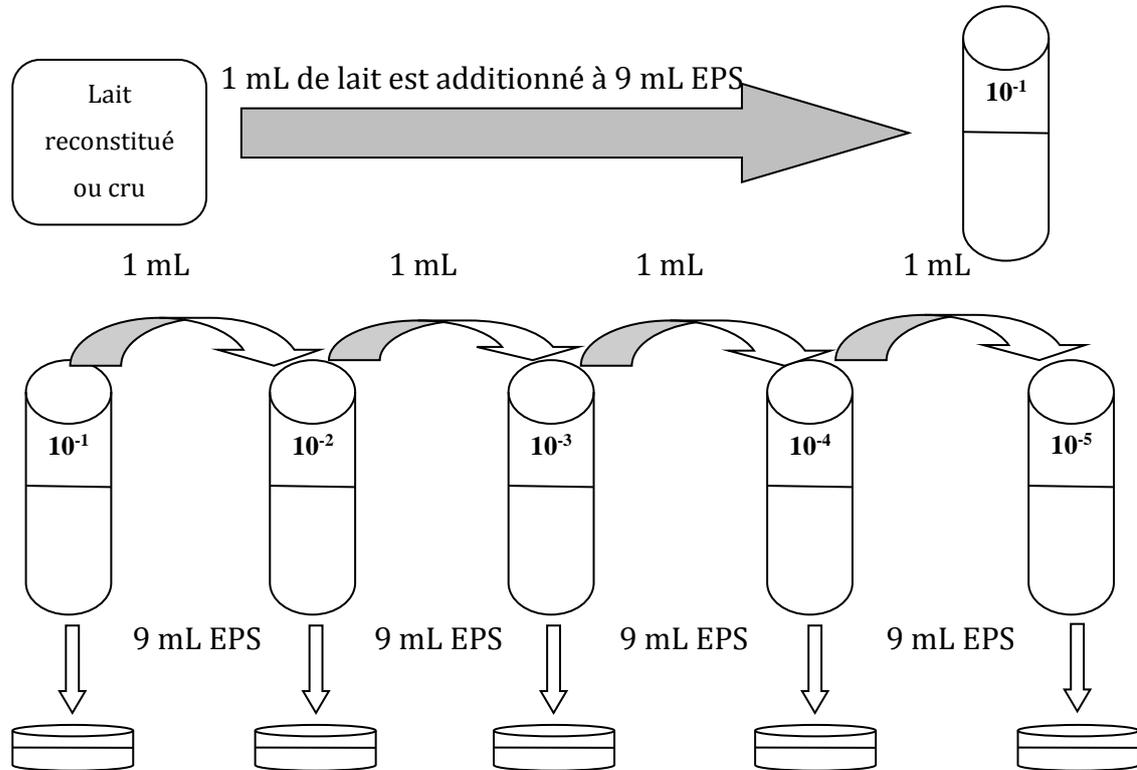


Figure 19 : Préparation des dilutions décimales à partir de l'échantillon.

3.3.2. Recherche et dénombrement de la flore aérobie mésophile totale (FAMT)

Pour dénombrer ce type de flore qui reflète la qualité microbiologique générale du produit ; nous avons utilisé la méthode recommandée par l'Organisation Internationale de Standardisation (ISO 4833) (**Tortorello., 2003**). La méthode consiste en une incubation aérobie sur milieu Plate Count Agar (Laboratoire CONDA, S.A) à 30 °C pendant 72 heures. Cette incubation mesure uniquement les populations bactériennes viables qui sont capables de se multiplier sous les conditions particulières de cette incubation (bactéries aérobies et anaérobies facultatives mésophiles qui peuvent s'accroître sur agar non sélectif).

L'ensemencement se fait sur milieu Plate Count Agar (PCA) :

- A partir des dilutions 10⁻³ à 10⁻⁵, 1 mL est prélevé aseptiquement et mis dans une boîte de Pétri vide stérile ;

- On rajoute 15 mL de gélose PCA (Plate Count Agar) fondue à 100 °C et refroidie à 45 ± 1 °C. Afin d'homogénéiser l'inoculum à la gélose, des mouvements circulaires dans les deux sens et de va-et-vient ont été faits ;
- La boîteensemencée est laissée se solidifier, puis incubée à l'étuve à 30 °C pendant 72 heures.
- Les colonies de la FAMT se présentent sous forme lenticulaire en masse.

La moyenne arithmétique des trois dilutions est calculée et les résultats obtenus sont exprimés en unités formant colonies par ml de lait (ufc/mL).

3.3.3. Recherche et dénombrement des Coliformes Totaux et Fécaux

Les coliformes ont été recherchés et dénombrés sur milieu solide par la technique en boîtes sur gélose VRBL (gélose lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre) (Laboratoire CONDA, S.A) décrite par **Joffin et Joffin (2010)**. Ainsi 1 mL de chacun des trois dilutions choisies est porté aseptiquement dans une boîte de Pétri vide stérile. On complète par la suite avec environ 12 mL de gélose VRBL fondue à 100 °C puis refroidie à 45 ± 1 °C. Afin de bien mélanger l'inoculum dans le milieu, des mouvements circulaires et de va et vient en forme de 8 ont été faits. Les boîtes sont laissées se refroidir sur paillasse et une fois solidifiées, on fait couler à nouveau une couche de protection d'environ 4 mL contre les diverses contaminations.

Cette préparation est effectuée en double pour chaque dilution.

- La 1^{ère} série de boîtes est incubée à 37 °C pendant 24 à 48 heures. Elle est réservée pour le dénombrement des coliformes totaux.
- La seconde série de boîtes est incubée à 44 °C pendant 24 à 48 heures. Elle est réservée pour le dénombrement des coliformes fécaux.

Les coliformes apparaissent en masse sous forme de petites colonies fluorescentes (fluorescence mise en évidence lors d'observation des colonies dans une chambre noire sous une petite lampe à UV), de couleur rouge foncé (bactéries lactose+) et d'au moins 0,5 mm de diamètre.

Le nombre réel de coliformes est donnée par la moyenne arithmétique entre les trois boîtes.

3.3.4. Recherche et dénombrement de *Staphylococcus aureus*

La recherche et le dénombrement de ce staphylocoque coagulase positive est réalisé sur le milieu solide de Baird-Parker (Laboratoire CONDA, S.A) additionné de supplément du plasma de lapin et de fibrinogène (supplément RPF ; Laboratoire CONDA, S.A). Après avoir fondu 90 mL de gélose Baird-Parker et l'avoir refroidi à 45 °C, 10 mL d'une solution de plasma de lapin et de fibrinogène récemment préparée sont ajoutés. A l'aide d'un étaleur stérile, on étale l'inoculum (0,1 mL de la solution mère) sous forme de trois fractions sur toute la surface du milieu (15 à 18 mL de Baird-Parker préalablement additionné de supplément RPF) solidifié dans la boîte. Une fois le milieu est ensemencé, la boîte de pétri sera portée à l'incubation à l'étuve à une température de 37 °C pendant une durée de 24 à 48 heures, toujours couvercle en bas. Une première lecture sera faite après 24 heures d'étuvage, s'il n'y a pas apparition de colonies, une deuxième lecture de confirmation aura lieu après 48 heures d'incubation.

Le milieu Baird-Parker au plasma de lapin et de fibrinogène permet d'effectuer à la fois le dénombrement et la confirmation en une seule opération. Donc il permet de lire directement les colonies de *Staphylococcus aureus* coagulase positive tout en évitant de faire le test de la coagulase ou d'autres tests. Ces colonies staphylococciques apparaissent de petite taille de 0,5 à 2 mm, d'aspect brillant, noires, convexes et entourées d'un halo opaque de fibrine dû à la fibrinolyse des protéines du plasma.

Le dénombrement de colonies est effectué selon la formule donnée ci-dessous :

Le nombre total de colonies (ufc/ml) = colonies comptées x facteur de dilution x 10.

3.3.5. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux

La recherche des streptocoques fécaux ou streptocoques du groupe « D » de la classification de Lancfield est faite en milieu liquide par la technique du Nombre le Plus Probable (NPP), telle qu'elle est décrite par **Joffin et Joffin (2010)** et **Guiraud (2012)**.

Elle a est faite sur milieu présomptif de Rothe (Laboratoire BIODIAGNOSTICS) à 37°C pendant 24 à 48 heures puis, pour les tests positifs, repiquage sur milieu de confirmation de Litsky (Laboratoire BIODIAGNOSTICS) à 37 °C pendant 24 heures.

Donc pratiquement cette technique fait recours à deux tests consécutifs à savoir :

a- Un premier test de présomption :

- Préparer dans un portoir une série de tubes contenant le milieu sélectif de Rothe (10 mL par tube) à raison de trois tubes par dilution.
- A partir des dilutions décimales 10^{-1} à 10^{-3} , on prend aseptiquement 1 ml dans chacun des trois tubes correspondants à une dilution donnée. Bien mélanger l'inoculum dans le milieu.
- L'incubation se fait à 37 °C pendant 24 à 48 heures.
- Sont considérés comme positifs, les tubes présentant un trouble microbien.
- Aucun dénombrement ne se fait à ce stade, les tubes positifs feront l'objet d'un repiquage.

b- Un second test de confirmation :

- Chaque tube de Rothe positif fera donc l'objet d'un repiquage à l'aide d'une anse bouclée sur tube contenant le milieu Eva Litsky ;
- Bien mélanger l'inoculum dans le milieu ;
- L'incubation se fait à 37°C, pendant 24h ;
- Sont considérés comme positifs les tubes d'Eva Litsky présentant à la fois un trouble homogène et une pastille blanchâtre ou violette au fond du tube ;

Le nombre de streptocoques fécaux est exprimé par le NPP selon la table de Mac Grady.

4. ANALYSE STATISTIQUE

Pour l'analyse statistique des données, Microsoft Excel (2007) et IBM spss Statistics (Statistical Package for Social Sciences) version 20 ont été utilisés pour performer le t-test et afin de comparer les résultats obtenus entre eux et avec les normes requises.

CHAPITRE II

RESULTATS ET

DISCUSSION

CHAPITRE II

RESULTATS ET DISCUSSION

I : ETUDE PHYSICO-CHIMIQUE ET HYGIENIQUE DU LAIT RECONSTITUE PASTEURISE

La qualité du lait reconstitué pasteurisé peut être affectée par de nombreux facteurs tels que l'adultération, les contaminations durant la reconstitution, la pasteurisation et le conditionnement.

Le contrôle d'hygiène du lait reconstitué pasteurisé s'avère donc d'une très grande importance, car la plupart s'imaginent, à tort, que tout lait pasteurisé est sain, exempt de microorganismes, et qu'il peut être consommé sans danger. Les contrôles officiels des laiteries se bornant à constater les falsifications ou simplement les altérations, visibles à l'œil nu, ils doivent être suivis par des analyses de laboratoire.

1. QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE

1.1. TEMPERATURE

Les résultats obtenus montrent que le lait provenant des points de vente où les prélèvements ont été réalisés est conservé à une température qui varie entre 07 °C et 20°C avec une moyenne et un écart type de 12,83 °C et de 3,49 °C respectivement. Les résultats indiquent clairement le non respect voir absence de la chaîne de froid dans ce secteur, une situation qui compromet la stabilité et la qualité du lait, comme il est confirmé par les analyses microbiologiques.

Les résultats de l'évaluation de la température de conservation du lait reconstitué pasteurisé sont reportés dans le tableau 17.

Tableau 17 : Valeurs de la température de conservation du lait reconstitué (n=44).

Paramètre	Min	Max	Moyenne	Ecart type
Température °C	7,00	20,00	12,834	3,49617

La figure 20 montre l'instabilité de la température de conservation des différents échantillons étudiés.

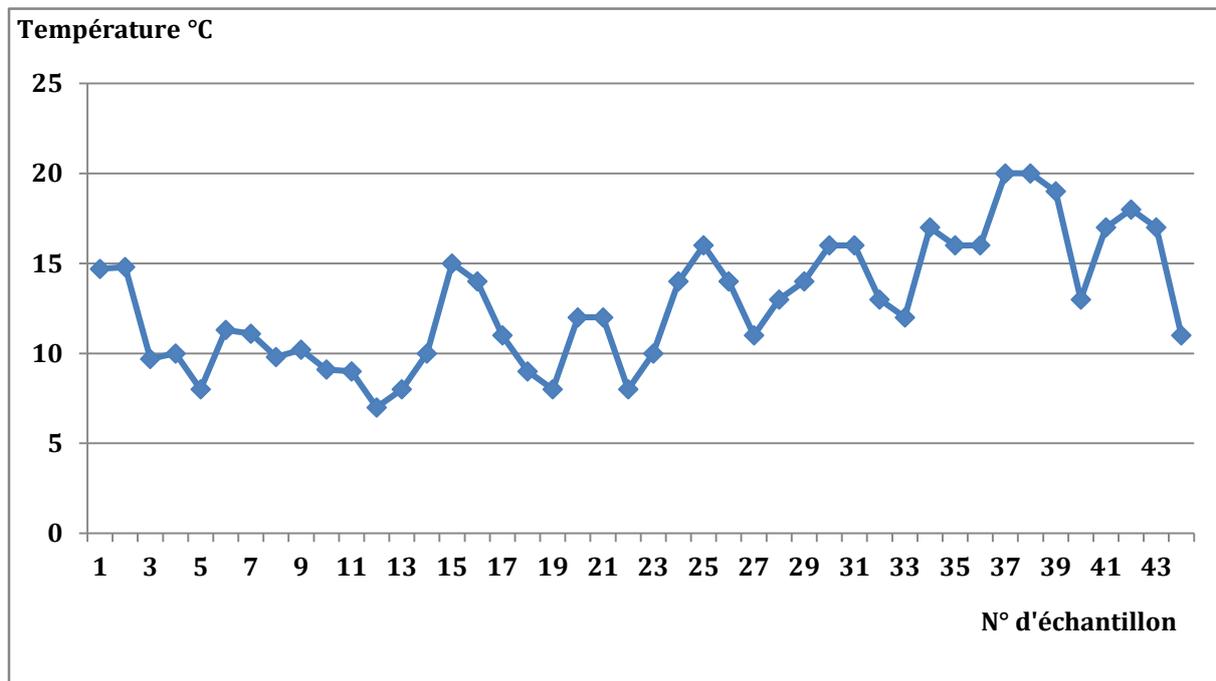


Figure 20 : Variations de la température de conservation du lait reconstitué.

Selon l'article 17 de l'Arrêté interministériel du 29 Safar 1414 correspondant au 18 août 1993 relatif aux spécifications et à la présentation de certains laits de consommation, le lait pasteurisé ainsi traité doit être refroidi dans les soixante (60) minutes qui suivent son traitement thermique, et conservé à une température inférieure ou égale à six (6) degrés Celsius (**JORADP., 1993**), ce qui n'est pas le cas dans cette étude où nous notons que la totalité des échantillons analysés ont été conservés à des températures supérieures à la norme de 6 °C. Aussi le lait doit être transporté sous régime de froid afin d'éviter toute augmentation de l'acidité liée à une pullulation microbienne (**JORADP., 1993**).

Les températures enregistrées dans cette étude sont largement variables (grand écart type). Cette grande variabilité pourrait être due à plusieurs facteurs dont les plus probables sont :

- La défektivité des réfrigérateurs du détaillant ;

- La durée de transport longue (encombrement de la route ou grande distance séparant les lieux des détaillants de la laiterie) ; associée à une défektivité du système de réfrigération des camions de livraison ;
- Le lait arrive au détaillant à une température élevée ;
- Le lait est non convenablement refroidi au niveau des laiteries après sa pasteurisation.

La température moyenne de conservation du lait obtenue dans cette étude est proche de celle enregistrée au Maroc à la ferme par **Sraïri et al (2005)** (12,83 °C contre 17,7 °C), mais demeure nettement meilleure par rapport à celle obtenue par **Cisse (1997)** dans le lait de la région de Kolda (12,83 °C contre 30,2 °C). Au soudan, **Ammar Said Ahmad et al (2008)** ont enregistré des températures de 27,36 °C et 28,73 °C respectivement dans le lait cru de vache à la ferme et dans le lait cru de vache mis dans les points de vente.

La température de conservation du lait est importante car elle influence la croissance des bactéries. Elle a un important effet sur la qualité du lait en contrôlant le taux d'altération microbienne. Un lait pasteurisé maintenu à une température ambiante élevée s'altère rapidement (**Al-Qadiri et al., 2008**). Par conséquent, le stockage du lait à une température de réfrigération (2 à 4 °C) à travers la chaîne d'approvisionnement alimentaire est essentiel si une raisonnable durée de conservation doit être assurée (**Al-Qadiri et al., 2008**). Il est important de rappeler que sous un environnement chaud, le lait sera altéré en moins de 3 à 4 heures. Donc n'importe quel moyen de refroidissement qui va baisser la température du lait à 4 °C va aider à prévenir la multiplication des bactéries (**Barbuddhe et Swain., 2008**). Ainsi la température devrait être fréquemment contrôlée pour limiter la croissance des bactéries (**Lu et al., 2013**). Le contrôle de la température est essentiel pour prévenir l'altération du lait (**Filimon et al., 2011**).

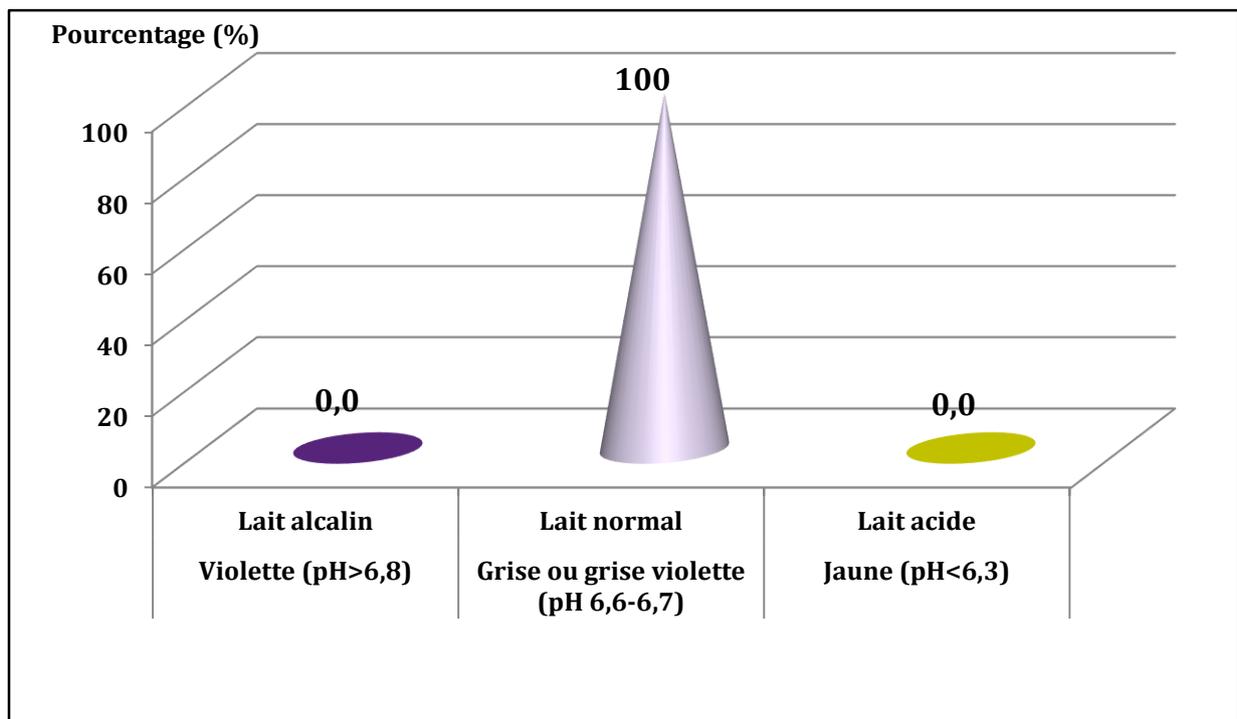
1.2. MESURE DU PH

1.2.1. Méthodes indirectes

Les résultats de la détermination du pH par utilisation des méthodes indirectes (test du pourpre de bromo-crésol et test du papier imprégné avec le bleu de bromo-thymol) sont consignés dans les tableaux 18 et 19 et les figures 21 et 22. Les résultats obtenus montrent que 100 % des échantillons se situent dans la plage d'un pH normal (de 6,6 et 6,8).

Tableau 18 : Résultats du test à la solution du pourpre de bromo-crésol (n=44).

Couleur	Violette (pH>6,8)	Grise ou grise violette (pH 6,6-6,7)	Jaune (pH<6,3)
Qualité	Lait alcalin	Lait normal	Lait acide
Nombre d'échantillons	00	44	0
Prévalence (%)	0,0	100	0,0

**Figure 21** : Répartition des échantillons de lait reconstitué en fonction des résultats du test du pourpre de bromo-crésol.**Tableau 19** : Résultats du test du bleu de bromo-thymol (n=44).

Couleur	Bleue (pH > 7,2)	Vert-Jaune (pH 6,6 à 6,8)	Jaune (pH < 6,4)
Qualité	Lait alcalin	Lait normal	Lait acide
N	00	44	0
Prévalence (%)	0,0	100	0,0

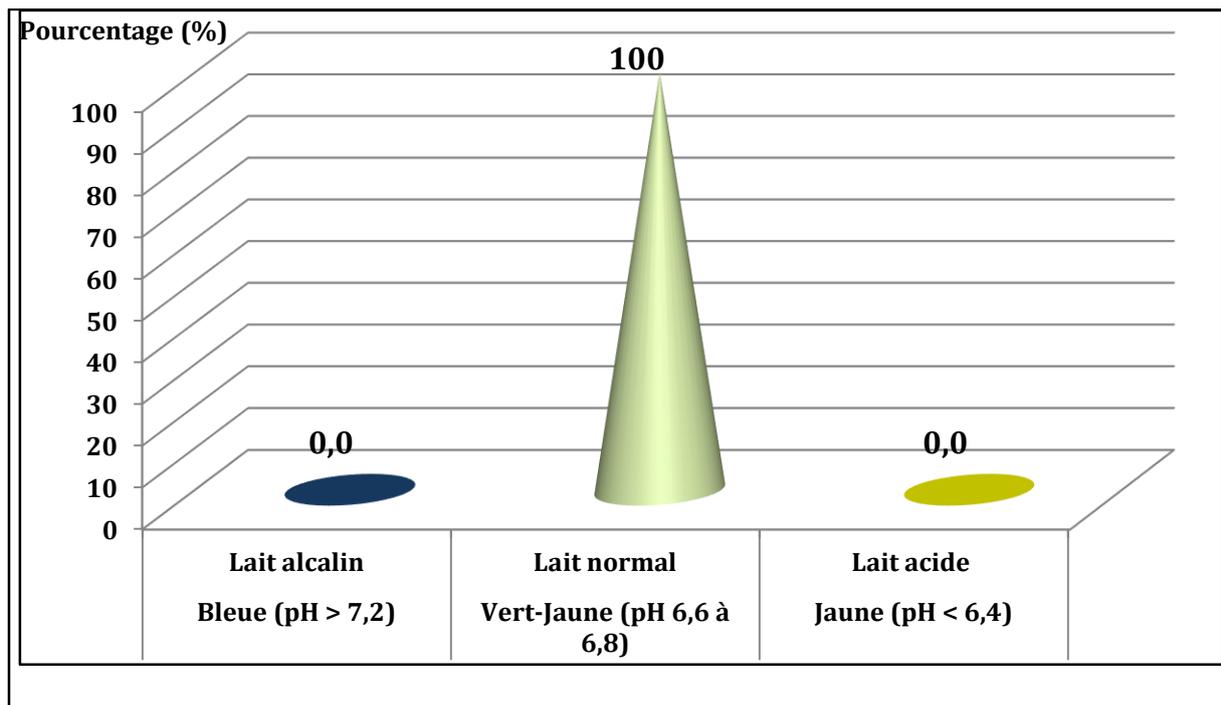


Figure 22 : Répartition des échantillons de lait reconstitué en fonction des résultats du test du bleu de bromo-thymol.

1.2.2. Méthodes directes (détermination instrumentale du pH par le pH-mètre)

Les résultats de la détermination directe du pH ne sont pas variables (écart type faible). Ils varient entre 6,48 et 6,87 avec une moyenne et un écart type de 6,69 et de 0,08493 respectivement (tableau 20).

Tableau 20 : Résultats de la détermination directe du pH du lait reconstitué (n=44).

Paramètre	Min	Max	Moyenne	Ecart type
pH	6,48	6,87	6,69	0,08493

La figure 23 représente les variations du pH en fonction des échantillons.

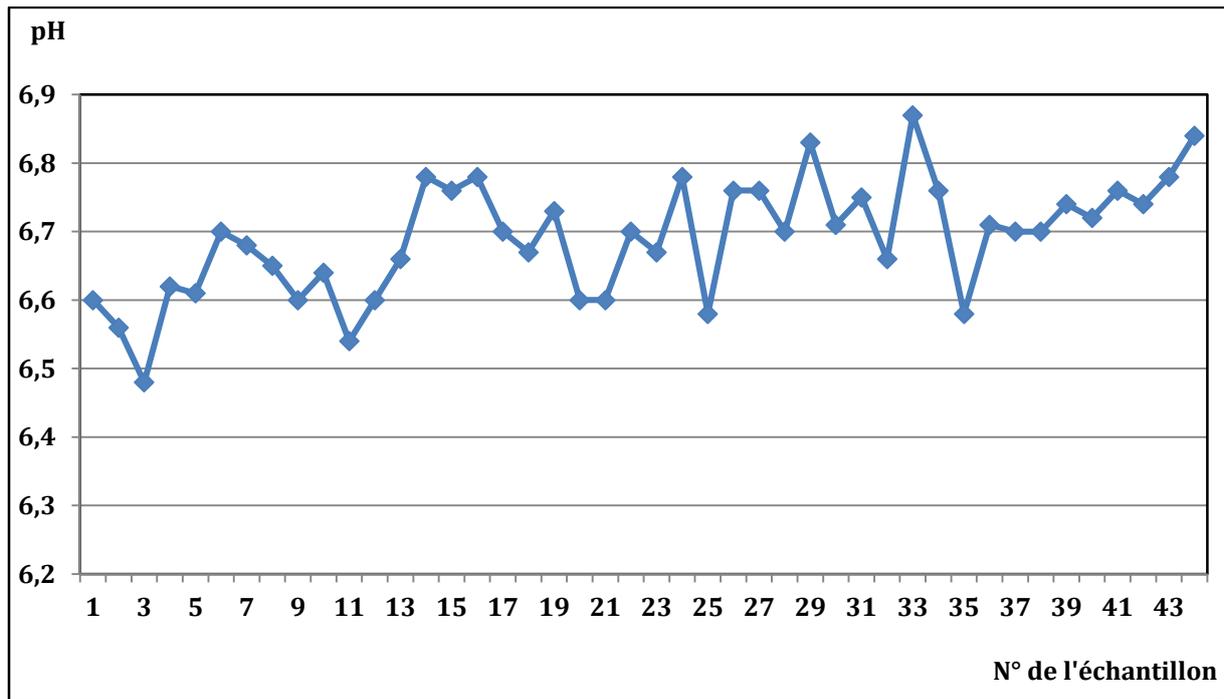


Figure 23 : Variations du pH selon les échantillons de lait reconstitué.

Aucune réglementation algérienne ne fixe de norme pour le pH aussi bien pour le lait cru que pour le lait pasteurisé. Contrairement à d'autres pays où des normes sont exigées. A titre d'exemple la France exige un pH de 6,6 à 6,8 (**Harper-Hall, 1976** cité par **Tourette et al., 2002**), la Belgique tolère un pH de 6,5 à 6,7 (**Hanzen., 2014**), l'Afrique du sud exige un pH identique a celui du Belgique (6,5 à 6,7) (**South African Bureau of Standards., 2006** cité par **Bille et al., 2009**). Nous notons que la majorité des échantillons analysés ont un pH situé dans les fourchettes établies par ces auteurs.

Le pH moyen de 6,69 obtenu dans les échantillons de lait pasteurisé se situe dans la fourchette de l'intervalle de 6,5 à 6,7 rapporté par **Aggad et al (2010)**.

La valeur moyenne de pH (6,69) obtenue dans notre étude est similaire à celle rapportée par **Aggad et al (2010)** ($6,70 \pm 0,02$) dans l'Ouest Algérien, mais elle demeure inferieure à celle trouvée au Soudan par **Abd Elrahman et al (2009)** dans le lait cru de vache après sa pasteurisation (7,06). Au Pakistan, **Asif et Sumaira (2010)** ont étudié le pH du lait cru de plusieurs espèces et ont enregistré un pH moyen de 6,64 dans le lait de vache. **Batool et al (2012)** ont rapporté des pH de 6,71 et 6,78 dans le lait cru et le lait pasteurisé respectivement au Pakistan. En Turquie, **Tasci (2011)** a rapporté un pH moyen de 6,7462 dans le lait cru de la région de Burdur. En Tunisie, **Sboui et al (2009)**

ont enregistré un pH de 6,56 dans le lait de vache et de 6,41 dans le lait camelin. Au Maroc, **Sraïri *et al* (2005)** ont rapporté un pH moyen de 6,74 dans le lait cru provenant de cinq exploitations suburbaines. Au Nigéria, un pH de 6,6 a été enregistré par **Ademola et Effiong (2013)**.

La mesure du pH est une pratique de routine dans l'évaluation du lait (**Tamime., 2009**). Sa valeur est un important indicateur pour tester la qualité du lait (**Goff., 2009** cité par **ALTamim., 2013**).

Le pH informe précisément sur l'état de fraîcheur du lait (**Anderson *et al.*, 2011**). Le lait frais est neutre ou a une tendance légèrement acide (**Batool *et al.*, 2012**). L'action des microorganismes diminue le pH suite à la production de l'acide lactique à partir du lactose présent dans le lait (**Anderson *et al.*, 2011**). La norme française pour l'acidité Dornic du lait cru est donnée pour du lait de vache dont le pH est compris entre 6,6 et 6,8 (**Harper-Hall., 1976** cité par **Tourette *et al.*, 2002**). Contrairement à l'acidité titrable, le pH ne mesure pas la concentration des composés acides mais plutôt la concentration des ions H⁺ en solution, (**Vignola., 2002**). Ainsi pour **Beldjilali *et al* (2013)**, la valeur du pH peut être utilisée comme un indicateur pour évaluer la qualité hygiénique du lait.

Il est connu, que la présence de n'importe quelle substance dans le lait peut influencer le pH, il est donc nécessaire de le contrôler (**Zagorska et Ciprova., 2013**). En effet, l'écémage alcalinise légèrement le lait ; par contre, l'ébullition l'acidifie légèrement (**Kopaczewski., 1948**).

1.3. ACIDITE TITRABLE

L'acidité titrable enregistrée dans cette étude varie largement d'un échantillon à un autre (grand écart type). Elle est comprise entre 10 °D et 18 °D avec une moyenne et un écart type de 12,42 °D et de 2,23 °D respectivement (tableau 21).

Tableau 21 : Résultats d'analyse de l'acidité titrable du lait reconstitué (n=44).

Paramètre	Min	Max	Moyenne	Ecart type
Acidité	10,00	18,00	12,4205	2,29748

La figure 24 donne les variations de l'acidité titrable en fonction des échantillons de lait reconstitué pasteurisé.

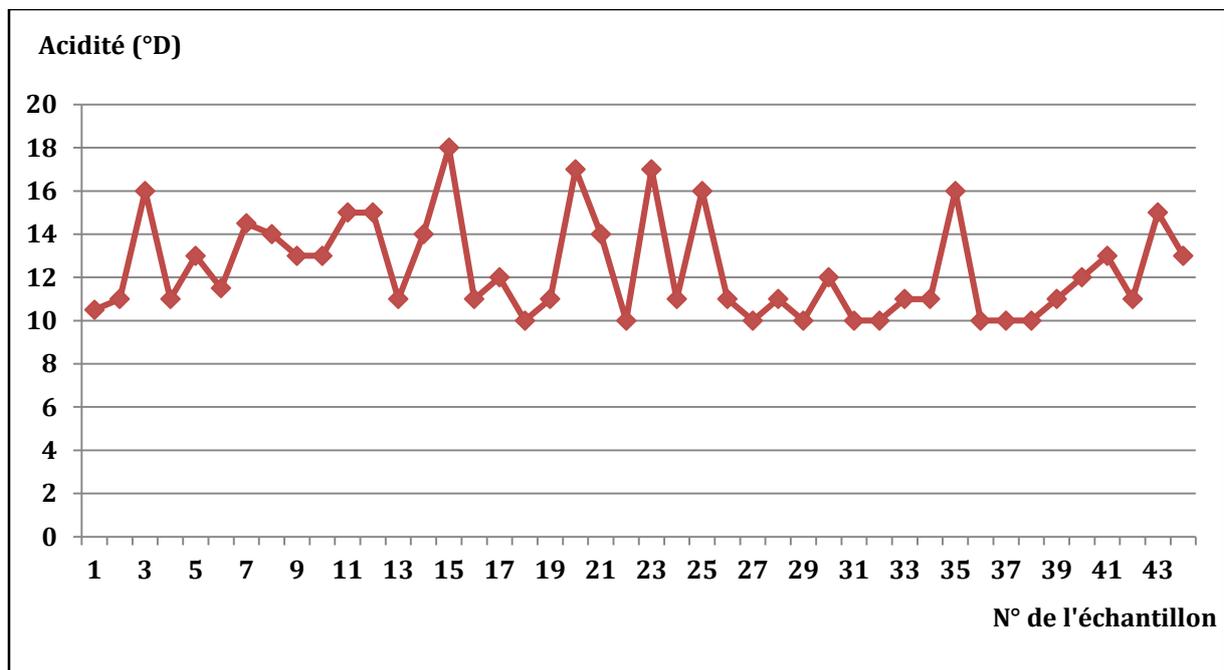


Figure 24 : Variations de l'acidité titrable selon les échantillons de lait reconstitué.

La faiblesse de la valeur moyenne de l'acidité obtenue dans cette étude pourrait être due au fait que l'acidité de début (c'est-à-dire de la poudre) avec la quelle le lait a été préparé n'est pas identique, de même la manière de conservation et de reconstitution sont différentes. La valeur moyenne obtenue est en dessous des normes préconisées par la législation algérienne qui fixe une fourchette de 14 °D à 18 °D pour le lait pasteurisé conditionné (**JORADP, 1993**). Sur 44 échantillons analysés, 13 (29,55 %) se trouvent dans la norme. En revanche 31 échantillons (70,45 %) sont situés en dessous de la norme. Ce résultat pourrait être expliqué par le fait que la plupart des échantillons testés se sont avérés adultérés à l'eau. L'addition d'eau au lait masque son acidité au même titre que les substances neutralisantes (**Kartheek et al., 2011**). Cette faible valeur en acidité pourrait être due aussi à l'influence du traitement thermique (pasteurisation à une température de 85 °C) qui diminue l'acidité Dornic du lait (**Kang et al., 1995 ; Hassan et al., 2009 ; Hussain., 2011 ; Salman et Hagar., 2013 ; Ul-Haq et al., 2013**).

La diminution de l'acidité peut être aussi expliquée probablement par une diminution des constituants acides qui serait due principalement à une diminution de la quantité de

poudre écrémé et /ou de poudre entier et/ou du volume du lait de vache utilisés lors de la préparation de ces laits (**Ghaoues., 2011**).

Différents résultats d'acidité titrable ont été rapporté par divers dans différents pays. En Algérie, **Kabir et Niar (2013)** rapportent une acidité du lait reconstitué pasteurisé variant entre 13 °D et 18 °D. **Aggad et al (2010)** enregistrent des acidités de 18,3 °D et de 16,67 °D respectivement dans le lait cru de vache pasteurisé et dans le lait pasteurisé recombinaison préparé par recombinaison du lait en poudre et de la matière grasse. En Turquie **Tasci (2011)** a enregistré une acidité dans lait cru de vache de 18,798 °D nettement supérieure par rapport à celle rapportée dans cette étude.

La détermination de l'acidité dans le lait est un important facteur dans l'évaluation de la qualité du lait. L'acidité affecte le goût. L'augmentation de l'acidité du lait est une mesure rigoureuse de son âge et de l'activité bactérienne (**Saha et Ara., 2012 ; Saxena et Rai., 2013**).

L'acidité du lait est un bon indicateur de sa qualité et de sa fraîcheur au moment de sa consommation ou pour sa livraison. L'acidité nous permet d'apprécier la quantité d'acide produite par les bactéries et de détecter les éventuelles fraudes (**Aggad et al., 2009 ; Aggad et al., 2010 ; Benlahcen et al., 2013**). C'est un important facteur pour la croissance et la survie des microorganismes dans le lait (**UNIFEM, 1995** cité par **Altamim., 2013**).

La détermination de l'acidité est l'une des méthodes indirectes de l'estimation rapide de l'activité microbienne du lait (**Tamime., 2009**). Le pourcentage d'acidité est une mesure de la fraîcheur et de l'activité bactérienne dans le lait (**Saha et Ara., 2012, Dey et Karim., 2013**). Selon **Saxena et Rai (2013)**, la quantité de l'acide lactique dans le lait dépend des conditions hygiéniques de la production et de la température de la conservation du lait. La détermination de cette quantité d'acide dans le lait est donc un important facteur pour juger sa qualité.

A l'heure actuelle, il n'existe pas une définition officielle de l'acidité du lait (**CIPC., 2011**). L'acidité est l'une des propriétés physico-chimiques du lait. Dès sa sortie du pis de la vache, le lait montre une acidité dite acidité naturelle (ou acidité apparente) due principalement à la présence de protéines (caséines et lactalbumine surtout), de

substances minérales (telles que les phosphates et le CO₂) et d'acides organiques (le plus souvent l'acide citrique) **(Vignola., 2002)**. Puis au fur et à mesure de la conservation du lait, des bactéries lactiques se développent et de l'acide lactique se forme par fermentation du lactose. Cette acidité développée conduit à la dénaturation des protéines. C'est pourquoi l'acidité influe sur l'aptitude à la transformation du lait, **(Vignola., 2002 ; CIPC., 2011)**.

L'acidité du lait peut se mesurer à partir de l'acidité titrable exprimée en degrés Dornic ou à partir du pH. L'acidité titrable mesure tous les ions H⁺ disponibles dans le milieu, qu'ils soient dissociés c'est-à-dire ionisés ou non. Ainsi, on déplace les équilibres chimiques pour neutraliser tous les ions H⁺ de tous les acides faibles. L'acidité titrable est une mesure de deux acidités : Acidité titrable= acidité naturelle + acidité développée, reflétant ainsi les composés acides du lait. Contrairement à l'acidité titrable, le pH ne mesure pas la concentration des composés acides mais plutôt la concentration des ions H⁺ en solution, reflétant pour sa part la stabilité du lait, son état de fraîcheur **(Vignola., 2002 ; CIPC., 2011)**. Deux laits peuvent avoir donc une même acidité titrable, mais des pH différents ou inversement **(Vignola., 2002)**. L'acidité titrable et le pH ont donc chacun leur incidence sur la qualité du lait **(CIPC., 2011)**.

Ce qui est usuellement connu c'est que l'acidité du lait est le résultat de la titration. L'acidité titrable est la capacité de combinaison avec une base **(Fabro et al., 2006)**. Le principe de la mesure est unique, et il est basé sur l'addition à un volume donné de lait, le volume nécessaire d'une solution alcaline de concentration exacte jusqu'à ce que le point de neutralisation est atteint et qui est déterminé par la présence d'un indicateur généralement la phénolphthaléine, qui vire de l'incolore au rose à pH égal à 8,4 **(Fabro et al., 2006 ; Siboukeur et Siboukeur., 2012)**.

L'acidité de titration est la somme de quatre réactions. Les trois premières représentent l'acidité naturelle du lait (acidité due à la caséine, aux sels minéraux et aux phosphates) et la dernière est liée à l'acidité « développée », due à l'acide lactique et aux autres acides provenant de la dégradation microbienne du lactose et éventuellement des lipides en voie d'altération **(Alais., 1984 cité par Koussou et al., 2007)**.

L'acidité du lait augmente au fur et à mesure de son altération; ainsi elle peut être quantifiée pour évaluer la qualité du lait (Lu *et al.*, 2013).

L'acidité naturelle du lait doit osciller entre 0,16 % et 0,18 % (c'est-à-dire entre 16°D et 18°D) (Karthikeyan *et al.*, 2012 ; Lu *et al.*, 2013). Les échantillons avec une acidité élevée indiquent une acidité développée. L'augmentation en acidité au vieillissement est due à la production de l'acide lactique comme résultat de l'action bactérienne (FAO., 1986). Popescu et Angel (2009), ont rapporté que d'après Milk Quality System, le lait doit être vérifié à chaque moment tout au long de la chaîne entière de fabrication et un lait avec 1,60 à 2,4 % de matière grasse doit avoir une acidité de 0,12 à 0,13 % (soit 12 à 13 °D).

1.4. STABILITE DES PROTEINES DU LAIT

1.4.1. Épreuve d'ébullition

Les résultats de l'épreuve d'ébullition ne révèlent aucun échantillon positif (tableau 22).

Tableau 22 : Résultats du test d'ébullition (n=44).

Réaction	(+)	(-)	Total
Nombre d'échantillons	00	44	44
Prévalence (%)	0,0	100	100

La figure 25 donne la répartition des échantillons de lait reconstitué pasteurisé en fonction des résultats obtenus lors de l'application du test d'ébullition.

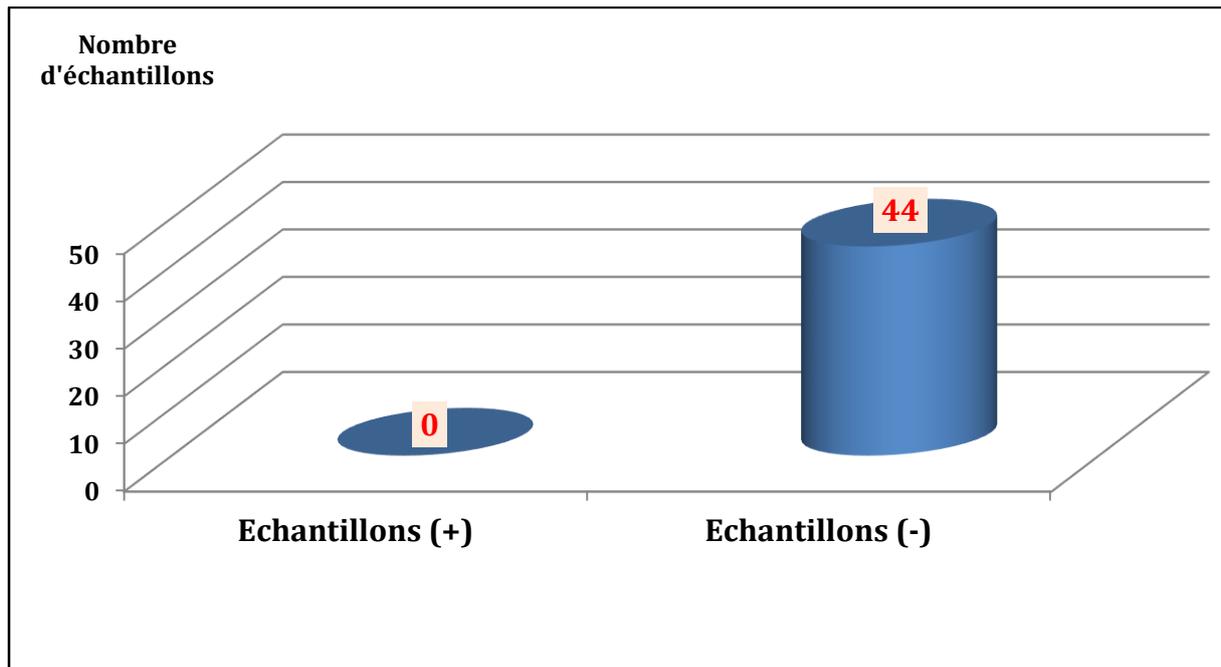


Figure 25 : Répartition des échantillons selon les résultats du test d'ébullition.

Selon l'article 19 de l'arrêté interministériel du 29 Safar 1414 correspondant au 18 août 1993 relatif aux spécifications et à la présentation de certains laits de consommation recommande que le lait doit être stable au test d'ébullition aux dates de fabrication et de péremption (**JORADP., 1993**), c'est le cas échéant dans notre étude. Des résultats similaires ont été rapportés par **Bille et Kaposao (2012)** et **Karthikeyan et al (2012)**.

En revanche, divers auteurs dans différents pays ont rapporté des résultats positifs : 22,22 % en Malaisie pour **Lai et al (2016)**, 23 % en Ethiopie pour **Tassew et Seifu (2011)** et 28 % en Inde pour **Nirwal et al (2013)**.

En Algérie, le lait fait souvent l'objet d'une ébullition avant sa consommation par les consommateurs.

Le lait peut paraître stable à température ordinaire ou basse et une précipitation se révéler à l'ébullition : le lait « tourne », montrant ainsi une modification due au développement de microorganismes (**Joffin et Joffin., 2010**).

Le test d'ébullition est l'un des tests les plus anciens. Il est rapide, simple et permet de vérifier si le lait a une acidité élevée (**Tessema et Tibbo., 2009** cités par **Nurliyani et al., 2015**). La positivité du lait au test d'ébullition pourrait s'expliquer par la présence

d'une quantité importante d'acide, de présure productrice de microorganismes ou un pourcentage élevé de protéines. Le lait ne peut pas résister au traitement thermique lors de sa transformation et par conséquent doit être rejeté (Karthikeyan *et al.*, 2012 ; Saxena et Rai., 2013, Lai *et al.*, 2016).

1.4.2. Test d'alcool

Les résultats obtenus montrent un faible taux de sensibilité du lait testé vis-à-vis de l'alcool. Ainsi, sur 44 échantillons testés, seulement 3 échantillons (6,82 %) se sont révélés positifs par la présence d'une légère précipitation sur la paroi du tube à essai et cela malgré leur acidité normale et une réaction négative au test de l'ébullition (tableau 23).

Tableau 23 : Résultats du test d'alcool (n=44).

Réaction	(+)	(-)	Total
Nombre d'échantillons	3	41	44
Prévalence (%)	6,82	93,18	100

La figure 26 donne la répartition des échantillons de lait reconstitué pasteurisé en fonction des résultats obtenus lors de l'application du test d'alcool.

