

Liste des abréviations

➤ Noms de genres bactériens

Bf. : *Bifidobacterium*

E. : *Escherichia*

En. : *Enterococcus*

L. : *Listeria*

Lb. : *Lactobacillus*

Lc. : *Lactococcus*

Ln. : *Leuconostoc*

P. : *Pediococcus*

S. : *Staphylococcus*

St. : *Streptococcus*

LIHCA: Laboratory of Hygiene, Inspection
and Food Safety

LMA: Laboratoire de Microbiologie
Appliquée

MG : Matière Grasse

MS : Matière Sèche

MRS : de Man-Rogosa et Sharp

MSE : Mayeux, Sandine et Elliker

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

PCA : Plate Count Agar

pH: Potentiel d'Hydrogène

ppm : partie par million

PT : Protéine Totale

sp. : Espèce non précisée

ssp. : Sous espèce

TCA : Acide Trichloroacétique

Tpm : tour par minute

UFC : Unité Formant Colonie

UV : Ultra-Violet

➤ Autres abréviations

ADH : Arginine Dihydrolase

ADN : Acide Désoxyribonucléique

ARNr : Acide Ribonucléique Ribosomique

ATCC: American Type Culture Collection

DO : Densité Optique

EPS: Exopolysaccharides

FAO: Food and Agriculture Organization

G+C: Guanine + Cytosine

IgG : Immunoglobuline G

KMK : Kempler et McKay

L : Lactose

Lf : Lactoferrine

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE.....	3
Chapitre I aperçu sur le dromadaire et caractérisation du lait de chamelle	3
I. Aperçu sur le dromadaire :	4
1.1 Origine du dromadaire :	4
1.2 Importance du dromadaire dans les régions arides	4
1.3 Répartition géographique et effectif :	5
1.4 Les races Algériennes :	9
1.5 La production laitière :	12
1.6 Les facteurs influençant la production :	14
II. Caractéristiques du lait de chamelle :	15
2.1 Caractères physiques et organoleptiques :	15
2.2 Caractères chimiques :	16
2.3 Caractère microbiologique :	21
2.4 Propriétés thérapeutiques et médicinales.....	27
2.4.1. Les facteurs antimicrobiens.....	27
2.4.2. Le facteur anticancéreux	30
Chapitre II Les probiotiques	32
II.1. Les microorganismes probiotiques :	34
II.2. Critères de sélection des souches probiotiques :	35
II.3. Mode d'action des probiotiques :	39
II.3.1. Compétition spécifique et non-spécifique pour l'adhésion :	40
II.3.2. Production de substances antimicrobienne :	42
II.3.3. Compétition au niveau de l'utilisation des nutriments :	42
ETUDE EXPÉRIMENTALE	44
I. Matériels et méthodes.....	44
I.1. Echantillonnage et prélèvement :	45
I.2. Méthodologie :	46
I.2.1. Analyses physicochimiques :	47
I.2.2. Isolement de la flore lactique :	47

I.2.3. Identification des bactéries lactiques isolées.....	51
I.2.4. Caractérisation technologiques :	53
✓ <i>Etude de la cinétique</i>	53
✓ <i>Étude des interactions bactériennes</i> :	56
✓ <i>Pouvoir protéolytique</i>	57
✓ <i>Pouvoir lipolytique</i>	57
✓ <i>Pouvoir aromatisant</i>	57
I.2.5. Probiotiques :	57
✓ <i>Tolérance à l'acidité</i>	57
✓ <i>Résistance aux sels biliaires</i>	58
✓ <i>Résistance à la pepsine</i>	58
✓ <i>Réponse au stimulus stomaco-duodénal</i>	59
✓ <i>Test d'hydrophobicité</i>	59
✓ <i>La résistance au phénol</i>	60
✓ <i>L'auto-agrégation</i>	60
✓ <i>Activité antibactérienne et effet des surnageants</i>	60
✓ <i>La thermorésistance</i>	61
✓ <i>Résistance aux antibiotiques</i>	62
II. Résultats et discussions	63
II.1. Analyses physicochimiques :	64
II.1.1. Enquête sur l'élevage camelin en général appartenant à la population « Ouled Sidi Cheikh » implanté dans la région de Bechar :	64
II.1.2. Composition organoleptique et physicochimique :	67
II.2. Isolement et identification des bactéries lactiques à partir du lait de chamelle :	72
a) <i>Pré-identification des isolats</i> :	72
b) <i>Tests physiologiques et biochimiques</i> :	72
c) <i>Caractérisation technologiques des isolats de bactéries lactiques</i>	80
❖ <i>Pouvoir acidifiant</i>	80
❖ <i>Les interactions</i>	82
❖ <i>Pouvoir protéolytique</i>	84
❖ <i>Pouvoir aromatisant</i>	87
d) <i>Aptitudes probiotiques des isolats</i> :	88
❖ <i>Résistance à l'acidité</i>	88
❖ <i>Résistance aux sels biliaires</i>	89

❖	Résistance à la pepsine	90
❖	Réponse au stimulus stomaco-duodéal	91
❖	Test d'hydrophobicité	92
❖	Résistance au phénol	93
❖	L'auto-agrégation.....	93
❖	Activité antibactérienne	93
❖	La thermorésistante	94
❖	Résistance aux antibiotiques.....	95
	<i>CONCLUSION</i>	96
	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	98
	ANNEXES	132
	<i>Annexe I : Composition des milieux de culture et tampons</i>	<i>133</i>
	<i>Annexe II : Coloration de Gram.....</i>	<i>137</i>
	<i>Annexe III : les valeurs du pH, et de l'acide lactique des souches durant 48h.....</i>	<i>138</i>
	<i>Annexe IV : Matériels utilisés</i>	<i>139</i>

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Carte de distribution géographique du dromadaire dans le monde (Shuiep et al, 2013).	5
Figure 2 : Les cinq pays qui possèdent la plus grande production du dromadaire (nombre de tête).....	6
Figure 3 : Aires de distribution du dromadaire en Algérie (Ben Aissa, 1989).....	9
Figure 4 : Localisation des principales races de dromadaire en Algérie (Ben Aissa, 1989)	12
Figure 5 : Mécanismes d'action proposés des microorganismes probiotiques dans le traitement des infections entériques (adapté de Calder et Kew, 2000 ; Kaur et <i>al.</i> , 2002).	40
Figure 6 : Mécanisme d'inhibition de l'adhésion des pathogènes par un effet barrière dû à l'adhésion spécifiques (a) et non spécifique (b) des probiotiques (Servin et Coconnier, 2003).	41
Figure 7 : Mode d'action des acides organiques produits par les probiotiques contre les pathogènes bactériens (Servin et Coconnier, 2003).	42
Figure 8 : Procédure expérimentale.....	46
Figure 9 : Schema simplifié des étapes d'isolement des bactéries lactiques à partir du lait de chamelle.	49
Figure 10 : Schéma de conservation longue durée des bactéries lactiques purifiées (Saidi et <i>al.</i> , 2002)	50
Figure 11 : Instruments pour la mesure de l'acidité titrable.	55
Figure 12 : Schéma du protocole appliqué pour l'étude de la cinétique d'acidification et de la production d'acide lactique sur le lait écrémé.	55
Figure 13 : Les différentes méthodes utilisées pour la recherche de substances antimicrobienne. (a) méthode directe, (b) méthode indirecte.	56
Figure 14 : Systèmes d'élevage pratiqués par les éleveurs de dromadaires dans la région de Béchar. .	65
Figure 15 : (a): aspect macroscopique des colonies ; (b): aspect microscopique des colonies.....	72
Figure 16 : Exemple du profil fermentaire (galerie <i>Api</i> 50 CHL) des bactéries lactiques (avant et après incubation).....	76
Figure 17 : Exemple du résultat des tests biochimiques des isolas lactiques	77
Figure 18: Exemple du résultat des tests biochimiques des isolas lactiques	78
Figure 19: Activité inhibitrice des souches sur (a) : <i>Listeria innocua</i> et (b) : <i>Staphylococcus aureus</i> ; (c) : <i>Listeria ivanovii</i> ; (d) : <i>E.coli</i>	84
Figure 20 : Activité protéolytique des souches sur : (a) milieu PCA au lait à 1% ; (b) PCA à 2% ; (c) PCA à 3% ; (d) sur milieu Agar au lait BCP.....	86
Figure 21 : Production de l'actéoïne par les isolats.....	88