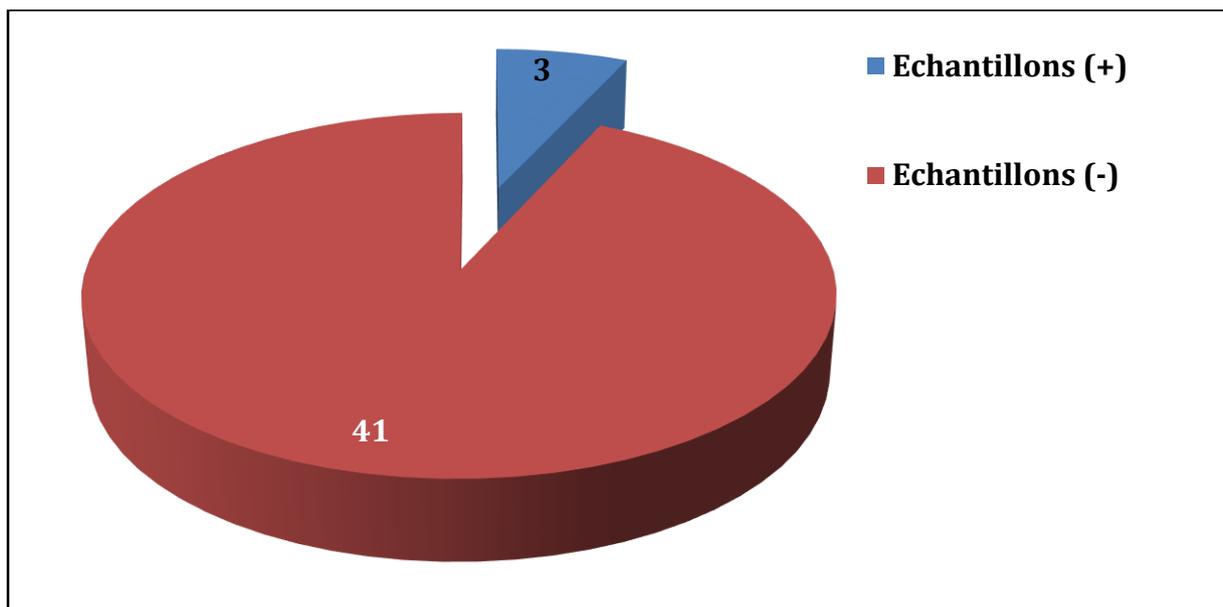


Figure 26 : Répartition des échantillons en fonction des résultats du test d'alcool.

La prévalence des échantillons qui n'ont pas donné une réaction positive vis-à-vis de l'alcool (93,18 %) est comparable aux prévalences rapportées par certains auteurs : 100 % pour **Winarso et al (2011)** en Indonésie et 100 % pour **Bille et Kaposao (2012)** en Afrique du Sud.

Par ailleurs des prévalences différentes ont été rapportées par divers auteurs dans différents pays : 14,29 % pour **Diouf et al (2012)** au Sénégal, 15 % pour **Luna-Palomera et al (2011)** en Mexique, 51 % pour **Tassew et Seifu (2011)** en Ethiopie, 69 % pour **Nirwal et al (2013)** en Inde et 88,89 % pour **Lai et al (2016)** en Malaisie.

Le test d'alcool est un test très commode pour juger la qualité du lait spécialement pour son acidité et sa stabilité au traitement thermique. Le test a été émané par Eugling qui a observé que la caséine du lait été coagulé par l'addition d'un volume égal de l'alcool éthylique 95%. Par la suite Fleischmann et Martiny perfectionnent la présente méthode d'aujourd'hui de ce test d'alcool (**Mitamura., 1937**).

Le test d'alcool est principalement basé sur l'instabilité des protéines. L'alcool agit sur les protéines du lait lorsque la concentration de l'acide et de la présure s'élève (**Lai et al., 2016**).

Le test de l'alcool mesure les mêmes caractéristiques que le test d'ébullition, mais ce dernier est un peu moins sensible que le test de l'alcool (**O'Connor., 1994** cité par **Tassew et Seifu., 2011**).

Le test d'alcool (éthanol) est largement utilisé comme indicateur simple et rapide de la fraîcheur du lait. Il est aussi un moyen pratique pour la détermination de l'aptitude du lait à la coagulation thermique (**Nurliyani et al., 2015**). La stabilité du lait à l'alcool peut refléter sa fraîcheur et son aptitude à la transformation (**Diouf et al., 2012**).

Un lait instable au test d'alcool, et sans acidité d'origine microbiologique (c'est-à-dire un lait ayant une acidité titrable normale & de 14 à 18 °D), est considéré comme un lait instable non acide (UNAM : unstable non-acid milk) (**Lucey et Horne., 2009** et **Molina et al., 2001** cités par **Fagnani et al., 2014**). Ces auteurs expliquent ce phénomène par le fait que les oscillations dans certains composants du lait, tels que l'équilibre minéral, lactose, urée et calcium libre peuvent être associés à la stabilité alcoolique du lait. En

effet, les trois échantillons positifs au test d'alcool observés dans notre étude pourraient être classés comme UNAM.

L'UNAM est un problème actuel dans beaucoup de pays qui utilisent le test d'alcool pour évaluer la qualité du lait, tels que le Brésil, l'Uruguay, Cuba et Argentine (**Fagnani et al., 2014**).

En utilisant le test d'alcool et le test de l'acidité titrable, **Fagnani et al (2014)** ont constaté que sur les 96 échantillons testés, 67 (69,79 %) se sont révélés normaux et 29 ont été classés comme UNAM (30,21 %).

Plusieurs études ont rapporté que les ions calcium apparaissent en grandes quantités dans le lait instable (**O'Connor., 1995 ; Luna-Palomera et al., 2011 ; Fagnani et al., 2014**). Ainsi, le lait qui contient plus de 0,21 % d'acide lactique, ou du calcium et du magnésium en quantité plus élevée que la normale, sera coagulé quand l'alcool est ajouté (**O'Connor., 1995**). L'augmentation des ions calcium (forme soluble) au début et à la fin de lactation est l'un des facteurs qui diminue la stabilité du lait en présence d'alcool (**Luna-Palomera et al., 2011**). Ce qui pourrait expliquer les résultats positifs obtenus dans notre étude.

1.5. DENSITÉ

La densité enregistrée dans cette étude varie entre 1016,4 g/L et 1035,4 g/L avec une moyenne et un écart type de 1024,4 g/L \pm 4,39 g/L respectivement (tableau 24). Les résultats de la densité sont largement variables (écart type élevé).

Tableau 24 : Résultats d'analyse de la densité du lait reconstitué (n=44).

Paramètre	Min	Max	Moyenne	Ecart type
Densité (g/L)	1016,4	1035,4	1024,3986	4,39113

La figure 27 donne la répartition des échantillons de lait reconstitué selon la densité.

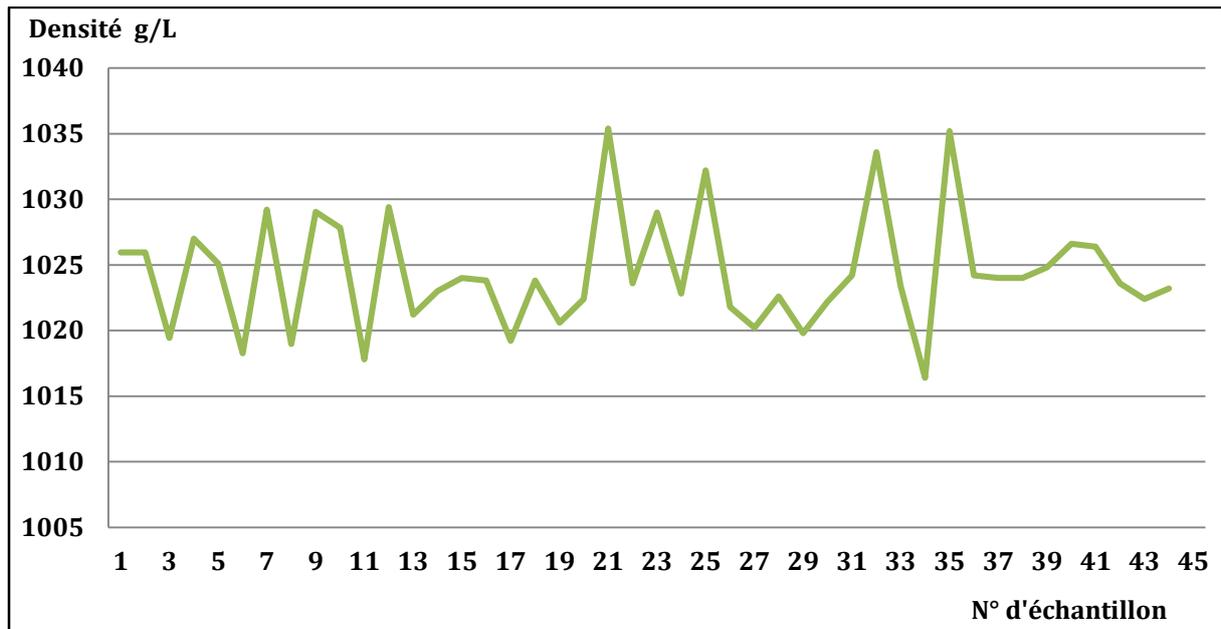


Figure 27 : Variations de la densité en fonction des échantillons de lait reconstitué.

Les résultats obtenus indiquent que la densité moyenne enregistrée ($1024,4 \text{ g/L} \pm 4,39 \text{ g/L}$) dans cette étude se situe en dessous des normes préconisées par la législation algérienne et la FAO qui sont respectivement de 1030 à 1034 g/L (**JORADP., 1993**) et de 1028 et 1033 g/L (**FAO., 1995**). Ainsi, sur 44 échantillons étudiés, 6 (13,64 %) se sont avérés conformes aux normes établies. Par contre, 38 (86,36 %) ont présenté une densité en dessous des normes.

La diminution de la densité, retrouvée dans plus de 80 % des échantillons étudiés, pourrait être due à un mouillage (addition importante d'eau de reconstitution) pour augmenter le volume mis en vente, associé à une suppression de la matière grasse du lait.

Différentes moyennes de densité ont été rapportées par divers auteurs : en Algérie, 1028,79 g/L (lait cru de vache pasteurisé) et 1026,73 g/L (lait pasteurisé reconstitué) pour **Aggad et al (2010)**; au Maroc, 1028,4 g/L (lait cru de vache) pour **Sraïri et al (2005)**.

Le lait, à son état normal, a des propriétés physico-chimiques uniques, qui sont utilisées comme indicateurs de qualité. La densité du lait, parmi d'autres, est communément utilisée comme test de qualité principalement pour vérifier l'addition de l'eau au lait ou

suppression de la crème (Yilma., 2012). La densité est une caractéristique utilisée depuis longtemps pour l'appréciation sommaire de la qualité du lait : abaissée par le mouillage, sa valeur est en revanche augmentée si le lait est écrémé (Martelli et Navellier., 1963). La densité nous renseigne sur le taux de matières solides et sur la viscosité de la solution (Mathieu., 1998 cité par Chethouna., 2011).

La densité du lait cru dépend de la teneur en matière sèche, de la teneur en matière grasse, de l'augmentation de la température et spécialement de la disponibilité des aliments des vaches à l'origine de ce lait (Benlahcen *et al.*, 2013 ; Ouazzani Taybi *et al.*, 2014). Dans notre étude, la densité ne dépend pas de ces facteurs puisqu'il s'agit d'un lait reconstitué à partir de la poudre. Cette densité pourrait dépendre surtout de la quantité d'eau ajoutée, des quantités de poudre de lait à 0 et 26 % de matière grasse utilisées pour produire un lait partiellement écrémé à 1,5 à 2 % de matière grasse, mais aussi du degré d'écémage du lait et de la teneur en matière grasse et donc indirectement de l'extrait sec dégraissé.

La densité du lait dépend de tous ses constituants. Elle varie avec le taux butyreux et la teneur en matière sèche dégraissée. Diminuant lorsque le taux butyreux augmente et augmentant lorsque la teneur en matière sèche dégraissée augmente. La densité permet de soupçonner un mouillage ou un écémage du lait puisque celui-ci l'augmente et l'addition d'eau a un effet inverse (Mathieu., 1998 cité par Chethouna., 2011). La mesure de la densité à elle seule ne permet pas toujours la détection des fraudes dans la mesure où on peut combiner un écémage et un mouillage et avoir une densité normale (Sina., 1992).

La densité varie selon la richesse en matière sèche et elle est inversement proportionnelle au taux de matière grasse. Ainsi, un lait écrémé peut avoir une densité à 20 °C supérieure à 1,035 g/mL. L'addition d'eau tend la densité vers 1 g/mL, cependant un lait écrémé et mouillé peut présenter une densité normale (Aggad *et al.*, 2009).

1.6. TAUX DE LA MATIERE GRASSE

Le taux de matière grasse enregistré dans cette étude varie entre 0,2 et 1,95 % avec une moyenne de 1,1875 % \pm 0,41261 % (tableau 25). Les résultats obtenus ne sont pas variables (écart type faible).

Tableau 25 : Résultats d'analyse de la matière grasse du lait reconstitué (n=44).

Paramètre	Min	Max	Moyenne	Ecart type
Matière grasse (%)	0, 2	1,95	1,1875	0,41261

Le lait étudié est un lait partiellement écrémé reconstitué à partir de la poudre importée et pasteurisé dans les laiteries. L'article 18 de l'Arrêté interministériel du 29 Safar 1414 correspondant au 18 août 1993 relatif aux spécifications et à la présentation de certains laits de consommation recommande que la teneur en matière grasse de ce type de lait partiellement écrémé pasteurisé doit être de 1,5 % à 2 % de matière grasse (de 15 à 20 grammes par litre de matière grasse) (JORADP., 1993).

Sur 44 échantillons analysés, 31 (70,46 %) ont montré une teneur en matière grasse en dessous de la norme recommandée par la réglementation en vigueur. En revanche 13 échantillons (29,54 %) ont une teneur en matière grasse se situant dans la fourchette préconisée par la réglementation (figure 28). Selon le **Codex Alimentarius (2011)** et **FAO (2013)**, un lait partiellement écrémé est un lait avec une teneur en matière grasse comprise entre 1,5 % et 2,6 %.

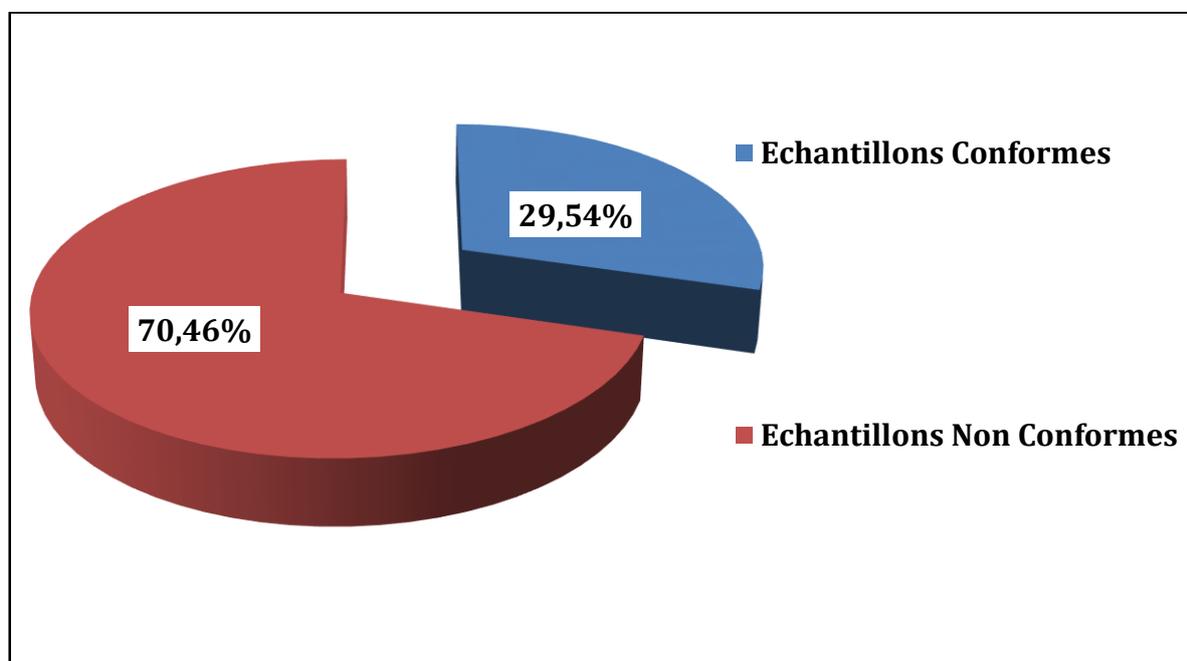


Figure 28 : Répartition des échantillons de lait reconstitué en fonction de leur teneur en matière grasse selon la norme algérienne.

Kabir et Niar (2013) rapportent un taux butyreux qui se situe entre 1,5 et 1,7% nettement supérieur à celui enregistré dans notre étude.

Le choix de la méthode acido-butyrométrique de Gerber a été fait pour sa simplicité, rapidité, et elle n'est pas onéreuse. C'est une méthode utilisable pour le lait cru, et le lait transformé (**Kleyn et al., 2001**).

La faiblesse de la teneur en matière grasse de la plupart des échantillons enregistrée dans notre travail pourrait être due à une fraude (écrémage excessif) pratiquée en vue d'augmenter la densité tout en mouillant le lait car mouiller un lait et retirer la matière grasse conduit à conserver la même masse volumique, soit dans le cas contraire par mauvais calcul du taux d'intégration du lait en poudre totalement écrémé (0 % de matière grasse) avec le taux du lait entier en poudre non écrémé (26 % de matière grasse).

Les vendeurs de lait peuvent augmenter leur marge de bénéfice par 3 méthodes, dilution, extraction de constituants valeureux comme la matière grasse qui est supprimée entant que crème, une combinaison d'une addition et extraction avec ajout de substances non coûteuses comme l'amidon pour augmenter la valeur de l'extrait sec total à un niveau qui est acceptable par les consommateurs (**Afzal et al., 2011 ; El-Loly et al., 2013**).

La réduction du taux butyreux peut être aussi la conséquence d'un lait initialement faible en matière grasse (**Saha et Ara., 2012**).

1.7. TAUX DE L'EXTRAIT SEC TOTAL

Les valeurs moyennes de l'extrait sec total des différents échantillons étudiés en utilisant la dessiccation, la formule de Richmond (Ling., 1963) et la formule de Richmond (FAO., 1986) sont respectivement de l'ordre de 7,7830 % \pm 1,32249 %, 7,66466 % \pm 1,314716 % et 8,26841 % \pm 1,319604 % (tableau 26). Les résultats obtenus sont légèrement variables (écart type faible).

Tableau 26 : Résultats d'analyse de l'EST du lait reconstitué selon 3 méthodes (n=44).

Paramètre	Méthode utilisée		Min	Max	Moyenne	Ecart type
	Dessiccation		5,81	10,94	7,7830	1,32249
EST (%)	Richmond	Ling (1963)	5,450	11,030	7,66466	1,314716
		FAO (1986)	6,036	11,644	8,26841	1,319604

Un lait reconstitué est un mélange de lait écrémé en poudre et d'eau en proportions permettant d'obtenir un produit dont la matière sèche est voisine de celle du lait liquide écrémé (90 g/litre) (FAO., 2014). Ainsi, sur 44 échantillons analysés, 8 (18,18 %) se trouvent en conformité avec la norme préconisée par la FAO. En revanche, 36 échantillons (81,82 %) se trouvent en dessous de la norme FAO.

Cette réduction importante de l'extrait sec total, retrouvée dans plus de 80 % des échantillons, pourrait être due à un mouillage (addition importante d'eau de reconstitution) pour augmenter le volume vendu, associé à une suppression importante de la matière grasse du lait.

Les valeurs moyennes de l'EST obtenues par la 1^{ère} formule de Richmond (Ling 1963) et par la dessiccation sont similaires au seuil de 95% (pas de différence significative). En revanche, elles sont significativement différentes de la valeur moyenne obtenue par la seconde formule de Richmond (FAO., 1986) (tableau 27).

Tableau 27 : Comparaison des moyennes de l'EST obtenues avec les 3 méthodes utilisées en utilisant le test T pour échantillon unique.

Valeur du test = 0							
Paramètre	Méthode	T	ddl	Sig. (bilatérale)	Différence moyenne	Intervalle de confiance 95% de la différence	
						Inférieure	Supérieure
EST (%)	Dessiccation	39,038	43	0,000	7,78300	7,3809	8,1851
	FAO	41,563	43	0,000	8,268409	7,86721	8,66961
	Ling	38,671	43	0,000	7,664659	7,26495	8,06437

La valeur moyenne de l'EST obtenue par la dessiccation est de 7,7830 % \pm 1,32249 %, variant de 5,81 % à 10,94 %. Ce résultat est inférieur à la valeur moyenne rapportée par **Aggad et al (2010)** qui est de l'ordre de 09,39 % \pm 0,42 % (variant de 7,47 % et 10,78 %). L'extrait sec total obtenu par **Kabir et Niar (2013)** dans 35 échantillons de lait reconstitué pasteurisé montre qu'il se situe entre 8,31 % et 11,8 %, 19 échantillons ont un EST inférieur à 10 % (entre 8,31% et 9,98 %), 16 ont un EST supérieur à 10 %. **Faraz et al (2013)** ont enregistré des EST de 7,18 % \pm 0,27 % et 6,17 % \pm 0,68 % dans les laits fournis aux établissements scolaires et les laits vendus dans les endroits publics respectivement.

Le taux de l'extrait sec total du lait est influencé par la variation du taux des autres constituants (matière grasse, protéines, lactose, substances minérales) dépendant des conditions d'alimentation des vaches laitières et du climat (**Dănuț-Mocanu et al., 2011**).

1.8. TAUX DE L'HUMIDITE

Les valeurs moyennes du taux d'humidité des différents échantillons étudiés en utilisant la dessiccation, la formule de Richmond (Ling., 1963) et la formule de Richmond (FAO., 1986) sont respectivement de l'ordre de 92,21700 % \pm 1,322486 %, 92,33534 % \pm 1,314716 % et 91,73159 % \pm 1,319604 % (tableau 28).

Tableau 28 : Résultats d'analyse de l'humidité du lait reconstitué selon 3 méthodes (n=44).

Paramètre	Méthode utilisée		Min	Max	Moyenne	Ecart type
Humidité (%)	Dessiccation		89,065	94,195	92,21700	1,322486
	Richmond	Ling (1963)	88,970	94,550	92,33534	1,314716
		FAO (1986)	88,356	93,964	91,73159	1,319604

L'humidité renseigne sur la teneur en eau du lait. La présence d'une grande quantité d'eau dans un lait reconstitué est due certainement au mouillage à l'eau pratiqué par les laiteries pour augmenter leurs bénéfices de vente.

La valeur moyenne du taux d'humidité obtenue par la dessiccation est de 92,21700 % \pm 1,322486 %, variant de 89,065 % à 94,195 %. Ce résultat est comparable à la valeur moyenne de 92,82 % rapportée au Pakistan par **Faraz et al (2013)**. En revanche, elle demeure supérieure aux valeurs moyennes de 91,78 % et 89,16 % rapportées aussi au Pakistan par **Batool et al (2012)** respectivement dans le lait cru de buffle et le lait pasteurisé.

Les valeurs moyennes du taux d'humidité obtenues par la 1^{ère} formule de Richmond (Ling 1963) et par la dessiccation sont similaires au seuil de 95% (pas de différence significative). En revanche, elles sont significativement différentes de la valeur moyenne obtenue par la seconde formule de Richmond (FAO., 1986) (tableau 29).

Tableau 29 : Comparaison des moyennes de l'humidité obtenues avec les 3 méthodes utilisées en utilisant le test T pour échantillon unique.

Valeur du test = 0							
Humidité (%)		T	Ddl	Sig. (bilatérale)	Différence moyenne	Intervalle de confiance 95% de la différence	
						Inférieure	Supérieure
	Dessiccation	462,537	43	0,000	92,217000	91,81493	92,61907
	Ling 1963	465,867	43	0,000	92,335341	91,93563	92,73505
	FAO 1986	461,107	43	0,000	91,731591	91,33039	92,13279

1.9. TAUX DE L'EXTRAIT SEC DEGRAISSE

Les valeurs moyennes du taux de l'extrait sec dégraissé des différents échantillons analysés par la méthode de la dessiccation, par la formule de Richmond (Ling, 1963) et par la formule de Richmond (FAO., 1986) sont respectivement de l'ordre 6,59550 % \pm 1,281092 %, 6,47716 % \pm 1,121741 % et 7,08091 % \pm 1,124442 % (tableau 30).

Tableau 30 : Résultats d'analyse de l'ESD du lait reconstitué selon 3 méthodes (n=44).

Paramètre	Méthode utilisée	Min	Max	Moyenne	Ecart type	
ESD (%)	Dessiccation	4,805	9,740	6,59550	1,281092	
	Richmond	Ling (1963)	4,460	9,330	6,47716	1,121741
		FAO (1986)	5,062	9,944	7,08091	1,124442

Il n'existe pas de normes algériennes pour cet important paramètre d'évaluation de la qualité physico-chimique du lait. Selon l'administration des aliments et des médicaments [Food and Drug Administration (FDA)], le taux standard de l'extrait sec dégraissé du lait doit être au minimum 8,25 % (**Saha et Ara., 2012**). Cette norme est recommandée pour le lait entier. Dans notre étude, le lait étudié est un lait partiellement écrémé et par conséquent il doit avoir entre 1,5 à 2 % de matière grasse selon la réglementation algérienne, et 90 g/L soit 9 % d'extrait sec total selon les normes recommandées par la **FAO (2014)**.

Etant donné que le % EST = % ESD + % MG, ainsi, pour déterminer le taux de l'extrait sec dégraissé, nous appliquons la formule suivante : % ESD= % EST - % MG. L'application directe nous permet d'avoir un taux en ESD variant entre 7 et 7,5 %.

En tenant compte de cet intervalle de 7 à 7,5 % en ESD comme référence, il apparait que sur 44 échantillons testés, 31 (70,46 %) ont un taux en ESD faible, par contre 29,54 % des échantillons se trouvent dans cet intervalle. Cette réduction importante en ESD pourrait être due à la faiblesse de la densité et par conséquent de la diminution de l'EST consécutive à l'addition importante de l'eau de reconstitution.

L'extrait sec dégraissé obtenu par **Abd Elrahman et al (2013)** dans le lait de vache standardisé à 3-3,2 % de matière grasse est de 7,91 %. **Bille et al (2009)** ont rapporté un extrait sec dégraissé de 8,40 % \pm 0,54 % dans le lait cru avec 3,45 % \pm 0,37 % de matière grasse. **Pokhrel et Laldas (2012)** ont enregistré un ESD de 8,35 \pm 0,34 % dans un lait avec 3,8 \pm 0,08 g/mL de matière grasse. L'extrait sec dégraissé rapporté par **Hossain et Dev (2013)** est de 8,53 % \pm 0,02 avec 4,3 % \pm 0,11 % de matière grasse. **Faraz et al (2013)** ont enregistré des extraits secs dégraissés de 5,10 % \pm 0,17 % et 4,77 % \pm 0,58 % dans les laits fournis aux établissements scolaires et les laits vendus dans les endroits publics respectivement. Dans le lait camelin, **Khaskheli et al (2005)** ont obtenu un extrait sec dégraissé de 7,12 % \pm 0,35 %. **Winarso et al (2011)** ont obtenu des extraits secs dégraissés de 6,2821 % et de 8,0119 % dans le lait frais des régions de Karangploso VCU et Pujon VCU respectivement.

Les valeurs moyennes du taux de l'extrait sec dégraissé obtenues par la 1^{ère} formule de Richmond (Ling 1963) et par la dessiccation sont similaires au seuil de 95% (pas de différence significative). Par contre, elles sont significativement différentes de la valeur moyenne obtenue par la seconde formule de Richmond (FAO., 1986) (tableau 31).

Tableau 31 : Comparaison des moyennes de l'ESD obtenues avec les 3 méthodes utilisées en utilisant le test T pour échantillon unique.

ESD (%)		Valeur du test = 0					
		T	Ddl	Sig. (bilatérale)	Différence moyenne	Intervalle de confiance 95% de la différence	
						Inférieure	Supérieure
	Dessiccation	34,150	43	0,000	6,595500	6,20601	6,98499
	Ling 1963	38,302	43	0,000	6,477159	6,13612	6,81820
	FAO 1986	41,771	43	0,000	7,080909	6,73905	7,42277

1.10. ADULTERATION DU LAIT PAR L'EAU ET L'AMIDON

1.10.1. Taux de mouillage

Les résultats obtenus montrent que sur 44 échantillons étudiés, 31 (70,45 %) se sont révélés adultérés à l'eau et cela avec la méthode de dessiccation. La prévalence obtenue est élevée, elle est quasi-totalement liée au manque de contrôle de la qualité par les pouvoirs publics. La quantité d'eau ajoutée varie entre 1,14 % et 31,36 % avec une moyenne de 5,7786 % \pm 18,30131 (tableau 32).

Tableau 32 : Résultats de l'adultération du lait reconstitué par l'eau (n=44).

Paramètre	Méthode utilisée	Min	Max	Moyenne	Ecart type
Eau additionnée (%)	Dessiccation	1,14	31,36	5,7786	18,30131
	FAO	0,54	27,69	-1,1558	16,06346
	Ling	1,14	36,29	7,4692	16,02488

Le mouillage consiste à ajouter au lait des liquides ou des substances diverses (eau, lactosérum, conservateur) dans le but d'augmenter le volume de lait mis en vente ou d'améliorer sa qualité microbiologique. Le mouillage le plus fréquent est l'addition d'une substance sans valeur qui modifie la composition initiale du lait (**Latyr Fall., 1997**).

L'addition d'eau au lait est la forme la plus courante d'adultération du lait. L'eau additionnée peut être polluée par les fèces, les microorganismes, les substances chimiques et toxiques. De ce fait, le lait sera contaminé par ces substances. Aussi, l'addition d'eau diminue la teneur en extrait sec dégraissé, particulièrement les protéines qui sont très importantes pour la croissance normale de l'homme (**Ali Mansour et al., 2012**).

L'eau ajoutée au lait par accident ou par préméditation (pour augmenter le volume du lait) est une activité frauduleuse qui doit être systématiquement recherchée (**Tamime., 2009**). L'adultération du lait avec l'eau diminue la gravité spécifique et augmente le point de congélation du lait (**Kurwijila., 2006**) parce que la gravité spécifique du lait est légèrement supérieure à celle de l'eau.

L'adultération du lait par l'eau n'est pas un phénomène propre à l'Algérie, beaucoup de pays sont touchés de cette activité frauduleuse. Le mouillage par l'eau est considéré comme un critère de rejet du lait cru. Ainsi, aux USA, un lait cru avec 1% ou plus d'eau additionnée est rejeté et n'est plus retenu pour la consommation (**Popescu et Angel., 2009**).

En inde, les travaux réalisés par **Nirwal et al (2013)** montrent que l'eau est l'adultérant le plus communément utilisé dans le lait avec un taux de 68 %. Au Pakistan, 100 % et 93,33 % des échantillons étudiés par **Shaikh et al (2013)** et **Lateef et al**

(Lateef *et al.*, 2009 cité par Afzal *et al.*, 2011) se sont révélés respectivement adultérés à l'eau. 97 % et 93 % des laits fournis aux établissements scolaires et des laits vendus dans les endroits publics ont été respectivement adultéré à l'eau au Pakistan (Faraz *et al.*, 2013). Au soudan, il a été rapporté que plus de 95 % des échantillons collectés sont adultérés à l'eau (Ahmad, 2009).

Le lait joue un rôle important dans l'alimentation humaine surtout chez les jeunes et les sujets vulnérables. S'il est mouillé, la teneur de ses différents constituants (protéines, chlorures, lactose, matière grasse) baisse, ce qui entraîne une diminution de sa qualité nutritive et organoleptique. L'ingestion d'un lait mouillé avec une eau de mauvaise qualité peut être une source de contamination microbienne. En effet, le lait sous sa forme liquide présente une grande réceptivité aux germes extérieurs et de ce fait, il constitue un excellent milieu de culture pour différents germes tels que les salmonelles et les staphylocoques (Latyr Fall, 1997).

Le mouillage du lait est difficilement décelable par le consommateur, ce qui entraîne une concurrence déloyale entre les laiteries et de ce fait constitue un obstacle au commerce national de notre pays.

1.10.2. Adultération par l'amidon

Les résultats obtenus montrent que sur 44 échantillons analysés pour l'addition d'amidon, 15 (34,1 %) se ont révélés additionnés d'amidon. 29 (65,9 %) ne contenaient pas d'amidon (tableau 33). Au regard des résultats obtenus, le pourcentage des échantillons de lait non additionnés d'amidon (65,9 %) est élevé, cela est lié au manque de contrôle de la conformité par les pouvoirs publics.

Tableau 33 : Résultats de la recherche de l'amidon dans le lait reconstitué (n=44).

Réaction	Positive	Négative
Nombre d'échantillon	15	29
Prévalence (%)	34,10	65,90

La figure 29 donne la prévalence des échantillons de lait reconstitué pasteurisé additionnés d'amidon.

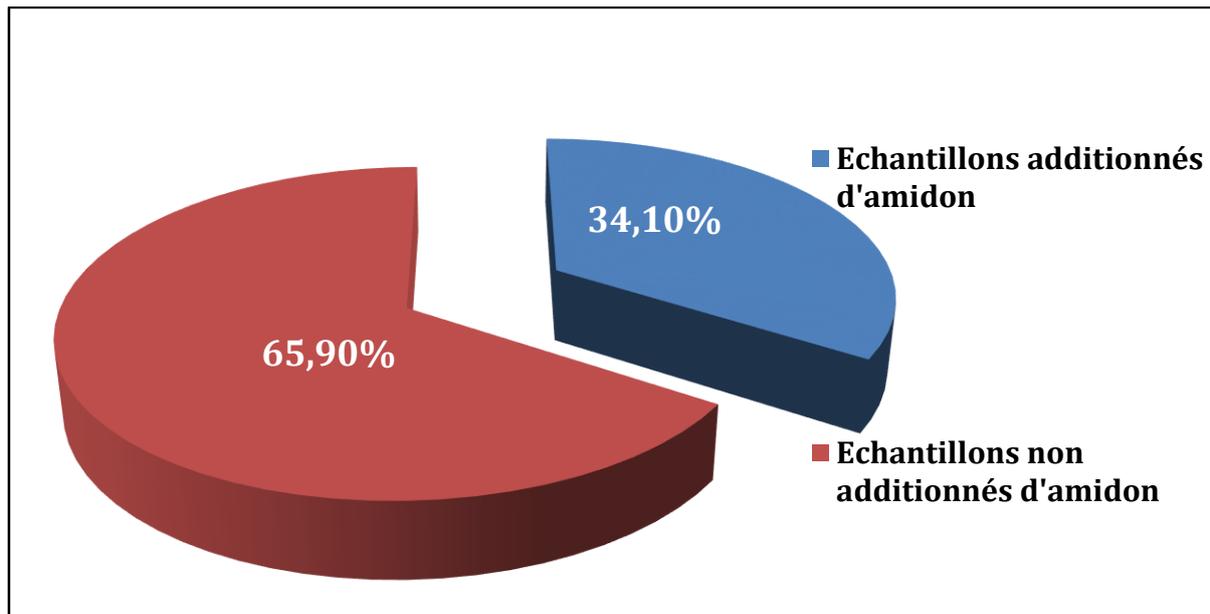


Figure 29 : Prévalence des échantillons de lait reconstitué pasteurisé additionnés d'amidon.

Le lait ne doit pas normalement contenir de l'amidon. Sa présence dans le lait indique qu'il y a lieu d'une fraude. Cette pratique frauduleuse a pour principal but de masquer le mouillage tout en augmentant en parallèle la densité du lait. L'addition de l'amidon au lait augmente la valeur de son extrait sec dégraissé (**Singh et al., 2012**). En revanche en Algérie, le lait en poudre industriel doit être additionné, lors du processus de fabrication du lait reconstitué ou reconstitué, d'amidon à un taux de 0,5 gramme pour 1000 grammes de poudre de lait" (**JORADP., 2000**). Ce qui explique la présence d'amidon dans certains échantillons.

L'addition d'eau au lait se fait généralement pour augmenter son volume. Alors que l'addition d'amidon se fait surtout pour augmenter sa viscosité (**Kumar et al., 2000 ; Afzal et al., 2011**) et de ce fait, masquer l'eau en extra pour avoir un taux en extrait sec total élevé (**Kartheek et al., 2011**).

La présence d'une quantité élevée d'amidon dans le lait peut causer une diarrhée due au fait que l'amidon est non digérable dans le colon. Son accumulation dans le corps peut avoir un effet néfaste chez les patients diabétiques (**Afzal et al., 2011**). L'amidon réduit beaucoup la valeur nutritionnelle des différents constituants du lait (**Lakshmi et Labs., 2012**). Ce qui pourrait expliquer en partie les faibles teneurs en matière grasse, en EST et en ESD enregistrés dans cette étude.

Le lait constitue un aliment de base dans l'alimentation humaine en fournissant de riches nutriments. Son adultération est un phénomène sévissant dans divers pays du monde où différents adultérants sont ajoutés dans le lait (eau, solutions d'amidon, alcalinisant industriel, et nitrite). L'adultération du lait entraîne des pertes économiques (Ali Mansour *et al.*, 2012), une détérioration de la qualité du lait et de ses dérivés (Ali Mansour *et al.*, 2012 ; Hossain et Dev., 2013) et peut constituer un risque pour la santé des consommateurs (Ali Mansour *et al.*, 2012).

1.11. CORRELATION ENTRE LES DIFFERENTS PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES DU LAIT RECONSTITUE PASTEURISE

Les corrélations entre les différents paramètres physico-chimiques étudiés sont consignées dans le tableau 34.

Tableau 34 : Corrélation entre les paramètres physico-chimiques du lait reconstitué (r=).

	T°	Densité	pH	Acidité	MG	EST	Humidité	ESD
T°	1							
Densité	0,065	1						
pH	0,292	-0,329 ^x	1					
Acidité	-0,198	0,250	-0,386 ^{xx}	1				
MG	-0,382 ^x	0,256	-0,553 ^{xx}	0,486 ^{xx}	1			
EST	0,020	0,560 ^{xx}	-0,400 ^{xx}	0,168	0,255	1		
Humidité	-0,020	-0,560 ^{xx}	0,400 ^{xx}	-0,168	0-,255	-1,000 ^{xx}	1	
ESD	0,144	0,495 ^{xx}	-0,235	0,017	-0,059	0,950 ^{xx}	-0,950 ^{xx}	1
* : La corrélation est significative au niveau 0,05 (bilatéral)								
** : La corrélation est significative au niveau 0,01 (bilatéral)								

La densité est significativement corrélée avec l'extrait sec total, l'extrait sec dégraissé, le pH et l'humidité. Cette corrélation est positive avec l'extrait sec total et l'extrait sec dégraissé et négative avec le pH et l'humidité. Cela signifie que la densité du lait augmente avec l'augmentation de la teneur en EST et avec l'augmentation de la teneur en ESD et au contraire elle inversement proportionnelle avec le pH et l'humidité (c'est-à-dire que la valeur de la densité diminue avec l'augmentation de la valeur de ces deux paramètres et augmente avec leurs diminution).

L'extrait sec total est corrélé positivement avec l'extrait sec dégraissé et négativement avec l'humidité. Cela signifie que la teneur en extrait sec total augmente avec l'augmentation de la valeur de l'extrait sec dégraissé et diminue avec l'augmentation du taux d'humidité.

Le taux de l'extrait sec dégraissé est inversement proportionnel avec le taux de l'humidité (corrélation négative).

Le pH est corrélé négativement avec l'extrait sec total et positivement avec l'humidité.

2. QUALITE HYGIENIQUE

2.1. TEST DE REDUCTION DU BLEU DE METHYLENE

Les résultats obtenus montrent que sur 44 échantillons testés, 2 (4,54 %) ont réduit le bleu de méthylène en moins de 2 heures et 42 (95,46 %) ont réduit le bleu de méthylène en plus de 4 heures (tableau 35).

Tableau 35 : Résultats du test de la réduction du bleu de méthylène (n=44).

Note	1	2	3
Temps de réduction bleu de méthylène	t < 2h	2h < t < 4h	t > 4h
Appréciation	Lait contaminé	Lait peu contaminé	Lait de bonne qualité
Nombre d'échantillon	02	00	42
Prévalence (%)	4,54	0,0	95,46

La figure 30 donne la répartition des échantillons de lait reconstitué selon le temps de réduction du bleu de méthylène.

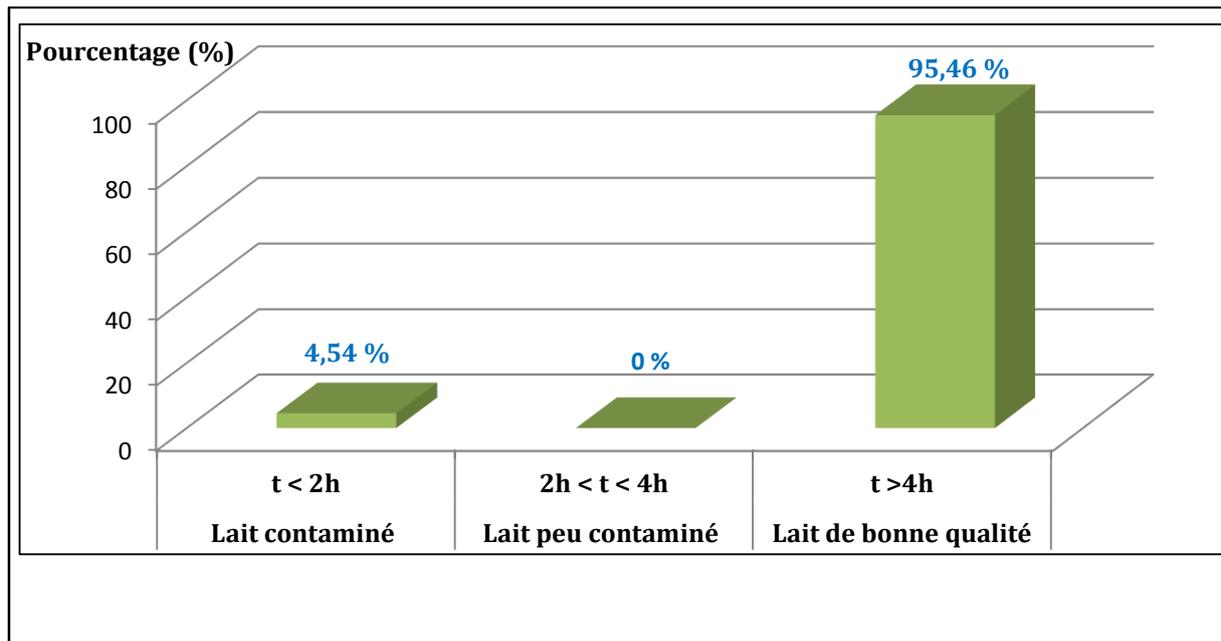


Figure 30 : Répartition des échantillons selon le temps de réduction du bleu de méthylène.

Des résultats similaires ont été rapportés en Inde par **Chatterjee *et al* (2006)**. Ainsi, sur 10 échantillons de lait pasteurisé réduisant le bleu de méthylène à plus de 4 heures, 3 ont montré une charge bactérienne élevée lors du dénombrement bactérien.

Les résultats obtenus par le test de la réduction du bleu de méthylène ne concordent pas avec les résultats obtenus par le dénombrement microbiologique. La majorité des échantillons ayant une charge microbienne faible avec le test de réductase ont montré une charge élevée par le dénombrement microbiologique. Ce résultat peut être dû au fait que les échantillons analysés sont des laits reconstitués pasteurisés qui ayant été réfrigérés, ce qui fait que le temps de réduction du bleu de méthylène peut en être augmenté (**Guiraud., 2012**). Les tests de réduction perdent leur valeur lorsqu'ils sont appliqués à des laits réfrigérés en vrac, sauf pour la mise en évidence de laits très contaminés. Certains auteurs recommandent, dans le cas de laits réfrigérés, une période de pré-incubation de 16 à 18 heures à une température variant de 12 à 18 °C avant d'effectuer le test, mais ceci peut entraîner des résultats équivoques à cause de l'effet sélectif de la température de pré-incubation (**Guiraud., 2012**).

L'activité de la réductase d'un certain nombre de bactéries dépend beaucoup plus de l'espèce bactérienne présente, de ses caractéristiques biochimiques ou de ses conditions

physiologiques. De ce fait, il y a une différence considérable entre le lait réfrigéré et le lait non réfrigéré. Le lait non réfrigéré donne une activité réductase plus élevée que le lait réfrigéré (**Muliro et al., 2013**). Ce qui pourrait expliquer la faible activité réductase observée dans notre étude.

Le test de réduction du bleu de méthylène mesure l'activité biochimique des microorganismes dans le lait. Une caractéristique commune de l'activité microbienne est la production de l'hydrogène et une réduction enzymatique ultérieure des autres substances, à titre d'exemple l'acide lactique ; les bactéries réduisent le pyruvate en acide lactique (**Muliro et al., 2013**).

La microbiologie du lait peut être déterminée par les tests de réduction des colorants. Bleu de méthylène s'il est ajouté au lait qui est incubé à 37 °C sera chimiquement réduit s'il y a une activité microbienne dans le lait mais n'indique rien concernant le genre de bactéries dans le lait (**Okpalugo et al., 2008**).

Le test de la réductase permet d'apprécier la charge microbienne d'un lait par observation d'une durée de décoloration. Il s'agit d'ajouter au lait un indicateur coloré (résazurine ou bleu de méthylène) qui se décolore lorsque les bactéries se développent en diminuant le potentiel d'oxydoréduction du lait via la consommation de l'oxygène du milieu et en produisant des enzymes réductrices. La durée de la décoloration donne une estimation sur la charge bactérienne totale présente dans le lait (**Raynaud et al., 2011**).

Le principe du test est basé sur le fait que la couleur donnée au lait par addition du bleu de méthylène disparaît plus ou moins rapidement. L'oxygène dégagé à partir du lait et la formation de substances réductrices durant le métabolisme bactérien entraînent la disparition de la couleur. Les agents responsables de la consommation de l'oxygène sont les bactéries. Quoique certaines espèces de bactéries aient considérablement plus d'influence que d'autres, il est généralement supposé que ; plus le nombre de bactéries dans le lait est élevé ; plus l'oxygène sera consommé rapidement, et plus vite sera la disparition de la couleur. (**Al-Shamary et Abdalali., 2011**).

Le test de réduction du bleu de méthylène est une ancienne méthode souvent utilisée en industrie laitière pour évaluer la qualité microbienne du lait. Cette méthode a l'avantage d'être simple, rapide, pas coûteuse et seulement les bactéries viables qui réduisent le

colorant. Parmi ses inconvénients, les bactéries ne réduisent pas le bleu de méthylène de la même façon et qu'elle n'est pas applicable aux prélèvements de lait contenant des enzymes réductrices (Al-Shamary et Abdalali, 2011). Le temps nécessaire pour la disparition de la couleur bleu du bleu de méthylène est indicatif de la charge microbienne présente dans le lait (Anderson *et al.*, 2011 ; Worku *et al.*, 2012). Ce temps nécessaire pour la réduction de ce colorant est inversement proportionnelle au nombre des microorganismes présents dans l'échantillon (Al-Shamary et Abdalali, 2011). Ainsi, un lait de bonne qualité microbiologique ne doit pas décolorer le bleu de méthylène en moins de quatre heures. Dans notre étude, 2 échantillons (4, 54 %) ont réduit le bleu de méthylène en moins de 2 heures. Cela pourrait s'expliquer par non seulement une contamination importante avant la pasteurisation rendant la charge microbienne initiale élevée mais aussi par le fait que le lait qui est normalement pasteurisé n'a pas bien subi le processus de pasteurisation ou bien il a contracté une contamination en post-pasteurisation au moment de son conditionnement. Nos prélèvements ont été réalisés en respectant toutes les conditions d'asepsie.

2.2. RESIDUS D'ANTIBIOTIQUES

2.2.1. Méthode Beta star Combo test

Les résultats obtenus montrent que sur 44 échantillons testés via le Béta star combo test, 2 (4,54 %) se sont révélés positifs (contenant des résidus d'antibiotiques) (tableau 36).