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : La production mondiale et en Algérie des chameaux (nombre de têtes) au cours des dix dernières années, selon FAO 2014.	7
Tableau 2 : La production du lait de chamelle dans le monde et en Algérie (en tonnes de lait) selon FAO 2014.	13
Tableau 3 : Compositions du lait de dromadaire en pourcentage selon différents auteurs (Konuspayeva et <i>al.</i> , 2009 ; Al Haj et Al Kanhal, 2010 ; Medjour, 2014).	17
Tableau 4 : Composition en sels minéraux (mg/l) du lait de chamelle selon différents auteurs en comparaison avec le lait de vache.	20
Tableau 5 : Composition en vitamines (mg/l) du lait de chamelle selon différents auteurs en comparaison avec le lait de vache.	21
Tableau 6 : Microorganismes considérés comme probiotiques (Hozalpfel et <i>al.</i> , 1998).	34
Tableau 7 : Pourcentage de récupération de probiotiques vivants dans les selles après leur ingestion (Marteau et Vesa, 1998).	36
Tableau 8 : Proposition de critère de sélection des probiotiques à application intestinal (Mattila-Sandholm et <i>al.</i> , 1999 ; Sarrela et <i>al.</i> , 2000).	39
Tableau 9 : Echantillons du lait de chamelle collectés.	46
Tableau 10 : Les agents antimicrobiens utilisés dans le test de résistance aux antibiotiques.	62
Tableau 11 : Quelques espèces recensées dans les six parcours sahariens et les plus broutées par le dromadaire.	66
Tableau 12 : Analyse physique du lait cru de chamelle prélevé dans la région de Béchar durant les quatre saisons.	68
Tableau 13 : Analyse chimique du lait cru de chamelle prélevé dans la région de Béchar durant les quatre saisons.	69
Tableau 14 : Résumé du profil physiologique et biochimique des souches isolées.	73
Tableau 15 : Résultats du profil fermentaire (galerie <i>Api</i> 50 CHL) des bactéries lactiques	74
Tableau 16 : Activité antimicrobienne des souches lactiques contre les souches pathogènes indicatrices.	83
Tableau 17 : L'activité protéolytique des souches lactiques sur différents milieu et avec différentes concentrations.	85
Tableau 18 : Activité lipolytique des isolats de bactéries lactiques.	87
Tableau 19 : Résultats de la résistance et la sensibilité aux antibiotiques des souches.	95

LISTE DES GRAPHES

Graphe 1: Production d'acide lactique par les souches <i>Lactococcus lactis subsp lactis</i>	81
Graphe 2: Production d'acide lactique par les souches <i>Lc. lactis ssp.lactis</i>	81
Graphe 3: Production d'acide lactique par les souches <i>Lc. lactis ssp. diacetylactis</i> L31 et L20, <i>Lc. lactis ssp cremoris</i> L18 et S22.	82
Graphe 4 : Production d'acide lactique par les souches <i>E. faecalis</i> S26 et S45, <i>E. faecium</i> S28 ; <i>Ln. lactis</i> F14, F18, F19.....	82
Graphe 5 : La résistance des souches aux milieux acides.	89
Graphe 6 : La résistance des souches aux sels biliaires à 0.3, 1 et 2%.....	90
Graphe 7 : La résistance des souches à la pepsine à différents pH	91
Graphe 8 : Réponse des souches au stimulus stomaco-duodéal des souches	91
Graphe 9: Hydrophobicité des souches.	92

Introduction

The word 'Introduction' is rendered in a highly stylized, gothic-style font. The letters are thick and have a 3D appearance, with a dark gray shadow cast beneath them onto the white background. The shadow is slightly offset to the left and bottom, giving the text a sense of depth. The font features sharp, pointed serifs and a complex internal structure, particularly in the 'I', 'n', 't', 'r', 'o', 'd', 'u', 'c', 't', 'i', 'o', 'n'.

INTRODUCTION

Le lait occupe une place stratégique dans l'alimentation quotidienne de l'homme, de par sa composition équilibrée en nutriments de base (protéines, glucides et lipides) et sa richesse en vitamines et en minéraux, notamment en calcium alimentaire. De nos jours, les besoins en lait sont de plus en plus importants vu que ce produit peut être consommé à l'état frais, mais aussi sous forme pasteurisé, stérilisé ou transformé en produits dérivés. Le lait de chamelle constitue depuis des temps très lointains, la principale ressource alimentaire pour les peuples nomades qui le consomment habituellement à l'état cru ou fermenté. Il est considéré comme l'aliment de base pour une période annuelle prolongée, dans la plupart de ces zones pastorales sahariennes.

Même s'il présente une composition physico-chimique relativement similaire à celle du lait bovin, ce lait se distingue néanmoins par une teneur élevée en vitamine C et en niacine et par la présence d'un puissant système protecteur, lié à des taux relativement élevés en Lysozyme, en Lactoperoxydase, en Lactoferrine et en bactériocines produites par les bactéries lactiques. (Elagamy et *al.*, 1996 ; Diarra et *al.*, 2002 ; Haddin et *al.*, 2008).

Par ailleurs, même si ce lait suscite un engouement de plus en plus important dans le monde pour les aspects singuliers établis qui relèvent son intérêt, il n'en demeure pas moins que notre production nationale en lait de chamelle a été très peu caractérisée sur le plan physicochimique et microbien.

Les bactéries lactiques sont des micro-organismes de catégorie alimentaire qui jouent un rôle essentiel dans la fermentation des matières premières animales et végétales. Elles occupent des niches écologiques extrêmement variées. Leur capacité à fermenter les hydrates de carbone et, à un moindre degré, de dégrader les protéines et les lipides mène à la synthèse d'une large gamme de composés, tels que les acides organiques, les peptides, les composés antimicrobiens et aromatiques et les exopolysaccharides. Ces métabolites peuvent contribuer aux caractéristiques organoleptiques, technologiques et nutritionnelles des aliments fermentés (Mozzi et *al.*, 2010).

Depuis plusieurs années, un intérêt considérable s'est développé autour de l'utilisation de cultures lactiques à effets bénéfiques pour la santé ou « probiotique » (*Bifidobacterium*,

Lactobacillus) pour des applications alimentaires, pharmaceutiques ou encore en alimentation animale. Dans la majorité des cas, les produits laitiers tels les yaourts, laits fermentés, fromages, laits en poudre et crèmes glacées ont été choisis comme véhicules privilégiés des cultures probiotiques (Doleyres et *al.*, 2002).

En Algérie, un intérêt particulier a été donné aux bactéries lactiques locales, plusieurs travaux sur ces bactéries des laits crus, ont été publiés (Karam, 1995 ; Zadi, 1998 ; Saisi et *al.*, 2002 ; Guessas et Kihal, 2004 ; Cheriguene et *al.*, 2006 ; Idoui, 2008). De même, des résultats de recherches sur la flore lactique du beurre traditionnel de vache, de brebis et de chamelle, ont été couronnés par des publications (Kacem et Karam, 2006 ; Idoui et Karam, 2008 ; Idoui et *al.*, 2009).

Notre présente étude répond à la nécessité d'avoir une banque de données sur un des patrimoines nationale, les bactéries lactiques du lait de chamelle. A travers cette étude, nous allons mettre en place une collection de souches de bactéries lactiques indigènes ayant une application dans l'industrie alimentaire et, déterminer alors leurs propriétés technologiques et probiotiques.