Tableau 36 : Résultats du Béta star Combo test (lait reconstitué) (n=44).

Echantillons	(+) vis-à-vis des résidus de Tétracyclines	(+) vis-à-vis des résidus de Béta-lactamines	(+) vis-à-vis les résidus des deux familles	(-)	Total
Nombre d'échantillons	00	02	00	42	44
Pourcentage (%)	0,0	4,54	0,0	95,46	100

La figure 31 donne la distribution des échantillons de lait reconstitué pasteurisé en fonction des résultats du Béta Star Combo Test.

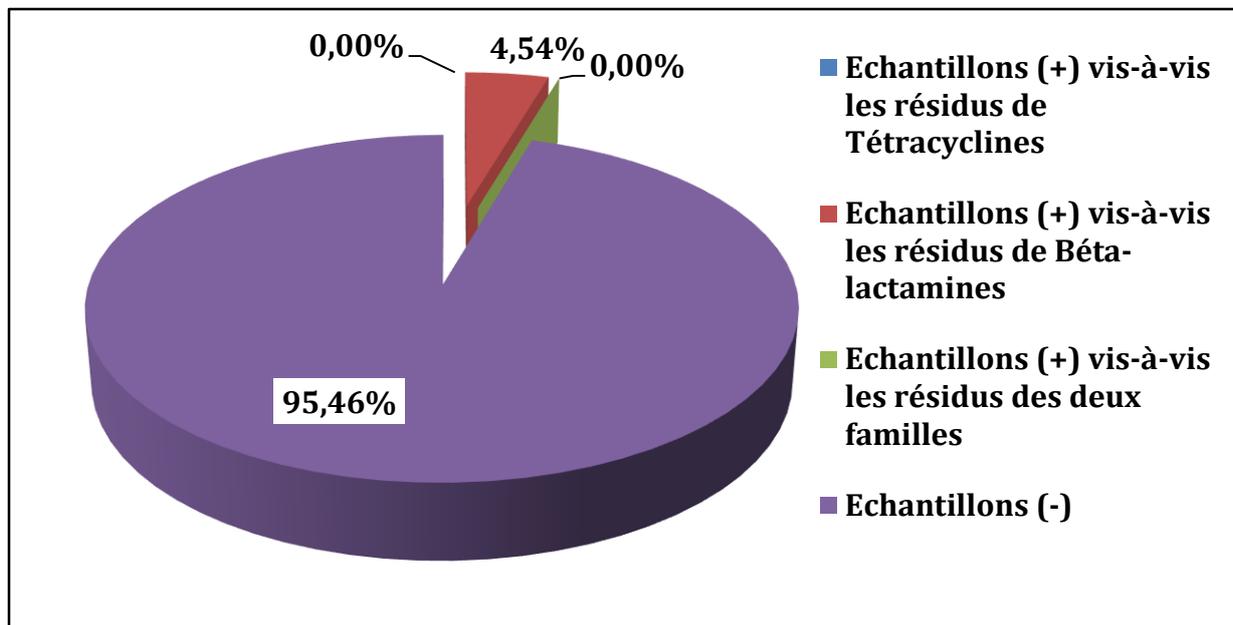


Figure 31 : Distribution des échantillons de lait reconstitué testés par le Béta Star Combo Test.

Le test utilisé est sensible et peut détecter tous les antibiotiques des deux familles choisies (Tétracyclines et Beta-lactamines) pour l'étude et pour lesquelles le test est conçu.

Le Béta star Combo test est une méthode de détection rapide de type Récepteur Assay. Son principe est basé sur l'emploi d'un récepteur spécifique lié à des particules d'or. Il est très spécifique des Béta-lactamines et des Tétracyclines, antibiotiques largement utilisées dans la prévention et le traitement des maladies des vaches laitières, particulièrement les mammites. Le test est validé pour être utilisé dans le lait cru et dans le lait reconstitué.

Les résultats obtenus dans cette étude montrent que les échantillons révélés positifs au Béta star Combo test sont des résidus de Béta-lactamines et non des résidus de tétracyclines (4,54 % contre 0,0 %). En revanche, aucun échantillon ne s'est montré positif à la fois vis-à-vis des résidus des deux familles d'antibiotiques. La présence des résidus de Béta-lactamines dans un lait qui normalement ne doit pas les contenir traduit un usage abusif des Beta-lactamines en élevage bovin laitier et/ou le non

respect du délai d'attente dans les pays à l'origine de la poudre importé. Cette présence des résidus d'antibiotiques pourrait d'être due à un manque de dépistage à l'arrivée de cette poudre ou parce qu'il ait une fraude non déclarée.

A l'heure actuelle, les Béta-lactamines (pénicillines et céphalosporines) sont les antibiotiques les plus fréquemment utilisés dans le traitement des mammites des vaches laitières, et donc par conséquent, le type de résidus le plus communément trouvé dans le lait (**Gustavsson et al., 2004**). Les résultats obtenus sont nettement inférieurs aux prévalences rapportées en Iran par **Noori et al (2013)** qui sont de 30 % pour les Béta-lactamines et 17,5 % pour les Tétracyclines et à la prévalence de 10,2 % pour les Béta-lactamines enregistrée par **Ghanavi et al (2013)**.

La présence de résidus des Béta-lactamines dans le lait a été rapportée par **Mokhtari et al (2013)** (32,9 %) et **Movassagh et Karami (2011)** (2,66 %) en Iran. Au Pakistan, 36,5 % des 137 échantillons étudiés par **Khaskheli et al (2008)** se sont montrés contaminés par les résidus des Béta-lactames.

2.2.2. Méthode Delvotest®

Les résultats de dépistage microbiologique des résidus d'antibiotiques via le Delvotest® SP NT dans le lait pasteurisé reconstitué montrent que sur 44 échantillons étudiés, 12 (27,27 %) se sont révélés contaminés par les résidus d'antibiotiques (2 échantillons positifs et 10 échantillons douteux) (tableau 37).

Tableau 37 : Résultats du Delvotest® SP NT (n=44).

	Echantillons (+)	Echantillons douteux (±)	Echantillons (-)	Total
Nombre d'échantillons	2	10	32	44
Pourcentage (%)	04,54	22,73	72,73	100%

La figure 32 donne la répartition des échantillons en fonction des résultats du Delvotest® SP NT.

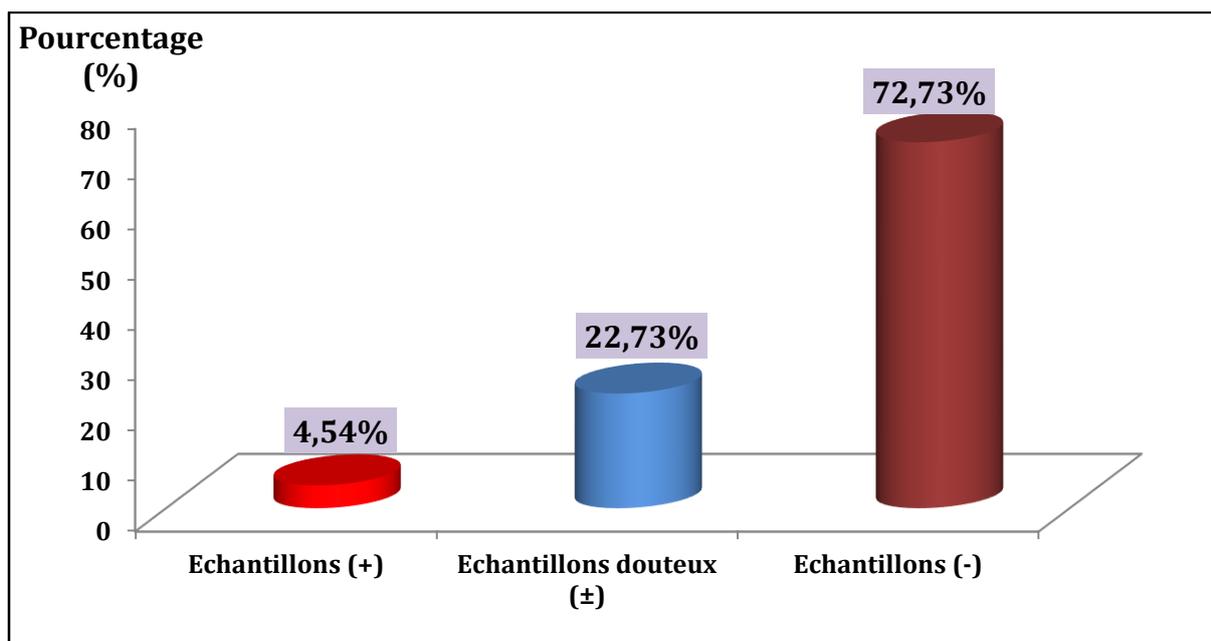


Figure 32 : Distribution des échantillons testés par le Delvotest®SP.

En Algérie, plusieurs études ont montré la présence des résidus d'antibiotiques dans le lait. Ainsi, différentes fréquences ont été rapportées : 29 % pour **Aggad *et al* (2009)**, 41,2 % pour **Tadjine *et al* (2011)**, 4,76 % pour **Beldjilali *et al* (2013)** et 5 % pour **Boultif *et al* (2016)**.

Divers auteurs dans différents pays ont rapportés la présence des résidus d'antibiotiques dans le lait. Au Maroc, **Sraïri *et al* (2005)**, trouvent un taux de 25 %. Au Ghana, les résidus d'antibiotiques ont été retrouvés dans 3,1 % des échantillons analysés (**Addo *et al.*, 2011**). Au Monténégro, 7,84 % des échantillons étudiés se sont révélés positifs aux résidus des antibiotiques (**Nikolić *et al.*, 2011**). En Iran, 254 (30 %) sur 848 échantillons de lait pasteurisé se sont montrés contenant des résidus d'antibiotiques (**Forouzan *et al.*, 2014**). Au Brésil, un taux de 4 % a été rapporté par **Fonseca *et al* (2009)**. **Ammar Said Ahmad *et al* (2008)** rapportent au soudan une fréquence de 38,9 %. En Côte d'Ivoire, un taux de 24,7 % en résidus d'antibiotiques a été enregistré par **Kouamé-Sina *et al* (2010)**.

Le Delvotest®SP (DSM, Hollande) est un test à large spectre de détection microbiologique des résidus d'antibiotiques. Le test est sensible à de nombreux antibiotiques, notamment à la pénicilline et aux autres antibiotiques à noyau β -lactame.

C'est un test très peu sensible aux agents désinfectants, qui ne peuvent le rendre positif qu'à des doses très importantes (**Brouillet., 2002 ; Romnee., 2009**).

C'est une méthode qui a été reconnue par l'Association of Official Analytical Chemists (AOAC) (**Beldjilali et al., 2013**). Elle est la méthode officielle utilisée dans les pays de l'Union Européenne pour détecter la présence d'inhibiteurs de la flore du lait (**EU Régulation., 2377/.90** cité par **Sraïri et al., 2005**).

C'est l'un des tests d'inhibition microbienne les plus communément utilisés (**Layada et al., 2016**) et plusieurs versions sont proposées. C'est un test biologique simple, standardisé, fondé sur la multiplication d'un germe : *Bacillus stearothermophilus var. calidolactis*, (**Reybroeck., 2004**), très utilisé par les laiteries, offre un large spectre de détection et une bonne sensibilité vis-à-vis des pénicillines qui représentent le plus grand risque technologique. Cependant cette méthode basée sur l'inhibition microbienne peut donner des résultats faux positifs en cas de présence des agents antimicrobiens naturels dans le lait à des concentrations élevées (**Romnee., 2009 ; Hamiroune et al., 2014**). Ces agents antimicrobiens naturels sont généralement le lactoferrine, les lysozymes et le système lacto-peroxydase (**Grădinaru et al., 2011**). En outre, le Delvotest®SP perd de sa sensibilité pour les antibiotiques avec l'allongement de la durée d'incubation (**Romnee., 2009**). Le lait testé dans cette étude est un lait reconstitué pasteurisé donc automatiquement il a été chauffé, donc le problème des faux positifs lié à la présence des inhibiteurs naturels dans le lait ne se pose pas du fait que la température de pasteurisation les détruits (**Romnee., 2009**).

Les résidus des antibiotiques dans le lait et les produits laitiers constitue un problème majeur dans de beaucoup de pays du monde et en particulier dans les pays sous-développés (**AL Zuheir., 2012**). La présence des résidus d'antibiotiques dans le lait ne fait pas l'objet d'une préoccupation sérieuse dans les pays sous développés.

La prévention de la présence de ces résidus spécialement d'antibiotiques dans le lait est un aspect important de sa qualité. Le lait ne doit normalement pas contenir d'antibiotiques et/ou de résidus de médicaments (**Kouamé-Sina et al., 2010 ; Kouamé-Sina., 2013**). Tous les antibiotiques peuvent être détectés dans le lait que ce soit cru ou pasteurisé par utilisation du Delvotest® mais avec une limite de détection qui est

différente pour chaque antibiotique. L'identification des résidus des antibiotiques dans le lait reconstitué pasteurisé pourrait être due à plusieurs facteurs à savoir, l'absence de programme de contrôle de la qualité de la poudre de lait importée utilisée dans les laiteries, la poudre de lait utilisée dans les laiteries aurait été mélangée avec le lait cru contenant des résidus d'antibiotiques, ou cette poudre serait produite par le lait de vaches laitières ayant reçu un traitement anarchique et excessif par les antibiotiques dans les pays d'origine.

Les résultats d'investigation indiquent clairement qu'il est urgent pour mettre en place un programme de contrôle de la présence des résidus d'antibiotiques dans la poudre importée utilisée dans les laiteries.

Etant donnée la présence des résidus d'antibiotiques dans le lait reconstitué pasteurisé, nous nous recommandons aux pouvoirs publics de compléter l'arrêté interministériel du 25 Ramadhan 1418 correspondant au 24 janvier 1998 modifiant et complétant l'arrêté du 14 Safar 1415 correspondant au 23 juillet 1994 relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires par l'introduction d'un paramètre très important qui est la détection des résidus d'antibiotiques comme pour le lait cru et la poudre importée.

La persistance des résidus d'antibiotiques dans le lait est souvent le résultat du non respect du délai d'attente nécessaire pour l'excrétion de l'antibiotique du corps de l'animal. Le surdosage, l'utilisation d'antibiotiques à usage prohibé chez la vache laitière, l'addition ultérieure de ces antibiotiques dans le lait pour prévenir la multiplication des microorganismes responsables de sa détérioration, l'utilisation des antibiotiques comme facteurs de croissance et l'usage abusif des antibiotiques comme moyens de prévention de certaines maladies, peuvent être responsables de la présence de résidus des antibiotiques dans le lait (**Gaudin *et al.*, 2004 ; Nikolić *et al.*, 2011**).

Les traitements thermiques dont la pasteurisation n'ont pas une action sur les résidus d'antibiotiques (**Fonseca *et al.*, 2009 ; Schlemper et Sachet., 2017**). Le résultat obtenu dans notre étude confirme ce constat.

La présence de résidus d'antibiotiques dans le lait peut constituer des risques pour les consommateurs parmi lesquels la sélection de bactéries pathogènes résistantes aux

antibiotiques (plusieurs antibiotiques sont concernés) (Bytyqi et al., 2011 ; Gaare et al., 2012), risques allergiques (pénicillines, streptomycine), perturbations de la flore intestinale normale et troubles digestives (tétracyclines) (Yamaki et al., 2004 ; Nikolić et al., 2011), risques toxiques (neuro-toxicité pour Chloramphénicol) (Bytyqi et al., 2011), risques cancérigènes (nitrofuranes) (Bada-Alamedji et al., 2008), cacher la présence de bactéries pathogènes (Joffin et Joffin., 2010).

Outre les risques sanitaires, la présence des résidus d'antibiotiques dans le lait peut avoir des conséquences graves en industrie laitière sur la qualité technologique du lait et cela durant les processus de transformation parmi lesquelles l'inhibition de la fermentation lors de la production des produits laitiers fermentés (Bytyqi et al., 2011).

Pour tous ces risques, la loi interdit la vente de lait contenant les résidus d'antibiotiques (Joffin et Joffin., 2010 ; Zagorska et Ciprovica., 2013).

2.3. QUALITE MICROBIOLOGIQUE

2.3.1. Flore aérobie mésophile totale (FAMT)

Les résultats de dénombrement de cette flore sont largement variables. Ils varient entre 0,0 ufc/mL et $2,13 \times 10^8$ ufc/mL avec une moyenne de $1,083 \times 10^7$ ufc/mL $\pm 3,44 \times 10^7$ ufc/mL (tableau 38).

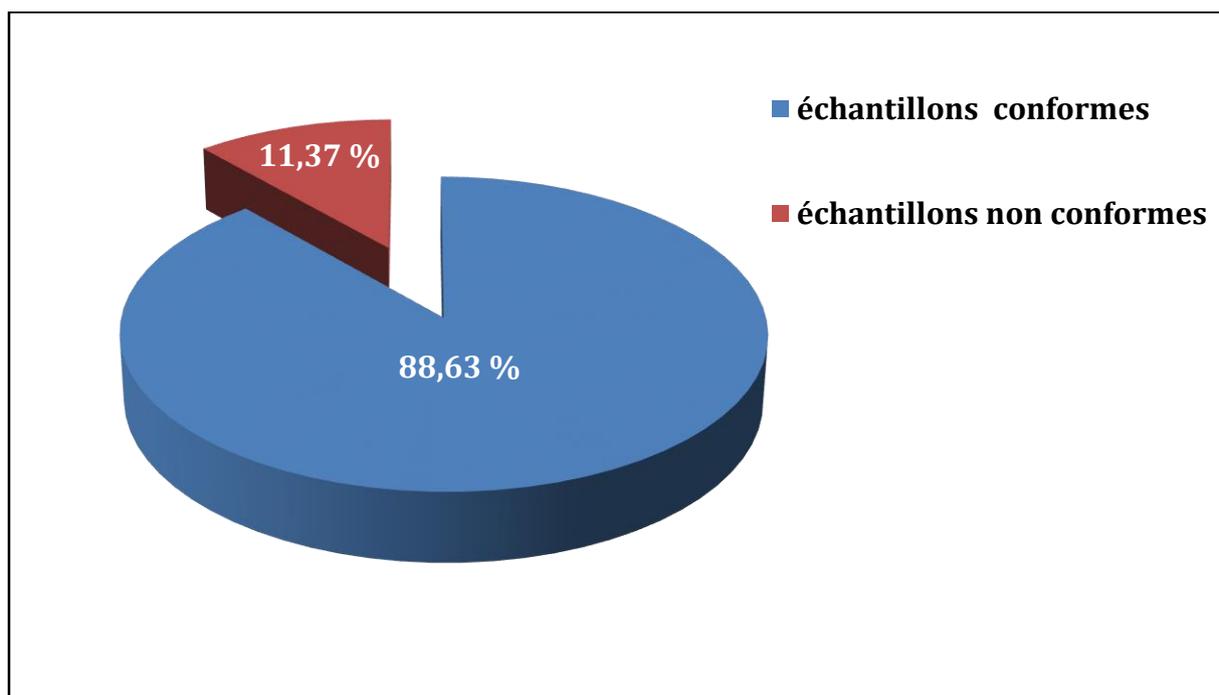
Tableau 38 : Résultats de dénombrement de la FAMT (ufc/mL) (n=44).

Germe	Min	Max	Moyenne	Ecart type
FAMT	0,0	$2,13 \times 10^8$	$1,083 \times 10^7$	$3,44 \times 10^7$

Le dénombrement de la FAMT a montré une importante contamination. La charge moyenne ($1,083 \times 10^7$ ufc/mL $\pm 3,44 \times 10^7$ ufc/mL) obtenue est nettement supérieure à la norme préconisée par la législation algérienne en vigueur, qui tolère un seuil de 3×10^4 ufc/mL (JORADP., 1998). Ainsi, sur 44 échantillons testés, seulement 5 échantillons (11,37 %) ont présenté une charge aérobie mésophile totale conforme. En revanche, 27 (61,36 %) ont des charges bactériennes supérieures à la norme et 12 échantillons (27,27 %) ont montré l'absence totale de cette flore (tableau 39 et figure 33).

Tableau 39 : Répartition des échantillons selon la conformité de leurs FAMT (n=44).

FAMT (ufc/mL)	$>3 \times 10^4$	$3 \times 10^4 > \text{FAMT} > 0$	=0 (absence)	Total
Nombre d'échantillons	27	5	12	44
Prévalence (%)	61,36	11,37	27,27	100

**Figure 33** : Prévalence des échantillons ayant une charge FAMT conforme.

Ce qui est remarquable dans les résultats de dénombrement de cette flore est non seulement la contamination importante de plus de la moitié des échantillons mais parfois son absence totale dans certains échantillons ce qui montre que pour ces derniers il y a eu un processus de traitement thermique de stérilisation et non pas un processus de traitement thermique de pasteurisation.

La charge moyenne obtenue dans cette étude demeure meilleure à celle rapportée au Brésil par **De-Oliveira et al (2012)** ($3,86 \times 10^9$ ufc/mL), et mauvaise comparée avec la moyenne de $6,04 \times 10^4$ ufc/mL enregistrée en Bangladesh par **Saha et Ara (2012)**.

La dénomination « flore totale » est impropre, car la méthode la plus courante consiste à ne dénombrer que la flore aérobie mésophile par comptage des colonies après culture sur plaques de gélose nutritiveensemencées et incubées en aérobie pendant 3 jours,

excluant par conséquent certains germes. Cependant, elle est la méthode la plus courante et la plus pratique pour établir le niveau de contamination globale du lait **(FAO., 1995)**. La FAMT est constituée d'un ensemble de microorganismes variés correspondant aux germes banals de contamination capables de se multiplier en présence d'oxygène à une température située entre 25 et 40 °C **(Benzaid et Madani., 2014)**.

La qualité microbiologique en référence au FAMT obtenue dans cette étude montre l'échec de ce qu'on appelle GMP (Good Manufacturing Practices ou bonnes pratiques industrielles) dans les laiteries qui fabriquent le lait reconstitué pasteurisé.

La FAMT, base de payement du lait à la qualité, est considérée comme indicateur général de qualité globale du produit et c'est la flore la plus recherchée dans les analyses microbiologiques. C'est un bon indicateur de la contamination globale. Elle est aussi considérée comme le facteur déterminant de la durée de conservation du lait, plus leur nombre est élevé plus le lait s'altère vite **(Seme et al., 2015)**.

La FAMT révèle les conditions de production, plus particulièrement les pratiques hygiéniques lors de la traite **(Yabrir et al., 2013)**.

Cette flore reflète principalement le temps écoulé depuis la traite ou les traitements thermiques de pasteurisation à la température ambiante **(Addo et al., 2011)**.

Dans cette étude, le lait testé est un lait pasteurisé reconstitué à partir de la poudre. Donc, la présence de FAMT révèle beaucoup plus les pratiques hygiéniques lors de la reconstitution (le mouillage c'est-à-dire la qualité de l'eau utilisée pour faire la reconstitution qui doit être normalement une eau potable de bonne qualité microbiologique ainsi que la qualité microbiologique de la poudre), la conduite de la pasteurisation spécialement le couple temps-température (respect ou non du couple ?), le conditionnement (la qualité hygiénique des sacs en plastique utilisés pour faire l'emballage) et le respect ou non de la chaîne de froid durant le transport et le stockage.

La mauvaise qualité bactériologique globale du lait reconstitué observée dans notre étude pourrait être probablement due à la mauvaise qualité microbiologique du lait

produit lors de la reconstitution (charge microbienne initiale importante), et ou une contamination post-pasteurisation (Tekinsen *et al.*, 2007).

2.3.2. *Staphylococcus aureus*

Les résultats enregistrés sont largement variables (écart type élevé). Ils varient entre 0,0 ufc/mL et $2,5 \times 10^3$ ufc/mL (tableau 40). La charge moyenne obtenue est de $1,0545 \times 10^2$ ufc/mL $\pm 3,869 \times 10^2$ ufc/mL.

Tableau 40 : Résultats de dénombrement du *S. aureus* (lait reconstitué) (ufc/ml) (n=44).

Germe	Nombre d'échantillons contaminés	Prévalence (%)	Min	Max	Moyenne	Ecart type
<i>S. aureus</i>	19	43,18	00	2500	105,45	386,90

La prévalence de contamination des échantillons de lait reconstitué par *S. aureus* est donnée dans la figure 34.

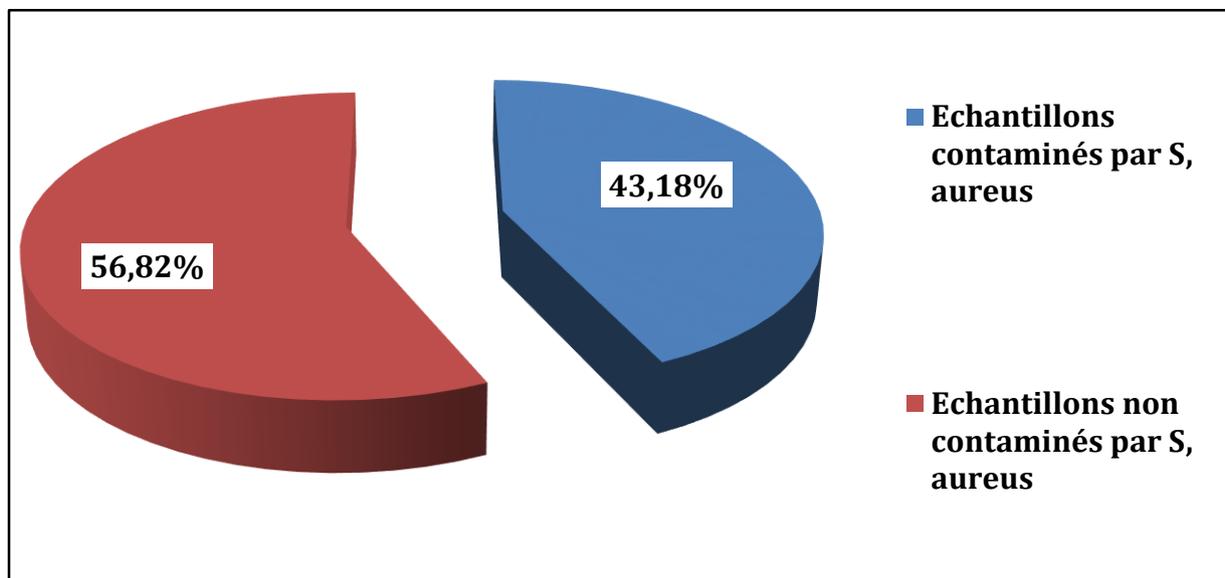


Figure 34 : Prévalence de contamination par *S. aureus* du lait reconstitué.

La recherche et le dénombrement de staphylocoque coagulase positif ont montré une importante contamination. La charge moyenne ($1,0545 \times 10^2$ ufc/mL $\pm 3,869 \times 10^2$ ufc/mL) obtenue est nettement supérieure à la norme préconisée par la réglementation

algérienne en vigueur, qui tolère un seuil de 1 ucf/mL à la date de fabrication et 10 ucf/mL à la date de péremption fixée au plus tard 7 jours à compter de la date de fabrication (**JORADP., 1993**). Sur 44 échantillons testés, 25 (56,82 %) se sont révélés conformes à la norme. En revanche, 19 échantillons (43,18 %) se sont montrés contaminés par *S. aureus*. Tous les échantillons contaminés ont présenté une charge bactérienne supérieure à 10 ucf/mL.

Différents résultats ont été rapportés par divers auteurs. En Algérie, sur 100 échantillons de lait pasteurisé (54 échantillons de lait cru et 46 du lait recombinaison) étudié par **Aggad et al (2010)**, 20 % se sont révélés contaminés par *S. aureus* avec une moyenne de $5,9 \times 10$ ucf/mL pour le lait cru et de $6,7 \times 10$ ucf/mL pour le lait recombinaison. En revanche, aucun cas de contamination par *S. aureus* n'a été trouvé par **Kabir et Niar (2013)** dans 35 échantillons de lait pasteurisé. Au Brésil, 30 % des échantillons de lait pasteurisé étudiés se sont révélés contaminés par *S. aureus* avec une charge moyenne de $3,5 \times 10^3$ ucf/mL (**De-Oliveira et al., 2011**). En Iran, une prévalence similaire de 2 % a été rapportée par **Mirzaei et al (2012)** et **Vahedi et al (2013)**.

En Algérie, des niveaux élevés de contamination du lait cru avant sa pasteurisation par *S. aureus* ont été rapportés par divers auteurs (81,93 % pour **Ghazi et al., 2011** ; 50 % pour **Tadjine et al., 2011**). Ce constat pourrait expliquer en partie le niveau élevé de contamination par *S. aureus* observé dans notre étude du fait que le lait étudié n'a pas été entièrement préparé par le lait en poudre mais il se pourrait qu'il aurait été mélangé avec le lait cru qui contient au préalable une charge élevée en *S. aureus*.

Le lait est un excellent milieu de croissance d'un grand nombre de microorganismes incluant *S. aureus* (**Daka et al., 2011**).

Le lait pasteurisé est plus favorable à la croissance de *S. aureus* que le lait cru, car ce micro-organisme est un mauvais compétiteur en présence d'autres flores bactériennes (**Brisabois et al., 1997** ; **Holsinger et al., 1997**). Dans le lait cru, le nombre initial de *S. aureus* doit être égal ou supérieur à celui de la flore concomitante pour pouvoir se multiplier suffisamment et produire des entéro-toxines qui sont des toxines thermostables pouvant résister aux traitements thermiques (**Ghazi et Niar., 2011**), mais aussi au séchage et congélation (**Tasci., 2011**). *S. aureus* peut s'accroître bien dans

le lait liquide cru ou pasteurisé et produire des entéro-toxines si le produit est conservé à une température favorable pour sa croissance **(Mantis et Papageorgiou., 2011)**.

S. aureus est une bactérie qui se multiplie au fur et à mesure de l'altération du lait **(Lu et al., 2013)**, sa présence dans le lait et les produits laitiers constitue un indicateur de cette altération **(Vahedi et al., 2013)**.

La présence de staphylocoques à coagulase positive (SCP) correspond à un critère d'hygiène des procédés de production et de fabrication. Ainsi si on se réfère aux seuils établis pour le fromage, en présence d'un nombre de bactéries inférieur à 10^5 ufc/g de SCP **(EU Régulation., 2005)**, le risque pour le consommateur est considéré comme acceptable et le lot peut être commercialisé. Si le résultat est supérieur à ce seuil, une recherche de toxines doit être effectuée et le lot ne peut être mis sur le marché qu'après une analyse négative (absence de toxines) **(EU Régulation., 2005)**.

S. aureus est fortement vulnérable à la destruction par le traitement thermique et presque tous les agents de stérilisation, la présence de cette bactérie ou ses entéro-toxines dans le lait pasteurisé est une indication d'une mauvaise hygiène ou une contamination post-pasteurisation **(Okpalugo et al., 2008)**.

Chez l'homme, l'infection par *S. aureus* peut engendrer un syndrome de choc toxique, endocardite et septicémie **(Lu et al., 2013)**. *S. aureus* peut causer une infection à travers la production de toxines. Le nombre de bactéries de *S. aureus* nécessaire pour qu'il ait une production de toxines est encore discutable. La formation d'une quantité suffisante de toxine nécessite un nombre élevé de micro-organismes (approximativement 10^5 - 10^6 micro-organismes par gramme d'aliment) avec un pH supérieur à 5. Ainsi, la présence de SCP à un niveau bas ne constitue pas forcément un risque **(Godič-Torkar et Golc-Teger., 2008)**. A l'heure actuelle, on estime qu'il faut au moins 5×10^5 staphylocoques par g ou ml de produit pour engendrer une maladie **(Cuq., 2008)**. Le nombre minimum de germes nécessaires à la production de suffisamment de toxine pour provoquer l'empoisonnement est évalué selon les auteurs à 5×10^5 ou 5×10^6 germes par g **(Cuq., 2007)**. L'obtention d'une quantité suffisante de toxines pour provoquer une TIA (Toxi-infection Alimentaire) nécessite un grand nombre de *S. aureus* (plus de 10^6 à 10^7 ufc/g ou ufc/mL) **(De-Matos., 2013)**.

Pour toutes ces raisons, la recherche de *S. aureus* s'avère nécessaire car elle permet de prévoir si l'aliment présente un risque pour le consommateur du fait qu'il peut produire une entéro-toxine responsable d'intoxications alimentaires.

La pasteurisation serait efficace sur ce germe, qui est retrouvé par la suite en faible quantité, probablement à cause d'erreur de pasteurisation (couple temps/température) ou dans les mesures de nettoyage (**Aggad et al., 2009**).

Les toxi-infections alimentaires à staphylocoques sont caractérisées par des vomissements violents et répétitifs survenant en 30 minutes à 8 heures après l'ingestion. La maladie est de courte durée mais très éprouvante et spectaculaire. Elle est bénigne chez l'adulte en bonne santé mais peut être plus grave chez le jeune enfant et les personnes âgées (**Brisabois et al., 1997**). Elles se manifestent en plus des vomissements par des coliques violentes, accompagnées de nausées et suivies d'une diarrhée incoercible avec possibilité de perte de conscience (**Adjaine et Amiri., 2013**).

S. aureus produit plusieurs facteurs de virulence, incluant les entéro-toxines (SEA à SEE et SEG à SEQ), et autres toxines, comme toxine exfoliative A et B, et toxine du syndrome du choc toxique (TSST-1). La toxi-infection alimentaire staphylococcique est reconnue comme une cause de ce qu'on appelle food-borne diseases (**Fagundes et al., 2010**).

L'infection par *S. aureus* est la maladie la plus économiquement importante des industries laitières (**Khakpoor et al., 2011**).

Le contrôle de cet agent pathogène dans le lait reconstitué pasteurisé nécessite donc le développement du système de contrôle et de détermination des points critiques au niveau des centres de reconstitution et de pasteurisation afin de prévenir les épidémies staphylococciques.

D'une façon générale, la présence de ce pathogène dans un lait qui normalement presque ne le devrait pas constitue un risque pour la santé des consommateurs.

2.3.3. Coliformes totaux et fécaux

2.3.3.1. Coliformes totaux

Les résultats de dénombrement des coliformes totaux ont montré une grande variabilité (grand écart type). Ils varient entre 0,0 ufc/mL et $2,4 \times 10^5$ ufc/mL. La charge moyenne obtenue est de $1,47 \times 10^4$ ufc/mL \pm $4,11 \times 10^4$ ufc/mL (tableau 41).

Tableau 41 : Résultats de dénombrement des coliformes totaux (lait reconstitué) (ufc/mL) (n=44).

Paramètre	Nombre d'échantillons contaminés	Prévalence (%)	Min	Max	Moyenne	Ecart type
coliformes totaux	19	43,18	00	240000,00	14680,8333	41111,80063

La figure 35 donne la prévalence de contamination des échantillons de lait reconstitué par les coliformes totaux.

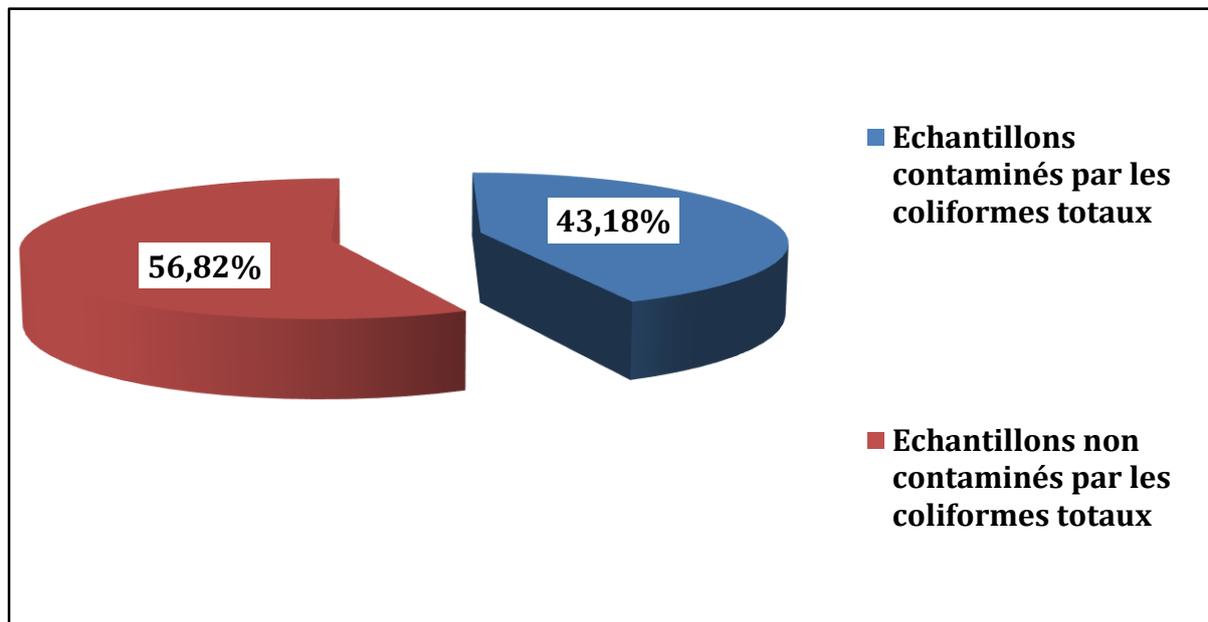


Figure 35 : Prévalence des coliformes totaux dans le lait reconstitué pasteurisé.

Les résultats de dénombrement des coliformes totaux ont montré une importante contamination. La charge moyenne ($1,47 \times 10^4$ ufc/mL \pm $4,11 \times 10^4$ ufc/mL) obtenue est nettement supérieure à la norme préconisée par la réglementation algérienne en vigueur, qui exige un seuil de contamination par les coliformes totaux de 1 ufc/mL à la

sortie de l'usine et de 10 ufc/mL à la vente (**JORADP., 1998**). Ainsi, sur 44 échantillons testés, 25 (56,82 %) se sont révélés conformes à la norme établie. En revanche, 19 échantillons (43,18 %) se sont montrés contaminés par les coliformes totaux. Tous les échantillons contaminés ont présenté une charge bactérienne supérieure aux limites établies par la réglementation algérienne.

Différents résultats ont été rapportés par divers auteurs. En Algérie, **Aggad et al (2010)** rapportent une charge moyenne de $3,3 \pm 0,58$ ufc/mL, nettement inférieure à celle enregistrée dans notre étude. Au Brésil, **De-Oliveira et al (2012)** ont rapporté une moyenne nettement élevée qui est de $5,53 \times 10^{10}$ ufc/mL. En Bangladesh, **Saha et Ara (2012)** ont obtenu une charge moyenne en coliformes totaux de 13,12 ufc/mL. En Inde, **Parekh et Subhash (2008)** ont montré une contamination par les coliformes totaux de $2,5088 \pm 0,229286$ log ufc/ml.

Les résultats de dénombrement des coliformes totaux sont largement variables. Cette large variabilité pourrait s'expliquer par :

- L'eau de reconstitution n'est pas la même ;
- différences dans les pratiques hygiéniques durant la reconstitution, durant la pasteurisation et durant le conditionnement ;
- La température de conservation (chaîne de froid non respectée) en post-pasteurisation n'est pas la même.

Les coliformes sont détruits par la température de pasteurisation, donc le lait pasteurisé ne doit pas contenir ces germes. La présence de coliformes totaux dans le lait pasteurisé indique soit un défaut du processus de pasteurisation ou bien une contamination post-pasteurisation incluant une contamination dans le matériel de conditionnement ou un défaut dans les lactoducs (**Dey et Karim., 2013 ; Saxena et Rai., 2013**).

Le groupe des coliformes n'est pas une distinction taxonomique valide, mais fonctionnellement défini par la fermentation du lactose dans le test du colimétrie. Les coliformes peuvent être définis comme étant des bactéries Gram-négatif, oxydase-négative, aérobies ou anaérobies facultatives non formant de spores, capables de se multiplier en présence de sels biliaires, et qui fermentent le lactose pour produire l'acide

et le gaz à 37 °C pendant 48 heures pour les coliformes totaux et à 44,5 - 45,5 °C pendant 48 heures pour les coliformes fécaux **(Tortorello., 2003)**. Le groupe des coliformes consiste à des bactéries d'un nombre limité de genre, incluant fondamentalement *Escherichia*, *Klebsiella*, *Citrobacter*, *Serratia*, *Erwinia* et *Enterobacter* **(Novak et de-Almeida., 2002)**.

Le dénombrement des coliformes est un test qui permet d'estimer le nombre de bactéries qui ont une origine le fumier ou un environnement contaminé **(Dehinenet et al., 2013)**.

Les coliformes dans le lait est l'un des meilleurs indices pour juger sa qualité hygiénique **(Salman et Hagar., 2013)**. Le groupe des coliformes sont les plus largement appliqués en industrie alimentaire comme indicateurs d'hygiène et d'intégrité du processus de fabrication et pour la vérification du programme HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point) **(Tortorello., 2003)**.

Par définition, le groupe des coliformes totaux inclut des bactéries non sporulés, gram négatif, qui fermentent le lactose avec production d'acide et de gaz à des températures entre 32 et 37 °C **(Novak et de-Almeida., 2002)**.

La présence de coliformes totaux indique le non respect des bonnes pratiques d'hygiène durant la manipulation du lait. Elle constitue de ce fait, un signal d'alarme d'une possible présence de plus de microorganismes pathogéniques **(Novak et de-Almeida., 2002)**.

La présence de coliformes dans le lait est considérée comme une indication de la qualité initiale du produit **(Matak., 2004)**. Les coliformes sont définis comme étant un groupe de bactéries indicatrices (coliformes fécaux) de l'aptitude du lait pour la consommation **(Parekh et Subhash., 2008 ; Chatterjee et al., 2006 ; Srujana., 2011)**.

La présence de coliformes dans le lait cru n'indique pas nécessairement une contamination fécale directe du lait, mais constitue un indicateur d'une mauvaise pratique d'hygiène durant la traite et les manipulations ultérieures du lait **(Tortorello., 2003 ; El-Ziney et Al-Turki., 2007 ; Farougou et al., 2011 ; Batool et al., 2012 ; Katinan et al., 2012 ; Meshref., 2013 ; Yabrir et al., 2013)**.

Dans notre étude, leur présence constitue surtout un indice d'une mauvaise hygiène durant la reconstitution et les manipulations ultérieures (pasteurisation, conditionnement), et reflète aussi la mauvaise qualité hygiénique d'eau utilisée pour faire la reconstitution.

Les coliformes peuvent causer une rapide altération dans le lait. Ils fermentent le lactose du lait avec la production d'acide lactique et de gaz et peuvent aussi dégrader ses protéines (Lu *et al.*, 2013).

Les coliformes totaux sont considérés comme des organismes indicateurs de la qualité bactériologique du lait et de ses dérivés (Parekh et Subhash., 2008). Leur présence dans le lait indique une certaine forme de contamination (Saha et Ara., 2012 ; Dey et Karim., 2013).

2.3.3.2. Coliformes fécaux

Les résultats de dénombrement des coliformes fécaux sont largement variables (grand écart type). Ils varient entre 0,0 ufc/mL et $2,02 \times 10^4$ ufc/mL. La charge moyenne obtenue est de $1,26 \times 10^3$ ufc/mL \pm $3,74 \times 10^3$ ufc/mL (tableau 42).

Tableau 42 : Résultats de dénombrement des coliformes fécaux (lait reconstitué) (ufc/mL) (n=44).

Germe	Nombre d'échantillons contaminés	Prévalence (%)	Min	Max	Moyenne	Ecart type
coliformes fécaux	12	27,27	00	20233,33	1259,5455	3740,05357

La figure 36 donne la prévalence de contamination des échantillons de lait reconstitué par les coliformes fécaux.

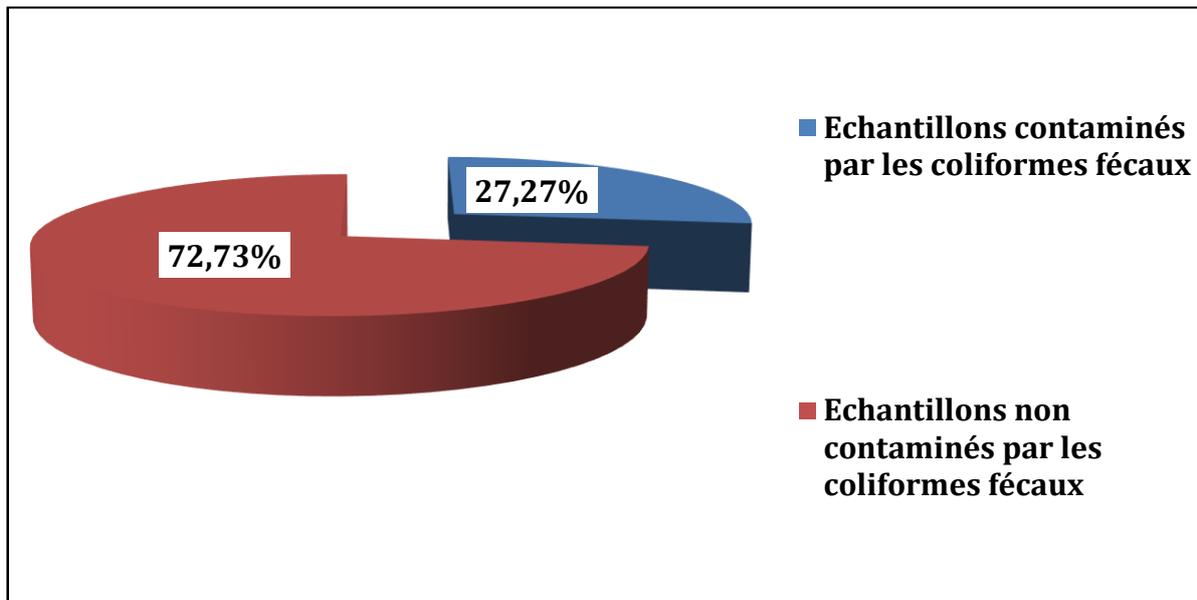


Figure 36 : Prévalence des coliformes fécaux dans le lait reconstitué pasteurisé.

Les résultats de la recherche et de dénombrement des coliformes fécaux ont montré une importante contamination des échantillons de lait. La charge moyenne ($1,26 \times 10^3$ ufc/mL $\pm 3,74 \times 10^3$ ufc/mL) obtenue est nettement supérieure de la norme préconisée par la réglementation algérienne en vigueur, qui exige que le lait pasteurisé soit exempt de coliformes fécaux (absence à l'usine et à la vente) (JORADP., 1998). Ainsi, sur 44 échantillons testés, 32 (56,82 %) se sont révélés conformes à la norme établie. En revanche, 12 échantillons (27,27 %) se sont révélés contaminés par les coliformes fécaux.

Différents résultats ont été rapportés par divers auteurs. En Algérie, Aggad *et al* (2010) rapportent une moyenne de 24 ± 47 ufc/mL dans le lait reconstitué pasteurisé et de $0,092 \pm 0,18$ ufc/mL dans le lait cru pasteurisé. Au Brésil De-Oliveira *et al* (2012) ont trouvé une charge moyenne de $7,16 \times 10^8$ ufc/mL, nettement supérieure de la charge enregistrée dans cette étude.