Notre manuscrit est structuré en trois parties, la première est consacrée à une synthèse bibliographique articulée autour de trois chapitres, le premier présente un aperçu sur le dromadaire et la caractérisation du lait de chamelle, leurs principales caractéristiques et leurs utilisations en tant que ferments lactiques, les bactéries lactiques leurs principales caractéristiques et leurs utilisations en tant que ferments lactiques est détaillé dans le deuxième chapitre pour arriver au dernier chapitre qui traite les probiotiques et leurs introduction dans la santé de l'être humain.

La seconde partie du manuscrit présente le matériel et les méthodes mis en œuvre dans le cadre de la réalisation de ce travail, ou sont détaillés l'enquête auprès des éleveurs afin de déterminer les principaux facteurs intervenant dans la valorisation de la composition du lait de chamelle, ainsi que l'étude de quelques paramètres physicochimiques. Les procédés d'identifications des bactéries lactiques isolées à partir du lait de chamelle, l'étude de leurs propriétés technologiques et probiotiques. Les résultats obtenus au cours de cette étude sont ensuite exposés dans la troisième partie et sont discutés.

Finalement, une conclusion générale permet de récapituler les principaux résultats de ce travail avec une présentation des principales perspectives envisagées pour la poursuite de cette thématique de recherche.

Synthèse bibliographique

Synthèse bibliographique

chapitre I: Aperçu sur le dromadaire et caractérisation du lait de chamelle

I. Aperçu sur le dromadaire :

1.1 Origine du dromadaire :

Le nom « dromadaire » dérive du terme grecque « dromados » qui veut dire course pour son utilisation dans le transport (Souilem et Barhoumi, 2009). Il est donné à l'espèce de chameau à une seule bosse, appartenant au genre *Camelus* de la famille des *Camelidae* et dont le nom scientifique est *Camelus dromedarius*.

Les dromadaires d'Algérie appartiennent à la famille des camélidés, qui sont des mammifères artiodactyles d'origine nord-américaine, mais ils ont disparu de ce continent alors qu'ils se répandaient en Amérique du Sud, en Asie, puis en Afrique, continents où ils ont survécu pour donner naissance aux espèces modernes.

1.2 Importance du dromadaire dans les régions arides

Le dromadaire est utilisé à des fins multiples d'où son rôle essentiel; il est exploité principalement pour le transport des marchandises, des personnes et pour la fourniture de lait; celui-ci représente souvent la seule ressource alimentaire régulière. Sa viande, sa laine et son cuir sont également largement utilisés. Ce rôle majeur du dromadaire découle directement de sa remarquable adaptation aux conditions de milieux très difficiles; elle lui permet de prospérer là où aucun autre animal domestique ne peut simplement survivre. Cette exceptionnelle résistance résulte de plusieurs particularités anatomiques et physiologiques (Skidmore, 2005).

Ainsi lorsque l'animal dispose de fourrages verts, il peut rester en saison tempérée plusieurs mois sans s'abreuver; en période très chaude, il peut ne pas boire pendant 8 à 10 jours et perdre jusqu'à 30 % de sa masse corporelle par déshydratation (Yagil et Etzion, 1980; Yagil, 1982; Wilson, 1984; Yagil, 1985; Ramet, 1987).

Cette sobriété remarquable résulte de l'existence d'un métabolisme de base très lent ainsi que de plusieurs mécanismes assurant une économie en eau. Les pertes par la respiration et la transpiration sont très réduites en raison de la possibilité que possède le dromadaire de supporter, sans difficulté apparente, une variation de sa température interne de l'ordre de 6 degrés Celsius. Ainsi la chaleur excédentaire, accumulée en période très chaude pendant le jour ou à la suite d'un travail musculaire intense, est restituée ultérieurement par rayonnement, conduction et convection lorsque l'animal est au repos et lorsque l'atmosphère se refroidit