Les coliformes fécaux, sont un sous-groupe des coliformes totaux, dont l'habitat naturel est le tractus intestinal des animaux homéio-thermiques. Les coliformes fécaux sont capables de fermenter le lactose et produire de l'acide lactique et du gaz à 44,5 °C. Les coliformes fécaux peuvent indiquer plus précisément si les aliments ont été contaminés par la matière fécale. Les coliformes fécaux, indiquent plus fidèlement la présence

d'autres microorganismes qui sont trouvés en même temps avec *E. coli* dans la matière fécale **(Novak et de-Almeida., 2002)**.

La recherche de microorganismes indicateurs de la contamination d'origine fécale permet de juger l'état hygiénique d'un produit. La présence de coliformes fécaux est souvent associée à des entérobactéries pathogènes comme les *Salmonella*, les *Shigella*, les *Yersinia* et certains biotypes d'*E.coli* **(Bachtarzi., 2012)**. De même, la présence de coliformes fécaux indique usuellement une contamination fécale récente, parce que ces bactéries ne peuvent pas survivre en dehors des intestins pour un long temps et leurs nombre est généralement proportionnel au degré de pollution du produit par les fèces **(Aggad et al., 2010)**.

De-Oliveira et al (2012) ont trouvé des moyennes arithmétiques élevées en coliformes totaux et fécaux, et d'après eux ces niveaux élevés en ces bactéries dans un lait pasteurisé suggèrent que le processus de fabrication a été mal conduit, avec défaut soit dans le temps soit dans la température de pasteurisation, ou bien une contamination en post-pasteurisation durant le conditionnement **(De-Oliveira et al., 2012)**.

La qualité microbiologique du lait reconstitué pasteurisé enregistrée dans cette étude est non satisfaisante.

Le lait est un excellent aliment pour l'homme. Il constitue un milieu de culture pour la croissance des bactéries par sa richesse en divers nutriments (**Tasci, 2011 ; Afzal et al., 2011**). Ces bactéries ont pour origine des sources variées (lors de mammites, lors de la contamination durant la traite par les germes environnementaux ou les manipulations lors de la transformation du lait) (**Popescu et Angel., 2009**).

Les traitements thermiques dont la pasteurisation ont pour principal objectif de réduire la charge microbienne (flore totale) du lait mais également dans certains cas de modifier les caractéristiques structurales des protéines en vue d'améliorer certaines propriétés fonctionnelles (**Schuck., 2011**). Pour **Barbuddhe et Swain (2008)**, le principal but de la pasteurisation est de détruire les microorganismes indésirables et pathogéniques présents dans le lait et d'améliorer de ce fait sa qualité microbiologique. Etant donné la présence de FAMT, de coliformes totaux au delà des normes, des coliformes fécaux et parfois de *Staphylococcus aureus* dans les échantillons en nombre élevé, nous pouvons dire que la pasteurisation a été mal conduite (couple temps- température non respecté), la charge microbienne initiale est importante (l'eau utilisée pour faire la reconstitution est de mauvaise qualité microbiologique) ou une contamination post-pasteurisation (conditionnement). L'absence de FAMT dans les échantillons pourrait être le résultat d'un traitement thermique de stérilisation.

En outre, le dénombrement bactérien élevé observé dans les échantillons de lait pasteurisé pourrait être le résultat d'une défectuosité de la machine de pasteurisation (pasteurisateur), d'une contamination au cours de la pasteurisation par un pasteurisateur mal nettoyé, d'une contamination post-pasteurisation due au mauvais traitement thermique et aux conditions de manipulations et ou aux mauvaises pratiques hygiéniques par les employés concernés.

La présence de coliformes fécaux et *S. aureus* dans le lait pasteurisé pourrait résulter d'un défaut d'hygiène.

Aux causes précitées de cette mauvaise qualité microbiologique on doit s'accorder à la bonne qualité de la poudre de lait utilisée qui selon **FAO (1995)** doit répondre aux normes suivantes :

- Aptitude à la reconstitution de façon à obtenir facilement un liquide homogène, exempt de particules macroscopiques. Elle est sous la dépendance des propriétés de mouillabilité, de dispersibilité et de solubilité ;
- Absence de saveurs anormales (goût de cuit, de brûlé, de rance, etc.) ;
- Absence de germes pathogènes (salmonelles, staphylocoques), de toxines et de microorganismes capables de nuire à sa conservation ou à son utilisation ;
- Absence de substances anormales (antibiotiques) et de résidus divers provenant des conditions de production, de récolte et de conservation du lait initial ;
- Absence de modifications de la structure et de la composition physico-chimique pouvant nuire à sa valeur nutritionnelle et ses aptitudes technologiques.

Cette qualité de la poudre de lait qui constitue la matière première en industrie laitière du lait reconstitué dépend de la qualité du lait cru mise en œuvre, du traitement thermique du lait, de la méthode de concentration et de séchage et des conditions de stockage (**FAO., 1995**).

La présence de coliformes et de *Staphylococcus aureus* dans les produits pasteurisés est indicative d'une contamination post-pasteurisation (**Khayat et al., 1988**). Pour **Anderson et al (2011)**, le lait peut se contaminer par les manipulations insalubres après l'achèvement du processus de pasteurisation. **Garedew et al (2012)**, rapportent que les microorganismes peuvent survivre à la température de pasteurisation s'il y a un niveau élevé de contamination.

En industrie laitière, la présence de coliformes totaux et fécaux indique une pollution d'origine fécale ou une contamination due un échec technologique ou hygiénique (**Aggad et al.,2010**).

Divers auteurs ont rapporté que le lait pasteurisé peut être contaminé (**Aggad et al., 2010 ; De-Oliveira et al., 2012 ; Saha et Ara., 2012**).

Selon la **FAO (1995)**, le lait pasteurisé contient toujours une flore résiduelle (bactéries lactiques, germes saprophytes variés) dont l'importance est notamment liée à la charge

microbienne initiale. Son développement doit être empêché en réfrigérant le lait immédiatement et rapidement après chauffage à une température de 2 à 4 °C. Même à ces températures, le lait n'est pas complètement stabilisé en raison de la présence éventuelle de germes psychro-trophes thermorésistants. La poudre de lait importée est souvent jugée de bonne qualité sanitaire. Même si la poudre de lait a une activité de l'eau empêchant la multiplication des micro-organismes, et si l'action bactéricide des procédés utilisés est fiable, une recontamination (due à *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, levures, moisissures, etc.) peut survenir par la suite, notamment lors de l'humidification au stockage sur le lieu de vente et lors des manipulations.

II : ETUDE PHYSICO-CHIMIQUE ET HYGIENIQUE DU LAIT CRU

Le lait cru, aliment hautement nutritif par sa richesse en glucides, protéines, lipides, vitamines et sels minéraux, peut néanmoins représenter un danger pour le consommateur et l'industriel, spécialement quand il véhicule des bactéries pathogènes et des résidus d'antibiotiques.

1. QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE

Les caractéristiques physico-chimiques telles que la densité, l'extrait sec total, la matière grasse, l'extrait sec dégraissé, l'humidité, le pH, l'acidité titrable sont des importants paramètres dans l'étude de la composition physico-chimique et de l'aspect nutritionnel du lait.

1.1. TEMPERATURE

Le lait livré aux unités de pasteurisation (laiteries) arrive à une température qui oscille entre 05 °C et 25 °C avec une moyenne de 13,2 °C \pm 5,2 °C (tableau 43).

Tableau 43 : Valeurs de la température d'arrivé du lait cru (n=85).

Paramètre	Min	Max	Moyenne	Ecart type
Température (°C)	5,00	25,00	13,1882	5,18582

La figure 37 montre l'instabilité de la température de conservation du lait cru.

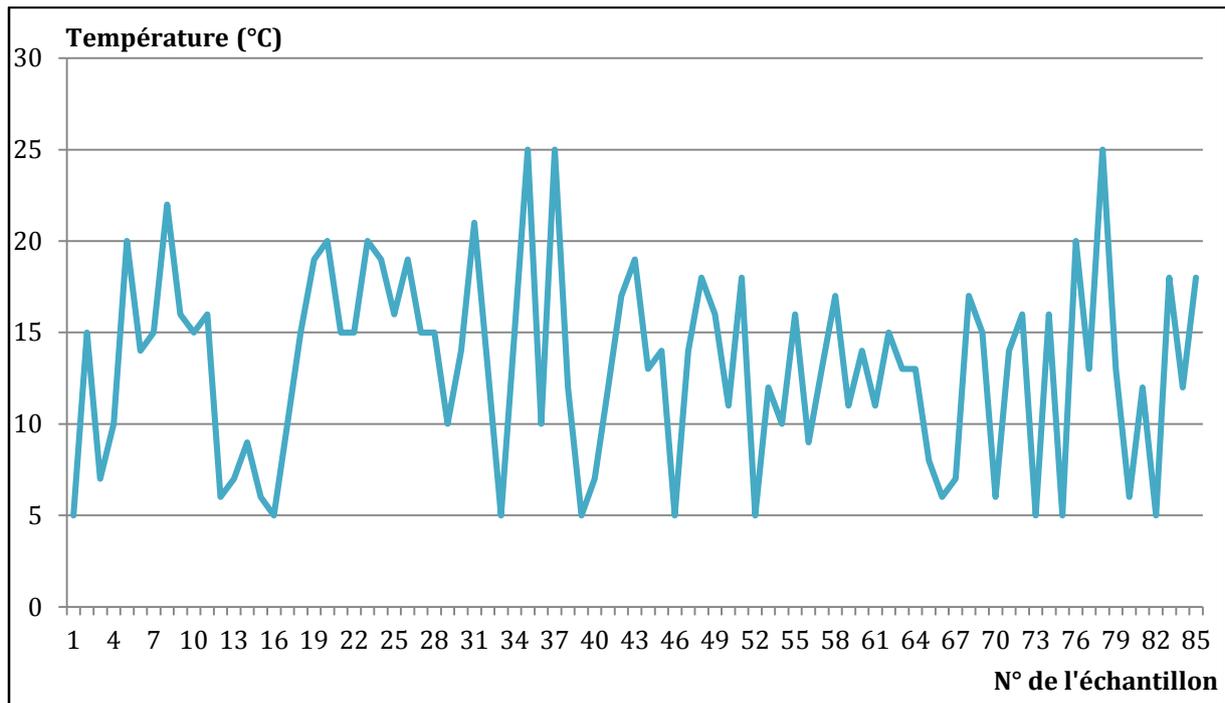


Figure 37 : Variations de la température de conservation du lait cru.

Les résultats obtenus indiquent comme pour le lait reconstitué pasteurisé le non respect voir absence totale de la chaîne de froid dans ce secteur, une situation qui compromet la stabilité et la qualité du lait.

La température idéale de la conservation du lait est de 6°C ou moins (**JORADP., 1993**). La température moyenne obtenue dans cette étude est nettement élevée par rapport à la norme algérienne. Ainsi, sur 85 échantillons étudiés, 14 (16,47 %) se sont révélés conformes. 71 (83,53 %) ont présenté une température supérieure à la norme de 6°C.

Les températures de conservation du lait cru dans les citernes de transport sont largement variables (grand écart type). Cette large variabilité pourrait être due à plusieurs raisons dont les plus probables sont :

- Défectuosité de certaines citernes de collecte (système de réfrigération défaillant) ;
- Les citernes utilisées pour la collecte ne sont pas équipées d'un système de réfrigération (il s'agit peut être de citernes isothermes) ;
- La durée de transport depuis les lieux de collecte vers la laiterie est longue (encombrement de la route ou grande distance séparant les lieux de collecte de la

laiterie) associée avec un système de réfrigération défaillant et/ou des citernes isothermes.

- Le lait collecté est un lait de la traite du matin qui n'a pas été suffisamment refroidi avant sa collecte.

Différentes températures de conservation du lait cru ont été rapporté par divers auteurs. La température moyenne obtenue (13,2 °C) dans cette étude est presque le double de celles enregistrées par **Mehnoune et Ferhouf (2015)** dans le lait cru de collecte des régions d'Ain Defla, Chleff et Médéa et qui sont respectivement de 7,33 °C, 7,84 °C et 7,00 °C et de celle rapportée par **Adjlane-Kaouche et al (2014)** dans le lait de récolte des régions du centre algérien (Alger, Blida, Bouira, Boumerdes et Tizi Ouzou) qui est de 8,8 °C.

Cette température moyenne est comparable à celles enregistrées au Maroc dans le lait cru à la ferme, de 13,4 °C pour **Sraïri et Hamama (2006)** et de 14,1 °C pour **Hadrya et al (2012)**. Elle demeure largement faible à celle consignée en Côte d'Ivoire (31,9 °C) dans le lait des points de vente (**Kouamé-Sina et al., 2010**). Au soudan, des températures de 27,36 °C et 28,73 °C ont été rapportés par **Ammar Said Ahmad et al (2008)** dans le lait cru à la ferme et le lait cru à la vente respectivement. A Tchad, **Koussou et al (2007)** rapportent des températures de 43,30 °C par saison froide, de 44,90 °C par saison chaude et de 39,90 °C par saison pluvieuse. Au Cameroun, une moyenne de 29 °C dans le lait cru à la ferme a été enregistrée par **Edima et al (2013)**.

La température de conservation du lait, l'hygiène de la vache, l'environnement, les techniques de la traite, l'emballage, la période de transport et de stockage sont des facteurs qui peuvent affecter la qualité du lait (**AlTamim., 2013**). Si le lait cru n'est pas réfrigéré rapidement après la traite, les bactéries lactiques naturellement présents dans le lait vont se multiplier dans les 2 à 3 heures, transformant le lactose en acide lactique et le lait commence à s'acidifier (**Kurwijila., 2006**).

L'exposition du lait à une température élevée durant le transport contribue dans l'altération du lait et des produits laitiers (**Kouamé-Sina et al., 2010**).

Il est important de rappeler qu'à la température ambiante, le lait peut être stocké seulement 3 heures immédiatement après la traite. Par contre, la durée de conservation

du lait peut être prolongée jusqu'à 24 heures en le réfrigérant à 5 °C (**Barbuddhe et Swain, 2008**). **Yuen et al (2012)**, rapportent qu'un retard dans la livraison du lait cru vers les centres laitiers associé avec une impossibilité de faire baisser la température du lait cru (4 à 5 °C) pourrait être nuisible pour la qualité du lait cru, ce qui a pour conséquence une prolifération rapide de la charge microbienne présente dans le lait dans un temps court.

Le temps de refroidissement a une influence majeure sur la charge microbienne du lait cru. Le lait doit être refroidi à une température de 4 °C ou moins le plus vite possible dès qu'il quitte la mamelle. Il doit être refroidi à cette température dans les 3,5 heures dès le début de la traite (**Ammar et al., 2010**). La charge bactérienne s'élève rapidement une fois la température du lait dépasse les 4 °C. La réfrigération est le moyen le plus important pour le maintien de la qualité du lait dès qu'il quitte la mamelle (**Ammar et al., 2010**).

La température du lait est classée parmi les critères de rejet du lait cru. Ainsi et dans certains pays tel que l'U.S.A. un lait cru qui arrive aux centres laitiers avec une température de plus de 42 °F (5,55 °C) est rejeté et n'est plus retenu pour la consommation (**Popescu et Angel., 2009**). Au Canada, un lait à la ferme avec une température supérieure à 4 °C est rejeté et n'est plus accepté pour la collecte, de même un lait qui arrive à l'usine avec une température supérieure à 6 °C est rejeté et n'est plus déchargé (**Grenon et al., 2004**).

1.2. DETERMINATION INSTRUMENTALE DU PH

L'étude a porté sur 45 échantillons prélevés des citernes des collecteurs livrant le lait à la laiterie 1. Les résultats de la détermination du pH ne sont pas variables (écart type très faible). Ils varient entre 6,18 et 6,53 (tableau 44). La moyenne obtenue est de 6,44 ± 0,072.

Tableau 44 : Résultats du pH du lait cru (n=45).

Paramètre	Min	Max	Moyenne	Ecart type
pH	6,18	6,53	6,4402	0,07225

La figure 38 donne la répartition des échantillons de lait cru en fonction du pH.

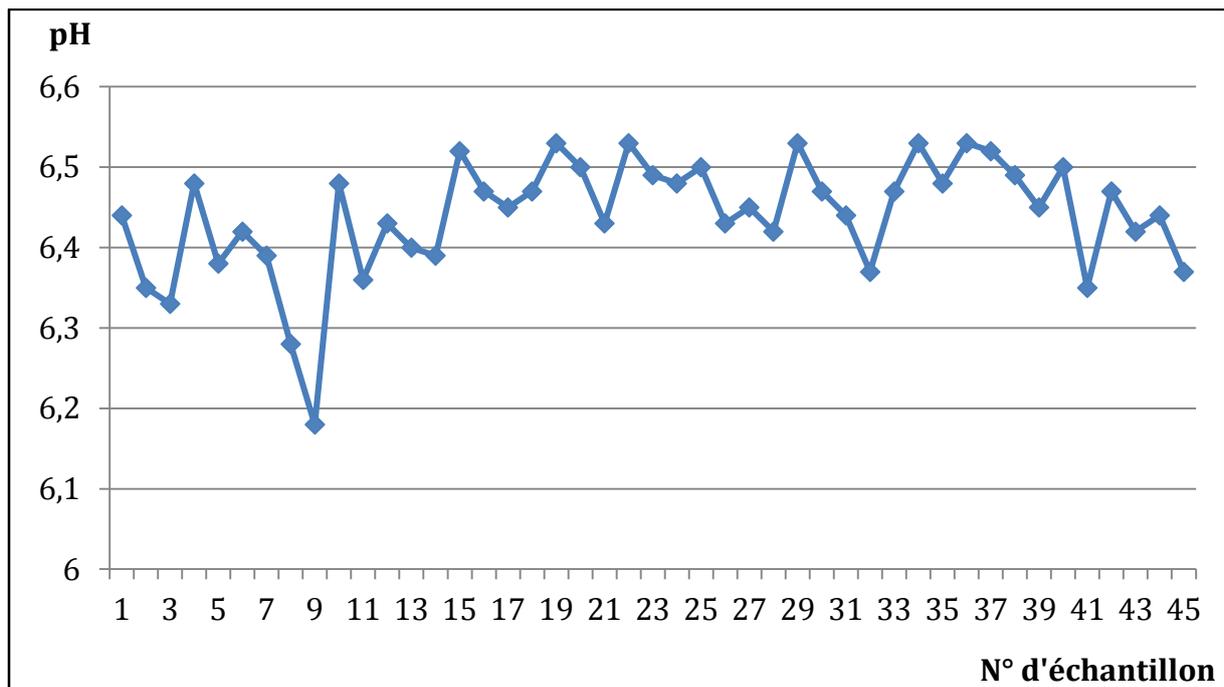


Figure 38 : Répartition des échantillons de lait cru selon le pH.

En Belgique, le pH d'un lait normal de vache est compris entre 6,5 et 6,7 (**Hanzen., 2010**). La norme française du pH est de 6,6 à 6,8 (**Harper et Hall., 1976** cités par **Tourette et al., 2002**). La valeur moyenne du pH (6,44) obtenue dans notre étude est non conforme par rapport aux deux normes suscitées. La totalité des échantillons (100%) se trouvent en dessous de la norme française et près de 78 % sont en dessous de la norme belge. Aucun pH supérieur à 6,7 n'a été observé.

Le pH moyen obtenu tend vers un pH acide malgré un nombre normal en degré Dornic (c'est-à-dire d'acidité) ; ce qui confirme qu'il n'y a pas de relation directe entre le pH et l'acidité Dornic en raison du pouvoir tampon du lait (**Tourette et al., 2002**).

La valeur moyenne du pH (6,44) obtenue dans notre étude demeure acide comparée aux valeurs rapportées en Algérie par divers auteurs : $6,62 \pm 0,03$ pour **Adjlane-Kaouche et al (2014)** dans le lait de collecte des régions du centre algérien (Alger, Blida, Bouira, Boumerdes et Tizi Ouzou), $6,56 \pm 0,54$ pour **Salhi et Medjoudj (2013)** dans le lait de collecte de la région de Bejaïa. Des pH de l'ordre de 6,65, 6,67 et 6,67 ont été observés respectivement dans le lait cru de collecte des régions d'Ain Defla, Chleff et Médéa (**Mehnoune et Ferhoul., 2015**).

Des valeurs moyennes variées de pH ont rapporté par divers auteurs dans différents pays. En Tunisie, **Sboui *et al* (2009)** ont rapporté un pH de $6,56 \pm 0,24$ dans le lait de vache et de $6,41 \pm 0,18$ dans le lait camelin. Des pH moyens de 6,55 et 6,26 ont été rapportés respectivement par **Labioui *et al* (2009)** et **Ouazzani Taybi *et al* (2014)** au Maroc. Au Nigéria, un pH de 6,6 a été enregistré par **Ademola et Effiong (2013)** dans le lait cru de mélange, des pH de 6,59 et de 6,75 ont été observés dans le lait cru des races bovines Jersiaise et Holstein respectivement par **Fayeye *et al* (2013)**. Au Sénégal, un pH de 6,5 a été rapporté par **Diouf *et al* (2012)**. En Turquie, le pH du lait cru de la région de Burdur a été étudié et une moyenne de $6,7462 \pm 0,0361$ a été observé (**Tasci., 2011**). Au Pakistan, des pH de $6,76 \pm 0,51$ et de $6,64 \pm 0,02$ ont été rapportés respectivement par **Imran *et al* (2008)** et par **Asif et Sumaira (2010)**. En Bangladesh, un pH de $6,6 \pm 1,1$ a été rapporté par **Abou Donia *et al* (2010)**.

Les variabilités observées dans les valeurs moyennes du pH dans ces études sont liées au climat, au stade de lactation, à la disponibilité alimentaire, à l'apport hydrique, à l'état de santé des vaches et aux conditions de la traite (**Labioui *et al.*, 2009 ; Siboukeur et Siboukeur., 201 ; Ouazzani Taybi *et al.*, 2014**).

La collecte du lait cru en Algérie est assurée par des collecteurs qui utilisent des citernes inadaptées pour le transport du lait. De ce fait, le lait reste longtemps à une température ambiante très élevée (système de réfrigération absent ou défaillant). Ce qui pourrait expliquer en partie les résultats obtenus du pH.

Une température élevée associée avec une absence de chaîne de froid font qu'un produit laitier avec une forte contamination à l'origine, s'acidifie entre 12 et 24 heures (**Bonfoh *et al.*, 2002**).

1.3. ACIDITE TITRABLE

L'étude a porté sur 45 échantillons prélevés des citernes des collecteurs livrant le lait à la laiterie 1. Les résultats de la détermination de l'acidité ne sont pas variables. Ils varient entre 15 °D et 18 °D avec une moyenne de $16,64 \text{ °D} \pm 0,712 \text{ °D}$ (tableau 45). Sur 45 échantillons testés, 39 (86,67 %) ont une acidité de 16 °D ou 17 °D, 4 (8,89 %) ont une acidité 18 °D et 2 (4,44 %) ont acidité de 15 °D (tableau 46).

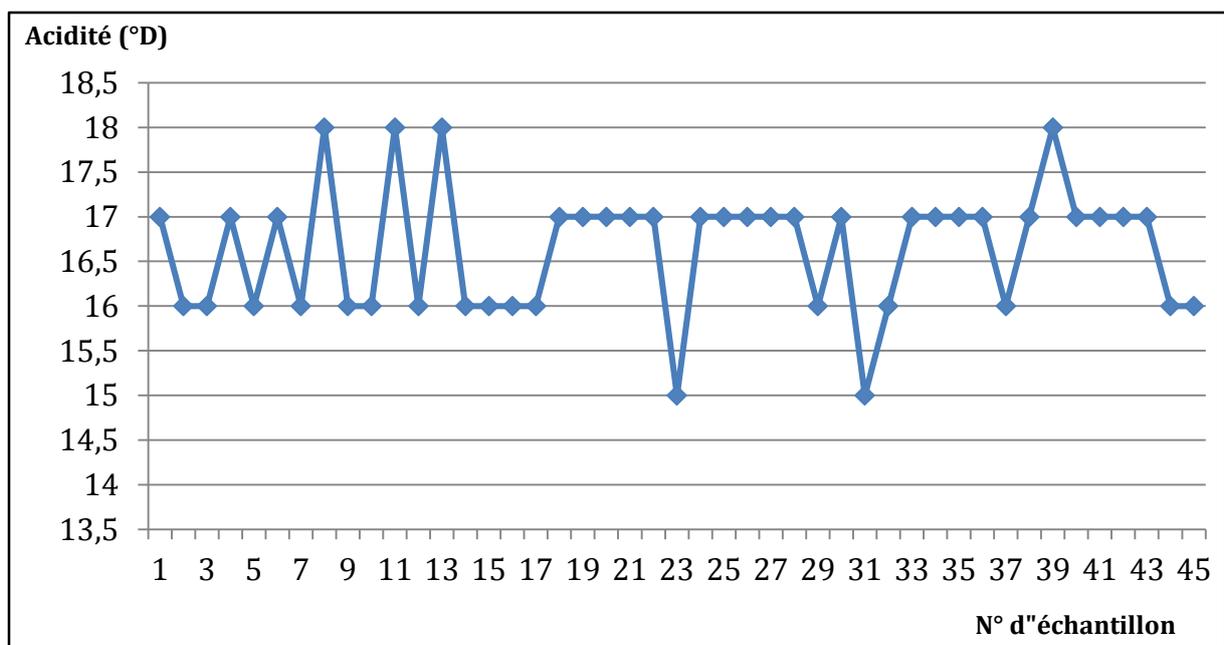
Tableau 45 : Résultats de détermination de l'acidité Dornic du lait cru (n=45).

Paramètre	Min	Max	Moyenne	Ecart type
Acidité (°D)	15,00	18,00	16,6444	0,71209

Tableau 46 : Fréquence des échantillons de lait cru en fonction de leurs acidités.

Acidité	15°D	18°D	16°D ou 17°D
N	2	4	39
Pourcentage (%)	4,44	8,89	86,67

La figure 39 donne la répartition des échantillons de lait cru en fonction des résultats de l'acidité.

**Figure 39** : Répartition des échantillons de lait cru selon leurs acidités Dornic.

La valeur moyenne obtenue est en accord avec les normes recommandées par la législation algérienne qui préconise un maximum de 18 °D (JORADP., 1993).

La valeur moyenne de l'acidité (16,64 °D) obtenue dans notre étude est comparable aux valeurs rapportées en Algérie par divers auteurs : de 17 °D dans le cru de mélange et de 17,36 °D dans le lait cru individuel pour Aggad *et al* (2009), de 16,4 °D pour Salhi *et*

Medjoudj (2013) dans le lait cru de collecte de la région de Bejaia, de 17,8 °D pour **Bachtarzi et al (2015)** dans le lait cru de collecte de la région de Constantine. Des acidités moyennes de l'ordre de 15,53 °D, 15,38 °D et 15,38 °D ont été enregistrées respectivement dans le lait cru de collecte des régions d'Ain Defla, Chleff et Médéa (**Mehnoune et Ferhoul., 2015**).

Au Maroc, des acidités titrables de 16,75 °D et 15,40 °D ont été rapportées par **Labioui et al (2009)** et **Ouazzani Taybi et al (2014)** respectivement. Au Sénégal, **Diouf et al (2012)** ont obtenu une acidité Dornic de 16,5 °D. En Roumanie, des acidités de 18,75 °D, de 18,58 °D et de 18,25 °D ont été enregistrées par **Dănuț-Mocanu et al (2011)** dans le lait cru de Schela, de Branesti et de Barbosi respectivement. En Égypte, une acidité moyenne de 18 °D a été observée par **Meshref (2013)**. Au Pakistan, **Asif et Sumaira (2010)** ont rapporté une acidité titrable de 0,17 %.

L'acidité du lait peut donner une indication de sa qualité. Une acidité élevée est l'indice d'une contamination microbienne élevée et/ou d'une activité enzymatique intense (**Filimon et al., 2011**).

Le lait cru de vache peut résister au traitement thermique lorsque son acidité est comprise entre 0,16 et 0,18 % (16 et 18 °Dornic) (**Diouf et al., 2012**). Toute augmentation de la valeur de l'acidité est liée à l'action des bactéries sur les sucres du lait entre autre le lactose (**Karthikeyan et al., 2012**).

Les valeurs de l'acidité comme pour celles du pH dépendent essentiellement de la teneur en caséine, en sels minéraux et en ions mais aussi des conditions hygiéniques lors de la traite, de la flore microbienne totale et son activité métabolique et enfin de la manutention du lait (**Labioui et al., 2009 ; Ouazzani Taybi et al., 2014 ; Seme et al., 2015**).

Dans cette présente étude les valeurs de l'acidité et celles du pH ne sont pas corrélées ($r=0,0325$) (tableau 47). Cela pourrait s'expliquer par l'addition d'eau, de glace ou de conservateurs chimiques pour augmenter la durée de conservation du lait (**Javaid et al., 2009**) ou par le pouvoir tampon naturel du lait (**Tourette et al., 2002**).

Tableau 47: Corrélation entre le pH et l'acidité (lait cru) ($r=$) ($n=45$).

	pH	Acidité
pH	1	
Acidité	0,0325	1

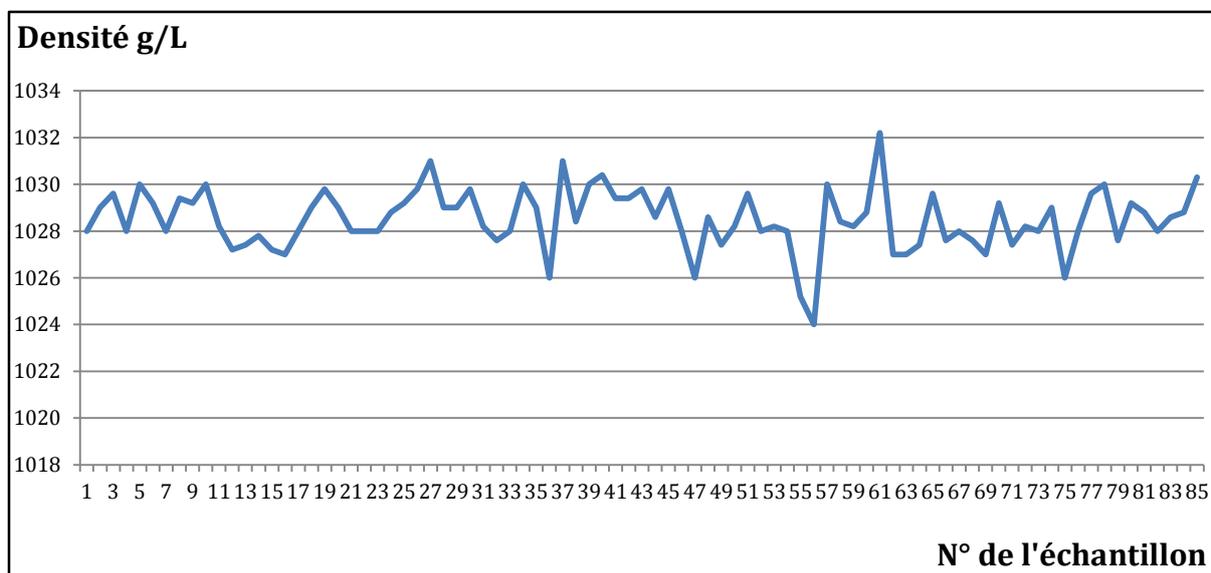
1.4. DENSITE

La détermination de la densité a porté sur 85 échantillons de lait cru. Les résultats obtenus sont légèrement variables (écart type faible). Ils varient entre 1024 g/L et 1032,2 g/L (tableau 48). La densité moyenne est de 1028,516 g/L \pm 1,3001 g/L.

Tableau 48 : Résultats d'analyse de la densité (lait cru) ($n=85$).

Paramètre	Min	Max	Moyenne	Ecart type
Densité (g/L)	1024	1032,2	1028,516	1,3001

La figure 40 montre la variation de la densité du lait cru en fonction des échantillons.

**Figure 40 :** Variation de la densité du lait cru en fonction des échantillons.

La valeur moyenne de la densité (1028,516 g/L) obtenue dans cette étude est légèrement en dessous de la norme algérienne qui exige que la densité du lait cru de la vache à 20 °C soit comprise entre 1030 g/L et 1034 g/L (JORADP., 1993). Sur 85

échantillons testés, 11 (12,94 %) se sont révélés conformes. Par contre 74 (87,06%) ont présenté une densité en dessous de 1030 g/L. Aucun n'échantillon n'a montré une densité supérieure à 1034 g/L.

Selon sa densité, le lait peut être classé de la manière suivante :

- Lait mouillé (dilué) : si la densité est inférieure à 1030 g/L ;
- Lait normal : si la densité est comprise entre 1030 g/L et 1034 g/L ;
- Lait écrémé : si la densité est supérieure à 1034 g/L.

Le tableau 49 donne la prévalence de mouillage et d'écrémage des échantillons de lait cru en se référant à la norme algérienne.

Tableau 49 : Prévalence de mouillage et d'écrémage (lait cru) en se référant à la norme algérienne (n=85).

Densité du lait	Mouillée (<1030)	Normale (1030 - 1034)	Ecrémée (>1034)
Nombre d'échantillons	74	11	00
Prévalence (%)	87,06	12,94	00
Moyenne (g/L)	1,0282297	1,0304455	/

La figure 41 donne la répartition des échantillons de lait cru selon la densité en se référant à la norme algérienne.

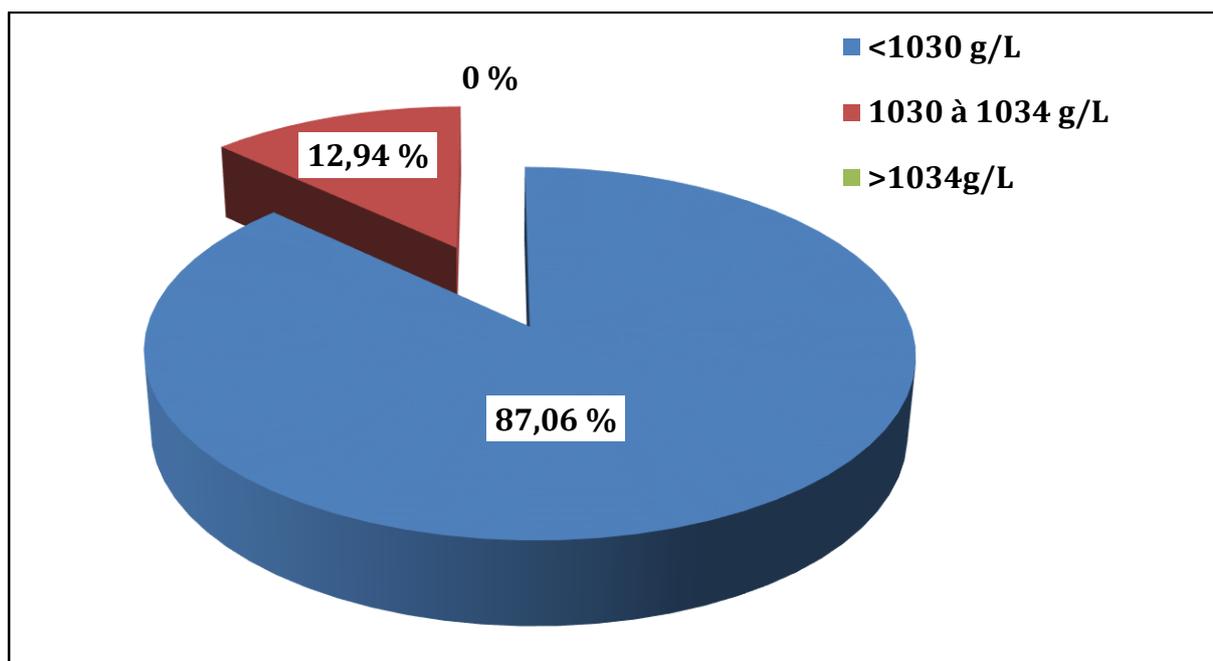


Figure 41 : Répartition des échantillons de lait cru selon la densité en se référant à la norme algérienne.

La **FAO (1995)** recommande une densité comprise entre 1028 g/L et 1033 g/L, donc la moyenne obtenue par rapport à cette norme est conforme. Sur 85 échantillons testés, 65 (76,47 %) ont la moyenne établie par la FAO et 20 (23,53 %) ont une densité en dessous de cette norme. Aucun échantillon n'a montré une densité supérieure à 1033 g/L (tableau 50).

Tableau 50 : Prévalence de mouillage et d'écémage en se référant à la norme FAO (1995) (n=85).

Densité du lait	Mouillée (<1028)	Normale (1028 - 1033)	Ecrémée (>1033)
Nombre d'échantillons	20	65	00
Prévalence (%)	23,53	76,47	00
Moyenne (g/L)	1,02687	1,0290231	/

La figure 42 donne la répartition des échantillons de lait cru selon la densité en se référant à la norme FAO (1995).

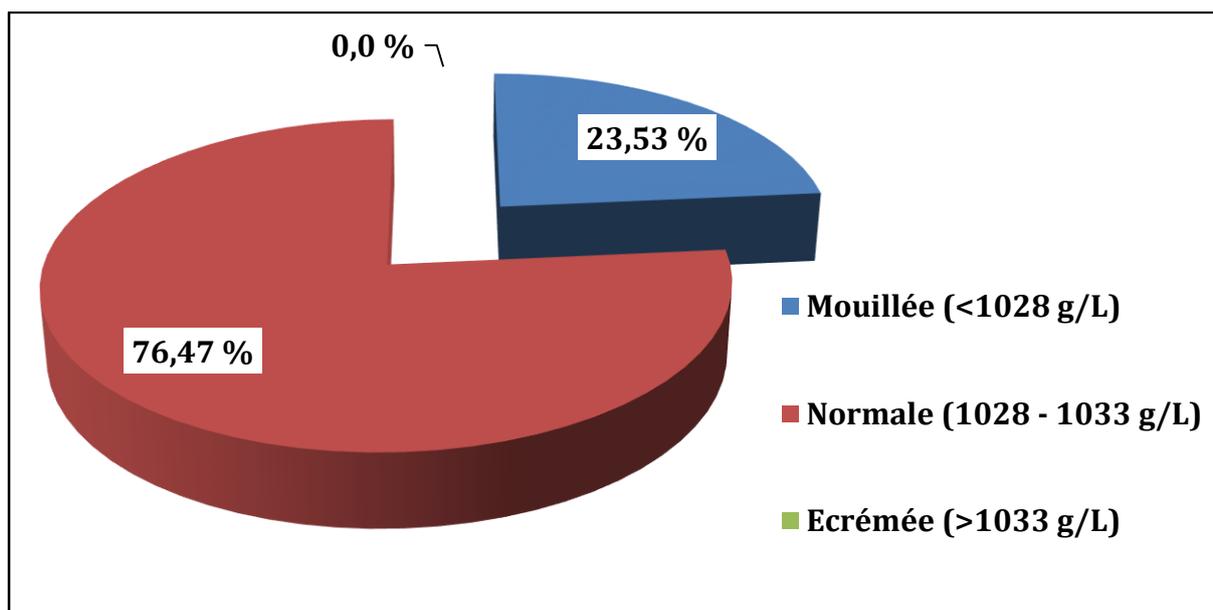


Figure 42 : Répartition des échantillons de lait cru selon la densité en se référant à la norme FAO (1995).

La valeur moyenne de la densité (1028,516 g/L) obtenue dans notre étude est comparable aux valeurs rapportées en Algérie par divers auteurs : de 1029 g/L pour **Bachtarzi et al (2015)** dans le lait de collecte de la région de Constantine et **Aggad et al (2009)** dans le lait de collecte de la région de Tiaret et des valeurs de 1030,41 g/L, 1030,36 g/L et 1030,36 g/L dans le lait cru de collecte des régions d'Ain Defla, de Chleff et de Médéa enregistrées respectivement par **Mehnoune et Ferhoul (2015)**. Mais elle demeure faible par rapport à la valeur moyenne de 1033 g/L rapportée par **Salhi et Medjoudj (2013)**.

Au Maroc, **Sraïri et Hamama (2006)**, **Labioui et al (2009)** et **Ouazzani Taybi et al (2014)** ont rapporté respectivement des densités de 1027,8 g/L, 1029,7 g/L et de 1029,1 g/L. En Tunisie, une valeur moyenne de 1028 g/L a été enregistrée par **Sboui et al (2009)**. En Turquie, **Tasci (2011)** trouve une moyenne de 1027,6 g/L. En Roumanie des densités de 1029 g/L, 1027 g/L et 1026 g/L ont été enregistrées par **Dănuț-Mocanu et al (2011)** dans le lait cru de Schela, de Branesti et de Barbosi respectivement. Au Pakistan, **Asif et Sumaira (2010)** rapportent une densité de 1029 g/L.

Les faibles valeurs de la densité du lait observées dans cette étude ont révélé l'existence de pratique de mouillage du lait par les producteurs et/ou par les collecteurs pour augmenter les volumes commercialisés. Cette pratique réduit la qualité nutritive du lait,

notamment sa teneur en matière sèche et en cendres totales, et augmente les risques de contamination.

La densité du lait dépend de la teneur en matière sèche, en matière grasse, de l'augmentation de la température et des disponibilités alimentaires (**Labioui et al., 2009**). La densité du lait est principalement liée à la quantité d'eau présente dans le lait (**Imran et al., 2008**). La densité du lait est liée à sa richesse en matière sèche. Une densité trop élevée est révélatrice d'un écrémage du lait (**Bouzidi et al., 2012**).

La densité dépend directement de la teneur en matière sèche qui est liée fortement à la fréquence de l'abreuvement (**Siboukeur et Siboukeur., 2012**).

1.5. MATIERE GRASSE

La détermination du taux de la matière grasse a porté sur 85 échantillons de lait cru. Les résultats obtenus montrent que le taux butyreux se situe entre 24 g/L et 37 g/L avec une moyenne de 31,45 g/L \pm 2,32 g/L (tableau 51). Ces résultats sont largement variables vu que l'écart type obtenu est élevé.

Tableau 51 : Résultats d'analyse de la matière grasse (lait cru) (n=85).

Paramètre	Min	Max	Moyenne	Ecart type
Matière grasse (g/L)	24,00	37,00	31,4471	2,32356

La figure 43 montre la variation du taux de la matière grasse du lait cru en fonction des échantillons.

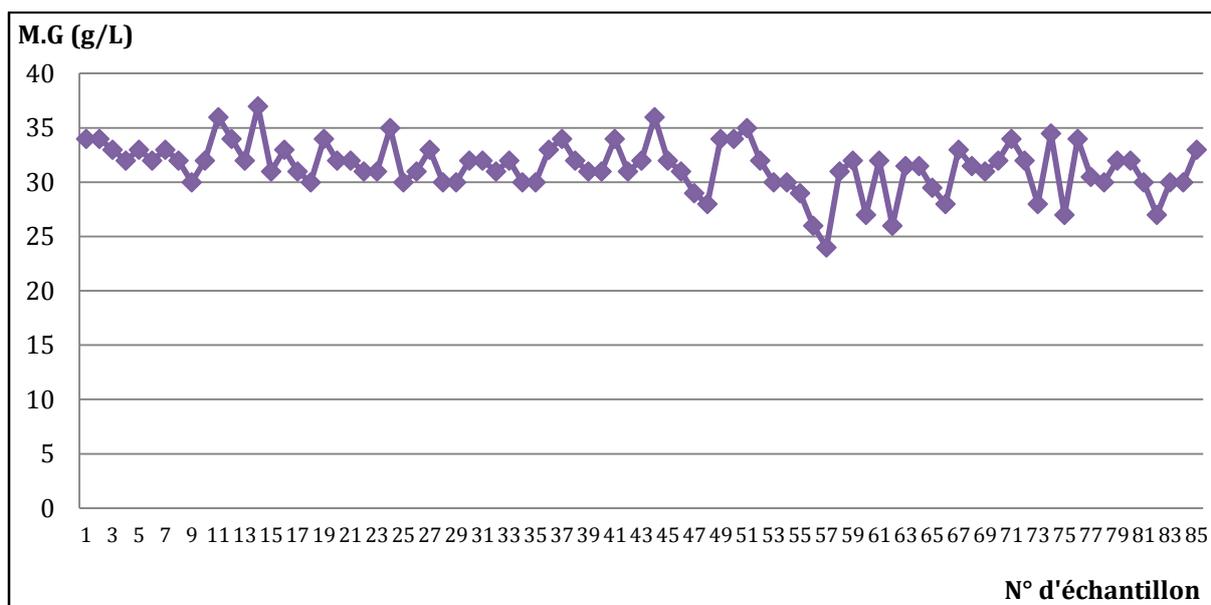


Figure 43 : Variation du taux butyreux du lait cru en fonction des échantillons.

La teneur moyenne en matière grasse (31,45 g/L) enregistrée dans cette étude est non conforme par rapport aux normes algériennes exigeant un seuil minimal de 34 g/L (**JORADP., 1993**). Sur 85 échantillons testés, 16 (18,82 %) se sont révélés conformes, 69 (81,18 %) se trouve en dessous du seuil de 34 g/L (tableau 52 et figure 44). Par contre, cette teneur moyenne en matière grasse est en accord avec l'intervalle de 28,5 à 32,5 g/L préconisé par l'AFNOR (**AFNOR., 2001**).

Tableau 52 : Répartition des échantillons selon la teneur en matière grasse en se référant à la norme algérienne (n=85).

Matière grasse du lait	<34g/L	≥ 34 g/L
N	69	16
Prévalence (%)	81,18	18,82
Moyenne (g/mL)	3,07	3,46

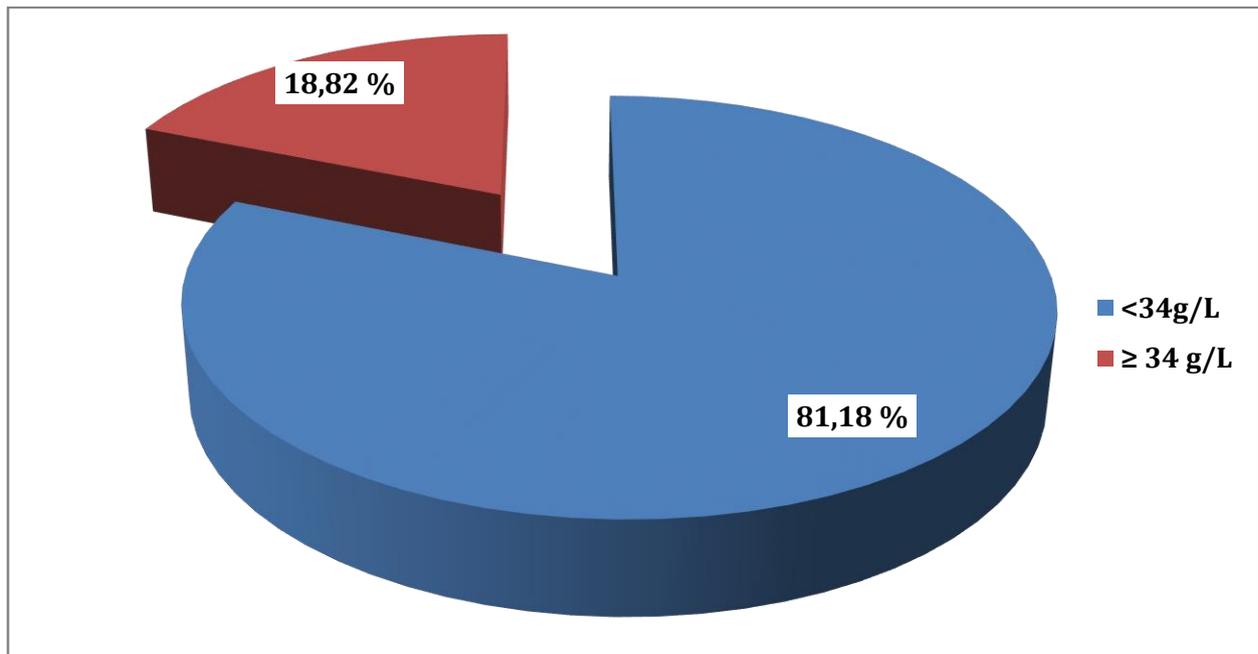


Figure 44 : Répartition des échantillons de lait cru selon la conformité de leur teneur en matière grasse.