pendant la nuit. Par ailleurs, ses pertes en eau par respiration et transpiration sont très faibles en proportion de la masse de l'animal; l'excrétion d'eau par voies fécale et urinaire est également très limitée (Wilson, 1984; Yagil, 1986). La morphologie de l'animal caractérisée par la longueur des membres et du cou et par la forme cylindro-conique de l'abdomen, crée une grande surface favorable aux échanges thermiques, la conductivité thermique générale du corps semble également être favorisée par la localisation des réserves adipeuses au niveau de la bosse (Wilson, 1984; Yagil, 1986). Une seconde contrainte imposée par le milieu aride est la rareté et la médiocre qualité alimentaire de la flore végétale rencontrée sur les parcours. Le dromadaire se caractérise parmi les autres ruminants par la variété de son régime alimentaire: il peut indifféremment se nourrir de plantes herbacées, d'arbustes, de pousses d'arbres et même de cactées et de noyaux de dattes. Pendant la saison sèche, il ne dispose le plus souvent que de plantes desséchées ou épineuses, pauvres en protéines mais très riches en fibres et en cellulose (Peyer de Frabregues, 1989).

1.3 Répartition géographique et effectif :

L'aire de répartition géographique du dromadaire, se situe, aux niveaux des zones tropicales et subtropicales et s'étend, des régions arides et semi-arides du nord de l'Afrique (Mauritanie) jusqu'au nord-ouest du continent asiatique (Chine). (KARRAY et *al.*, 2005; CORREA, 2006) (Fig. 1).



Figure 1 : Carte de distribution géographique du dromadaire dans le monde (Shuiet et al, 2013).

(Zones vertes *Camelus dromedarius* et zones rouges *Camelus bactrianus*)

Selon les statistiques de la FAO (2009), la population cameline mondiale s'élève à environ 20 millions de têtes dont plus de 15 millions sont recensées en Afrique (**Tab. 1**), le grand cheptel est réservé à la Somalie et Kenya qui vient en deuxième position (Correa, 2006 ; anonyme 2, 2009 ; Al haj et Al Kanhal, 2010) et 3,6 millions en Asie. La grande majorité de cette population (84%) sont des dromadaires (*Camelus dromedarius*) qui vivent dans les régions arides du nord et du nord-est de l'Afrique (**Fig. 2**). Le reste (6%) est des « bactrians » (*Camelus bactrianus*) qui sont des chameaux à deux bosses peuplant les régions froides de l'Asie. Ce nom leur a été attribué, par référence à la région de "Baktriane", située au nord de l'Afghanistan, où cette espèce était initialement implantée (Farah, 1993 ; Ould Ahmed, 2009).

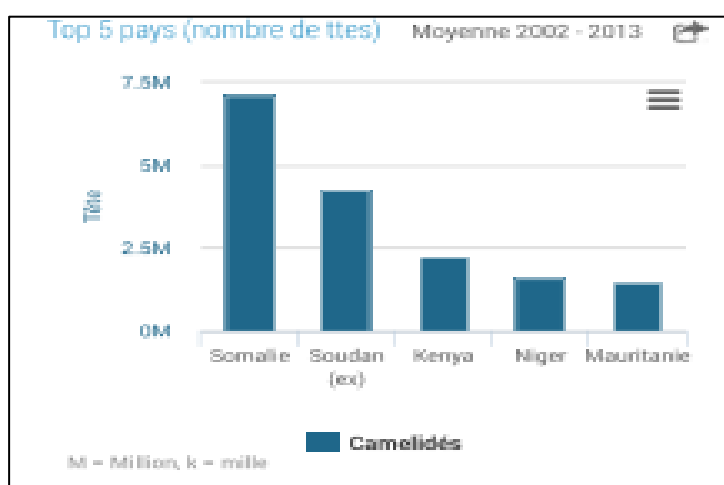


Figure 2 : Les cinq pays qui possèdent la plus grande production du dromadaire (nombre de tête).

L'effectif camelin Algérien est estimé à 268.560 têtes en 2005 (ANONYME 1, 2006), cet effectif a connu une évolution de 9.15 % soit 344.015 têtes en 2013 (FAO, 2014). L'effectif est réparti sur 17 wilayat, avec 75% du cheptel dans huit wilayat sahariennes : Ouargla, Ghardaia, El-Oued, Tamanrasset, Illizi, Adrar, Tindouf et Béchar ; et 25% du cheptel dans neuf wilayat steppiques : Biskra, Tebessa, Khenchela, Batna, Djelfa, El-Bayad, Naâma, Laghouat et M'sila (Ben Aissa, 1989).