La faible teneur de la matière grasse enregistrée dans plus de 80 % des échantillons testés est probablement en relation avec l'effet « dilution du lait », combiné à une alimentation basée principalement sur les fourrages pour combler le manque de concentrés (la période de notre étude fin printemps-début d'été) (**Hurtaud et al., 2010**). Ou avec la race FFPN des vaches exploitées dans les fermes à l'origine du lait collecté. Cette race avec un rendement laitier élevé, produit un lait avec un faible taux butyreux (**FAO., 1986 ; Kurwijila, 2006**). La matière grasse du lait de certaines races comme la Jersiaise et la Guernesey s'élèvent à 8 % ou plus, alors que celui obtenu à partir de la frisonne pie noire ne peut être que tout près de 3 % (**FAO., 1986**). **Khaskheli et al (2005)** rapportent que les vaches secrètent un lait fortement dilué avec une faible teneur en matière grasse durant les saisons chaudes. Il a été aussi remarqué que le lait d'été est d'une faible teneur en matière grasse que le lait d'hiver (**Bille et al., 2009**).

La valeur moyenne du taux de la matière grasse (31,45 g/L) obtenue dans notre étude est comparable aux valeurs rapportées en Algérie par divers auteurs : 30,9 g/L pour **Bachtarzi et al (2015)** dans le lait cru de collecte de la région de Constantine, 33,29 g/L, 32,04 g/L et 32,04 g/L enregistrées respectivement dans le lait cru de collecte des régions d'Ain Defla, de Chleff et de Médéa par **Mehnoune et Ferhoul (2015)**. En

revanche, elle demeure faible comparativement aux valeurs moyennes rapportées par **Salhi et Medjoudj (2013)** dans le lait de collecte de la région de Bejaïa et par **Adjlane-Kaouche et al (2014)** dans le lait cru de collecte des régions du centre algérien (Alger, Blida, Bouira, Boumerdes et Tizi Ouzou) qui sont respectivement de 35,45 g/L et de 35,01 g/L.

Des valeurs moyennes du taux butyreux similaires à celle enregistrée dans cette étude ont été rapportées par divers auteurs dans différents pays : de 31,4 g/L pour **Labioui et al (2009)** au Maroc, de 32,5 g/L pour **Sboui et al (2009)** en Tunisie, de 3,2 % pour **Abou Donia et al (2010)** en Bangladesh, de 33,75 g/L pour **Asadi-Dizaji et al (2012)** en Iran et de 31,64 g/L pour **Seme et al (2015)** au Togo. En revanche ce taux butyreux demeure faible comparativement à ceux enregistrés par : **Popescu et Angel (2009)** aux U.S.A (3,88 %), **Dehinenet et al (2013)** en Ethiopie (5,22 %), **Abd Elrahman et al (2009)** au Soudan (4,14 %), **Fagnani et al (2014)** au Brésil (3,97 %), **Hossain et Dev (2013)** en Bangladesh (4,3 %), **Ali Mansour et al (2012)** en Egypte (3,6 %), **Asif et Sumaira (2010)** au Pakistan (4,00 %), **Dănuț-Mocanu et al (2011)** en Roumanie (3,56 %), **Fayeye et al (2013)** au Nigéria (5,77 %) mais il demeure élevé comparativement avec ceux rapportés par **Diouf et al (2012)** au Sénégal (2,37 %) et par **Ali Mansour et al (2012)** en Egypte dans le lait vendu dans les magasins (2,8 %) et dans le lait vendu sur la voie publique (2,6 %).

La matière grasse est le principal constituant énergétique du lait (**Bauman et Griinari., 2003**), le nombre de calories qu'elle fournisse varie avec son taux (**FAO., 2013**). C'est le constituant qui subit plus de variation dans le lait des ruminants et qui détermine la valeur nutritionnelle, les propriétés physiques, les caractéristiques industrielles (qualité technologique) et les qualités organoleptiques du lait et des produits laitiers (**Bauman et Griinari., 2001**). En nutrition humaine ; la matière grasse du lait est caractérisée par sa grande digestibilité en comparaison avec celle des autres matières grasses d'origine animale (**Barłowska et al., 2009**).

La matière grasse du lait des ruminants constitue une part importante dans l'alimentation de l'homme dans beaucoup de pays du monde, particulièrement la matière grasse du lait de vache qui représente plus de 75 % de la consommation totale de la matière grasse ayant pour origine les ruminants (**Chilliard et al., 2000**).

Le taux butyreux du lait provenant d'une vache correctement nourrie se situe autour de 3,5 %. Mais il varie largement selon un certain nombre de facteurs tels que la race, l'alimentation, la saison, et l'intervalle entre les traites...etc. Le lait standard européen, contient 3,5 % de matière grasse. En U.K un taux inférieur à 3 % indique une adultération (addition d'eau) ou extraction de la matière grasse (écrémage), par contre un taux supérieur à 3 % indique le contraire. En U.S.A, un minimum fédéral de 3,25 % est exigé, mais certains états fixent des taux élevés **(FAO., 1986)**.

La matière grasse du lait est le constituant qui subit le plus de variation. Elle dépend de la race, de la saison, des conditions d'abreuvement et d'alimentation, de la période de lactation, du nombre de traite et du moment de la traite, des conditions climatiques, l'âge de la vache, la saison de naissance, l'état sanitaire et nutritionnel de la vache et région géographique **(Labioui et al., 2009 ; Pérez., 2011 ; Dănuț-Mocanu et al., 2011)**.

La région géographique, les conditions climatiques et la période de lactation sont connues comme des changements saisonniers affectant la composition du lait **(Pérez., 2011)**. Pour la saison, il a été noté que le taux butyreux augmente dans les périodes des courts jours **(Pérez., 2011)**. Il est établi qu'en dehors de la race, le moment de la traite influe sur le taux de matière grasse. En effet, la traite du matin donne une quantité plus importante de lait mais relativement pauvre en matière grasse **(Siboukeur et Siboukeur., 2012)**.

Le lait des vaches des régions tempérées produit en milieu chaud, contient moins de matière grasse, de matière azotée et de lactose **(Meyer et Denis., 1999 cités par Bouzidi et al., 2012)**.

Parmi les constituants basiques du lait, la matière grasse est de loin la plus affectée par la modification du régime alimentaire des vaches laitières. La teneur du lait en matière grasse dépend essentiellement des caractéristiques des fourrages tels que la structure physique et la teneur en énergie par unité du poids sec **(Jasińska et al., 2010)**. Pour **Bedouet (2006)**, la source la plus constante et la plus importante de la matière grasse pour le lait est constituée principalement par les acides gras du rumen, surtout les acides « en C2 » (acide acétique) et « en C4 » (acide butyrique). L'acide acétique est le

produit de la digestion de la cellulose. Sa production diminue lorsque la fibrosité de la ration baisse ou si la cellulose n'est pas bien digérée, lors d'abaissement du pH du rumen qui engendre une destruction de la flore cellulolytique. L'acide butyrique est le produit de la digestion des sucres dans le rumen. La lipolyse des graisses de réserve est une source non négligeable de matières grasses du lait. Elle est surtout élevée lors du premier mois de lactation, alors que le déficit énergétique est pratiquement inévitable. Des taux butyreux anormalement élevés ou anormalement bas par rapport au potentiel du troupeau constituent une alerte sérieuse. Le taux peut toutefois paraître normal alors qu'il existe des anomalies dans le troupeau, lors de grandes disparités individuelles.

Les taux butyreux les plus élevés sont (plus de 45g/kg) observés surtout chez les vaches en début de lactation, en raison d'un phénomène quasiment physiologique de mobilisation des graisses de réserve. Donc si les vêlages sont groupés et qu'une majorité des vaches sont en début de lactation au moment de l'examen des taux, le taux butyreux moyen peut être extrêmement élevé, mais dans cette étude, les vaches ayant pour origine de ce lait sont généralement en 2^{ème} ou 3^{ème} mois de lactation (vêlages de février à mars). Le taux butyreux diminue durant les 2 et 3 premiers mois de lactation (**Woldecherkos et Yitayal., 2003**).

Dans la région du Maghreb, les taux de la matière grasse et des protéines sont généralement acceptables, s'ils sont bas, il y a des conditions d'une alimentation insuffisante (**Sraïri et al., 2013**).

Un niveau élevé en SCC (Somatic Cell Count) entraîne une baisse de la teneur de la matière grasse et celle des autres constituants du lait (**Dohoo et Meek., 1982 ; Mikulec et al., 2012**).

Wyss et al (2011) rapportent que le taux de la matière grasse atteint son niveau bas durant les mois d'avril, Mai, Juin et Juillet, dans les deux systèmes d'élevages (libre et entravé).

Dans les systèmes de production intensive, une baisse de la teneur en matière grasse et en protéines est souvent observée (**Pérez., 2011**).

1.6. EXTRAIT SEC TOTAL

La détermination du taux de l'extrait sec total a porté sur 85 échantillons. Les valeurs moyennes de l'extrait sec total des différents échantillons étudiés en utilisant la formule de Richmond (FAO., 1986) et la formule de Richmond (Ling., 1963) sont respectivement de l'ordre de $11,68566 \% \pm 0,471241 \%$ et de $11,0428 \% \pm 0,46783 \%$ (tableau 53). Les résultats obtenus avec les deux formules ne sont pas variables (faible écart type). Ils varient entre $9,892 \%$ et $12,674 \%$ avec la formule de Richmond (FAO., 1986) et entre $9,26 \%$ et $12,03 \%$ avec la formule de Richmond (Ling., 1963)

Tableau 53 : Résultats de l'EST du lait cru selon la formule de Richmond (n=85).

EST (%)	Méthode utilisée		Min	Max	Moyenne	Ecart type
		Richmond	FAO 1986	9,892	12,674	11,68566
	Ling 1963		9,26	12,03	11,0428	0,46783

Les tests certifient que l'extrait sec total du lait obtenu demeure faible par rapport aux normes de 12% et de $13,7 \%$ établies respectivement par **Kittivachra *et al* (2006)** et **Pathak *et al* (2012)**.

La valeur moyenne du taux de l'extrait sec total obtenue avec la formule de Richmond (FAO., 1986) ($11,69 \%$) demeure comparable aux valeurs moyennes de $12,087 \%$, de $11,866 \%$ et de $11,866 \%$ rapportées par **Mehnoune et Ferhoul (2015)** en Algérie dans le lait cru de collecte des régions d'Ain Defla, de Chleff et de Médéa respectivement. Par contre, cette valeur demeure faible comparée à la moyenne de $125,28 \text{ g/L}$ enregistrée par **Salhi et Medjoudj (2013)** dans le lait cru de collecte de la région de Bejaia (Algérie).

Le taux d'extrait sec total obtenu dans cette étude est similaire à ceux enregistrés par divers auteurs dans différents pays : de $11,92 \%$ pour **Kittivachra *et al* (2006)** en Thaïlande, de $11,94 \%$ pour **Sboui *et al* (2009)** en Tunisie, de $11,75 \%$ pour **Labioui *et al* (2009)** au Maroc et de $11,56 \%$ pour **Dănuț-Mocanu *et al* (2011)** en Roumanie.

Des taux élevés ont été rapportés par différents auteurs : de 12,29 % pour **Ouazzani Taybi *et al* (2014)** au Maroc, de 12,10 % et de 12,42 % enregistrés respectivement par **Abou Donia *et al* (2010)** et **Hossain et Dev (2013)** en Bangladesh, de 13,40 % pour **Ndambi *et al* (2008)** au Cameroun, de 12,49 % pour **Fagnani *et al* (2014)** au Brésil et de 12,94 % pour **Asif et Sumaira (2010)** au Pakistan.

De faibles taux ont été enregistrés par d'autres auteurs : de 11,07 % pour **Popescu et Angel (2009)** aux U.S.A et de 10,57 % pour **Diouf *et al* (2012)** au Sénégal.

Cette différence des valeurs de l'extrait sec total pourrait être expliquée par les pratiques d'alimentation, par la race des vaches laitières à l'origine du lait et à la différence des méthodes utilisées pour déterminer l'EST.

1.7. HUMIDITE

La détermination du taux de l'humidité a porté sur 85 échantillons de lait cru. Les valeurs moyennes du taux de l'humidité des différents échantillons étudiés en utilisant la formule de Richmond (FAO., 1986) et la formule de Richmond (Ling., 1963) sont respectivement de l'ordre de 88,3143 % \pm 0,47124 et 88,9572 % \pm 0,46783 (tableau 54). Les résultats obtenus avec les deux formules ne sont pas variables (faible écart type). Ils varient entre 87,33 % et 90,11 % avec la formule de Richmond (FAO., 1986) et entre 87,97 % et 90,74 % avec la formule de Richmond (Ling., 1963).

Tableau 54 : Résultats de l'humidité du lait cru selon la formule de Richmond (n=85).

Humidité (%)	Méthode utilisée		Min	Max	Moyenne	Ecart type
	Richmond	FAO 1986	87,33	90,11	88,3143	0,47124
Ling 1963		87,97	90,74	88,9572	0,46783	

La valeur moyenne du taux de l'humidité obtenue avec la formule de Richmond (FAO., 1986) (88,31 %) demeure comparable à celle rapportée par **Seme *et al* (2015)** au Togo (88,67 %). En revanche, elle demeure élevée aux valeurs moyennes de 86,4 % et 86,8 % enregistrées respectivement par **Popescu et Angel (2009)** aux U.S.A et par **Imran *et al* (2008)** au Pakistan. En Egypte, des moyennes de 87,60 %, de 89,70 % et de 90,50 % ont été enregistrées respectivement dans le lait à la ferme, le lait vendu dans les magasins et le lait vendu sur la voie publique (**Ali Mansour *et al.*, 2012**). Au Nigéria, **Fayeye *et al***

(2013) rapportent des humidités de 81,23% et 83,80% dans le lait cru des races Jersiaise et Holstein respectivement.

La différence dans les taux de l'humidité du lait cru pourrait s'expliquer par les différences dans les races, dans l'alimentation et dans les méthodes utilisées pour déterminer le taux d'humidité.

1.8. EXTRAIT SEC DEGRAISSE

La détermination du taux de l'extrait sec dégraissé a porté sur 85 échantillons de lait cru. Les valeurs moyennes du taux de l'extrait sec dégraissé des différents échantillons étudiés en utilisant la formule de Richmond (FAO., 1986) et la formule de Richmond (Ling., 1963) sont respectivement de l'ordre de 8,54095 % \pm 0,338756 % et 7,8981 % \pm 0,33721 %. Les résultats obtenus avec les deux formules ne sont pas variables (écart type faible). Ils varient entre 7,292 % et 9,474 % avec la formule de Richmond (FAO., 1986) et entre 6,66 % et 8,83 % avec la formule de Richmond (Ling., 1963) (tableau 55).

Tableau 55 : Résultats de l'ESD du lait cru selon la formule de Richmond (n=85).

ESD (%)	Méthode utilisée		Min	Max	Moyenne	Ecart Type
	Richmond	FAO 1986	7,292	9,474	8,54095	0,338756
Ling 1963		6,66	8,83	7,8981	0,33721	

La détermination de l'extrait sec dégraissé avec la formule de Richmond est rapide mais seulement approximative. En pratique, l'utilisation de cette formule nécessite que la matière grasse soit déterminée avec la méthode de Gerber ou de Babcock (FAO., 1986).

Comme pour le lait reconstitué pasteurisé partiellement écrémé ; Il n'existe pas de normes algériennes pour cet important paramètre d'évaluation de la qualité physico-chimique du lait. Selon certains auteurs, le taux de l'extrait sec dégraissé du lait doit être de 8,25 % (Kittivachra *et al.*, 2006 ; Saha *et Ara.*, 2012). Pour d'autres auteurs l'extrait sec dégraissé doit être aux alentours de 8,5 % (Donkor *et al.*, 2007 ; Bille *et al.*, 2009 ; Javaid *et al.*, 2009 ; Faraz *et al.*, 2013). Pour Tasci (2011), il doit être au minimum de 8,9 %. La valeur légale de ce paramètre n'est pas fixe. Il diffère d'un pays à

l'autre. La valeur moyenne du taux de l'extrait sec dégraissé obtenue avec la formule de Richmond (FAO., 1986) (8,54 %) demeure conforme aux normes de 8,25 % et 8,5 % et non conforme avec la norme 8,9 %. En revanche, celle obtenue avec la formule de Richmond (Ling., 1963) (7,90 %) demeure non conforme avec les trois normes.

La valeur moyenne du taux de l'extrait sec dégraissé obtenue avec la formule de Richmond (FAO., 1986) (8,54095 %) demeure comparable aux valeurs moyennes rapportées en Algérie par divers auteurs : de 89,83 g/L (Algérie) pour **Salhi et Medjoudj (2013)** dans le lait cru de collecte de la région de Bejaia, de 8,807 %, de 8,643 % et de 8,643 % pour **Mehnoune et Ferhoul (2015)** dans le lait cru de collecte des régions d'Ain Defla, de Chleff et de Médéa respectivement.

Le taux d'extrait sec dégraissé obtenu dans cette étude est similaire à ceux enregistrés par divers auteurs dans différents pays : de 8,42 % pour **Kittivachra et al (2006)** en Thaïlande, de 8,8 % pour **Donkor et al (2007)** au Ghana, de 8,42 % pour **Tasci (2011)** en Turquie, de 8,7 % pour **Bille et al (2009)** en Afrique du Sud, de 8,44 % pour **Dehinenet et al (2013)** en Ethiopie, de 8,86 % pour **Popescu et Angel (2009)** aux U.S.A, de 8,58 % pour **Abd Elrahman et al (2009)** au Soudan, de 8,50 % pour **Dănuț-Mocanu et al (2011)** en Roumanie et de 8,69 % pour **Fayeye et al (2013)** au Nigéria. En revanche, il demeure faible comparativement avec le taux de 9,20 % rapporté par **Ndambi et al (2008)** au Cameroun.

1.9. ADULTERATION DU LAIT PAR L'EAU ET L'AMIDON

1.9.1. Taux de mouillage

Les résultats obtenus montrent que sur 85 échantillons testés, 40 (47,06 %) et 83 (96,47 %) se sont révélés adultérés à l'eau et ceux-ci en utilisant respectivement la formule Richmond (FAO., 1986) et la formule de Richmond (Ling., 1963). La prévalence élevée obtenue est liée à l'absence quasi-totale du contrôle de qualité par les pouvoirs publics. En appliquant la formule de Richmond décrite par la FAO, la quantité moyenne d'eau ajoutée est de 2,6697 % \pm 2,96587 %, variant entre 0,165 % et 14,212 % (tableau 56).

Tableau 56 : Résultats d'adultération du lait cru à l'eau (n=85).

E.A* (%)	Méthode utilisée		E.A.E**	Prévalence (%)	Min	Max	Moyenne	Ecart type
	Richmond	FAO 1986	40	47,06	0,165	14,212	2,6697	2,96587
Ling 1963		83	96,47	1,47	21,65	7,4053	3,61554	

* : Eau Additionnée, ** : Echantillons Adultérés à l'Eau.

Les vendeurs de lait recourent au mouillage du lait à l'eau (pratique frauduleuse) soit pour augmenter la durée de conservation du lait en ajoutant l'eau sous sa forme congelée (glaçons) pour maintenir la température du lait (**Batool et al., 2012 ; Shaikh et al., 2013**), soit pour augmenter leurs bénéfices de vente et dans ce cas la ils ajoutent l'eau sous sa forme liquide pour augmenter le volume du lait vendu (**Afzal et al., 2011 ; Batool et al., 2012 ; Shaikh et al., 2013**). Pour certains auteurs, une quantité d'eau sera présente indirectement dans le lait si les machines à traire et ou les tanks de conservation ne sont pas correctement séchés après le nettoyage et la stérilisation (**Csanádi et al., 2013**). Ce qui pourrait expliquer les résultats obtenus.

L'étude sur le lait cru a été conduite en début de la saison chaude, la quantité du lait produit par les éleveurs et fourni aux collecteurs sera diminuée presque de la moitié. Cela motiverait les éleveurs et les collecteurs à pratiquer le mouillage à fin de compenser le déficit entre la demande de la laiterie et l'offre.

Différents résultats d'adultération du lait à l'eau ont été rapportés par divers auteurs. En Bangladesh, **Hossain et Dev (2013)**, rapporte l'absence d'addition d'eau dans le lait cru qu'ils ont étudié. A Ghana, **Donkor et al (2007)**, ont enregistré un pourcentage de 18 %. En Turquie, 30 % des laits crus analysés par **Tasci (2011)** ont montré une adultération à l'eau. Au Pakistan, 100 % des échantillons analysés par **Shaikh et al (2013)** ont été trouvés mouillés à l'eau ; la moyenne de la quantité d'eau additionnée a été de $21,18 \pm 1,54$ % et $17,75 \pm 1,88$ % dans le lait vendu dans la cité de Hyderabad et dans ses régions limitrophes respectivement. Au Soudan, **Ahmad (2009)** a remarqué que 95 %

des échantillons analysés sont adultérés à l'eau. En Côte d'Ivoire, 50 % des laits cru en vente publique étaient mouillés à l'eau (**Kouamé-Sina *et al.*, 2010**).

L'addition d'eau au lait est la méthode la plus simple pour augmenter sa quantité (**Tasci., 2011**).

L'addition d'eau va non seulement changer la composition minérale du lait mais aussi changer son goût naturel et augmenter le risque de la croissance microbienne (**Batool *et al.*, 2012**).

Outre son incidence économique, le mouillage du lait peut constituer un danger pour la santé publique, vu que l'eau rajoutée peut être contaminée. Dans les pays appliquant un système de paiement selon la qualité du lait, un lait avec une grande quantité d'eau sera moins payé (**Tasci., 2011**).

Le lait de vache est le lait le plus fréquemment utilisé pour l'adultération à cause de sa production dominante dans le monde et à cause de son prix bas en comparaison avec le lait des autres espèces (**Borková et Snášelová., 2005**).

L'adultération est un acte dépréciant intentionnellement la qualité du lait offert pour la vente (**Afzal *et al.*, 2011 ; El-Loly *et al.*, 2013**). L'adultération est illégale du fait qu'elle altère la composition du lait et elle peut introduire des bactéries pathogènes et des substances chimiques dangereuses dans le lait (**Kurwijila., 2006 ; Abbas *et al.*, 2013**) et constitue de ce fait, un risque pour la santé publique (**Kumar *et al.*, 2000 ; Afzal *et al.*, 2011 ; El-Loly *et al.*, 2013**). Un lait adultéré avec les carbonates peut entraîner chez le consommateur des troubles gastro-intestinaux tels que l'ulcère gastrique, l'ulcère du colon, la diarrhée et troubles électrolytiques (**Abbas *et al.*, 2013**).

1.9.2. Adultération par l'amidon

La recherche de l'adultération du lait par l'amidon a porté sur 45 échantillons. Aucun échantillon ne s'est montré positif (tableau 57).

Tableau 57 : Résultats de dépistage de l'amidon dans le lait cru (n=45).

Réaction	Positive	Négative
N	00	45
Prévalence	0,0%	100%

Le lait ne contient normalement pas de l'amidon. Sa présence dans le lait indique qu'il y a une fraude. Cette pratique frauduleuse a pour principal objectif de masquer le mouillage tout en augmentant en parallèle la densité du lait et donc l'extrait sec total.

Des résultats similaires ont été rapportés par divers auteurs dans différents pays (**Mohammad *et al.*, 2007** ; **Bhattarai et Singha., 2010** ; **El-Loly *et al.*, 2013** ; **Faraz *et al.*, 2013** ; **Hossain et Dev., 2013** ; **Nirwal *et al.*, 2013**). Par contre des taux d'adultération du lait cru à l'amidon de 26,67 % et de 35,3 % ont été rapportés respectivement par **Abbas *et al* (2013)** au Pakistan et par **Ahmad (2009)** au Soudan.

L'explication qu'ont peut attacher à cette absence d'adultération du lait cru par l'amidon pourrait être liée au fait que ce type de fraude est méconnu par les éleveurs et les collecteurs ou parce que l'adultération du lait par l'eau revient moins chère que l'addition d'amidon. L'amidon est coûteuse et son homogénéisation avec le lait est difficile et ainsi peut être détecté facilement au niveau des laiteries.

2. QUALITE HYGIENIQUE

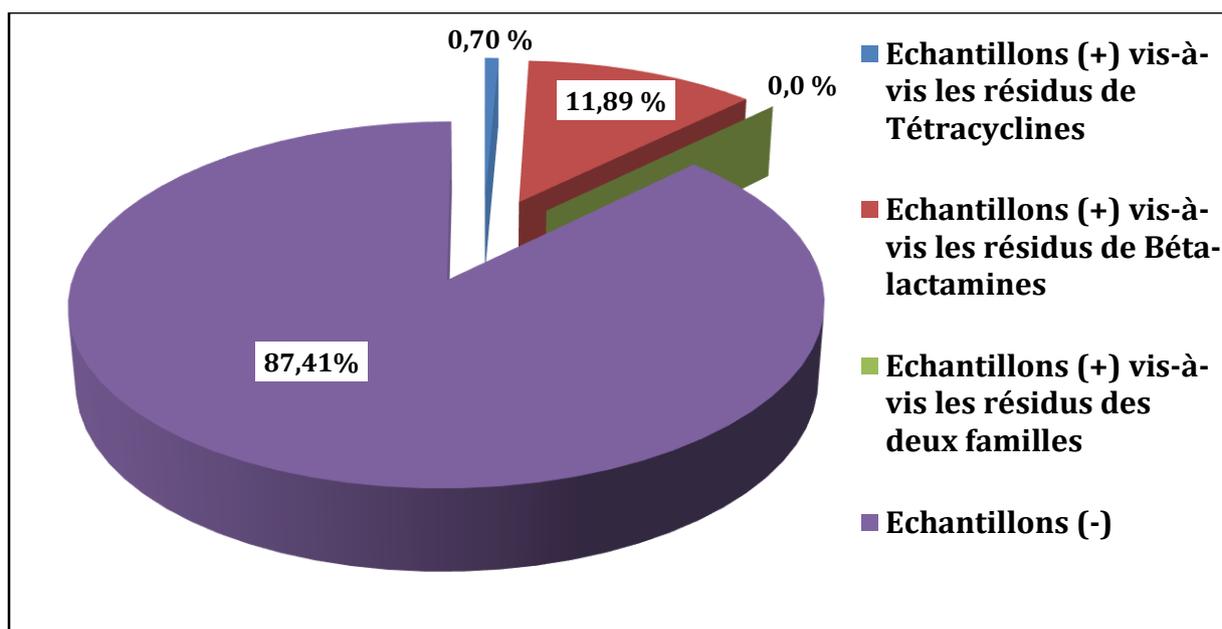
2.1. RESIDUS DES ANTIBIOTIQUES

La recherche des résidus d'antibiotiques a porté sur un total de 143 échantillons de lait cru prélevés des citernes des collecteurs livrant à la laiterie 1. Le test utilisé est le Beta star® Combo HS kits. Les résultats obtenus montrent que 18 (12,59 %) échantillons se révélés contaminés par les résidus des antibiotiques dont 17 (11,89 %) positifs vis-à-vis des résidus des Béta-lactamines et 1 (0,70 %) positif vis-à-vis les résidus des tétracyclines (Tableau 58).

Tableau 58 : Résultats du Béta Star Combo Test (lait cru) (n=143).

Résultat	(+) pour les résidus de Tétracyclines	(+) pour les résidus de Béta-lactamines	(+) vis-à-vis les résidus des deux familles	(-)	Total
Nombre d'échantillons	01	17	00	125	143
Prévalence %	0,70	11,89	0,0	87,41	100

La figure 45 donne la répartition des échantillons de lait cru testés par le Béta Star Combo Test.

**Figure 45** : Distribution des échantillons de lait cru testés par le Béta star Combo test.

Le Beta star® Combo HS kits est une méthode d'analyse rapide, hautement sensible pour la détection à la fois des résidus des Beta-Lactames et des Tétracyclines (tous les antibiotiques de ces deux familles) dans le lait.

La réalisation du test est facile, la période d'incubation est très courte (5 minutes) et les résultats peuvent être lus visuellement. La caractéristique la plus importante du Beta

star® Combo HS kits est d'avoir la capacité de distinguer entre les résidus antimicrobiens des Beta-Lactames et des Tétracyclines. Contrairement à d'autres tests comme par exemple le Delvotest® SP NT qui indiquent uniquement la présence ou l'absence des résidus des antibiotiques dans les échantillons du lait et ils ne déterminent pas le type d'antibiotique présent (**Shata et al., 2015**).

Les résultats obtenus dans cette étude montrent que les échantillons positifs vis-à-vis des résidus des Béta-lactamines sont plus nombreux que ceux positifs vis-à-vis des résidus des Tétracyclines (11,89 % contre 0,70 %). Aucun échantillon ne s'est révélé positif à la fois vis-à-vis les résidus des deux familles d'antibiotiques. Ce résultat confirme les données rapportées dans la plupart des pays montrant que les résidus des antibiotiques les plus fréquemment détectés dans le lait sont les résidus des antibiotiques de la famille des Béta-lactamines alors que les résidus des tétracyclines ne sont détectés que rarement (**Navrátilová et al., 2009**). En revanche, 89,09 % des laits provenant des élevages de Blida, Alger, Tipaza et Médéa, ont donné des résultats positifs lors du contrôle de résidus des tétracyclines et 65,46 % lors du contrôle de résidus des tétracyclines des Beta-lactamines (**Tarzaali et al., 2008** cités par **Mensah et al., 2014**).

La prévalence des résidus d'antibiotiques dans le lait cru enregistrée dans cette étude (12,59 %) est en accord avec les prévalences de 9,87 % et de 11 % rapportées respectivement par **Ben-Mahdi et Ouslimani (2009)** dans le centre algérien et par **Meddouri et al (2013)** dans la région de Souk Ahras. En revanche, elle est nettement inférieure à certaines prévalences obtenues dans différentes études : 25,3 % pour **Layada et al (2016)** dans la région de Guelma, 28,7 % pour **Hamiroune et al (2014)** dans les régions de Jijel et Blida, 40 % pour **Boultif et al (2016)** dans la région de Constantine et 46,78 % pour **Titouche et al (2013)** dans la région de Tizi-Ouzou.

Les études relatives à la présence des résidus d'antibiotiques dans le lait cru ont montré des taux de prévalences variées : 5 % pour **Movassagh et Karami (2010)** et 57,70 % pour **Mahmoudi et al (2013)** en Iran, 50,4 % pour **Ibraimi et al (2013)** au Kosovo, 77 % pour **Saltijeral et al (2004)** au Mexique et 27,08 % pour **Edima et al (2012)** au Cameroun.

Le taux de prévalence des résidus de Béta-lactamines enregistré dans cette étude (11,89%) est comparable à la fréquence de 12,7 % enregistrée par **Shata et al (2015)** en Egypte. Par contre il demeure faible aux taux de 21,33 %, de 22,2 %, de 23,8 % et de 50,4 % enregistrés respectivement par **Ardiç et Durmaz (2006)** en Turquie, par **AL Zuheir (2012)** en Palestine, par **Ghanavi et al (2013)** en Iran et par **Sulejmani et al (2012)** au Kosovo.

Le taux de prévalence des résidus de Tétracyclines enregistré dans cette étude (0,7 %) demeure comparativement faible aux fréquences de 10,1 %, de 13,53 % et de 18,7 % enregistrées respectivement par **Shata et al (2015)** en Egypte, par **Gaurav et al (2014)** en Inde et par **AL Zuheir (2012)** en Palestine.

Ces différences entre études peuvent être liées à l'utilisation de méthodes d'analyse différentes. Ces méthodes sont différentes d'un pays à l'autre et même d'un laboratoire à un autre, du fait de l'inexistence de méthodes homologuées.

Les Béta-lactamines (la pénicilline G surtout) constituent la famille la plus ancienne des antibiotiques (**Ghidini et al., 2004 ; Shata et al., 2015**). Mais, ils demeurent l'un des plus importants groupes d'antibiotiques le plus largement utilisé en médecine vétérinaire (**Ardiç et Durmaz., 2006 ; Junza et al., 2010 ; Shata et al., 2015**) et par conséquent le type de résidus le plus communément retrouvé dans le lait (**Gustavsson et al., 2004**). Ils sont responsables de 95 % de contamination du lait par leurs résidus (**Movassagh et Karami., 2010**).

Les antibiotiques représentent la classe de médicaments la plus employée en médecine vétérinaire pour le traitement des maladies infectieuses, leur large utilisation notamment à des fins thérapeutiques ou prophylactiques chez la vache laitière spécialement dans le traitement des mammites peut être à l'origine de la présence de résidus d'antibiotiques dans le lait (**Ardiç et Durmaz., 2006**).

Ces résidus constituent une préoccupation majeure tant pour les consommateurs sur le plan sanitaire que pour les industriels sur le plan technologique. La contamination du lait par les résidus de ces médicaments est l'un des grands obstacles pour la santé publique et le développement économique. Le problème de la présence des résidus

d'antibiotiques dans le lait cru n'est pas un phénomène propre à l'Algérie, beaucoup de pays en sont confrontés.

En Algérie, le problème causé par les antibiotiques est à craindre car les quantités de laits crus produits, collectés et livrés vers les unités de transformation sont encore insuffisantes pour se permettre de rejeter les laits contenant des antibiotiques.

Dans ce contexte, nous avons effectué une recherche de résidus d'antibiotiques, essentiellement les tétracyclines et les Béta-lactamines dans le lait cru de collecte livré à la laiterie 1.

Selon Ardiç et Durmaz (2006), Il y a une nette différence dans l'incidence des résidus des antibiotiques dans le lait entre les pays sous développés et les pays développés. La présence d'un système de contrôle dans les pays développés a permis de réduire les taux de prévalence des résidus d'antibiotiques dans le lait des pays développés.

Les résidus des antibiotiques peuvent être influencés par plusieurs facteurs tels que le type de la méthode d'analyse et l'échantillon du lait **(Ardiç et Durmaz., 2006)**.

Les résidus des antibiotiques dans le lait peuvent engendrer de graves pertes économiques en industrie laitière par l'inhibition de la fermentation durant la production du fromage et du yaourt **(Navrátilová., 2008 ; Mahmoudi et al., 2013)**.

Chez les consommateurs, la présence des résidus d'antibiotiques dans le lait peut être à l'origine d'allergies, de cancer, de modification de la flore intestinale et de résistance bactérienne **(Movassagh et Karami., 2010 ; Shata et al., 2015)**.

En Algérie, pour lutter contre la présence des résidus d'antibiotiques dans le lait, des mesures rigoureuses doivent être prises à différents niveaux. Les textes réglementaires existent mais ne sont pas appliqués.

Ainsi nous mettons à l'évidence à travers cette présente étude la nécessité d'adoption, par l'état, d'un cadre règlementaire rigoureux actuellement absent en Algérie (définition des LMR des antibiotiques et les tests compatibles à leur détection) pour protéger à la fois les industriels (risque technologique) et les consommateurs (risque sanitaire).

2.2. QUALITE MICROBIOLOGIQUE

2.2.1. *Staphylococcus aureus*

La recherche de *S. aureus* a portée sur 22 échantillons de lait cru prélevés des citernes des collecteurs livrant le lait à la laiterie 5. Sur 22 échantillons testés, 7 (31,82 %) se sont révélés contaminés par *S. aureus*. Les résultats obtenus sont largement variables (écart type élevé). Ils varient entre 0,0 ufc/mL et $2,25 \times 10^4$ ufc/mL. La moyenne enregistrée et l'écart type sont respectivement de $1,68205 \times 10^3$ ufc/mL et de 5378,263 ufc/mL (tableau 59).

Tableau 59 : Résultats de dénombrement du *S. aureus* (lait cru) (n=22).

Germe	Nombre d'échantillons contaminés	Prévalence (%)	Min	Max	Moyenne	Ecart type
<i>S. aureus</i> (ufc/mL)	07	31,82	00	25500	1682,05	5378,263

La figure 46 donne la prévalence de contamination des échantillons de lait cru par *S. aureus*.

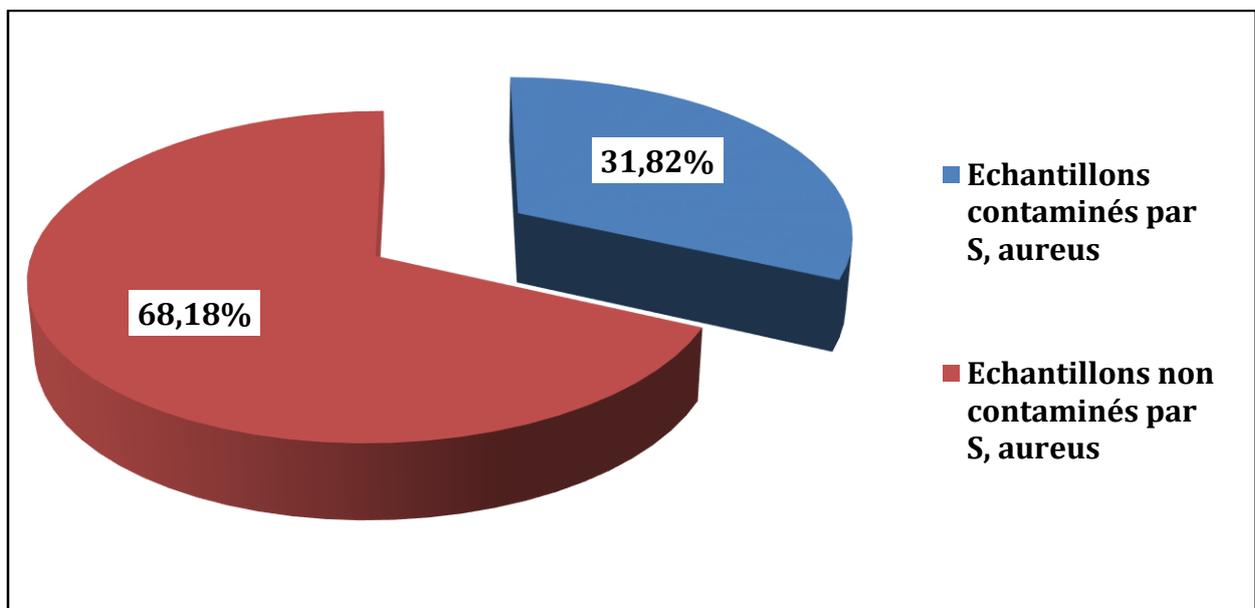


Figure 46 : Prévalence de contamination du lait cru par *S. aureus*.

La recherche et le dénombrement de *S. aureus* dans le lait cru ont montré une importante contamination. La charge moyenne ($1,68 \times 10^3$ ufc/mL \pm $5,38 \times 10^3$ ufc /mL) obtenue est nettement supérieure à la norme préconisée par la réglementation algérienne en vigueur qui recommande l'absence de *S. aureus* dans lait cru (**JORADP., 1998**). Ainsi, sur 22 échantillons testés, 15 (68,18 %) se sont révélés conformes à la norme.

Cette importante contamination par *S. aureus* est probablement en relation avec un nombre important d'éleveurs et / ou de collecteurs ne respectant pas les normes d'hygiène.

La contamination du lait cru par *S. aureus* a été rapportée par divers auteurs dans différentes régions de l'Algérie avec des prévalences et des charges variées : 17,7 % et $0,9 \times 10^3$ ufc/mL pour **Hamiroune et al (2014)** dans les régions de Jijel et Blida, 23,33% et $7,2 \times 10^1$ ufc/mL pour **Kaouche et al (2014)** dans la région de Boumerdes, 54,28 % et 35×10^2 ufc/ml pour **Aggad et al (2009)** dans la région de Tiaret, 81,93 % et 2×10^2 ufc/mL pour **Ghazi et Niar (2011)** dans la région de Tiaret. **Tadjine et al (2011)** rapportent une fréquence de 93,75 % dans la région de Blida.

La présence de *S. aureus* dans le lait cru de brebis des régions de Relizane, Mascara et Oran a été notée par **Beldjilali et al (2013)** avec une prévalence moyenne de 37,14 % et des charges moyennes de l'ordre de 124×10^1 ufc/mL, $61,7 \times 10^1$ ufc/mL et 179×10^1 ufc/mL respectivement.

La contamination du lait cru par *S. aureus* a été rapportée par divers auteurs dans différents pays avec des prévalences et des charges variées : 23,7 % et $4,68 \times 10^3$ ufc/mL pour **Meshref (2013)** en Égypte, 68 % et $5,2 \times 10^4$ ufc/mL pour **De-Oliveira et al (2011)** au Brésil, 79 % et 1,92 log ufc/mL pour **Prabhavathy-Devi et Sowmya (2012)** en Inde, 24 % et $\log_{10} 3,45$ ufc/mL pour **Batool et al (2012)** au Pakistan, 70 % et 2,7 log ufc/mL pour **El-Ziney et Al-Turki (2007)** en Arabie Saoudite dans le lait cru du dromadaire (*CAMELUS DROMEDARIES*).

Par ailleurs d'autres prévalences de 6 %, 7,3 %, 22 %, 26,7 % et 32,5 %, ont été rapportées respectivement par **Thaker et al (2013)** en Iran, **Fagundes et al (2010)** au

Brésil, **Vahedi et al (2013)** en Iran, **Yuen et al (2012)** en Malaisie et **Korpysa-Dzirba et Osek (2011)** en Pologne.

Des charges moyennes de contamination par *S. aureus* de $1,20 \times 10^6$ ufc/ml, de 1×10^2 ufc/mL, $1,7 \times 10^4$ ufc/mL et de $3,97 \times 10^1$ ufc/mL ont été signalées respectivement par **Azhari-Ali (2010)** au Soudan, par **Tasci (2011)** en Turquie, par **Kouamé-Sina et al (2010)** en Côte d'Ivoire et par **Farougou et al (2011)** au Bénin.

La différence dans les taux de prévalence de *S. aureus* dans le lait cru entre les différents pays peut avoir comme origine une différence dans les techniques de traite, état sanitaire des mamelles des vaches à l'origine de ce lait, conditions de stockage, les manipulations après la traite...etc.

S. aureus est fréquemment trouvé dans le lait et les produits laitiers. Les infections de la glande mammaire (mammites) représentent un réservoir important des souches toxigéniques dans le lait cru. Le stockage du lait cru sous une température environnementale élevée permet la croissance de *S. aureus* et peut stimuler la production des entéro-toxines (**Meshref, 2013**).

S. aureus est un mauvais compétiteur. Il s'accroît facilement et plus rapidement par la présence de microorganismes produisant l'acide lactique, donc sa croissance est limitée dans le lait cru (**Azhari-Ali, 2010**).

La présence de *S. aureus* dans le lait cru provient généralement des vaches atteintes de mammites, des mains des trayeurs, d'une hygiène déficiente (**Afzal et al., 2011 ; De-Oliveira et al., 2011**).

S. aureus fait partie de la flore de la peau et des muqueuses de l'homme et de l'animal. Parasite habituellement inoffensif, il peut provoquer des infections (abcès cutanés, mammites). La contamination du lait peut survenir par l'intermédiaire de porteurs sains ou infectés, ou par l'environnement. Chez les bovins, *S. aureus* est isolé dans les narines. On le retrouve dans de petites lésions cutanées et dans les manchons des machines à traire. La colonisation des trayons peut entraîner l'infection de la mamelle (**Brisabois et al., 1997**).

Sa présence dans le lait peut constituer un risque pour le consommateur en entraînant des toxi-infections alimentaires (**De-Oliveira et al., 2011**). *S. aureus* est le micro-organisme pathogène le plus souvent incriminé dans les cas de toxi-infections alimentaires collectives (TIAC ou SFP : Staphylococcal Food Poisoning) par le lait et les produits laitiers (**Kouamé-Sina., 2013 ; Korpysa-Dzirba et Osek., 2011**). Durant ces dernières décennies, SFP est classé comme étant la troisième cause de ce qu'on appelle food-borne illnesses dans le monde. Il est considéré comme étant l'une des maladies les plus économiquement importantes dans le monde entier (**Korpysa-Dzirba et Osek., 2011**). Sa recherche donc permet de prévoir si l'aliment présente un risque pour le consommateur (**Aggad et al., 2009**).

En nutrition humaine, le nombre minimum de *S. aureus* nécessaire pour produire une toxicité chez l'homme est estimé à plus de 10^5 ufc/mL (**Tasci., 2011 ; Batool et al., 2012**). Donc la présence de cette staphylocoque coagulase-positive à des niveaux bas ne constitue pas nécessairement un danger (**Godič-Torkar et Golc-Teger., 2008**). Par contre, si le nombre s'élève au-delà de $\log_{10} 7,0$ ufc/mL, il y aura une production d'entéro-toxine, qui cause un syndrome de gastro-entérite. Les toxines staphylococciques ne peuvent pas être détruites par la chaleur, l'assèchement et la congélation (**Tasci., 2011 ; Batool et al., 2012**).

Le contrôle de *S. aureus* dans le lait cru nécessite le développement du système de contrôle et de détermination des points critiques au niveau des fermes et des collecteurs.

2.2.2. Coliformes totaux et fécaux

La recherche des coliformes totaux et fécaux a porté sur 12 échantillons de lait cru prélevés des citernes des collecteurs livrant le lait à la laiterie 5. Sur 12 échantillons testés, 6 (50 %) se sont révélés contaminés par les coliformes totaux et 6 (50 %) par les coliformes fécaux. Les résultats obtenus sont largement variables (écart type élevé). Le nombre varie entre 0,0 ufc/mL et $1,98 \times 10^5$ ufc/mL pour les coliformes totaux et entre 0,0 ufc/mL et $1,66 \times 10^5$ ufc/mL pour les coliformes fécaux. Les moyennes et les écarts types enregistrés dans cette étude ont été de 5×10^4 ufc/mL $\pm 6,18 \times 10^4$ ufc/mL et $3,32 \times 10^4$ ufc/mL $\pm 4,95 \times 10^4$ ufc/mL pour les coliformes totaux et fécaux respectivement (tableau 60).

Tableau 60 : Résultats de dénombrement des coliformes totaux et fécaux (lait cru) (n=12).

Paramètre	Nombre d'échantillons contaminés	Prévalence (%)	Min	Max	Moyenne	Ecart type
Coliformes Totaux	06	50	0,00	197800,00	49916,6667	61841,99564
Coliformes Fécaux	06	50	0,00	166200,00	33266,6667	49521,44317

La prévalence de contamination par les coliformes totaux et les coliformes fécaux est consignée dans la figure 47.