Tableau 1 : La production mondiale et en Algérie des chameaux (nombre de têtes) au cours des dix dernières années, selon FAO 2014.

Année	Production mondiale (million)	Production en Algérie (million)
2003	21.557.235	249.975
2004	22.363.297	273.200
2005	22.317.980	268.600
2006	22.481.647	286.670
2007	25.399.057	291.360
2008	26.327.920	295.085
2009	25.853.961	301.120
2010	26.331.535	313.990
2011	26.768.690	318.755
2012	26.980.376	340.140
2013	26.989.193	344.015

Au-delà des limites administratives on constate 3 grandes aires de distribution (**Fig. 3**).

- *LA PREMIÈRE AIRE DE DISTRIBUTION EST LE SUD-EST*

Elle comprend environ 75.400 têtes soit 58% des effectifs et se subdivise en deux zones:

a) La zone Sud-Est proprement dite avec 49.000 têtes comprenant :

Les Wilayat Sahariennes d'El-Oued 34.000 de Biskra: 6.500 et les Wilayat Steppiques de M'sila: 5.000, de Tebessa: 1.300, de Batna et Khenchela: 1.800

Outre l'élevage sédentaire situé particulièrement dans la Wilaya de M'sila autour du chott el-hodna, nous constatons des mouvements de transhumance en été souvent liés à ceux des ovins, et qui vont des Wilayat Sahariennes vers les Wilayat agro-pastorales de l'Est du pays (Khenchela - Tebessa - Oum-El-Bouaghi - Constantine - Setif - Bordj- Bou-Arriredj).

b) La zone Centre avec 26.400 têtes comprend :

Les Wilayat Sahariennes de Ouargla: 10.000, de Ghardaia: 4.000 et Les Wilayat Steppiques de Laghouat: 4.000, de Djelfa: 7.000.

A travers un couloir de transhumance El-Goléa - Ghardaia - Laghouat - Djelfa ou Aflou, les camelins passent la période estivale dans les Wilayat céréalières de Tiaret - Tissemsilt et Médéa.

- *LA DEUXIÈME AIRE DE DISTRIBUTION EST LE SUD-OUEST*

Avec 22.700 têtes le Sud-Ouest possède 15% de l'effectif total et comprend :

Les Wilayat Sahariennes de Bechar: 6.500, de Tindouf: 4.200 et le Nord-Adrar: 5.000

Les Wilayat Steppiques de Naama: 3.400, d'El-Bayadh: 3.600

Dans les Wilayat Sahariennes, les zones de pâturages des camelins sont essentiellement constituées par les lits d'Oueds: Oued Guir et Saoura, Oued Namous, Gharbi et Segier.

En période estivale une partie du cheptel transhume jusque dans les Wilayat agro-pastorales de Tiaret et Saida.

- *LATROISIÈME AIRE DE DISTRIBUTION EST L'EXTREME SUD*

Avec 43.000 têtes l'extrême Sud possède 27% de l'effectif total et comprend :

Les Wilayat de Tamanrasset: 35.000, d'Illizi: 3.000 et le Sud-d'Adrar: 5.000

Les zones de pâturages sont constituées par les lits d'Oued descendant des massifs du Hoggar et du Tassili n'ajjer.

Les mouvements de transhumance se font vers le Sud y compris dans certaines zones de pâturages des pays voisins Mali, Niger et Lybie (Ben Aissa, 1989).