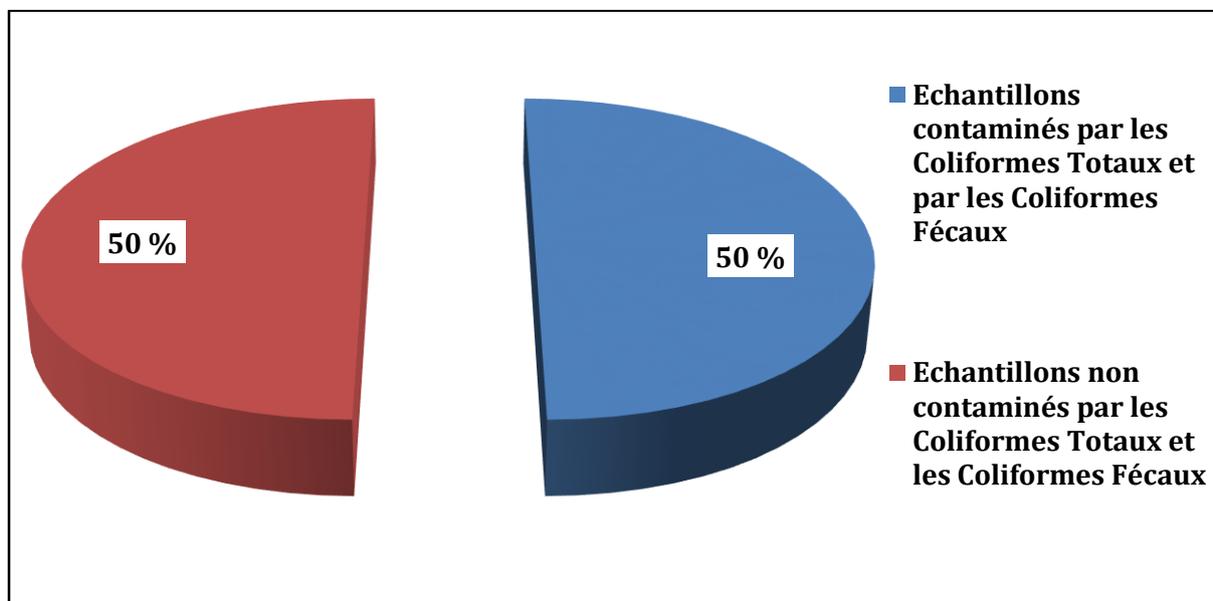


Figure 47 : Prévalence de contamination du lait cru par les coliformes totaux et les coliformes fécaux.

La charge moyenne en coliformes fécaux enregistrée dans cette étude n'est pas conforme avec la norme de 10^3 ufc/mL préconisée par la réglementation algérienne en vigueur (JORADP., 1998). En ce qui concerne les coliformes totaux leur recherche n'est pas classée parmi les critères microbiologiques d'évaluation de la qualité hygiénique du lait cru et de ce fait aucune norme n'est fixée.

Le dénombrement élevé en coliformes observé dans cette étude peut être lié plusieurs facteurs :

- A la contamination initiale du lait (vaches à mammites) ;
- Au non respect des règles d'hygiène lors de la traite (hygiène de la mamelle, mains des trayeurs, les récipients du lait et l'environnement de la traite) ;
- Au non respect de la chaîne de froid durant le transport, citernes des collecteurs mal entretenus...etc.
- A la mauvaise pratique hygiénique durant la manipulation du lait par les collecteurs ;

La contamination du lait cru par les coliformes a été rapportée par divers auteurs dans différentes régions de l'Algérie avec des charges variées : $1,7 \times 10^4$ ufc/mL et $9,7$ ufc/mL en coliformes fécaux respectivement pour **Ghazi et Niar (2011)** et pour **Aggad et al (2009)** dans la région de Tiaret, $50,3 \times 10^5$ ufc/mL et $36,7 \times 10^4$ ufc/mL respectivement en coliformes totaux et en coliformes fécaux pour **Bachtarzi et al (2015)** dans la région de Constantine. La prévalence de contamination par les coliformes fécaux pour **Ghazi et Niar (2011)** a été de 18,06 %. **Tadjine et al (2011)** dans la région de Blida ont enregistré une prévalence de 93,75 % en coliformes totaux..

Dans le lait de brebis des régions de Relizane, Mascara et Oran, des charges moyennes respectives en coliformes totaux de 107×10^1 ufc/mL, 130×10^1 ufc/mL et 128×10^1 ufc/mL et en coliformes fécaux de $97,3 \times 10^1$ ufc/mL, 109×10^1 ufc/mL et $96,4 \times 10^1$ ufc/mL ont été rapportées par **Beldjilali et al (2013)**.

La présence de coliformes dans le lait cru de vache a été rapportée par divers auteurs dans différents pays avec des prévalences et des charges moyennes variées : 89,5 % et $1,65 \times 10^6$ ufc/mL en coliformes totaux et 65,8 % et $3,69 \times 10^5$ ufc/mL en coliformes fécaux pour **Meshref (2013)** en Égypte, $5,41 \times 10^{10}$ ufc/mL et $3,48 \times 10^{10}$ ufc/mL respectivement en coliformes totaux et en coliformes fécaux pour **De-Oliveira et al (2012)** au Brésil, $3,83 \times 10^5$ ufc/mL et $1,91 \times 10^5$ ufc/mL respectivement en coliformes totaux et en coliformes fécaux pour **Bouzaid et al (2012)** et $2,0 \times 10^4$ ufc/mL et $5,2 \times 10^3$ ufc/mL pour **Labioui et al (2009)** au Maroc, $\log_{10} 3,59$ ufc/mL et $\log_{10} 1,83$ ufc/mL respectivement en coliformes totaux et en coliformes fécaux pour **Batool et al (2012)** au Pakistan, $2,75 \times 10^3$ ufc/mL et $4,36 \times 10^2$ ufc/mL respectivement en coliformes totaux et en coliformes fécaux pour **Seme et al (2015)** au Togo, $6,17 \times 10^2$ ufc/mL et $9,24 \times 10^2$ ufc/mL respectivement en coliformes totaux et en coliformes fécaux pour **Farougou et al (2011)** au Bénin et de $5,43 \times 10^4$ ufc/mL et $5,11 \times 10^4$ ufc/mL dans le lait cru de

mélange de la traite du matin et $1,56 \times 10^4$ ufc/mL et $1,23 \times 10^4$ ufc/mL dans le lait cru de mélange de la traite du soir respectivement en coliformes totaux et en coliformes fécaux pour **Azhari-Ali (2010)** au Soudan.

Des prévalences de contamination par les coliformes totaux ont été signalées par certains auteurs : 35 % pour **Abbas et al (2013)** au Pakistan et 36 % pour **Vahedi et al (2013)** en Iran.

De même pour la charge moyenne en ces coliformes totaux : $\log 4,157$ ufc/mL pour **Abd Elrahman et al (2009)** au Soudan, $9,9 \times 10^5$ ufc/mL pour **Kouamé-Sina et al (2010)** en Côte d'Ivoire, $\log_{10} 4,49$ ufc/mL pour **Tassew et Seifu (2011)** en Éthiopie, 417,25 ufc/mL pour **Khan et al (2008)** en Bangladesh.

La contamination du lait de dromadaire par les coliformes totaux a été signalée. En effet, en Arabie Saoudite, **El-Ziney et Al-Turki (2007)** rapportent une fréquence de 45,5 % et une charge moyenne de 1,4 log ufc/mL.

La présence de coliformes dans le lait cru même à des niveaux faibles, témoigne le non respect des règles hygiéniques lors de la traite ou au cours du transport (**Labioui et al., 2009**). Elle constitue de ce fait un indice des pratiques hygiéniques utilisées dans la production du lait (**Bille et al., 2009**).

La présence de ces germes dans le lait peut être aussi liée à une contamination par les déjections de la vache, le sol et l'eau utilisée (**Saxena et Rai., 2013 ; Farougou et al., 2011**), le fumier, la litière utilisée et les surfaces boueuses (**Afzal et al., 2011**), le personnel de la ferme et les aliments (**Bille et al., 2009**).

La contamination du lait par les coliformes fécaux reflète une contamination par les fèces des vaches ou par les mains du trayeur (**Farougou et al., 2011**).

Les coliformes totaux et fécaux sont considérés comme des témoins de l'hygiène de la traite en raison de leur origine fécale (**Grillet et al., 2005**). La présence de coliformes en nombre élevé dans le lait cru constitue une préoccupation de santé publique du fait qu'ils indiquent une forte probabilité de la présence de germes pathogènes (**Bille et al.,**

2009 ; Mekroud et Bounechada., 2011), tel que *E. coli*, *Salmonella*, et *Shigella spp* (Bille *et al.*, 2009).

Les Coliformes sont considérés comme une flore normale du tube digestif de l'homme et des animaux (Parekh et Subhash., 2008).

La présence de coliformes fécaux signe le plus souvent une contamination exogène d'origine fécale. La traite manuelle augmente les possibilités de contamination du lait, en accroissant la surface de contact entre le lait et les microorganismes du milieu ambiant, surtout lorsque que ce dernier est souillé (Ghazi et Niar., 2011).

Les laits produits dans de bonnes conditions d'hygiène et correctement réfrigérés contiennent généralement moins de 50 coliformes/mL (Sommelier et Heuchel., 1999).

2.2.3. Streptocoques fécaux

La recherche des streptocoques fécaux a porté sur 10 échantillons de lait cru prélevés des citernes des collecteurs livrant le lait à la laiterie 5. Sur 10 échantillons testés, 6 (60 %) se sont avérés contaminés par les streptocoques fécaux. Les résultats ne sont pas variables (écart type faible). Le nombre varie entre 0,0 ufc/mL et 1,5 ufc/mL avec une moyenne et un écart type de 0,49 ufc/mL et de 0,52589 ufc/mL respectivement (tableau 61).

Tableau 61 : Résultats de dénombrement des streptocoques fécaux (n=10).

	Nombre d'échantillons contaminés	Prévalence (%)	Min	Max	Moyenne	Ecart type
streptocoques fécaux	10	60	0,0	1,5	0,49	0,52589

La figure 48 donne la prévalence de contamination du lait cru par les streptocoques fécaux.

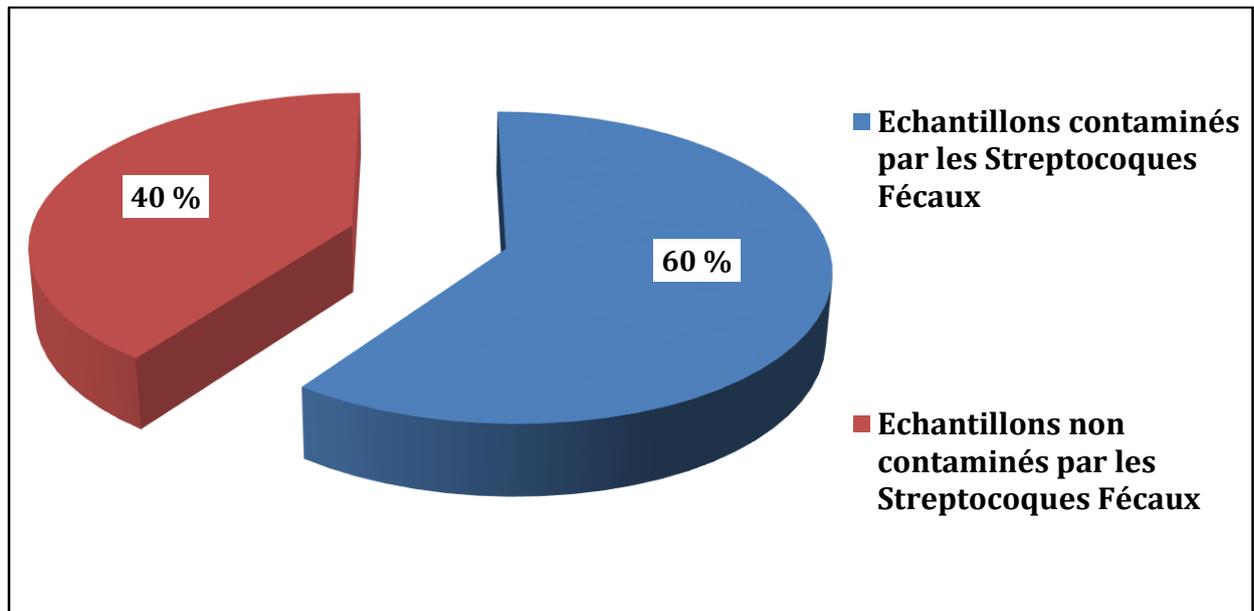


Figure 48 : Prévalence de contamination du lait cru par les streptocoques fécaux.

Le taux des streptocoques fécaux dans les laits crus était légèrement élevé (0,49 ufc/mL), par rapport à la norme algérienne qui préconise l'absence de streptocoques fécaux par 0,1 mL de lait cru (**JORADP., 1998**). Le résultat obtenu est probablement en relation avec un nombre important de collecteurs respectant les normes d'hygiène pour cette laiterie. Selon **Labioui et al (2009)** et **Seme et al (2015)** le taux de streptocoques est en rapport avec l'état de santé des vaches, les conditions hygiéniques de la traite, et d'éventuelles contaminations au cours du dénombrement.

La présence des streptocoques fécaux dans le lait au taux de 60 % semble être normale selon certains auteurs car ce taux, quoique considérable, ne reflète que les mauvaises conditions d'hygiène des exploitations (**Baazize., 2005** cité par **Ghazi et Niar., 2011**).

En Algérie, les données concernant la contamination du lait cru par les streptocoques fécaux sont limitées. Ainsi, des prévalences de 80,64 % et 93,75 % ont été signalées respectivement par **Ghazi et Niar (2011)** dans la région de Tiaret et par **Tadjine et al (2011)** dans la région de Blida. En Iran, une prévalence de 14,28 % a été enregistrée par **Javadi et Safarmashaei (2011)**.

La charge moyenne obtenue dans cette étude (0,49 ufc/mL) est nettement inférieure aux charges moyennes de $55,4 \times 10^4$ ufc/mL, $0,64 \times 10^2$ ufc/mL et $1,7 \times 10$ ufc/mL

rapportées respectivement en Algérie par **Bachtarzi et al (2015)** dans la région de Constantine, par **Aggad et al (2009)** et **Ghazi et Niar (2011)** dans la région de Tiaret. Cette moyenne demeure inférieure aux charges moyennes de $3,1 \times 10^4$ ufc/mL pour **Kouamé-Sina et al (2010)** en Côte d'Ivoire, de $0,4 \times 10^3$ ufc/mL pour **Labioui et al (2009)** au Maroc, de 307,10 ufc/mL pour **Javadi et Safarmashaei (2011)** en Iran et de $2,78 \times 10^2$ ufc/ml pour **Seme et al (2015)** au Togo.

La présence de streptocoques fécaux dans le lait de brebis a été rapportée par **Beldjilali et al (2013)** dans les régions de Relizane, Mascara et Oran avec une prévalence moyenne de 19,6 % et par **Yabrir et al (2013)** dans la région de Djelfa avec une fréquence de 43,14 %. Au Maroc, **Bouazza et al (2015)** rapportent une moyenne de $0,4 \times 10^3$ ufc/mL dans le lait cru de brebis.

Le dénombrement des streptocoques fécaux est peu utilisé aujourd'hui, excepté pour l'eau, mais il peut devenir d'actualité pour contrôler l'efficacité d'un test de pasteurisation ou pour s'assurer de l'hygiène des procédés. Les streptocoques fécaux ou actuellement Entérocoques fécaux sont des coques Gram positives, se cultivant en aérobiose, catalase négative et esculinase positive en général et sont des bactéries des matières fécales. Leur antigène de paroi les classe dans le groupe D de Lancefield (**Joffin et Joffin., 2010**). On recherche les streptocoques fécaux streptocoques du groupe D (*S. faecalis*, *S. Faecium*, *S. durans*, *S. bovis* et *S. equinus*) dans les denrées alimentaires parce qu'ils sont des indicateurs de contaminations fécales, l'indice de manipulations non-hygiéniques et la cause d'intoxications alimentaires (**Waes., 1973**).

La fréquence des streptocoques fécaux confirme la malpropreté de la traite et accroît le danger d'apparition de gastro-entérites bien qu'ils soient moins souvent associés aux germes pathogènes que les coliformes fécaux. Ils sont très fréquents dans l'environnement de l'animal et ne sont que parfois pathogène opportunistes (**Ghazi et Niar., 2011 ; Yabrir et al., 2013**).

Le taux des streptocoques fécaux obtenu dans cette étude est en rapport direct avec l'état sanitaire des vaches, les conditions hygiéniques du transport, et une contamination possible durant le dénombrement. La présence de streptocoques fécaux peut être aussi la conséquence d'une contamination de l'environnement.

CONCLUSION

L'étude menée sur l'évaluation de la qualité hygiénique et physico-chimique du lait reconstitué pasteurisé et celles du lait cru nous a permis de faire dégager les points essentiels suivants :

- La présence de résidus d'antibiotiques dans le lait reconstitué pasteurisé et dans le lait cru avec des taux respectifs de 27,27 % et 12,59 % ;
- La pasteurisation n'a pas eu d'effet sur les résidus d'antibiotiques ;
- 94,44 % des résidus d'antibiotiques détectés dans le lait cru ont été des résidus de Béta-lactamines ;
- Une contamination importante du lait pasteurisé par la FAMT (61,36 %), les coliformes totaux (43,18 %), les coliformes fécaux (27,27 %) et *S. aureus* (43,18 %) avec des charges moyennes respectives de $1,083 \times 10^7$ ufc/mL, $1,47 \times 10^4$ ufc/mL, $1,26 \times 10^3$ ufc/mL et $1,0545 \times 10^2$ ufc/mL nettement supérieures aux normes nationales préconisées pour le lait pasteurisé ;
- Une contamination importante du lait cru par les coliformes totaux (50 %), les coliformes fécaux (50 %), *S. aureus* (31,82 %) et les streptocoques fécaux (60 %) avec des charges moyennes respectives de 5×10^4 ufc/mL, $3,33 \times 10^4$ ufc/mL, $1,68 \times 10^3$ ufc/mL et 0,49 ufc/mL nettement supérieures aux normes nationales préconisées pour le lait cru ;
- La contamination importante des échantillons à la fois avec les bactéries et les résidus d'antibiotiques indiquent une forte possibilité d'existence de bactéries antibio-résistantes ;
- Un taux important d'adultération à l'eau du lait reconstitué (70,45 %) et du lait cru (47,06 %) ;
- 65,90 % des échantillons du lait reconstitué n'ont pas subi une addition d'amidon ;
- Pas de corrélation directe entre le pH et l'acidité pour le lait cru ;
- La faiblesse de la valeur nutritionnelle du lait reconstitué expliquée par les faibles valeurs de la matière grasse, de l'EST, de l'ESD et le taux élevé d'humidité ;
- La faiblesse de la teneur en matière grasse du lait cru (31,44 g/L).

RECOMMANDATIONS

Vu la non satisfaction de la qualité hygiénique et physico-chimique des laits étudiés, les conséquences sur la santé humaine seront préoccupantes et suscitent un certain nombre de recommandations. Elles s'adressent aux pouvoirs publics, aux laiteries, aux éleveurs, aux collecteurs, aux vétérinaires et aux consommateurs.

1. Pouvoirs Publics :

- Mise en place d'un système de payement du lait à la qualité ;
- Mise en place d'un programme rigoureux pour contrôler la présence des résidus d'antibiotiques dans la poudre importée avant et après sa reconstitution ;
- Surveillance des résidus d'antibiotiques dans tous les lieux où le lait est manipulé ;
- Mise en place d'un plan de contrôle des résidus d'antibiotiques. Les prélèvements de lait doivent être effectués par les agents habilités des services vétérinaires et analysés par les laboratoires vétérinaires régionaux ;
- Etablissements des limites maximales de résidus (LMR) des antibiotiques ;
- Les dangers liés à la présence des résidus d'antibiotiques dans le lait pour les consommateurs ou pour l'industrie laitière doivent être bien maîtrisés par l'état (contrôle officiel) et les industriels, et ce par une réglementation stricte et légale (respect de LMR) ;
- Les plans de surveillance et de contrôle des résidus d'antibiotiques doivent être bien instaurés par les services officiels avec une formation et une information toujours plus technique des éleveurs qui restent le maillon principal pour la qualité des denrées alimentaires d'origine animale ;
- La maîtrise des techniques de contrôle et de recherche des résidus d'antibiotiques au niveau des laboratoires officiels demeure nécessaire si non obligatoire pour préserver la salubrité publique vétérinaire ;
- Recherche des toxines staphylococciques dans le lait reconstitué, surtout s'il y a eu une déclaration d'un ou de plusieurs cas de TIA ayant pour origine la consommation du lait ;
- La traçabilité devient une préoccupation de plus en plus importante ;
- Contrôle régulier et inopiné des centres laitiers de transformation.

2. Laiteries :

- L'implantation des différents principes du programme HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points) en industries du lait reconstitué est essentielle pour assurer la sécurité alimentaire de la population algérienne ;
- Formation et information des personnes impliquées dans la reconstitution, pasteurisation, conditionnement et la surveillance du lait reconstitué en matière du respect des règles de bonnes pratiques hygiéniques ;
- Contrôle de la qualité physico-chimique et hygiénique de l'eau utilisée pour faire la reconstitution ;
- Entretien et maintenance réguliers des différents outils et appareils utilisés dans la fabrication du lait pasteurisé (surtout le pasteurisateur) ;
- Respect des normes de reconstitution de la poudre de lait importée ;
- Contrôle régulier de la qualité du lait cru collecté ;

3. Eleveurs :

- L'implantation d'un programme HACCP à la ferme pour assurer la salubrité du lait cru. Pour qu'il soit accepté par les éleveurs, le programme HACCP devra être simple, comporter un nombre limité de registres à compléter et nécessiter peu de temps, car l'objectif reste toujours que le producteur doit consacrer ses efforts à produire du lait de qualité et non pas à maintenir un programme HACCP en place ;
- Etre sensibilisés sur les dangers que présentent le non respect du délai d'attente après une antibiothérapie ou autre et sur les dangers que présentent le non respect des règles d'hygiène durant la production ;
- Respecter les règles de bonnes pratiques hygiéniques d'élevage ;
- Respecter les délais d'attente après une antibiothérapie ou autre.

4. Collecteurs :

- Respect de la chaîne de froid et des règles hygiéniques durant la manipulation et durant le transport du lait.

5. Vétérinaires :

- Respect des règles de l'antibiothérapie (surtout la dose administrée et la durée du traitement) ;

- Informer les éleveurs de l'intérêt du respect des règles d'hygiène de la production et de l'intérêt du respect du délai d'attente après un traitement antibiotique ou autre ;

6- Consommateurs :

- Doivent être informés et refuser les pratiques susceptibles de nuire à leur santé.

PERSPECTIVES

Pour compléter cette étude, d'autres travaux complémentaires portant sur un nombre plus grand d'échantillons sont à envisager tels que :

- Dosage de la phosphatase alcaline dans le lait reconstitué ;
- Analyse de la qualité hygiénique de l'eau de reconstitution ;
- Analyse de la qualité hygiénique et physico-chimique de la poudre de lait importée ;
- Profil moléculaire toxique par PCR et d'antibio-résistance par antibiogramme de *S. aureus* ;
- Recherche d'*E.coli* et des salmonelles ;
- Quantification des résidus d'antibiotiques par spectrométrie de masse ;
- Dosage des protéines dans le lait reconstitué et dans le lait cru ;
- Analyse des différents points critiques au niveau des laiteries et des fermes.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **Abbas M.N, Khattak B, Sajid A, Ul-Islam T, Jamal Q et Munir S., 2013.** Biochemical and bacteriological analysis of cow's milk samples collected from district Peshawar. *Int. J. Pharm. Sci. Rev. Res*, 21 (2): 221-226, 2013.
2. **Abd Elrahman S.M.A, Said Ahmad A.M.M, El Zubeir I.E.M., EL Owni O.A.O et Ahmed M.K.A., 2009.** Microbiological and physicochemical properties of raw milk used for processing pasteurized milk in Blue Nile Dairy Company (Sudan). *Aust. J. Basic & Appl. Sci*, 3 (4): 3433-3437, 2009.
3. **Abd Elrahman S.M.A, Said Ahmed A.M.M, El Zubeir I.E.M, El Owni O.A.O et Ahmed M.K.A., 2013.** Effect of storage temperature on the microbiological and physicochemical properties of pasteurized milk. *Annals. Food Science and Technology*, 14 (1): 115-121, 2013.
4. **Abou Donia M.A, Abou Arab A.A.K, Enb A, El-Senaity M.H et Abd-Rabou N.S., 2010.** Chemical composition of raw milk and the accumulation of pesticide residues in milk products. *Global Veterinaria*, 4 (1): 06-14, 2010.
5. **Addo K.K, Mensah G.I, Aning K.G, Nartey N, Nipah G.K, Bonsu C, Akyeh M.L et Smits H.L., 2011.** Microbiological quality and antibiotic residues in informally marketed raw cow milk within the coastal savannah zone of Ghana. *Tropical Medicine and International Health*, 16 (2): 227-232, 2011.
6. **Ademola S.L et Effiong U.C., 2013.** Bacteriological quality and safety evaluation of raw cow milk in Ilorin, North Central Nigeria. *Nature and Science*, 11 (10): 73-79, 2013.
7. **Adjaine O.E et Amiri S., 2013.** Étude de la qualité microbiologique du lait camelin collecté localement en fin de lactation. Mémoire master académique, Option microbiologie appliquée, Université Kasdi Merbah, Ouargla., 2013. P: 25.
8. **Adjlane-Kaouche S, Benhacine R, Ghozlane F et Mati A., 2014.** Nutritional and hygienic quality of raw milk in the Mid-Northern region of Algeria: Correlations and risk factors. *The Scientific World Journal*, 2014: 1-7, 2014.
9. **AFNOR., 2001.** - Lait - Détermination de la teneur en matière grasse - Méthode gravimétrique (méthode de référence). NF EN ISO 1211, décembre 2001, p : 21.

- 10. Afzal A, Mahmood M.S., Iftikhar H et Akhtar M., 2011.** Adulteration and microbiological quality of milk (A Review). *Pakistan Journal of Nutrition*, 10 (12): 1195-1202, 2011.
- 11. Aggad H, Mahouz F, Ahmed Ammar Y et Kihal M., 2009.** Evaluation de la qualité hygiénique du lait dans l'ouest algérien. *Revue Méd. Vét*, 160 (12) : 590-595, 2009.
- 12. Aggad H, Bridja M, Bouhai A, Benaouali M et Djebli A., 2010.** Some quality aspects of pasteurized milk in Algeria. *World Journal of Dairy & Food Sciences* 5 (1): 21-24, 2010.
- 13. Ahmad A.H.A., 2009,** Milk adulteration by adding water and starch at Khartoum State. *Pak. J. Nutr*, 8 (4): 439-440, 2009.
- 14. Ali Mansour A.I, El-Loly M.M et Ahmed R.O., 2012.** A Preliminary detection of physical and chemical properties, inhibitory substances and preservatives in raw milk. *Internet Journal of Food Safety*, 14: 93-103, 2012.
- 15. Al-Qadiri H.M, Lin M, Al-Holy M.A, Cavinato A.G et Rasco B.A., 2007.** Monitoring quality loss of pasteurized skim milk using visible and short wavelength near-infrared spectroscopy and multivariate analysis. *Journal of Dairy Science*, 91 (3): 950-958, 2008.
- 16. Al-Shamary A.H.A et Abdalali N.I., 2011.** Detection of microbial load in imported UHT milk in Baghdad markets. *Al-Anbar J. Vet. Sci*, 4 (2): 103-107, 2011.
- 17. ALTamim E.A., 2013.** Effect of storage period on microbiological quality of whole and low-fat pasteurized cow milk. *Nature and Science*, 11 (11): 29-34, 2013.
- 18. AL Zuheir I.M., 2012.** Detection of β -Lactams and Tetracyclines antimicrobial residues in raw dairy milk for human consumption in Palestine. *Walailak J Sci & Tech*, 9 (3): 277-279, 2012.
- 19. Amellal R., 1995.** La filière lait en Algérie: entre l'objectif de la sécurité alimentaire et la réalité de la dépendance In: *Les agricultures maghrébines à l'aube de l'an 2000*. Ed., Allaya, M. Montpellier: CIHEAM, pp: 229-238.
- 20. Ammar E. M. A., Ismail M.M., El-Shazly A.A et Eid M.Z., 2010.** Influence of cold storage and addition of various lactations on properties of buffalo's and cow's milk. *African Journal of Food Science*, 4 (9): 608 -614, 2010.
- 21. Ammar Said Ahmad M.M, Ibtisam El Zubeir EM, Osman El Owni AO et Mohamed Kheir Ahamed A., 2008.** Assessment of microbial loads and antibiotics residues in

milk supply in Khartoum state, Sudan. *Research Journal of Dairy Sciences*, 2 (3): 57-62, 2008.

- 22. Anderson M, Hinds P, Hurditt S, Miller P, McGrowder D et Alexander-Lindo R., 2011.** The microbial content of unexpired pasteurized milk from selected supermarkets in a developing country. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 1691 (11): 205-211, 2011.
- 23. Anonyme., 2012.** Fondements et composantes principales du renouveau agricole et rural. République algérienne démocratique et populaire, ministère de l'agriculture et du développement rural, NP : 10. www.minagri.dz/pdf/Conferencedescadres.pdf (Consulter le 24-03-2018).
- 24. AOAC., 2001.** Fat content of raw and pasteurized whole milk. Official method 2000.18. *J. AOAC Int.* 48 (1499): 1-2, 2001.
- 25. Pathak A.K, Verma K.S et Soni A.K., 2012.** Physio-chemical and microbial quality of boiled milk. *International Journal of Food, Agriculture and Veterinary Science*, 2 (2): 10-15, 2012.
- 26. Ardiç M et Durmaz H., 2006.** Investigation of Beta-Lactam residues in unpacked milk consumed in Sanhurfa. *Atatürk Üniversitesi Vet. Bil. Derg*, 1 (3-4): 74-77, 2006.
- 27. Asadi-Dizaji A, Eshaghi A, Aghajanzadeh-Golshani A, Nazeradl K, Yari A.A et Hoda S., 2012.** Evaluation and determination of toxic metals (Lead and Cadmium) in cow milk collected from East Azerbaijan, Iran. *Euro. J. Exp. Bio*, 2 (1): 261-265, 2012.
- 28. Asif M et Sumaira U., 2010.** A comparative study on the physicochemical parameters of milk samples collected from Buffalo, Cow, Goat and Sheep of Gujrat, Pakistan. *Pakistan Journal of Nutrition*, 9 (12): 1192-1197, 2010.
- 29. Azhari-Ali A., 2010.** Microbiological safety of raw milk in Khartoum State, Sudan: 2-Khartoum-North City. *Pak. J. Nutr*, 9 (7): 651-653, 2010.
- 30. Bachtarzi N., 2012.** Qualité microbiologique du lait cru destiné à la fabrication d'un type de camembert dans une unité de l'Est algérien, Mémoire de Magister, Option : Biotechnologie Alimentaire. Institut de la Nutrition, de l'Alimentation et des Technologies Agro-Alimentaires (I.N.A.T.A.A). Université Mentouri – Constantine –, Algérie, NP : 70.
- 31. Bachtarzi N, Amourache L et Dehkal G., 2015.** Qualité du lait cru destiné à la fabrication d'un fromage à pâte molle type Camembert dans une laiterie de

Constantine (Est algérien). International Journal of Innovation and Scientific Research, 17 (1): 34-42, 2015.

- 32. Bada-alamedji R, Akakpo A.J, Teko-agbo A, Chataigner B, Stevens A et Garin B., 2008.** Contrôle des résidus : exemple des antibiotiques dans les aliments au Sénégal. Conférence de l'OIE sur les médicaments vétérinaires en Afrique, Dakar, 25-27 mars 2008, NP: 11.
- 33. Bauman D.E et Griinari J.M., 2003.** Nutritional regulation of milk fat synthesis. Annu. Rev. Nutr, 23: 203–227, 2003.
- 34. Bauman D.E et Griinari J.M., 2001.** Review: Regulation and nutritional manipulation of milk fat: low-fat milk syndrome. Livestock Production Science, 70 (2001): 15-29, 2001.
- 35. Barbuddhe S.B et Swain B.K, 2008.** Hygienic production of milk. Technical Bulletin No: 11, ICAR Research Complex for Goa (Indian Council of Agricultural Research), Ela, Old Goa- 403 402, Goa, India, NP: 17.
- 36. Barłowska J, Grodzicki T, Topyła B et Litwińczuk Z., 2009.** Physicochemical properties of milk fat from three breeds of cows during summer and winter feeding. Arch Tierz, 52 (4): 356-363, 2009.
- 37. Batool S.A, Kalsoom R, Rauf N, Tahir S.S et Hussain F., 2012.** Microbial and physicochemical quality assessment of the raw and pasteurized milk supplied in the locality of Twin city of Pakistan. Internet Journal of Food Safety, 14: 17-22, 2012.
- 38. Beldjilali A.F, Benlahcen K, Guessas B, Aggad H and Kihal M., 2013.** Evaluation of microbiological and sanitary quality of ewe's raw milk in Western of Algeria and detection of antibiotic residue by Delvotest. Advances in Environmental Biology, 7 (6): 1027-1033, 2013.
- 39. Belhadia M, Saadoud M, Yakhlef H et Bourbouze A., 2009.** La production laitière bovine en Algérie : Capacité de production et typologie des exploitations des plaines du Moyen Cheliff. Revue Nature et Technologie, 01 : 54- 62, 2009.
- 40. Benlahcen K, Mouloudi F et Kihal M., 2013.** Study of the microbiological and physicochemical quality of raw milk from cows exposed to environmental pollutants in the region of west Algeria. International Journal of Environmental Engineering Science and Technology Research, 1 (9): 229-240, 2013.

- 41. Ben-Mahdi M.H et Ouslimani S., 2009.** Mise en évidence de résidus d'antibiotiques dans le lait de vache produit dans l'Algérois. *European Journal of Scientific Research*, 36 (3): 357-362, 2009.
- 42. Benzaid M et Madani F., 2014.** Appréciation de la qualité bactériologique et recherche de résidus d'antibiotiques dans le lait cru pasteurisé produit par la laiterie Numidia de Constantine. Mémoire de Master, 2014. Département de microbiologie, Faculté des sciences de la nature et de la vie, université de Constantine -1-, Algérie. NP : 37.
- 43. Bhattarai B et Singha S.P., 2010.** Quality evaluation of milk at different levels of milk chain system in Makwanpur district, Nepal. *J. Food Sci. Technol. Nepal*, 6: 80-83, 2010.
- 44. Bille P.G, Haradoeb B.R et Shigwedha N., 2009.** Evaluation of chemical and bacteriological quality of raw milk from Neudamm dairy farm in Namibia. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 9 (7): 1511-1523, 2009.
- 45. Bille P.G et Kaposao S., 2012.** Compositional and bacteriological quality of heat treated milk marketed in Namibia. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development* 12 (3): 1-12, 2012.
- 46. Bonfoh B, Fané A, Traoré N.A, Coulibaly Z, Simbé C.F, Alfaroukh O.I, Nicolet J, Farah Z, Zinsstag J., 2002.** Qualité microbiologique du lait et des produits laitiers vendus en saison chaude dans le district de Bamako au Mali. *BIOTERRE, Rev. Inter. Sci. de la Vie et de la Terre*, N° spécial, 2002. Actes du colloque international, Centre Suisse du 27-29 Août 2001. © Editions Universitaires de Côte d'Ivoire.
- 47. Borková M et Snášelová J., 2005.** Possibilities of different animal milk detection in Milk and dairy products – a Review. *Czech J. Food Sci*, 23 (2): 41-50, 2005.
- 48. Bouazza F, Hassikou R, Ennadir J, Mouncif M, Mennane Z et khedid K., 2015.** Microbiological and Physico-chemical Properties of Raw Sheep Milk from Sardi Breed. *Global Advanced Research Journal of Agricultural Science*, 4 (7): 302-308, 2015.
- 49. Boubekour A et Benyoucef M.T., 2011.** Typologie d'exploitations d'élevages laitiers dans les périmètres de mise en valeur de la région d'Adrar (Algérie), *Renc. Rech. Ruminants*, 2011, 18, p390.
- 50. Boultif L, Chebira B, Abdeldjelil M. C, Djenna D et Redjal I., 2016.** Comparative Analysis of Antibiotic residues in Local and Imported Milk by Microbiological

Inhibition Test in Constantine Region (North East Algeria). *Der Pharma Chemica*, 8 (16): 105-111, 2016.

- 51. Bouzaid M, Chatoui R, Hasib A et Mennane Z., 2012.** Qualité hygiénique du lait de colportage prélevé des points de vente de la ville de Rabat. *les Technologies de laboratoire*, 7 (26): 6-11, 2012.
- 52. Bouzidi A, Khatir M, Bouzidi H et Mahdeb N., 2012.** Evaluation de la qualité du lait de vaches à partir de la qualité physico-chimique de l'eau d'abreuvement dans la région de Sétif (Est-Algérie). *ScienceLib Editions Mersenne*, 4 (120119): 1-13, 2012.
- 53. Brisabois A, Lafarge V, Brouillaud A, de-Buyser M.L, Collette C, Garin-Bastuji B et Thorel M.F., 1997.** Les germes pathogènes dans le lait et les produits laitiers : situation en France et en Europe. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz*, 16 (1): 452-471, 1997.
- 54. Brouillet P., 2002.** Evolution de la méthode interprofessionnelle de recherche des résidus d'antibiotiques dans le lait dans « Résidus de médicaments dans le lait et tests de détection ». *Bulletin des Groupements Techniques Vétérinaires (GTV) N°12*, p37-39, NP : 72, 2002.
- 55. Bytyqi H, Bigler S, Muji S, Jahja A et Zaugg U., 2011.** Survey on raw milk quality in Kosovo. *Food and Nutrition Sciences*, 2011 (2): 414-421, 2011.
- 56. Cazet. L.D.M., 2007.** Bilan du taux de contamination et étude préparatoire au dosage de résidus de produits phytosanitaires dans le lait de grand mélange bovin. Thèse de Docteur Vétérinaire, 2007. Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon (ENVL), France, NP: 184.
- 57. Chatterjee S.N, Bhattacharjee I, Chatterjee S.K et Chandra G., 2006.** Microbiological examination of milk in Tarakeswar, India with special reference to coliforms. *African Journal of Biotechnology*, 5 (15): 1383-1385, 2006.
- 58. Chemma N., 2017.** LA DEPENDANCE LAITIERE : OÙ EN EST L'ALGERIE ? DAIRY DEPENDENCE: WHERE IS ALGERIA?. *Revue D'Etudes en Management et Finance D'Organisation*, 5 : 1-19, 2017.
- 59. Cherfaoui A., 2003.** Essai de diagnostic stratégique d'une entreprise publique en phase de transition. Cas de la LFB (Algérie). Série "Master of Science" n°62, 2003. Institut agronomique méditerranéen de Montpellier. NP : 124.
- 60. Cherfaoui M.L, Mekersi S et Amroun M, 2004.** Le programme national de réhabilitation de la production laitière : objectifs visés, contenu, dispositif de mise en œuvre et impacts obtenus, rapport de l'INRA n°14, 2004, NP : 21.

- 61. Cherifa K., 2012.** Filière lait : 711 vaches laitières importées en avril, journal ElWatan, 15.05.2012. http://www.elwatan.com/regions/ouest/oran/filiere-lait-711-vaches-laitieresimportees-en-avril-15-05-2012-170639_135.php.
- 62. Chethouna F., 2011.** Etude des caractéristiques physico-chimiques, biochimiques et la qualité microbiologiques du lait camelin pasteurisé, en comparaison avec le lait camelin cru, mémoire de magister. Département des sciences de la nature et de la vie, Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de l'univers, Université Kasdi Merbah Ouargla, Algérie, p29, NP: 67.
- 63. Chilliard Y, Ferlay A, Mansbridge R.M et Doreau M., 2000.** Ruminant milk fat plasticity: nutritional control of saturated, polyunsaturated, *trans* and conjugated fatty acids. Ann. Zootech, 49 (2000): 181-205, 2000.
- 64. Chirlaque. R.A, 2011** Factors influencing raw milk quality and dairy products. Licenciado en Ciencias Ambientales Escuela Politecnica superior de GANDIA Universidad Politecnica de valencia. NP : 74.
- 65. CIPC., 2011.** Commission Interprofessionnelle des Pratiques Contractuelles (2011). Avis relatif à la définition et aux méthodes d'analyse de l'acidité du lait n°2011-02. NP : 07.
http://www.agri53.fr/V4/bibliotheque_pdf/infos-conseils/contractualisation/Avis-CIPC-2011-02_Acidite.pdf (Consulter le 10-07-2016).
- 66. Cisse S.A., 1997.** Contribution à l'étude de la pasteurisation du lait ; faisabilité technique et contrôle de la qualité dans la région de KOLDA. Thèse de docteur vétérinaire, TD97-9, Ecole Inter-états des sciences et médecine vétérinaires. Université cheikh ANTA DIOP, Dakar. NP : 111.
- 67. Codex alimentarius., 2004.** Code d'usages en matière d'hygiène pour le lait et les produits laitiers, CAC/RCP 57-2004.
www.fao.org/fileadmin/user_upload/livestockgov/documents/CXP_057f.pdf (Consulter le 10-10-2017).
- 68. Codex alimentarius., 2011.** Laits et produits laitiers. Deuxième édition, Rome 2011, NP : 261. www.fao.org/3/a-i2085f.pdf (Consulter le 10-10-2017).
- 69. Csanádi J, Hodúr C et Fenyvessy J., 2013.** The problem of the determination of water and cow milk adulterating Goat milk. ACTA TECHNICA CORVINIENSIS – Bulletin of Engineering, University Politehnica Timisoara, Faculty of Engineering Hunedoara, Romania, fascicule N°2, p125-129.

- 70. Corniaux C, 2003.** La filière lait et produits laitiers dans la région de Saint Louis, Sénégal, p : 7, NP : 58.
<http://www.agroalimentaire.sn/wp-content/uploads/2003/04/Fili%C3%A8re-lait-et-produits-laitiers-StLouis.pdf> (Consulter le 10-03-2017).
- 71. Cuq J-L., 2007.** Cours de microbiologie alimentaire. Chapitre I: Les relations microorganismes / aliments / consommateurs.. Sciences et Techniques du Languedoc ; Université Montpellier II. pp 25.
- 72. Cuq J.L., 2008.** Microbiologie alimentaire. Chapitre les agents antimicrobiens, pp 125-130.
<http://diffusiondessavoirs.uomlr.fr/balado/wp-content/uploads/2007/10/poly-cours-bio-stia2-007.pdf> (Consulter le 05-02-2017).
- 73. Daka D, G/silassie S et Yihdego D., 2012.** Antibiotic-resistance of *Staphylococcus aureus* isolated from cow's milk in the Hawassa area, South Ethiopia. *Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials*, 11 (26): 1-6, 2012.
- 74. Dănuț-Mocanu G, Andronoiu D.G, Nistor OV et Botez E., 2011.** Quality control of raw cow milk from Galati county. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 17 (3): 303-307, 2011.
- 75. Dehinenet G, Mekonnen H, Ashenafi M et Emmanuelle G., 2013.** Determinants of raw milk quality under a smallholder production system in selected areas of Amhara and Oromia National Regional States, Ethiopia. *Agric. Biol. J. N. Am*, 4 (1): 84-90, 2013.
- 76. De-Matos G., 2013.** Contribution à la maîtrise du risque lié à *Staphylococcus aureus* en filière fermière de fromage de chèvre au lait cru en corse. Thèse de docteur vétérinaire, vetagro sup campus vétérinaire de Lyon, université Claude-Bernard - Lyon I (Médecine - Pharmacie), 2013. p 27.
- 77. De-Oliveira L.P, Soares e-Barros L.S, Silva V.C et Cirqueira M.G., 2011.** Study of *Staphylococcus aureus* in raw and pasteurized milk consumed in the Reconcavo area of the State of Bahia, Brazil. *J Food Process Technol*, 2 (128): 1-5, 2011.
- 78. De-Oliveira L.P, Soares e-Barros L.S, Silva V.C et Cirqueira M.G., 2012.** Microbiological quality and detection of antibiotic residue in raw and pasteurized milk consumed in the Recôncavo area of the state of Bahia, Brazil. *J Food Process Technol*, 3 (137): 1-5, 2012.

- 79.Dey S et Karim M.H., 2013.** Study on physicochemical and microbial quality of available raw, pasteurized and UHT milk during preservation. IJSIT, 2 (2): 150-157, 2013.
- 80.Dillon J.C., 1989.** Place du lait dans l'alimentation humaine en régions chaudes, CIHEAM – Options Méditerranéennes - Série Séminaires, 6 : 163-168, 1989.
- 81.Diouf L, Nour Mallaye A, Mbengue M.b, Kane A et Diop A., 2012.** Carina papaya leaves: a substitute for animal rennet in cheese-making tradition. J. Nat. Prod. Plant Resour, 2 (4): 517-523, 2012.
- 82.Dohoo I.R et Meek A.H., 1982.** Somatic Cell Counts in Bovine Milk. Can. vet. J, 23: 119-125, 1982.
- 83.Donkor E.S., Aning K.G., Omore A., Nurah G.K., Osafo E.L.K et Staal S., 2007,** Risk Factors in the Hygienic Quality of Milk in Ghana. The Open Food Science Journal, 1, 6-9, 2007.
- 84.Edima H.C, Awono E.T et Ndjouenkeu R., 2013.** An analysis of the milk quality in Cameroon. A study in Adamawa region. Journal of Scientific Research & Reports, 2 (1): 337-346, 2013.
- 85.EDIMA H.C, TOFAING J.T, NGOUNE L.T et NDJOUENKEU R., 2012.** Assessment of antibiotic residues in cow milk produced in Ngaoundere. International Journal of Biology, Pharmacy and Allied Sciences (IJBPAS), 1 (11): 1530-1538, 2012.
- 86.Edjekouane M et Hammouma S., 2013.** Les entreprises algériennes agro-alimentaires face aux défis des exportations, cas de la wilaya de Bejaia. Mémoire de Master en Sciences Commerciales, 2013. Département des Sciences Commerciales. Faculté des sciences économiques, commerciales et des sciences gestion. Université AbdErrahmane Mira de Bejaia, Algérie, NP : 83.
- 87.Elias C., 2013.** L'essentiel de l'agroalimentaire et l'agriculture, N°85, Economie : Viandes et Lait entre consommation et exigences sanitaires. Salon international de l'élevage, de l'agroalimentaire et de l'agroéquipement, 13^{ème} édition, du 15 au 18 mai 2013, Alger, Algérie.
- 88.Elias C., 2014.** L'essentiel de l'agroalimentaire et l'agriculture, N°90, un marché mondial de quoi aiguiser les appétits. Salon international de l'élevage, de l'agroalimentaire et de l'agroéquipement, 14^{ème} édition, du 15 au 18 mai 2014, Alger, Algérie.

- 89.El-Loly M.M, Ali-Mansour A.I et Ahmed R.O., 2013.** Evaluation of raw milk for common commercial additives and heat treatments. *Internet Journal of Food Safety*, 15: 7-10, 2013.
- 90.El-Ziney M.G et Al-Turki A.I., 2007.** Microbiological quality and safety assessment of camel milk (*CAMELUS DROMEDARIES*) in Saudi Arabia (Qassim Region). *Applied Ecology and Environmental Research*, 5 (2): 115-122, 2007.
- 91.Fabro M.A, Milanesio H.V, Robert L.M, Speranza J.L, Murphy M, Rodríguez G et Castañeda R., 2006.** Technical Note: Determination of acidity in whole raw milk: Comparison of results obtained by two different analytical methods. *Journal of Dairy Science*, 89 (3): 859-861, 2006.
- 92.Fagnani R, Beloti V et Battaglini A.P.P., 2014.** Acid-base balance of dairy cows and its relationship with alcoholic stability and mineral composition of milk. *Pesq. Vet. Bras*, 34 (5): 398-402, 2014.
- 93.Fagundes H, Barchesi L, Filho A.N, Ferreira L.M et Oliveira C.A.F., 2010.** Occurrence of *Staphylococcus aureus* in raw milk produced in dairy farms in São Paulo state, Brazil. *Brazilian Journal of Microbiology*, 41: 376-380, 2010.
- 94.FAO., 1986.** Manuals of food quality control, 8. Food analysis: quality, adulteration and tests of identity, FAO food and nutrition paper 14/8, ISSN 0254-4725. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy.
- 95.FAO., 1995.** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Collection FAO : alimentation et nutrition n°28, ISBN92-5-203534-6. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy.
- 96.FAO., 2012.** Perspectives de l'alimentation, analyse des marchés mondiaux, FAO, mai 2012. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy NP: 09. <http://www.fao.org/docrep/015/al989f/al989f00.pdf> (Consulter le 09-09-2017).
- 97.FAO., 2013.** Milk and dairy products in human nutrition. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy, 2013. NP: 376. <http://www.fao.org/docrep/018/i3396e/i3396e.pdf> (Consulter le 07-11-2017).
- 98.FAO., 2014.** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Microflore du lait dans Chapitre 3 Produits laitiers: consommation, technologie et microbiologie <http://www.fao.org/docrep/t4280f/T4280F09.htm#Microflore%20du%20lait> (Consulter le 04-04-2014).

- 99. Faraz A, Lateef M, Mustafa M.I, Akhtar P, Yaqoob M et Rehman S., 2013.** Detection of adulteration, chemical composition and hygienic status of milk supplied to various canteens of educational institutes and public places in Faisalabad. *J Anim Plant Sci*, 23 (Sup 1): 119-124, 2013.
- 100. Farougou S, Kpodékon T.M, Sessou P, Youssao I, Boko C, Yèhouenou B et Sohounhloué D., 2011.** Qualité microbiologique du lait cru de vache élevée en milieu extensif au Bénin. Actes du 3^{ème} Colloque des Sciences, Cultures et Technologies de l'UAC-Bénin, 2009, 323-336, NP : 14.
- 101. Fayeye T.R, Badmos A.H.A et Okin H.O., 2013.** MILK yield and quality of holstein and jersey breeds of cattle in Kwara state, Nigeria. *J. Agric. Res. & Dev*, 12 (1): 11-18, 2013.
- 102. Favier J.C, Christidès J.P, Potier De Courcy G et Léger J.J., 1987.** Teneur en acide folique des aliments (3 - teneur des laits en folates). *Sciences des Aliments*, 7 : 23-40, 1987.
- 103. Favier J.C et Dorsainvil E., 1985.** Composition du lait de vache : 1- lait de grand mélange. *Cahiers de nutrition et de diététique*, 20 (4) :283-291, 1985.
- 104. FIL., 2011.** Situation mondiale de l'industrie laitière, FIL – IDF Canada 22-23 mars 2011.
http://www.dairyinfo.gc.ca/pdf/FIL-IDF2011-%20World%20Dairy%20Situation%20-%20Benoit%20Rouyer_fra.pdf (Consulter le 10-12-2017).
- 105. Filimon M.N, Borozan A.B, Bordean D.M, Popescu R, Gotia S.R, Verdes D, Morariu F et Treitli S., 2011.** Quality assessment of raw and pasteurized milk using microbiological parameters. *Animal Science and Biotechnologies*, 44 (2): 412-416, 2011.
- 106. Fonseca G.P, Cruz A.G, Faria J.A.F, Silva R, Moura M.R.L et Carvalho L.M.J., 2009.** Antibiotic residues in Brazilian UHT milk: a screening study. *Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas*, 29 (2): 451-453, 2009.
- 107. Forouzan S, Rahimirad A, Seyedkhoei Roya, Asadzadeh J et Bahmani M., 2014.** Determination of antibiotic residues in the pasteurized milk produced in West Azerbaijan province, North West of Iran. *Journal of Coastal Life Medicine*, 2 (4): 297-301, 2014.

- 108. Gaare M, Kumar N, Raghu H.V, Khan A et Singh V.K., 2012.** Specific detection of β -lactam antibiotics in milk by spore based assay. *International Research Journal of Microbiology (IRJM)*, 3 (5): 168-173, 2012.
- 109. Ghaoues S., 2011.** Evaluation de la qualité physico-chimique et organoleptique de cinq marques de laits reconstitués partiellement écrémés commercialisés dans l'est Algérien. Diplôme de Magister en Sciences Alimentaires. Institut de la Nutrition, de l'alimentation et des Technologies Agro-Alimentaires (I.N.A.T.A.A), Université Mentouri – Constantine, Algérie, NP : 130.
- 110. Grădinaru A.C, Popescu O et Solcan G., 2011.** Antibiotic residues in milk from Moldavia, Romania. *HVM Bioflux*, 2011, 3 (2): 133-141, 2011.
- 111. Garedew L, Berhanu A, Mengesha D et Tsegay G., 2012.** Identification of gram-negative bacteria from critical control points of raw and pasteurized cow milk consumed at Gondar town and its suburbs, Ethiopia. *BMC Public Health*, 12 (950): 1-7, 2012.
- 112. Gaudin V, Maris P, Fuselier R, Ribouchon J.L, Cadieu N et Rault A., 2004.** Validation of a microbiological method: the STAR protocol, a five-plate test, for the screening of antibiotic residues in milk. *Food Additives and Contaminants*, 21 (5): 422-433, 2004.
- 113. Gaurav A, Gill J.P.S, Aulakh R.S et Bedi J.S., 2014.** ELISA based monitoring and analysis of tetracycline residues in cattle milk in Punjab. *Veterinary World*, 7 (1): 26-29, 2014.
- 114. Ghanavi Z, Mollayi S et Eslami Z., 2013.** Comparison between the amount of Penicillin G residue in raw and pasteurized milk in Iran. *Jundishapur J Microbiol*, 6 (7): 1-5, 2013.
- 115. Ghazi K et Niar A., 2011.** Qualité hygiénique du lait cru de vache dans les différents élevages de la Wilaya de Tiaret (Algérie). *TROPICULTURA*, 29 (4): 193-196, 2011.
- 116. Ghazi K, Guessas B, Niar A et Louacini K.I., 2011.** Hygienic quality of cow milk, in various bovine breeds of Tiaret area (Algeria). *Asian Journal of Animal and Veterinary advances*, 1-5, 2011.
- 117. Ghidini S, Zanardi E, Varisco G et Chizzolini R., 2002.** Prevalence of molecules of β -lactam antibiotics in bovine milk in Lombardia and Emilia Romagna (Italy). *Ann. Fac. Medic. Vet. di Parma*, XXII : 245-252, 2002.

- 118. Grenon C, Fournier S et Goulet J, 2004.** Lait de qualité. Symposium sur les bovins laitiers (21 octobre 2004). Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec. NP : 33.
- 119. Grillet N, Grimaud P, Loiseau G, Wesuta M et Faye B., 2005.** Qualité sanitaire du lait cru tout au long de la filière dans le district de Mbarara et la ville de Kampala en Ouganda. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop*, 58 (4): 245-255, 2005.
- 120. Godič-Torkar K et Golc-Teger S., 2008.** The microbiological quality of raw milk after introducing the two day's milk collecting system. *Acta agriculturae Slovenica*, 92 (1): 61-74, 2008.
- 121. Guiraud J.P., 2012.** Microbiologie alimentaire, Dunod, Paris, France. Pp: 387-413.
- 122. Gustavsson E, Degelaen J, Bjurling P et Sternesjo A., 2004.** Determination of B-Lactams in milk using a surface plasmon resonance-based biosensor. *J. Agric. Food Chem*, 52 (10): 2791-2796, 2004.
- 123. Hacini N., 2007.** La filière lait et risques alimentaires. *Magvet*, 58 : 22-29, 2007.
- 124. Hadrya F, Elouardi A, Benali D, Hami H, Soulaymani A et Senouci S., 2012.** Bacterial quality of informally marketed raw milk in Kenitra city, Morocco. *Pakistan Journal of Nutrition*, 11 (8): 662-669, 2012.
- 125. Hamiroune M, Berber A et Boubekour S., 2014.** Qualité bactériologique du lait cru de vaches locales et améliorées vendu dans les régions de Jijel et de Blida (Algérie) et impact sur la santé publique. *Ann. Méd. Vét*, 158: 137-144, 2014.
- 126. Hanzen C., 2010.** Lait et production laitière, Service de Thériogenologie des animaux de production, Faculté de Médecine Vétérinaire, Université de Liège, Année 2009-2010, P12, NP : 42.
- 127. Hanzen C., 2014.** Physio-anatomie et propédeutique de la glande mammaire, Symptomatologie, étiologie et thérapeutiques, Approches individuelles et de troupeau des mammites. Service de Thériogenologie des animaux de production, Faculté de Médecine Vétérinaire, Université de Liège, Année, 2013-2014, P18, NP : 170.
- 128. Hassan N.B.A., Abdallah M.O.M. et Nour A.A.A.M., 2009.** Microbiological quality of heat-treated milk during storage. *Pak. J. of Nut*, 8 (12): 1845-1848, 2009.
- 129. Holsinger V.H., Rajkowski K.T et Stabel J.R., 1997.** Milk pasteurisation and safety: a brief history and update. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz*, 16 (2): 441-451, 1997.

- 130. Hossain M.B et Dev S.R., 2013.** Physicochemical characteristics of various raw milk samples in a selected dairy plant of Bangladesh. *International Journal of Engineering and Applied Sciences*, 1 (3): 91-96, 2013.
- 131. Hurtaud C, Agabriel C, Dutreuil M et Rouille B., 2010.** Caractérisation de la composition des laits selon les pratiques d'alimentation dans les principales régions laitières françaises. *Renc. Rech. Ruminants*, 17: 381-384, 2010.
- 132. Hussain I., 2011.** Effect of UHT processing and storage conditions on physico-chemical characteristics of buffalo skim milk. *J. chem. Soc. Pak*, 33 (6): 783- 786, 2011.
- 133. Ibraimi Z, Shehi A, Hajrulai Z, Mata E et Murtezani A., 2013.** Detection and risk assessment of Beta-lactam residues in Kosovo's milk using ELISA method. *Int J Pharm Pharm Sci*, 5 (4): 446-450, 2013.
- 134. Imran M, Khan H, Hassan S.S et Khan R., 2008.** Physicochemical characteristics of various milk samples available in Pakistan. *J Zhejiang Univ Sci B*, 9 (7): 546-551, 2008.
- 135. Javaid S.B., Gadahi J.A., Khaskeli M., Bhutto M.B., Kumbher S. et Panhwar A.H., 2009.** Physical and chemical quality of market milk sold at Tandojam, Pakistan. *Pakistan Vet. J*, 29 (1): 27-31, 2009.
- 136. Javadi A, Safarmashaei S., 2011.** The fecal coliform to fecal streptococci ratio of traditional ice cream in Tabriz (East-azerbaijan), Iran. *Journal of Applied Sciences Research*, 7 (6): 787-790, 2011.
- 137. Joffin C et Joffin J.N., 2010.** *Microbiologie alimentaire*, 6^{ème} édition, CRDP d'Aquitaine, 2010. NP: 344.
- 138. JOCE., 1994.** Règlement (CE) N° 1758/94 de la commission du 18 juillet 1994 modifiant le règlement (CEE) n° 1725/79 relatif aux modalités d'octroi des aides au lait écrémé transformé en aliments composés et au lait écrémé en poudre destiné à l'alimentation des veaux.
- 139. JORADP., 1993.** Arrêté interministériel du 29 Safar 1414 correspondant au 18 août 1993 relatif aux spécifications et à la présentation de certains laits de consommation.
- 140. JORADP., 1998.** Arrêté interministériel du 25 Ramadhan 1418 correspondant au 24 janvier 1998 modifiant et complétant l'arrêté du 14 Safar 1415 correspondant au

23 juillet 1994 relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires.

- 141. JORADP., 2000.** Arrêté du 27 Dhou El Hidja 1420 correspondant au 2 avril 2000, modifiant et complétant l'arrêté du 17 Rajab 1420 correspondant au 27 octobre 1999 relatif aux spécifications du lait en poudre industriel et aux conditions et modalités de sa présentation, sa détention, son utilisation et sa commercialisation.
- 142. Junza A, Amatya R, Pérez-Burgos R, Gokce G, Grzelak E, Barrón D et Barbosa J., 2010.** Residues of B-lactams and quinolones in tissues and milk samples. Confirmatory analysis by liquid chromatography–mass spectrometry. *Ovidius University Annals of Chemistry*, 21 (2): 109-122, 2010.
- 143. Kabir A et Niar A., 2013.** Quality control of milk in the dairy industry. *World Journal of Dairy & Food Sciences* 8 (1): 18-26, 2013.
- 144. Kang I.S., Lee J.H et Lee S.W., 1995.** A comparative study on the quality of pasteurized milk in the Korea. *Korean J. Dairy Sci*, 17 (2): 161-166, 1995.
- 145. Kaouche S, Boudina M et Ghezali S., 2012.** Évaluation des contraintes zootechniques de développement de l'élevage bovin laitier en Algérie: cas de la wilaya de Médéa. *Revue Nature et Technologie*, 06: 85-92., 2012.
- 146. Kaouche S, Bouguerra N et Mesbahi S., 2014.** Prevalence of some pathogenic bacteria of raw milk in Algeria. *Archives of Biomedical Sciences*, 2 (2): 30-33, 2014.
- 147. Kartheek M, Anton Smith A, Kottai Muthu A et Manavalan R., 2011.** Determination of adulterants in food: A Review. *J. Chem. Pharm. Res*, 3 (2): 629-636, 2011.
- 148. Karthikeyan V, Ramya S et Reshma V.K., 2012.** Comparative Studies on the prevalence of bacterial Population and physicochemical, analysis in raw and pasteurised milk with special reference to honey as a natural preservative. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 3 (6): 1-8, 2012.
- 149. Katinan C.R, Sadat A.W, Chatigre K.O, Bohoussou K.M et Assidjo N.E., 2012.** Évaluation de la qualité chimique et microbiologique des laits caillés artisanaux produits et consommés dans la ville de Yamoussoukro, Côte d'Ivoire". *J. Appl. Biosci*, 55: 4020-4027, 2012.
- 150. Khakpoor M, Safarmashaei S et Jafary R., 2010.** Study of milk extracted from cows related to *Staphylococcus aureus* by culturing and PCR. *Global Veterinaria*, 7 (6): 572-575, 2011.

- 151. Khan M.T.G, Zinnah M.A, Siddique M.P, Rashid M.H.A, Islam M.A et Choudhury K.A., 2008.** Physical and microbial qualities of raw milk collected from Bangladesh agricultural university dairy farm and the surrounding villages. *Bangl. J. Vet. Med.* 6 (2): 217-221, 2008.
- 152. Khaskheli M, Arain M.A, Chaudhry S, Soomro A.H et Qureshi T.A ., 2005.** Physico-chemical quality of camel milk. *J. Agri. Soc. Sci*, 1 (2): 164-166, 2005.
- 153. Khaskheli M, Malik R.S, Arain M.A, Soomro A.H et Arain H.H., 2008.** Detection of β - Lactam antibiotic residues in market milk. *Pakistan Journal of Nutrition*, 7 (5): 682-685, 2008.
- 154. Khayat F.A, Bruhn J.C et Richardson G.H., 1988.** A survey of coliforms and *Staphylococcus aureus* in cheese using impedimetric and plate count methods. *Journal of Food Protection*, 51 (1): 53-55, 1988.
- 155. Kittivachra R, Sanguandeeikul R, Sakulbumrungsil R, Phongphanphanee P et Srisomboon J., 2006.** Determination of essential nutrients in raw milk. *Songklanakarin J. Sci. Technol*, 28 (Suppl. 1): 115-120, 2006.
- 156. Kleyn D.H, Lynch J.M, Barbano D.M, Jeffrey-Bloom M, Mitchell M.W, Cooper LS, Cusak E, Fick M, Hanks T, Heslen M.K, Johnson J, Kleyn D.H, Mercer F, Monahan D, Peat B et Petit M., 2001.** Determination of fat in raw and processed milks by the Gerber method: collaborative study. *Food composition and additives. Journal of AOAC international*, 84 (5): 1499-1508, 2001.
- 157. Konte M., 1999.** Le lait et les produits laitiers. Développement de systèmes de production intensive en Afrique de l'Ouest. Laboratoire national de l'élevage et des recherches vétérinaires Institut Sénégalais de recherches agricoles. Faculté des sciences et techniques, Sciences et technologies des aliments. Université de Nouakchott (R.I.M). Réf. ISRMJPV-LNERV/FEVR 1999, NP : 25.
- 158. Kopaczewski w., 1948.** Etude physico-chimique du lait. *Revue générale des questions laitières*. 28^{ème} Année (Tome XXVIII). Mars-Avril 1948 N° 273-274.
- 159. Korpysa-Dzirba W et Osek J., 2011.** Identification of genes encoding classical Staphylococcal Enterotoxins in *Staphylococcus aureus* isolated from raw milk. *Bull Vet Inst Pulawy*, 55: 55-58, 2011.
- 160. Kouamé-Sina S.M, Bassa A, Dadié A, Makita K, Grace D, Dje M et Bonfoh B., 2010.** Analyse des risques microbiens du lait cru local à Abidjan (Côte d'Ivoire). *Revue Africaine de Santé et de Productions Animales (RASPA)*, 8 (S): 35-42, 2010.

- 161. Kouamé-Sina S.M., 2013.** Contribution à la gestion des risques de contamination microbienne et diversité génotypique des espèces du genre *Bifidobacterium* isolées de la chaîne de production du lait local à Abidjan. Thèse unique pour l'obtention du grade de Docteur en Sciences et Technologies des Aliments de l'Université Nangui Abrogoua, Côte d'Ivoire, NP: 234.
- 162. Koussou M.O, Grimaud P et Mopaté L.Y., 2007.** Evaluation de la qualité physico-chimique et hygiénique du lait de brousse et des produits laitiers locaux commercialisés dans les bars laitiers de N'Djamena au Tchad. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop*, 60 (1-4): 45-49, 2007.
- 163. Kumar H, Kumar A, Kumari P, Jyotirmai S et Tulsani N.B., 2000.** A rapid estimation of urea adulterated milk using dry reagent strip. *Indian Journal of Chemical Technology*, 7: 146-147, 2000.
- 164. Kurwijila L.R., 2006.** Hygienic milk handling, processing and marketing: reference guide for training and certification of small-scale milk traders in Eastern Africa. ILRI (International Livestock Research Institute), Nairobi, Kenya, NP: 104.
- 165. Labioui H, Elmoualdi L, Benzakour A, Elyachioui M, Berny E.H et Ouhssine M., 2009.** Etude physico-chimique et microbiologique de laits crus. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, 148: 7-16, 2009.
- 166. Lai C.Y, Fatimah A. B, Mahyudin N. A, Saari N et Zaman M. Z., 2016.** Physico-chemical and microbiological qualities of locally produced raw goat milk. *International Food Research Journal*, 23 (2): 739-750, 2016.
- 167. Lakshmi V et Labs R.V., 2012.** Food adulteration. *International Journal of Science Invention Today*, 1 (2): 106-113, 2012.
- 168. Latyr Fall C., 1997.** Etudes des fraudes du lait cru : mouillage et écrémage. Thèse de docteur vétérinaire, N°: 28, Ecole Inter-états des sciences et médecine vétérinaires. Université cheikh Anta Diop, Dakar NP: 80.
- 169. Layada S, Benouareth D, Coucke W et Andjelkovic M., 2016.** Assessment of antibiotic residues in commercial and farm milk collected in the region of Guelma (Algeria). *International Journal of Food Contamination*, 3 (19): 1-16, 2016.
- 170. Lortal S et Boudier J.F, 2011.** La valorisation de la matière première lait, évolution passée et perspectives. *Innovations Agronomiques*, 13 : 1-12, 2011.
- 171. Lossouarn J., 2003.** Stratégies dans les filières animales. *INRA Prod. Anim.*, 16 (5) : 317-324, 2003.

- 172. Lu M, Shiao Y, Wong J, Lin R, Kravis H, Blackmon T, Pakzad T, Jen T, Cheng A, Chang J, Ong E, Sarfaraz N, Wang NS., 2013.** Milk Spoilage: Methods and Practices of Detecting Milk Quality. *Food and Nutrition Sciences*, 2013 (4): 113-123, 2013.
- 173. MADR., 2006.** Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural. Direction des Statistiques Agricoles et des Systèmes d'Information. Rapport sur la situation du secteur agricole, NP : 77.
- 174. Luna-Palomera C, Aguilar-Hernández K.S, Velázquez-Martínez J.R, Peralta-Torres J.A et Aguilar-Cabrales J.A., 2011.** Milk Quality in Dual Purpose Cattle with Hand or Machine Milking. *Journal of Agricultural Science and Technology A*, 1 (2011): 1269-1274, 2011.
- 175. Mahmoudi R, Asadpour R, Pajohi-Alamoti MR, Golchin A, Kiyani R et Mohammad-Pour R et Altafy K., 2013.** Raw cow milk quality: Relationship between antibiotic residue and somatic cell count. *International Food Research Journal*, 20 (6): 3347-3350, 2013.
- 176. Makhlof M et Montaigne E., 2016.** La dynamique du marché mondial des produits laitiers. *Livestock Research for Rural Development*, 28 (10): 1-11, 2016.
- 177. Mantis A.J et Papageorgiou D.K., 2011.** Conditions of staphylococcal enterotoxin production in milk and milk products. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 54: 242-252, 2011.
- 178. Marimuthu M, Sankar N, Sathish A, Vivek S et Mohan-Raj N., 2013.** Comparative study on physiochemical quality of raw milk samples collected from different villages of Karur district, Tamilnadu, India. *IJPCBS* 2013, 3(3), 635-638.
- 179. Martelli L et Navellier P., 1963.** Lactodensimètre de précision étude et réalisation. *Ann. Fals. et Expert. ch.* 1961, 629, 239, 134-152.
- 180. Matak K.E., 2004.** Effects of UV irradiation on the reduction of bacterial pathogens and chemical indicators of milk. Doctorate dissertation of philosophy in Food Science and Technology. Graduate Faculty of Virginia Polytechnic Institute and State University in partial fulfillment of the requirements, 2004. NP: 33.
- 181. Meddouri D, Mamine F et Madi S., 2013.** Rencontres Qualiméditerranée 2013 : la sûreté alimentaire, Les 13 et 14 novembre 2013, à Montpellier (SupAgro-INRA), France.

- 182. Mehnoune S et Ferhoul K., 2015.** Contrôle de la propreté hygiénique de lait de vache cru avec application de la préparation du fromage frais « petit suisse ». Mémoire de Master, 2015. Université Khemis Miliana, Algérie, NP: 60.
- 183. Mekroud H., 2011.** Effet de la température sur la production laitière dans la région de Sétif. Magister en Sciences Agronomiques, Option : Amélioration de la Production Animale. Département d'Agronomie, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Ferhat Abbas- Sétif, Algérie. NP : 104.
- 184. Mekroud H et Bounechada M., 2011.** Effet des facteurs environnementaux sur la qualite microbiologique du lait de vache dans la region de Setif. Agriculture, (2): 14-23, 2011.
- 185. Mensah S.E.P, Koudandé O.D, Sanders P, Laurentie M, Mensah G.A et Abiola F.A., 2014.** Antimicrobial residues in foods of animal origin in Africa: public health risks. Rev. sci. tech. Off. int. Epiz, 33 (3): 987-996, 2014.
- 186. Meribai A, Ouarkoub M et Bensoltane A., 2016.** La problématique de la production et d'importation du lait en Algérie : état des lieux, aspects déficitaires et perspectives. Journal of new sciences, Agriculture and Biotechnology, 35 (7): 1986-1992, 2016.
- 187. Merigaud J.P, Lemoine T, Aguer D, Beugnot N, Gillis J.C, Jouanneau F, Koubbi L, Lepecheur E, Madiot P, Maupeu Prouin J, Simbelie K et Thireau F., 2009.** Spécification technique de l'achat public laits et produits laitiers. Groupe d'étude des marches de restauration collective et de nutrition (GEM RCN). Ministère de l'économie de l'industrie et de l'emploi. France, 2009. NP : 47.
- 188. Meshref A.M.S., 2013.** Bacteriological quality and safety of raw cow's milk and fresh cream. Slov Vet Res 50 (1): 21-30, 2013.
- 189. Mikulec D.P, Petrović M.P et Raycheva E., 2012.** Effect of variations in Somatic Cell Count on cheese yield on the stara planina in Serbia. IJRRAS, 12 (1): 57-60, 2012.
- 190. Mirzaei H, Farhoudi H, Tavassoli H, Farajli M et Monadi A., 2012.** Presence and antimicrobial susceptibility of methicillinresistant *Staphylococcus aureus* in raw and pasteurized milk and ice cream in Tabriz by culture and PCR techniques. African Journal of Microbiology Research, 6 (32): 6224-6229, 2012
- 191. Mitamura K., 1937.** Studies on the alcohol coagulation of fresh cow milk. Jour. Facul. Agr. Hokkaido Imp. Univ. Sapporo, Vol. XLI, Pt. 2, November, 1937.

- 192. Mokhtari A, Hosseini B et Panahi P., 2013.** β -Lactams and tetracyclines antibiotic residue detection in bulk tank milk in Iran. *Iranian J Publ Health*, 42 (4): 447-448, 2013.
- 193. Mohammad A, Quasid A, Mohammad A, Ihsan M.Q et Iftikhar A.K., 2007.** Composition and adulteration analysis of milk samples. *Sarhad J. Agric*, 23 (4): 1127-1130, 2007.
- 194. Movassagh M.H et Karami A.R., 2010.** Determination of Antibiotic Residues in Bovine Milk in Tabriz, Iran. *Global Veterinaria*, 5 (3): 195-197, 2010.
- 195. Movassagh M.H et Karami A.R., 2011.** Beta-lactam antibiotics residues in pasteurized milk by Beta Star test in the North West region of Iran. *ARPN Journal of Agricultural and Biological Science*, 6 (11): 7-10, 2011.
- 196. Muliro P.S, Shalo P.L et Kutima P.M., 2013.** Quality assessment of raw camel milk using dye reduction tests. *African Journal of Food Science and Technology*, 4 (5): 116-121, 2013.
- 197. Navrátilová P., 2008.** Screening methods used for the detection of veterinary drug residues in raw cow milk – A Review. *Czech J. Food Sci*, 26 (6): 393–401, 2008.
- 198. Navrátilová P, Borkovcová I, Dračková M, Janštová B et Vorlová L., 2009.** Occurrence of tetracycline, chlortetracyclin, and oxytetracycline residues in raw cow's milk. *Czech J. Food Sci*, 27 (5): 379-385, 2009.
- 199. Ndambi O.A, Kamga P.B, Imelé H, Mendi S.D et Fonteh F.A., 2008.** Effects of milk preservation using the Lactoperoxidase system on processed yogurt and cheese quality. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 8 (3): 358-374, 2008.
- 200. Nespolo C.R et Brandelli A., 2012.** Characterization of cheeses produced with ovine and caprine milk and microbiological evaluation of processing areas in the dairy plant in Brazil. *IFRJ* 19, (4):1713-1721.
- 201. Nikolić N, Mirecki S et Blagojević M, 2011.** Presence of inhibitory substances in raw milk in the area of Montenegro. *Mljekarstvo*, 61 (2): 182-187, 2011.
- 202. Nirwal S, Pant R et Rai N., 2013.** Analysis of milk quality, adulteration and mastitis in milk samples collected from different regions of Dehradun. *Int.J.PharmTech Res*, 5 (2): 359-364, 2013.
- 203. Noori N, Karim G, Raesian M, Khaneghahi-Abyaneh H, Bahonar A.R, Akhondzadeh-Basti A et Ghadami F., 2013.** Antibiotic residues and aflatoxin M1

contamination in milk powder used in Tehran dairy factories, Iran. *Iranian Journal of Veterinary Medicine*, 7 (3): 221-226, 2013.

- 204. Novak F.R et de-Almeida J.A.G., 2002.** Alternative test for detection of coliforms bacteria in manually expressed human milk. *Jornal de Pediatria*, 78 (3): 193-196, 2002.
- 205. Nurliyani, Suranindyahb Y, Pretiwi P., 2015.** Quality and emulsion stability of milk from ettawah crossed bred goat during frozen storage. *International Symposium on Food and Agro-biodiversity (ISFA2014)*. *Procedia Food Science* 3 (2015): 142-149, 2015.
- 206. OCDE/FAO., 2016.** Chapitre : Lait et produits laitiers, dans perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2016-2025, Éditions OCDE, Paris, pp : 118-137. NP: 141. <http://www.fao.org/3/a-i5778f.pdf> (Consulter le 20-10-2017).
- 207. O'Connor C.B., 1995.** Training manual 1, rural dairy technology. *International Livestock Research Institute Addis Ababa, Ethiopia*, 1995. NP: 123. http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/drought/docs/ilri%20rural%20dairy%20technology2.pdf. (Consulter le 29-11-2016).
- 208. ODAL., 1995.** Ordonnance sur les denrées alimentaires, du 1er mars 1995 (Etat le 22 février 2005), *L'hygiène et la qualité sanitaire du lait et des produits laitiers. Implications en santé publique*, NP : 274. <https://www.admin.ch/opc/fr/classified-compilation/.../200503010000/817.02.pdf> (Consulter le 10-10-2017).
- 209. Okpalugo J, Ibrahim K, Izebe K.S et Inyang U.S., 2008.** Aspects of microbial quality of some milk products in Abuja, Nigeria. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 7 (4): 1169-1177, 2008.
- 210. Ouazzani Taybi N, Arfaoui A et Fadli M., 2014.** Evaluation de la qualité microbiologique du lait cru dans la région du Gharb, Maroc. *International Journal of Innovation and Scientific Research*, 9 (2): 487-493, 2014.
- 211. Parekh T.S et Subhash R., 2008.** Molecular and bacteriological examination of milk from different milch animals with special reference to coliforms. *Current Research in Bacteriology*, 1 (2): 56-63, 2008.
- 212. Pavić V, Antunac N, Mioč B, Ivanković A et Havranek J.L., 2002.** Influence of stage of lactation on the chemical composition and physical properties of sheep milk. *Czech J. Anim. Sci*, 47 (2): 80-84, 2002.

- 213. Pérez J.A, 2011.** Production systems, technical parameters and quality of bovine milk producers in southern Chile. *Cien. Inv. Agr*, 38 (1): 15-29, 2011.
- 214. Pougheon. S.I.A.S, 2001.** Contribution a l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière. Thèse Docteur vétérinaire, 2001, Ecole nationale vétérinaire de Toulouse, France, NP : 102.
- 215. Popescu A et Angel E., 2009.** Analysis of milk quality and its importance for milk processors. *Lucrări științifice Zootehnie și Biotehnologii*, 42 (1): 501-506, 2009.
- 216. Pokhrel P et Laldas S.K., 2012.** Study on the extension of shelf-life by activation of inherent lactoperoxidase system in raw cow milk. *J. Food Sci. & Technol. Nepal*, 7: 57-60, 2012.
- 217. Prabhavathy-Devi N et Sowmya D., 2012.** Microbial count of raw cow's milk in Chennai. *International Journal of Research in Pharmaceutical and Biomedical Sciences*, 3 (2): 858-860, 2012.
- 218. Pujol-Dupuy C., 2004.** Accidents alimentaires d'origine bactérienne liés à la consommation de laits et produits laitiers. Thèse de docteur vétérinaire, 2004. Ecole nationale vétérinaire de Lyon, France, NP : 183.
- 219. Raynaud S, Pelissier F et Berodier A., 2011.** Chapitre 1 - Partie 3 : Comment apprécier les écosystèmes microbiens du lait dans Microflore du lait cru, p: 53-57, NP: 131.
- 220. EU Regulation., 2005.** Règlement (CE) n° 2073/2005 de la Commission du 15 novembre 2005 concernant les critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires. *JO L 338* du 22.12.2005, p. 1-25.
- 221. Reybroeck W., 2004.** Résidus d'antibiotiques dans le lait : Utilisation des kits de dépistage des inhibiteurs. *Le Point Vétérinaire*, 242: 52-57, 2004.
- 222. Rollan S., 2008.** Comparatif des laits de mammifères. Association Kousmine Française. NP : 2.
http://gfol1.laitdejumentjumvital.com/download/comparatif_des_laits_de_mammiferes_ws25385882.pdf. (Consulter le 05-10-2017).
- 223. Romnee J.M., 2009.** Potentialités des tests microbiens et de la spectrométrie infra-rouge dans la recherche d'antibiotiques dans le lait. Dissertation de docteur en sciences agronomiques et ingénierie biologique. Communauté française de Belgique. Académie universitaire Wallonie-Europe. Faculté universitaire des sciences agronomiques de Gembloux, NP: 341.

- 224. Saha S et Ara A., 2012.** Chemical and microbiological evaluation of pasteurized milk available in Sylhet city of Bangladesh. *The Agriculturists*, 10 (2): 104-108, 2012.
- 225. Salhi K et Medjoudj K., 2013.** Analyses physico-chimiques et microbiologiques du lait cru collecté au niveau de la laiterie d'Amizour. Mémoire de master 2013, Département des Sciences Alimentaires, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Abderrahmane Mira de Bejaia, Algérie, NP: 44.
- 226. Salman A.M.A et Hagar E.M., 2013.** Some bacterial and physical quality of pasteurized milk in Khartoum. *Journal of Applied and Industrial Sciences*, 1 (2): 30-37, 2013.
- 227. Saltijeral J, Cordova A et Velazquez V., 2004.** Antibiotic residues in raw milk in Mexico city. *International Society for Animal Hygiene - Saint-Malo*, Pp 393, 2004.
- 228. Saxena M et Rai P., 2013.** Microbiological and chemical analysis of raw, pasteurized and UHT milk during preservation in India. *International Journal of ChemTech Research*, 5 (6): 2804-2809, 2013.
- 229. Sboui A, Khorchani T, Djegham M et Belhadj O., 2009.** Comparaison de la composition physico-chimique du lait camelin et bovin du Sud tunisien; variation du pH et de l'acidité à différentes températures. *Afrique SCIENCE*, 05 (2): 293-304, 2009.
- 230. Schlemper V et Sachet A.N., 2017.** Antibiotic residues in pasteurized and unpasteurized milk marketed in southwest of Paraná, Brazil. *Ciência Rural, Santa Maria*, 47 (12):1-5, 2017.
- 231. Schuck P, 2011.** Modifications des propriétés fonctionnelles des poudres de protéines laitières: Impact de la concentration et du séchage. *Innovations Agronomiques*, 13 (2011), 71-99, 2011.
- 232. Seme K, Pitala W et Osseyi G.E., 2015.** Qualité nutritionnelle et hygiénique de laits crus de vaches allaitantes dans la région maritime au Sud-Togo. *European Scientific Journal*, 11 (36): 1857 – 7881, 2015.
- 233. Shaikh N, Soomro A.H, Sheikh S.A et Khaskheli M., 2013.** Extent of water adulteration and its influence on physical characteristics of market milk. *Pakistan Journal of Nutrition*, 12 (2): 178-181, 2013.
- 234. Shata R, El-Sherbini M, Abdelkhalek A et Al-Ashmawy M., 2015.** Prevalence and Detection of Beta Lactams and Tetracyclines in Raw Milk. *Global Veterinaria*, 15 (6): 588-595, 2015.

- 235. Siboukeur A et Siboukeur O., 2012.** Caractéristiques physico-chimiques et biochimiques du lait de chamelle collecté localement en comparaison avec le lait bovin. *Annales des Sciences et Technologie*, 4 (2) : 102-107, 2012.
- 236. Sina L., 1992.** Contrôle de qualité du lait et des produits laitiers fabriqués par la SOCA. Thèse de docteur vétérinaire, N°: 33, Ecole Inter-états des sciences et médecine vétérinaires. Université cheikh Anta Diop, Dakar, NP: 221.
- 237. Singh A, Chandra G, Aggarwal A et Kumar P., 2012,** Adulteration detection in milk. *Research News For U (RNFU)*, 5: 52-55, 2012.
- 238. Sommelier L et Heuchel V., 1999.** Caractérisation microbiologique et aptitudes technologiques des laits ultra propres. *Compte rendu Institut de l'Élevage* N° 99831, 1999, 18, 32.
- 239. Sraïri M.T, Hasni-Alaoui I, Hamama A et Faye B., 2005.** Relations entre pratiques d'élevage et qualité globale du lait de vache en étables suburbaines au Maroc. *Revue Méd. Vét*, 156 (3): 155-162, 2005.
- 240. Sraïri M.T et Hamama A., 2006.** Qualité globale du lait cru de vache au Maroc, concepts, état des lieux et perspectives d'amélioration. *Transfert de technologie en agriculture*, 137: 1-4, 2006.
- 241. Sraïri M.T, Benyoucef M.T et Kraiem K., 2013.** The dairy chains in North Africa (Algeria, Morocco and Tunisia): from self sufficiency options to food dependency?. *SpringerPlus*, 2 (162): 1-13, 2013.
- 242. Srujana G., 2011.** Microbial quality of raw and pasteurized milk samples collected from different places of Warangal district, (A.P.) India. *International Journal of Pharma and Bio Sciences*, 2 (2): 139-143, 2011.
- 243. Sulejmani Z, Shehi A, Hajrulai Z et Mata E., 2012.** Abuse of pharmaceutical drugs-antibiotics in dairy cattle in Kosovo and detection of their residues in milk. *J Ecosyst Ecogr*, 2 (4): 1-6, 2012.
- 244. Tadjine N, Tassist A, Bradea M.S, Tarzali D et Guetarni D., 2011.** Identification of pathogenic germs and antibiotics residues in the raw milk and their effects on human health. *Journal of Life Sciences*, 5 (2011): 129-131, 2011.
- 245. Taleb A., 2017.** Contrôle et qualité d'un lait déshydraté. Mémoire de Master en Biologie, Option : Sciences des aliments. Département de Biologie et Environnement, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers, Université Aboubekr Belkaid de Tlemcen, Algérie, NP : 60

- 246. Tamime A.Y., 2009.** Milk processing and quality management. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication, NP: 324.
- 247. Tasci F., 2011.** Microbiological and chemical properties of raw milk consumed in Burdur. *J. Anim. Vet. Adv*, 10 (5): 635-641, 2011.
- 248. Tassew A et Seifu E., 2011.** Microbial quality of raw cow's milk collected from farmers and dairy cooperatives in Bahir Dar Zuria and Mecha district, Ethiopia. *Agric. Biol. J. N. Am.*, 2011, 2 (1): 29-33, 2011.
- 249. Tekinsen K.K, Elmali M et Ulukanli Z., 2007.** Microbiological quality of UHT milk consumed in Turkey. *Internet Journal of Food Safety*, 7: 45-48, 2007.
- 250. Thaker H.C, Brahmhatt M.N et Nayak J.B., 2013.** Isolation and identification of *Staphylococcus aureus* from milk and milk products and their drug resistance patterns in Anand, Gujarat. *Vet World*, 6 (1): 10-13, 2013.
- 251. Titouche Y, Hakem (EX AKAM) A, Houali K, Yabrir B, Malki O, Chergui A, Chenouf N, Yahiaoui S, Labiad M, Ghenim H, Kechih-Bounar S, Chirilă F, Nadăș G et Fiț N.I., 2013.** Detection of antibiotics residues in raw milk produced in Freha area (Tizi-Ouzou), Algeria. *Bulletin UASVM, Veterinary Medicine*, 70 (1): 83-87, 2013.
- 252. Tortorello M.L., 2003.** Indicator organisms for safety and quality—uses and methods for detection: Mini-review. *Microbiological methods. Journal of AOAC International*, 86 (6): 1208-1217, 2003.
- 253. Tourette I, Messad S et Faye B., 2002.** Impact des pratiques de traite des éleveurs sur la qualité sanitaire du lait de chamelle en Mauritanie. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop*, 55 (3): 229-233, 2002.
- 254. Ul-Haq I, Khaskheli M, Kiani F.A, Talpur A.R, Lochi G.M, Soomro AA, Salman M, Marri M.Y et Mari M.M., 2013.** Effect of heat treatments on physico-chemical characteristics of skimmed milk. *J. Agric. Food. Tech*, 3 (12): 5-13, 2013.
- 255. Vahedi M, Nasrolahei M, Sharif M et Mirabi A.M., 2013.** Bacteriological study of raw and unexpired pasteurized cow's milk collected at the dairy farms and super markets in Sari city in 2011. *J. Prev Med Hyg*, 54: 120-123, 2013.
- 256. Vignola CL., 2002.** Science et technologie du lait, fondation de technologie laitière au Québec. Ecole polytechnique de Montréal, 2002.NP : 603.
- 257. Waes G., 1973.** Les streptocoques D dans le lait cru réfrigéré. II- La détermination des streptocoques D dans le système actuel et futur de détermination de la qualité. *Le Lait*, INRA Editions, 53 (529-530): 636-644, 1973.

- 258. Wyss U, Mauer J, Frey H, Reinhard T, Bernet A et Hofstetter P., 2011.** Comparaison de systèmes de production laitière à Hohenrain: Qualité du lait et saisonnalité des livraisons de lait, *Production animale. Recherche Agronomique Suisse*, 2 (9): 412-417, 2011.
- 259. Winarso D, Herawati et Foekh B., 2011.** The study of temperature effect and length of pasteurization heating on milk quality. *J. Agric. Food. Tech*, 1 (8): 137-144, 2011.
- 260. Woldecherkos A et Yitayal M., 2003.** Food Hygiene Part II, Chapter one: Milk hygiene, lecture notes for environmental health students, University of Gondar, Ethiopia, NP: 135.
http://www.cartercenter.org/resources/pdfs/health/ephti/library/lecture_notes/env_health_science_students/FoodHygienePtII.pdf. (Consulter le 05-06-2016).
- 261. Worku T, Negera E, Nurfeta A et Welearegay H., 2012.** Microbiological quality and safety of raw milk collected from Borana pastoral community, Oromia Regional State. *African Journal of Food Science and Technology*, 3 (9): 213-222, 2012.
- 262. Yabrir B, Hakem A, Mostefaoui A, Laoun A, Titouche Y, Labiad M, Magtouf L et Mati A., 2013.** Qualité microbiologique du lait cru ovin collecté dans la steppe centrale de l'Algérie. *Afrique SCIENCE*, 09 (2): 86-92, 2013.
- 263. Yamaki M., M.I. Berruga, R.L. Althaus, M.P. Molina, A. Molina, 2004.** Occurrence of antibiotic residues in milk from Manchega Ewe dairy farms. *J. Dairy Sci*, 87 (10): 3132-3137, 2004.
- 264. Yuen S.K, Yee C.F et Yin F.H., 2012.** Microbiological quality and the impact of hygienic practices on the raw milk obtained from the small-scale dairy farmers in Sabah, Malaysia. *International Journal of Agricultural and Food Science*, 2 (2): 55-59, 2012.
- 265. Zagorska J et Ciprovica I., 2013.** Evaluation of factors affecting freezing point of milk. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 74: 469-474, 2013.
- 266. Yilma Z., 2012.** Microbial properties of Ethiopian marketed milk and milk products and associated critical points of contamination: An Epidemiological Perspective. East Africa Dairy Development (EADD) Program, Addis Ababa Ethiopia from: verifier NP: 322.
<http://www.intechopen.com/books/epidemiology-insights/microbial-properties-of-marketed-milk-and-ethiopianfermented-milk-products-and-associated-critical>

ANNEXES

Annexe 1 : Composition et préparation du milieu PCA (Plate Count Agar).

Constituant	Quantité (g/L)
Digéré enzymatique de caséine	5
Extrait de levure	2,5
Glucose (anhydre)	1
Gélose bactériologique	15

Mettre en suspension 23,5 g de milieu déshydraté dans un litre d'eau distillée. Bien mélanger et faire dissoudre en chauffant tout en agitant fréquemment. Faire bouillir jusqu'à dissolution complète. Repartir dans des récipients appropriés. Stériliser à l'autoclave à 121°C pendant 15 minutes.

Annexe 2 : Composition et préparation du milieu VRBL (Violet Red Bile Lactose).

Constituant	Quantité (g/L)
Lactose	10
Gélatine peptone	7
Chlorure de sodium	5
Extrait de levure	3
Mélange de sels biliaires	1,5
Rouge neutre	0,03
Cristal violet	0,002
Gélose bactériologique	15

Mettre en suspension 41,5 g de milieu déshydraté dans un litre d'eau distillée. Bien mixer et faire dissoudre en chauffant tout en agitant fréquemment. Faire bouillir pendant une minute jusqu'à dissolution complète. Ne pas auto-claver. Refroidir jusqu'à 45°C et utiliser la préparation immédiatement. Si s'avère nécessaire, le mélange peut être reparti et stérilisé à l'autoclave à 118°C pendant 15 minutes.

Annexe 03 : Composition et préparation du milieu de Baird Parker.

Constituant	Quantité (g/L)
Glycine	12
Peptone de caséine	10
Pyruvate de sodium	10
Extrait de viande	5
Chlorure de lithium	5
Extrait de levure	1
Gélose bactériologique	13

Mettre en suspension 56 g de milieu déshydraté dans un litre d'eau distillée. Bien mélanger et faire dissoudre en chauffant tout en agitant fréquemment. Faire bouillir pendant une minute. Stériliser à l'autoclave à 121°C pendant 15 minutes. Repartir dans des récipients appropriés.

Annexe 4 : Mode de reconstitution du supplément lyophilisé RPF (Rabbit Plasma Fibrinogen).

Reprendre le lyophilisat en y ajoutant aseptiquement 10 mL d'eau distillée stérile à température ambiante ou préchauffée jusqu'à 44°C. La dissolution sera d'autant plus rapide que l'eau sera chaude (Ne pas dépasser 44°C).

Agiter le flacon plusieurs fois de façon à assurer une complète dissolution, tout en évitant la formation de mousse. La mise en solution n'est pas toujours immédiatement obtenue. Il est possible d'accélérer la dissolution en agitant le flacon au moyen d'un agitateur mécanique de type Vortex. Il est nécessaire que le produit soit totalement dissous avant d'être utilisé.

Annexe 5 : Composition et préparation du milieu de Rothe.

Constituant	Quantité (g/L)
Polypeptone	20
Glucose	5
Chlorure de sodium	5
Phosphate monopotassique	2,7
Phosphate dipotassique	2,7
Azide de sodium	0,2

Mettre en solution 35,6 g de milieu déshydraté (BK060) dans 1 litre d'eau distillée ou déminéralisée. Agiter lentement jusqu'à dissolution complète. Répartir en tubes, à raison de 10 mL par tube. Stériliser à l'autoclave à 121°C pendant 15 minutes.

Annexe 6 : Composition et préparation du milieu de Litsky.

Constituant	Quantité
Polypeptone	20 g/L
Glucose	5 g/L
Sodium chloride	5 g/L
Potassium dihydrogen phosphate	2,7g/L
Dipotassium phosphate	2,7g/L
sodium Azide	0,2 g/L
Etyhyl violet	0,5 mg/L

Mettre en solution 35,7 g de milieu déshydraté (BK061) dans 1 litre d'eau distillée ou déminéralisée. Agiter lentement jusqu'à dissolution complète. Répartir en tubes, à raison de 10 mL par tube. Stériliser à l'autoclave à 121°C pendant 15 minutes

Annexe 7 : Table de Mac-Grady

Nombre de tubes positifs au niveau de trois taux de dilutions retenus			NPP	Nombre de tubes positifs au niveau de trois taux de dilutions retenus			NPP
0	0	0	< 0,3	2	2	1	2,8
0	0	1	0,3	2	3	0	2,9
0	1	0	0,3	3	0	0	2,3
0	2	0	0,6	3	0	1	4
1	0	0	0,4	3	0	2	6
1	0	1	0,7	3	1	0	4
1	1	0	0,7	3	1	1	7
1	1	1	1,1	3	1	2	12
1	2	0	1,1	3	2	0	9
1	2	1	1,5	3	2	1	15
1	3	0	1,6	3	2	2	21
2	0	0	0,9	3	2	3	29
2	0	1	1,4	3	3	0	20
2	1	0	1,5	3	3	1	50
2	1	1	2,0	3	3	2	110
2	2	0	2,1	3	3	3	> 110

Annexe 8 : Tableau récapitulatif des résultats d'analyse physico-chimique du lait reconstitué.

Echantillon	Paramètre physico-chimique									
	T° (°C)	Densité (g/mL)	pH	Acidité (°D)	MG (%)	EST (%)	Humidité (%)	ESD (%)	Test d'alcool	Test d'ébullition
1	14,7	1,02594	6,6	10,5	1,45	8,938	91,062	7,488	-	-
2	14,8	1,02596	6,56	11	0,55	8,2	91,8	7,65	-	-
3	9,7	1,01944	6,48	16	1,9	7,8	92,2	5,9	-	-
4	10	1,027	6,62	11	1,25	9,22	90,78	7,97	-	-
5	8	1,0251	6,61	13	0,75	8,41	91,59	7,66	-	-
6	11,3	1,01826	6,7	11,5	1,3	6,83	93,17	5,53	+	-
7	11,1	1,02922	6,68	14,5	1,5	9,75	90,25	8,25	-	-
8	9,8	1,01896	6,65	14	1,95	7	93	5,05	+	-
9	10,2	1,02904	6,6	13	1,35	8,436	91,564	7,086	-	-
10	9,1	1,02782	6,64	13	1,5	9,41	90,59	7,91	-	-
11	9	1,0178	6,54	15	1,85	6,86	93,14	5,01	+	-
12	7	1,0294	6,6	15	1,6	7,422	92,578	5,822	-	-
13	8	1,0212	6,66	11	1,1	10,84	89,16	9,74	-	-
14	10	1,023	6,78	14	1,2	6,94	93,06	5,74	-	-
15	15	1,024	6,76	18	0,8	7,59	92,41	6,79	-	-
16	14	1,0238	6,78	11	1	6,51	93,49	5,51	-	-
17	11	1,0192	6,7	12	1,1	6,96	93,04	5,86	-	-
18	9	1,0238	6,67	10	1,2	6,4	93,6	5,2	-	-
19	8	1,0206	6,73	11	1,3	6,55	93,45	5,25	-	-
20	12	1,0224	6,6	17	1,6	6,48	93,52	4,88	-	-
21	12	1,0354	6,6	14	1,7	8,36	91,64	6,66	-	-
22	8	1,0236	6,7	10	1,3	7,2	92,8	5,9	-	-
23	10	1,029	6,67	17	1,5	7,15	92,85	5,65	-	-
24	14	1,0228	6,78	11	1	7,745	92,255	6,745	-	-
25	16	1,0322	6,58	16	1,6	10,79	89,21	9,19	-	-
26	14	1,0218	6,76	11	1,2	7,01	92,99	5,81	-	-
27	11	1,0202	6,76	10	1	5,805	94,195	4,805	-	-
28	13	1,0226	6,7	11	0,5	7,34	92,66	6,84	-	-
29	14	1,0198	6,83	10	0,3	6,21	93,79	5,91	-	-
30	16	1,0222	6,71	12	0,7	7,25	92,75	6,55	-	-
31	16	1,0242	6,75	10	0,2	7,12	92,88	6,92	-	-
32	13	1,0336	6,66	10	1,6	10,935	89,065	9,335	-	-
33	12	1,0234	6,87	11	0,8	7,43	92,57	6,63	-	-
34	17	1,0164	6,76	11	1,1	9,54	90,46	8,44	-	-
35	16	1,0352	6,58	16	1,6	10,89	89,11	9,29	-	-
36	16	1,0242	6,71	10	0,8	7,04	92,96	6,24	-	-
37	20	1,024	6,7	10	1,1	7,15	92,85	6,05	-	-
38	20	1,024	6,7	10	1,1	7,15	92,85	6,05	-	-
39	19	1,0248	6,74	11	0,9	7,11	92,89	6,21	-	-
40	13	1,0266	6,72	12	1,8	6,85	93,15	5,05	-	-
41	17	1,0264	6,76	13	0,9	7,902	92,098	7,002	-	-
42	18	1,0236	6,74	11	1	7,179	92,821	6,179	-	-
43	17	1,0224	6,78	15	1,1	7,55	92,45	6,45	-	-
44	11	1,0232	6,84	13	1,2	7,2	92,8	6	-	-

Annexe 9 : Tableau récapitulatif des résultats d'analyse microbiologique du lait reconstitué pasteurisé (moyenne arithmétique de chaque échantillon).

Echantillon	FAMT (ufc/mL)	Coliformes totaux (ufc/mL)	Coliformes fécaux (ufc/mL)	<i>S. aureus</i> (ufc/mL)
1	1,4 x 10 ³	0	0	70
2	5,77 x 10 ⁴	27500	0	620
3	08 x 10 ²	10	0	420
4	8,27 x 10 ⁶	82866,6667	4296,67	10
5	7,17 x 10 ⁷	0	0	2500
6	1,27 x 10 ⁷	82000	0	20
7	9,13 x 10 ⁶	240000	700	140
8	6,2 x 10 ⁵	0	0	40
9	04 x 10 ⁴	12100	6953,33	30
10	8,77 x 10 ⁶	656000	0,00	20
11	5,55 x 10 ⁶	68566,6667	2853,33	140
12	0	0	0	0
13	0	0	0	0
14	0	0	0	0
15	0	0	0	10
16	3,97 x 10 ⁵	37000	185	110
17	4,83 x 10 ⁵	10	0	60
18	2,13 x 10 ⁸	1000	10,00	80
19	0	0	0	0
20	4,4 x 10 ⁴	0	20233,33	0
21	4,97 x 10 ⁴	1125	170	150
22	0	0	0	0
23	3,7 x 10 ⁶	350	185	50
24	0	0	0	0
25	8,6 x 10 ⁴	0	2000,00	0
26	3,94 x 10 ⁶	80000	5500	140
27	1,62 x 10 ³	0	0	30
28	0	0	0	0
29	1,525 x 10 ⁶	0	12333,33	0
30	3,46 x 10 ⁶	0	0	0
31	0	0	0	0
32	6,45 x 10 ⁷	59753,3333	0	0
33	1,15 x 10 ⁶	0	0	0
34	1,37 x 10 ⁷	0	0	0
35	5 x 10 ²	0	0	0
36	2,455 x 10 ⁶	0	0	0
37	0	0	0	0
38	1,1 x 10 ³	195	0	0
39	1,58 x 10 ⁷	633,333333	0	0
40	8,33 x 10 ⁶	0	0	0
41	1,87 x 10 ⁷	26566,6667	0	0
42	0	0	0	0
43	0	0	0	0
44	8,33 x 10 ⁶	2216,66667	0	0

Annexe 10 : Tableau récapitulatif des résultats d'analyse physico-chimique du lait cru.

échantillon	Paramètre physico-chimique								
	T° (°C)	Densité (g/mL)	pH	Acidité (°D)	MG (%)	EST (%)	Humidité (%)	ESD (%)	Amidon
1	5	1,028	6,44	17	3,4	11,868	88,132	8,468	-
2	15	1,029	6,35	16	3,4	12,118	87,882	8,718	-
3	7	1,0296	6,33	16	3,3	12,146	87,854	8,846	-
4	10	1,028	6,48	17	3,2	11,624	88,376	8,424	-
5	20	1,03	6,38	16	3,3	12,246	87,754	8,946	-
6	14	1,0292	6,42	17	3,2	11,924	88,076	8,724	-
7	15	1,028	6,39	16	3,3	11,746	88,254	8,446	-
8	22	1,0294	6,28	18	3,2	11,974	88,026	8,774	-
9	16	1,0292	6,18	16	3,0	11,680	88,32	8,680	-
10	15	1,03	6,48	16	3,2	12,124	87,876	8,924	-
11	16	1,0282	6,36	18	3,6	12,162	87,838	8,562	-
12	6	1,0272	6,43	16	3,4	11,668	88,332	8,268	-
13	7	1,0274	6,4	18	3,2	11,474	88,526	8,274	-
14	9	1,0278	6,39	16	3,7	12,184	87,816	8,484	-
15	6	1,0272	6,52	16	3,1	11,302	88,698	8,202	-
16	5	1,027	6,47	16	3,3	11,496	88,504	8,196	-
17	10	1,028	6,45	16	3,1	11,502	88,498	8,402	-
18	15	1,029	6,47	17	3,0	11,630	88,37	8,630	-
19	19	1,0298	6,53	17	3,4	12,318	87,682	8,918	-
20	20	1,029	6,5	17	3,2	11,874	88,126	8,674	-
21	15	1,028	6,43	17	3,2	11,624	88,376	8,424	-
22	15	1,028	6,53	17	3,1	11,502	88,498	8,402	-
23	20	1,028	6,49	15	3,1	11,502	88,498	8,402	-
24	19	1,0288	6,48	17	3,5	12,190	87,81	8,690	-
25	16	1,0292	6,5	17	3,0	11,680	88,32	8,680	-
26	19	1,0298	6,43	17	3,1	11,952	88,048	8,852	-
27	15	1,031	6,45	17	3,3	12,496	87,504	9,196	-
28	15	1,029	6,42	17	3,0	11,630	88,37	8,630	-
29	10	1,029	6,53	16	3,0	11,630	88,37	8,630	-
30	14	1,0298	6,47	17	3,2	12,074	87,926	8,874	-
31	21	1,0282	6,44	15	3,2	11,674	88,326	8,474	-
32	13	1,0276	6,37	16	3,1	11,402	88,598	8,302	-
33	5	1,028	6,47	17	3,2	11,624	88,376	8,424	-
34	15	1,03	6,53	17	3,0	11,880	88,12	8,880	-
35	25	1,029	6,48	17	3,0	11,630	88,37	8,630	-
36	10	1,026	6,53	17	3,3	11,246	88,754	7,946	-
37	25	1,031	6,52	16	3,4	12,618	87,382	9,218	-
38	12	1,0284	6,49	17	3,2	11,724	88,276	8,524	-
39	5	1,03	6,45	18	3,1	12,002	87,998	8,902	-
40	7	1,0304	6,5	17	3,1	12,102	87,898	9,002	-
41	12	1,0294	6,35	17	3,4	12,218	87,782	8,818	-
42	17	1,0294	6,47	17	3,1	11,852	88,148	8,752	-
43	19	1,0298	6,42	17	3,2	12,074	87,926	8,874	-
44	13	1,0286	6,44	16	3,6	12,262	87,738	8,662	-

45	14	1,0298	6,37	16	3,2	12,074	87,926	8,874	-
46	5	1,028	/	/	3,1	11,502	88,498	8,402	/
47	14	1,026	/	/	2,9	10,758	89,242	7,858	/
48	18	1,0286	/	/	2,8	11,286	88,714	8,486	/
49	16	1,0274	/	/	3,4	11,718	88,282	8,318	/
50	11	1,0282	/	/	3,4	11,918	88,082	8,518	/
51	18	1,0296	/	/	3,5	12,390	87,61	8,890	/
52	5	1,028	/	/	3,2	11,624	88,376	8,424	/
53	12	1,0282	/	/	3,0	11,430	88,57	8,430	/
54	10	1,028	/	/	3,0	11,380	88,62	8,380	/
55	16	1,0252	/	/	2,9	10,558	89,442	7,658	/
56	9	1,024	/	/	2,6	9,892	90,108	7,292	/
57	13	1,03	/	/	2,4	11,148	88,852	8,748	/
58	17	1,0284	/	/	3,1	11,602	88,398	8,502	/
59	11	1,0282	/	/	3,2	11,674	88,326	8,474	/
60	14	1,0288	/	/	2,7	11,214	88,786	8,514	/
61	11	1,0322	/	/	3,2	12,674	87,326	9,474	/
62	15	1,027	/	/	2,6	10,642	89,358	8,042	/
63	13	1,027	/	/	3,2	11,313	88,687	8,163	/
64	13	1,0274	/	/	3,2	11,413	88,587	8,263	/
65	8	1,0296	/	/	3,0	11,719	88,281	8,769	/
66	6	1,0276	/	/	2,8	11,036	88,964	8,236	/
67	7	1,028	/	/	3,3	11,746	88,254	8,446	/
68	17	1,0276	/	/	3,2	11,463	88,537	8,313	/
69	15	1,027	/	/	3,1	11,252	88,748	8,152	/
70	6	1,0292	/	/	3,2	11,924	88,076	8,724	/
71	14	1,0274	/	/	3,4	11,718	88,282	8,318	/
72	16	1,0282	/	/	3,2	11,674	88,326	8,474	/
73	5	1,028	/	/	2,8	11,136	88,864	8,336	/
74	16	1,029	/	/	3,5	12,179	87,821	8,729	/
75	5	1,026	/	/	2,7	10,514	89,486	7,814	/
76	20	1,028	/	/	3,4	11,868	88,132	8,468	/
77	13	1,0296	/	/	3,1	11,841	88,159	8,791	/
78	25	1,03	/	/	3,0	11,880	88,12	8,880	/
79	13	1,0276	/	/	3,2	11,524	88,476	8,324	/
80	6	1,0292	/	/	3,2	11,924	88,076	8,724	/
81	12	1,0288	/	/	3,0	11,580	88,42	8,580	/
82	5	1,028	/	/	2,7	11,014	88,986	8,314	/
83	18	1,0286	/	/	3,0	11,530	88,47	8,530	/
84	12	1,0288	/	/	3,0	11,580	88,42	8,580	/
85	18	1,0303	/	/	3,3	12,321	87,679	9,021	/

Annexe 11 : Résultats d'analyse microbiologique (*S. aureus*) (lait cru).

Echantillon	<i>S. aureus</i> (ufc/mL)	Echantillon n°	<i>S. aureus</i> (ufc/mL)
01	100	15	0
02	0	17	100
03	650	19	0
04	100	20	0
08	0	21	0
09	25500	23	400
10	100	24	400
11	1600	27	1600
12	600	29	1050
13	0	37	3300
14	905	39	600

Annexe 12 : Résultats d'analyse microbiologique (coliformes totaux et fécaux) (lait cru).

Echantillon	Coliformes totaux (ufc/mL)	Coliformes fécaux (ufc/mL)
02	102 x 10 ³	66 x 10 ³
04	197,8 x 10 ³	166,2 x 10 ³
05	76 x 10 ³	29 x 10 ^{3p}
07	0	0
08	68,4 x 10 ³	36,4 x 10 ³
13	0	0
19	0	0
21	0	0
23	76 x 10 ³	29 x 10 ³
24	78,8 x 10 ³	72,6 x 10 ³
26	0	0
34	0	0

Annexe 13 : Résultats d'analyse microbiologique (Streptocoques fécaux) (lait cru).

Echantillon	Streptocoques fécaux (ufc/mL)
02	1,1
07	0
11	0
19	0
25	0,3
26	1,5
28	0,6
31	0
32	0,7
34	0,7

Antibiotics Residues, *Staphylococcus aureus*, Total and Fecal Coliforms in Pasteurized Reconstituted Cow Milk in the Algerian East

¹Noureddine Zeghilet, ¹Rachida Aimeur, ¹Brahim Bouchoucha,
¹Sabrina Boussena, ¹Sana Hireche, ²Assia Bouaziz and ¹Omar Bouaziz

¹Laboratory of Animal Health and Production Management,
Institute of Veterinary Science, Mentouri brothers University, Constantine, Algeria
²Institute of Veterinary Science, Mentouri brothers University, Constantine, Algeria

Abstract: The present study was carried out to verify the presence of antibiotics residues *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*), Total Coliforms (TC) and Fecal Coliforms (FC) in pasteurized reconstituted partially skimmed and packaged cow milk sold and consumed in the Eastern of Algeria. To realize this work a total of forty four pasteurized reconstituted cow milk samples were collected, from retail space. Antibiotics were screened using the Delvotest and the Beta star Combo test (BSCT). TC and FC were enumerated in VRBL agar (Violet Red Bile Lactose), while the *S. aureus* was isolated in Baird Parker agar supplemented with Rabbit Plasma Fibrinogen [RPF]. Out of 44 samples of reconstituted milk studied, 43.18, 27.27 and 43.18% showed contamination by *S. aureus*, FC and TC respectively. Antibiotics residues using Delvotest were detected in 04.55% of samples. Using the BSCT, 4.55% of samples were positives for Beta-lactams residues. The presence of likes these pathogenic microorganism and the antibiotics residues indicates a potential health hazard to those who consume milk from this region.

Key words: Pasteurized Milk • *Staphylococcus aureus* • Total Coliforms • Fecal Coliforms • Antibiotics Residues • Algerian East

INTRODUCTION

The Food and Agriculture Organization (FAO) recommend a “safe” protein consumption of 58 g per person per day [1]. In order to fill the deficit in proteins which have animal’s origin, the Algerian population with weak income had tendency to resort generally for the consumption of reconstituted pasteurized partially skimmed and packaged milk because on the one hand as a very rich food in nutrients [2] the milk can make up for others costly products like meat for example and on the other hand, it was subsidized by the government and like this pasteurized milk presents a little public health hazard. Sure enough 1g of proteins from milk cost plus of 8 times less expensive than the same quantity from the meat. These reasons make for milk an attractive product for the Algerian household. With a mean consumption of 110 L of milk by habitant and by year, estimated 115 L in 2010,

Algeria is the very important consumer of milk in the Maghreb [3]. The milk constituted so a basis product in the Algerian consumption model. This food can nevertheless represent if its hygienic quality does not controlled a danger for human health after consumption especially if it doesn’t inadequately pasteurized and it may contain microorganisms of special importance to man which its presence or absence in pasteurized milk may reflects success or failure of Good Manufacturing Practices (GMP) or cause infection when consumed together with food.

In Algeria, there is a rarity in data on the hygienic quality and occurrence of antibiotics residues especially Beta-lactams and Tetracyclines in reconstituted pasteurized cow milk and there is now no national antibiotic residue monitoring program. So through this work, we want to construct a report regarding that which was throwing at first.

MATERIALS AND METHODS

From January 2014 to April 2015 a total of forty four reconstituted pasteurized partially skimmed cow milk samples were collected, from retail space. All the samples were collected aseptically and processed immediately as per the standard protocols. All the samples were kept in the icebox, transported to the laboratory under chilled conditions and processed for microbiological and antimicrobial residues analysis. The time between sampling and transportation to the processing unit was also assessed. In order to enumerate FC and TC each sample was diluted before plating. The dilutions were made in sterilized salted peptone water. One ml of milk from each sample was poured into 9 ml of sterilized salted peptone water in a test tube to get a dilution of [1:10]. From this, several dilutions of 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} and 10^{-5} were prepared. Diluted samples were mixed thoroughly. All Petri plates were labelled with dilution factor and sample number. Coliforms were enumerated on solid medium through the dish technique on VRBL agar described by Joffin and Joffin [4]. Thus 1 ml of each of the dilutions was taken aseptically in a labelled sterile Petri dish. After we pour approximately 12 ml of molten media (Dissolved at $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ and then cooled down at $45 \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$) into each inoculated Petri dishes. After pouring the media, Petri dishes were shaken clockwise and anticlockwise to obtain sufficiently spaced colonies. The dishes were leaved to solidify and once they are solidified, they were poured at new a protection layer of about 4 ml against the different contaminations. This preparation was carried out in double for each dilution. The first series of dishes was incubated at $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ during 24 à 48 Hours and it was reserved to count the TC. The second series of dishes was incubated in water bath at 44°C during 24 à 48 Hours and it was reserved to enumerate the FC. Coliforms appear in mass in the form of small fluorescents colonies, of dark red color (Bacteria lactose +) and at least 0.5mm of diameter. *S. aureus* was researched on the solid medium of Baird-Parker agar complemented with RPF supplement. After we had dissolved 90 ml of Baird parker agar at 100°C and it had cooled down at $45^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$; 10ml of sterile solution of RPF supplement recently prepared were added. Using a sterile spreader; we spread out 0.1ml of the inoculums in the form of three fractions on the entire medium surface (15 to 18ml of Baird Parker supplemented with RPF) solidified in the dish. The incubation was done at 37°C during 24 to 48 Hours. After growth [4], *Staphylococcus* colonies were counted and classified as for *S. aureus* if they are gray or black colonies surrounded

by an opaque halo of fibrin that is clear cut, stable and well visible. Antibiotics residues were screened firstly using the Delvotest SP (DSM Food Specialties, NL) which combine the principle of agar diffusion tests with a color change of the bromo-cresol purple indicator resulting from the active metabolism of the testing microorganism in the absence of inhibitor. The milk sample is batched into micro-titration plates with pits filled the agar nutrient containing bacillus *stearothermophilus var. calidolactis*. The incubation ($64 \pm 1^{\circ}\text{C}/2.5\text{-}3\text{hours}$), at which the tested strain growing, causes that the color of bromocresol purple will change from blue violet to yellow. If the sample contains inhibitors substances, the color of the indicator will remain as it was and secondly using the Beta-star Combo test (Neogen Corporation, USA), which is a competitive receptor test in dipstick format, employs binding reagents linked to gold particles for the rapid detection assay at levels well below the Maximum Residue Limit (MRL) of both β -lactams and Tetracyclines antibiotics.

All statistical analyses were performed using Microsoft office Excel (2007) and IBM SPSS (Statistical Package for Social Sciences) version 20.

RESULTS

As shown in table 1, of all samples 43.18, 27.27 and 43.18% showed contamination by *S. aureus*, FC and TC respectively. Using Delvotest, antibiotics residues were detected in 27.27% of samples [2 positives and 10 doubtful samples]. Using the BSCT, 4.55% of samples were positives for Beta- lactams residues (Table 2).

Table 1: Results of microbiological analysis.

Bacteria	Prevalence [%]	Min	Max	Mean (CFU)	SD
TC	43.18	00	240000.00	14680.8333	41111.80063
FC	27.27	00	20233.33	1259.5455	3740.05357
<i>S. aureus</i>	43.18	00	2500	105.45	386.90

Min: Minimum, Max: Maximum, CFU: Colony Forming Unit.

Table 2: Antibiotics residues in reconstituted pasteurized cow milk in the Algerian East.

Used test	Results	Percentage [%]
Delvotest	Positives samples	04.55
	Doubtful samples	22.72
	Negatives samples	72.73
Beta star	Samples with Beta-lactams residues	04.55
Combo test	Samples with Tetracyclines residues	0.0
	Samples with both residues	0.0
	Negatives samples	95.45

DISCUSSIONS

The experimentation results give a very good overview of the actual situation of reconstituted pasteurized cow milk quality in the dairy sector. A wide variability was observed in the content of the researched Coliforms bacteria (Big SD). The average content of TC and FC was 1.47×10^4 CFU/ml and 1.3×10^3 CFU/ml respectively, which were extremely high than the standard threshold set by Algerian regulations which recommend less than 10 colonies/ml for TC and the absence for FC [5]. Coliforms are considered as 'indicator organisms' because their presence in food indicates some form of contamination [6]. Coliform groups are most widely applied in the food industry as sanitation and process integrity indicators and for Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) verification [7]. Pasteurized milk shouldn't contain any coliform bacteria as though the later can't survive the pasteurization temperature [8, 9]. Their presence in pasteurized milk indicates either defect in pasteurization process or post pasteurization contamination which includes contamination in packaging materials, defects in pipe lines [8]. Our results in TC stay good if it compared with the results founded for example in Brazil by de-Oliveira *et al.* [10] who reported a TC load of 5.53×10^{10} CFU/ml, contrary they stay very bad than to that reported in 2012 in Bangladesh by Saha et Ara [6] (13.12 CFU/ml) and also very bad to that recorded by Aggad *et al.* [11] in the west of Algeria which found a load of 3.3 ± 0.58 CFU/ml.

The research of indicator microorganisms of a fecal contamination allows to evaluate the hygienic quality of a product. The presence of FC is often linked with the presence of pathogenic enterobacteria like *Salmonella*, *Shigella*, *Yersinia* and some biotypes of *E. coli* [12]. Moreover, the presence of FC usually indicates recent fecal contamination, because these bacteria cannot survive apart from the intestine for a long time and their number is generally proportional to pollution degree produced by feces. Aggad *et al.* [11] reported in 2010, a FC average of 24 ± 47 CFU/ml. In Brazil, De-Oliveira *et al.* [10] found a FC load of 7.16×10^8 CFU/ml, clearly higher than the result reported in this work.

The milk is an excellent medium for the growth of a wide number of microorganisms including *S. aureus* [13, 14]. The research of *S. aureus* permits to provide if a food presents a hazard for the consumer because they can produce an enterotoxin cause of alimentary intoxications. *S. aureus* in milk is one of the most common causes of reported foodborne diseases, which is a major risk to

public health [15]. The results in *S. aureus* are also largely variable (Big SD). With a mean load of 1.05×10^2 CFU/ml, 43.18% of analyzed samples contained *S. aureus* and this is above the Algerian standard which limits acceptability threshold to 1 CFU/ml [5]. Pasteurized milk is very favorable for the growth of *S. aureus* than the raw milk, because this microorganism is a poor competitor in the presence of others bacterial floras [16]. *S. aureus* is highly vulnerable to destruction by heat treatment and nearly all sanitizing agents [17] thus their presence in pasteurized milk is an indication of poor sanitation or post pasteurization contamination. In the western of Algeria, Aggad *et al.* [11] studied in 2010 the presence of this germ in 54 pasteurized cow milk and 46 reconstituted pasteurized cow milk and showed that the prevalence was 37 and 21.74% with an average load of $5.9 \times 10 \pm 9.7$ /ml and $6.7 \times 10 \pm 10.67$ CFU/ml respectively. Also, in the west of Algeria, Kabir and Niar [18] showed through their study the absence of *S. aureus* in the 35 analyzed samples. Fernane *et al.* [15] detect *S. aureus* in 61% of the checked milks. Contamination in milk by *S. aureus* was detected in other countries, with similar results as the study in question. In Bahia of Brazil, de-Oliveira *et al.* [19] reported a count in *S. aureus* of 3.5×10^3 CFU/mL, with a prevalence of 30% among the 20 pasteurized milk samples. In Iran, Mirzaei *et al.* [20] and Vahedi *et al.* [21] found the same prevalence (2%).

The prevention of antibiotic residues is an important aspect of milk quality. The milk must be exempt from antibiotics and all others drug residues [22]. All antibiotics can be detected in milk using the Delvotest kit. Also all of β -lactams and Tetracyclines can be detected in milk using the Beta star Combo kit. Among 44 analyzed samples, 27.27% contained antibiotics residues (positives and doubtful samples); which is a high percent for reconstituted pasteurized cow milk in Algerian's East region. This percentage translates a lack of an antibiotics residues screening in the imported milk powder. We also note throw this work that the positives samples for Delvotest were the same for BSCT. While they which are doubtful for Delvotest [22.72%] were negatives for BSCT.

Antibiotics residues are dangerous for consumers and result in serious problems during processing of the milk [23]. They can induce a number of potential problems for human health like damage of brain especially by Chloramphenicol [23] perturbations of normal intestinal flora, digestives troubles & allergic reactions [24, 25, 26] and a decreased antimicrobial susceptibility in bacteria of medical importance [27]. Other hazards for the health is abetting the cultivation of antibiotic resist microorganisms

[23, 26] and they can masque or cover up the presence of pathogenesis bacteria [4]. Also problems during processing of milk which can occur during production of fermented milk products, caused by inhibition of the wished microorganisms such as added cultures [23]. For all these reasons, the law forbids the sale of milk containing antibiotics.

In Montenegro, it was studied using the “Delvotest®Accelerator” for the presence of inhibitory substances in raw milk and it was reported that from 6161 tested samples, 7.84 % were positive [25]. Fonseca *et al.* [28] observed the presence of antibiotics residues in Brazilian UHT milk, relating their presence in 4% of the samples. In morocco there is a rarity of antibiotics residues investigations in milk, Sraïri *et al.* [29] found that from 60 samples, 25 % were positive. In Coast Ivory, Kouamé-Sina *et al.* [22] showed that 24.7% of examined samples were positives for antibiotics residues. In Iran, Movassagh and Karam studied the prevalence of antibiotics residues in 100 cow raw milk samples of collection using the Copan test and showed that of all samples 5% were positives [30]. In Egypt, the incidence of antibiotic residues in raw milk samples was 23.6% and 20% by using Delvotest® SP NT and Betastar® combo HS kits, respectively [31].

CONCLUSIONS

The dairy situation is alarming. The study result indicates clearly the lack of what we called GMP (Good Manufacturing Practices) in industries that manufactured reconstituted milk. The presence of antibiotics residues, pathogenic and indicator organisms such as *S. aureus* and Coliforms may lead to a hazard against public health. Therefore practice and regulations, such as on-site pasteurization and implementation of HACCP following established standards, should be introduced to facilitate the manufacture of reconstituted pasteurized packaged cow milk of high hygienic quality.

REFERENCES

1. FAO, 2011. World Livestock 2011 – Livestock in food security. Rome, FAO.
2. Amellal, R., 1995. La filière lait en Algérie: entre l'objectif de la sécurité alimentaire et la réalité de la dépendance In: Les agricultures maghrébines à l'aube de l'an 2000. Ed., Allaya, M. Montpellier: CIHEAM, pp: 229-238.

3. Kaouche, S., M. Boudina and S. Ghezali, 2012. Évaluation des contraintes zootechniques de développement de l'élevage bovin laitier en Algérie: cas de la wilaya de Médéa. *Revue Nature et Technologie*, 06: 85-92.
4. Joffin, C. and J.N. Joffin, 2010. *Microbiologie alimentaire*, 6th ed., bordeaux, France: Centre régional de documentation pédagogique (CRDP) d'Aquitaine.
5. JORADP, 1998. Arrêté interministériel du 25 janvier 1998 relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires. Ministère du commerce, Algérie.
6. Saha, S. and A. Ara, 2012. Chemical and Microbiological Evaluation of Pasteurized Milk Available in Sylhet City of Bangladesh. *The Agriculturists.*, 10(2): 104-108.
7. Tortorello, M.L., 2003. Indicator Organisms for Safety and Quality—Uses and Methods for Detection: Minireview. *Journal of AOAC international.*, 86(6): 1208-1217.
8. Dey, S. and M.H. Karim, 2013. Study on physicochemical and microbial quality of available raw, pasteurized and UHT milk during preservation. *International Journal of Science Inventions Today.*, 2(2): 150-157.
9. Saxena, M. and P. Rai, 2013. Microbiological and chemical analysis of raw, pasteurized and UHT milk during preservation in India. *International Journal of ChemTech Research.*, 5(6): 2804-2809.
10. De-Oliveira, L.P., L.S. Soares e Barros, V.C. Silva and M.G. Cirqueira, 2012. Microbiological quality and detection of antibiotic residue in raw and pasteurized milk consumed in the Recôncavo area of the state of Bahia, Brazil. *J. Food Process Technol.*, 3(137): 1-5.
11. Aggad, H., M. Bridja, A. Bouhai, M. Benaouali and A. Djebli, 2010. Some quality aspects of pasteurized milk in Algeria. *World Journal of Dairy & Food Sciences.*, 5(1): 21-24.
12. Bachtarzi, N., 2012. Qualité microbiologique du lait cru destiné à la fabrication d'un type de camembert dans une unité de l'Est algérien. *Mémoire De Magister, Constantine -1- University, Algeria.*
13. Daka, D., S. G/silassie and D. Yihdego, 2012. Antibiotic-resistance *Staphylococcus aureus* isolated from cow's milk in the Hawassa area, South Ethiopia. *Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials.*, 11(26): 1-6.

14. Alian, F., E. Rahimi, A. Shakerian, H. Momtaz, M. Riahi and M. Momeni, 2012. Antimicrobial Resistance of *Staphylococcus aureus* Isolated from Bovine, Sheep and Goat Raw Milk. *Global Veterinaria.*, 8(2): 111-114.
15. Fernane, H., A. Tirtouil, H. Benbarek and M. Benchohra, 2016. Assessing Compositional and Sanitary Quality of Pasteurized Milk Marketed in Tiaret District, Algeria. *Global Veterinaria.*, 16(6): 544-549.
16. Brisabois, A., V. Lafarge, A. Brouillaud, M.L. de-Buyser, C. Collette, B. Garin-Bastuji and M.F. Thorel, 1997. Les germes pathogènes dans le lait et les produits laitiers: situation en France et en Europe. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 16(1): 452-471.
17. Okpalugo, J., K. Ibrahim, K.S. Izebe and U.S. Inyang, 2008. Aspects of microbial quality of some milk products in Abuja, Nigeria. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research.*, 7(4): 1169-1177.
18. Kabir, A. and A. Niar, 2013. Quality control of milk in the dairy industry. *World Journal of Dairy & Food Sciences.*, 8(1): 18-26.
19. De-Oliveira, L.P., L.S. Soares e Barros, V.C. Silva and M.G. Cirqueira, 2011. Study of *Staphylococcus aureus* in raw and pasteurized milk consumed in the Reconcavo area of the State of Bahia, Brazil. *J. Food Process Technol.*, 2(128): 1-5.
20. Mirzaei, H., H. Farhoudi, H. Tavassoli, M. Farajli and A. Monadi, 2012. Presence and antimicrobial susceptibility of methicillin resistant *Staphylococcus aureus* in raw and pasteurized milk and ice cream in Tabriz by culture and PCR techniques. *AFR J. MICROBIOL RES.*, 6(32): 6224-6229.
21. Vahedi, M., M. Nasrolahei, M. Sharif and A.M. Mirabi, 2013. Bacteriological study of raw and unexpired pasteurized cow's milk collected at the dairy farms and super markets in Sari city in 2011. *J. Prev Med Hyg.*, 54: 120-123.
22. Kouamé-Sina, S.M., A. Bassa, A. Dadié, K. Makita, D. Grace, M. Dje and B. Bonfoh, 2010. Analyse des risques microbiens du lait cru local à Abidjan (Côte d'Ivoire). *Revue Africaine de Santé et de Productions Animales.*, 8(S): 35-42.
23. Bytyqi, H., S. Bigler, S. Muji, A. Jahja and U. Zaugg, 2011. Survey on Raw Milk Quality in Kosovo. *Food and Nutrition Sciences.*, 2: 414-421.
24. Yamaki, M., M.I. Berruga, R.L. Althaus, M.P. Molina and A. Molina, 2004. Occurrence of Antibiotic Residues in Milk from Manchega Ewe Dairy Farms. *J. Dairy Sci.*, 87: 3132-3137.
25. Nikoliæ, N., S. Mirecki and M. Blagojeviæ, 2011. Presence of inhibitory substances in raw milk in the area of Montenegro. *Mljekarstvo.*, 61(2): 182-187.
26. Karami, A.R. and M.H. Movassagh, 2011. Determination of Tylosin Residues by ELISA in Pasteurized Milk Marketed in Tabriz. *Global Veterinaria.*, 6(6): 527-529.
27. Gaare, M., N. Kumar, H.V. Raghu, A. Khan and V.K. Singh, 2012. Specific detection of β -lactam antibiotics in milk by spore based assay. *International Research Journal of Microbiology.*, 3(5): 168-173.
28. Fonseca, G.P., A.G. Cruz, J.A.F. Faria, R. Silva, M.R.L. Moura and L.M.J. Carvalho, 2009. Antibiotic residues in Brazilian UHT milk: a screening study. *Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas.*, 29(2): 451-453.
29. Sraïri, M.T., I. Hasni-Alaoui, A. Hamama and B. Faye, 2005. Relations entre pratiques d'élevage et qualité globale du lait de vache en étables suburbaines au Maroc. *Revue Méd. Vét.*, 156(3): 155-162.
30. Movassagh, M.H. and A.R. Karami, 2010. Determination of Antibiotic Residues in Bovine Milk in Tabriz, Iran. *Global Veterinaria.*, 5(3): 195-197.
31. Shata, R., M. El-Sherbini, A. Abdelkhalek and M. Al-Ashmawy, 2015. Prevalence and Detection of Beta Lactams and Tetracyclines in Raw Milk. *Global Veterinaria.*, 15(6): 588-595.

Evaluation de la qualité hygiénique et physico-chimique du lait de vache

Résumé :

L'objectif de l'étude consiste à ¹étudier la qualité physico-chimique (densité, matière grasse, EST, humidité et ESD) du lait pasteurisé reconstitué (LRP) commercialisé dans nos marchés ainsi que celle du lait cru de collecte (LCC) livré aux laiteries, ²à évaluer la qualité microbiologique du lait reconstitué pasteurisé (flore aérobie mésophile totale, coliformes totaux et fécaux, *S. aureus*), à ³évaluer la qualité microbiologique du lait cru (coliformes totaux et fécaux, streptocoques fécaux, *S. aureus*), à ⁴étudier la prévalence des organismes indicateurs (coliformes totaux et fécaux) et food-borne pathogènes en référence au *S. aureus*, à ⁵étudier l'adultération du lait par l'eau et l'amidon et enfin à ⁶rechercher les résidus d'antibiotiques dans les deux types de lait. Au total 238 échantillons de lait ont été collectés pour des fins analytiques (194 LCC et 44 LRP). Il ressort de cette analyse que LRP est de qualité nutritionnelle insuffisante avec 1024,4 g/L \pm 4,39 g/L de densité, 1,1875 % \pm 0,41 % de matière grasse, 7,78 % \pm 1,32 % d'EST, 92,22 % \pm 1,32 % d'humidité, 6,59 % \pm 1,28 % d'ESD, 70,45 % adultérés à l'eau et 34,1 % additionnés d'amidon. En ce qui concerne le lait cru, sa qualité nutritionnelle est légèrement en dessous des normes préconisées avec 1028,5 g/L \pm 1,30 g/L de densité, 31,45 g/L \pm 2,32 g/L de matière grasse, 11,69 % \pm 0,47 % d'EST, 88,31 % \pm 0,47 % d'humidité, 8,54 % \pm 0,34 % d'ESD, 47,06 % adultérés à l'eau et 0,0 % adultérés à l'amidon. Sur le plan hygiénique, LRP renferme en moyenne $1,083 \times 10^7$ ufc/mL de FAMT avec 61,36 % des échantillons ayant une charge $> 3 \times 10^4$ ufc/mL. Les coliformes totaux et fécaux de charge respective $1,47 \times 10^4$ ufc/mL et $1,26 \times 10^3$ ufc/mL sont présents dans 43,18 % et 27,27 % des échantillons ; *S. aureus* de charge moyenne $1,0545 \times 10^2$ ufc/mL présent dans 43,18 % des échantillons et 27,27 % contiennent des résidus d'antibiotiques. En ce qui concerne LCC, les coliformes totaux et fécaux de charge respective 5×10^4 ufc/mL et $3,33 \times 10^4$ ufc/mL sont présents dans 50 % et 50 % des échantillons ; *S. aureus* de charge moyenne $1,68 \times 10^3$ ufc/mL présent dans 31,82 % des échantillons, les streptocoques fécaux de charge moyenne 0,49 ufc/mL sont présents dans 60 % des échantillons et 12,59 % contiennent des résidus d'antibiotiques. Ces résultats témoignent du risque que représentent la consommation de LRP et l'utilisation de lait cru en industrie laitière et la nécessité de mettre en place un programme de vulgarisation des bonnes pratiques d'hygiène et un programme HACCP dans tous les acteurs de la filière afin d'assurer la salubrité durant toute la chaîne de production de ces deux types de lait.

Mots clés : Vache, Lait Reconstitué Pasteurisé, Lait Cru de Collecte, Qualité Hygiénique, Qualité Physico-chimique, Est Algérien.

EVALUATION OF HYGIENIC AND PHYSICO-CHEMICAL QUALITY OF COW'S MILK

Abstract:

The aim of the survey is ¹to evaluate the physicochemical quality (density, fat, total dry extract, moisture and not fat dry extract) of the reconstituted pasteurized milk (RPM) sold in our markets as well as that of the raw milk of collection (RMC) delivered to dairies, ² to evaluate the microbiological quality of pasteurized reconstituted milk (total aerobic mesophile flora, total and fecal coliforms, *S. aureus*), ³to evaluate the microbiological quality of raw milk (total and fecal coliforms, fecal streptococci, *S. aureus*), ⁴to study the prevalence of indicator organisms (total and fecal coliforms) and food-borne pathogens in reference to *S. aureus*, ⁵to study the adulteration of milk by water and starch and finally to look for antibiotic residues in both kinds of milk. A total of 238 milk samples were collected for analytical purposes (194 RPM and 44 RMC). It appears from this analysis that RPM is of insufficient nutritional quality with 1024.4 g/L \pm 4.39 g/L of density, 1.1875 % \pm 0.41 % of fat, 7.78 % \pm 1.32 % of total dry extract, 92.22 % \pm 1.32 % of moisture, 6.59 % \pm 1.28 % of not fat dry extract, 70.45 % adulterated with water and 34.1 % added starch. With regard to raw milk, its nutritional quality is slightly below the recommended standards with 1028.5 g/L \pm 1.30 g/L of density, 31.45 g/L \pm 2.32 g / L of fat, 11.69 % \pm 0.47 % of total dry extract, 88.31 % \pm 0.47% of moisture, 8.54 % \pm 0.34 % of not fat dry extract, 47.06 % adulterated with water and 0.0 % adulterated to starch. On the hygienic level, RPM contains an average of 1.083×10^7 cfu/mL of FAMT with 61.36% of the samples having a load $> 3 \times 10^4$ cfu/mL. The total and fecal coliforms with respective averages 1.47×10^4 cfu/mL and 1.26×10^3 cfu/mL are present in 43.18 % and 27.27 % of the samples; *S. aureus* average load of 1.0545×10^2 cfu/mL present in 43.18 % of the samples and 27.27% contains antibiotic residues. With regard to RMC, the total and fecal coliforms of respective load of 5×10^4 cfu/mL and 3.33×10^4 cfu/mL are present in 50 % and 50 % of the samples; *S. aureus* with an average load of 1.68×10^3 cfu / mL is present in 31.82 % of samples, fecal streptococci with an average load of 0.49 cfu / mL are present in 60 % of the samples and 12.59 % contains antibiotic residues. These results reflect the risk represented by the consumption of RPM and the use of raw milk in the dairy industry and the need to set up a program to disseminate good hygiene practices and a HACCP program in all the actors of the sector in order to ensure the safety throughout the production chain of these two types of milk.

Keywords:

Cow, Pasteurized Reconstituted Milk, Raw Milk of Collection, Hygienic Quality, Physico-Chemical Quality, Algerian East.

تقييم الجودة الصحية و الجودة الفيزيوكيميائية لحليب البقر

ملخص:

الهدف من هذه الدراسة هو (1) دراسة الجودة الفيزيوكيميائية (الكثافة ، الدسم ، المادة جافة ، المادة جافة المنزوعة الدسم والرطوبة) للحليب المبستر المعاد تكوينه الذي يتم بيعه في أسواقنا بالإضافة إلى الحليب الخام المجمع الذي يتم تسليمه لمصانع الألبان ، (2) تقييم الجودة الميكروبيولوجية للحليب المعاد تكوينه (البكتيريا الكلية المحبة للهواء المحبة الاعتدال ، بكتيريا القولون الكلية والبرازية ، البكتيريا العنقودية الذهبية) ، (3) تقييم الجودة الميكروبيولوجية للحليب الخام (القولونيات الكلية والبرازية ، البكتيريا العنقودية الذهبية ، المكورات العنقودية البرازية) ، (4) دراسة انتشار الكائنات الحية الدالة على الجودة (بكتيريا القولون الكلية والبرازية) ومسببات التسممات الغذائية في إشارة إلى البكتيريا العنقودية الذهبية ، (5) دراسة غش الحليب بالماء والنشاء ، (6) وأخيرا البحث عن بقايا المضادات الحيوية في كلتا النوعين من الحليب. تم جمع 238 عينة حليب لأغراض التحليل (194 عينة حليب خام و44 عينة حليب مبستر معاد تكوينه). يبدو من هذا التحليل أن الحليب المبستر المعاد تكوينه غير كافٍ من الناحية التغذوية مع 4.39 ± 1024.4 غ / لتر كثافة ، 1.1875 ± 0.41 % دهون ، 1.32 ± 7.78 % مادة جافة ، 92.22 ± 1.32 % رطوبة ، 6.59 ± 1.28 % مادة جافة منزوعة الدسم ، 70.45 % مغشوشة بالماء و 34.1 % أضيف إليها النشاء. فيما يتعلق بالحليب الخام ، فإن قيمته الغذائية أقل بقليل من المعايير الموصى بها مع 1.30 ± 1028.5 غ / لتر كثافة ، 2.32 ± 31.45 غ / لتر دسم ، 0.47 ± 11.69 % مادة جافة ، 88.31 ± 0.47 % رطوبة ، 8.54 ± 0.34 % مادة جافة منزوعة الدسم ، 47.06 % مغشوشة بالماء و 0.0 % مغشوشة بالنشاء. على أساس صحي ، يحتوي الحليب المبستر المعاد تكوينه على متوسط 1.083×10^7 وحدة مكونة للمستعمرة/مل (و.م.م/مل) من البكتيريا الكلية المحبة للهواء المحبة الاعتدال مع 61.36 % من العينات التي لها حمل يفوق 3×10^4 و.م.م/مل. توجد القولونيات الكلية والبرازية لكل من الحشو 1.47×10^4 و.م.م/مل و 1.26×10^3 و.م.م/مل بالتتابع في 43.18 % و 27.27 % من العينات ؛ متوسط كمية المكورات العنقودية الذهبية 1.0545×10^2 و.م.م/مل موجودة في 43.18 % من العينات ، 27.27 % من العينات يحتوي على بقايا المضادات الحيوية. فيما يتعلق بالحليب الخام ، توجد القولونيات الكلية والبرازية لكل من الحشو 5×10^4 و.م.م/مل و 3.33×10^4 و.م.م/مل في 50 % و 50 % من العينات بالتتابع ؛ متوسط كمية المكورات العنقودية الذهبية 1.68×10^3 و.م.م/مل موجود في 31.82 % من العينات ، المكورات العنقودية البرازية مع حمل متوسط قدره 0.49 و.م.م/مل موجودة في 60 % من العينات وأخيرا 12.59 % من العينات يحتوي على بقايا المضادات الحيوية.

تعكس هذه النتائج المخاطر التي يمثلها استهلاك الحليب المبستر المعاد تكوينه و مخاطر استخدام الحليب الخام في صناعة الألبان والحاجة إلى وضع برنامج لنشر ممارسات النظافة الجيدة وبرنامج HACCP في جميع الجهات الفاعلة في هذا القطاع من أجل ضمان سلامة جميع مراحل إنتاج هذين النوعين من الحليب.

الكلمات المفتاحية:

البقر ، الحليب المبستر المعاد تكوينه ، الحليب الخام المجمع ، الجودة الصحية ، الجودة الفيزيوكيميائية ، شرق الجزائر