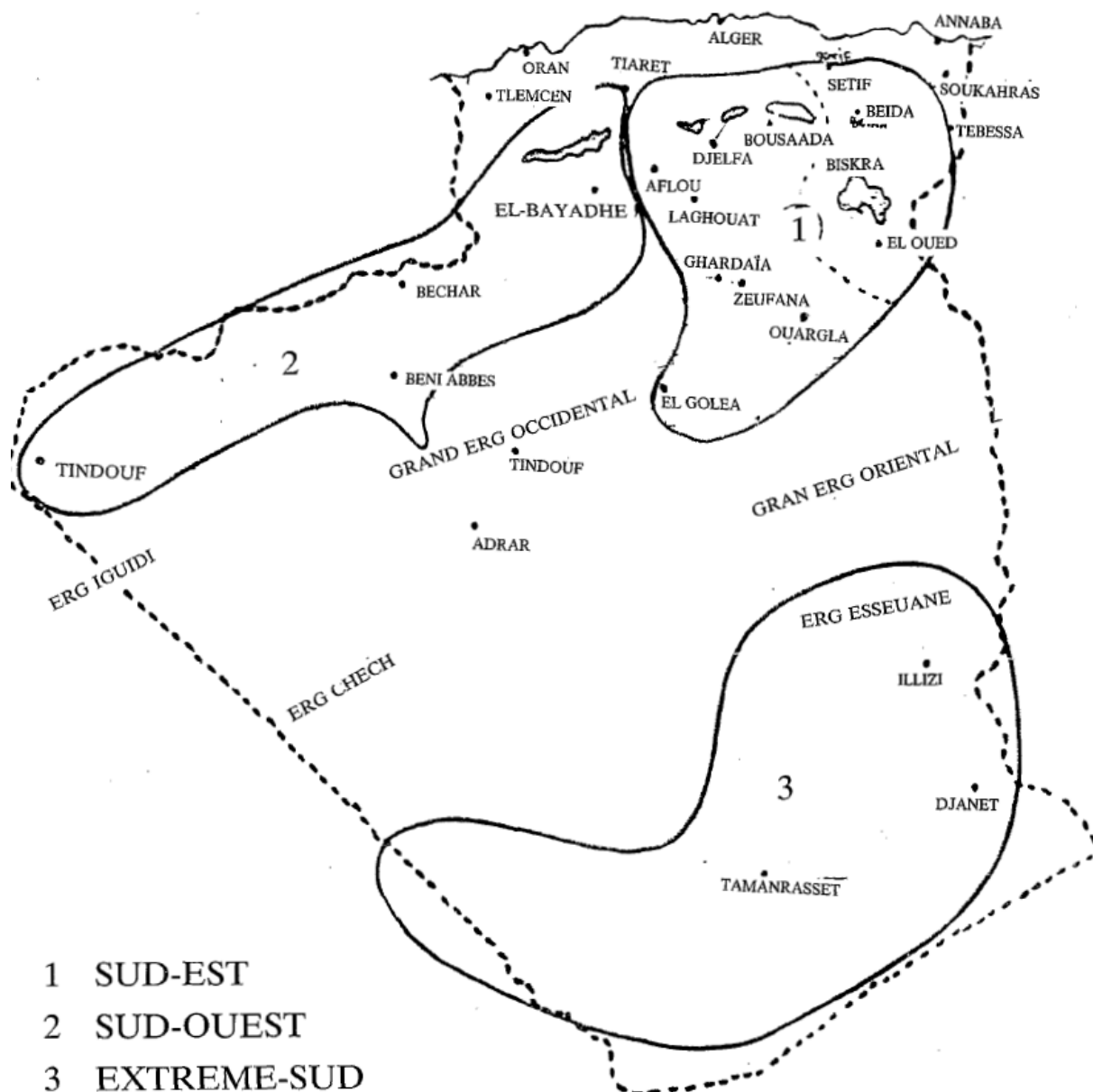


Figure 3 : Aires de distribution du dromadaire en Algérie (Ben Aissa, 1989).

1.4 Les races Algériennes :

Les différentes races rencontrées en Algérie se retrouvent dans les trois pays d'Afrique du Nord (Maroc, Algérie, Tunisie); ce sont des races de selle, de bât et de traite, leur répartition est illustrée dans la (Fig. 4). Il s'agit des races suivantes :

Le Chaambi:

Animal médialigne, musclé, c'est une race fortement croisée avec du sang de dromadaire arabe. Très bon pour le transport, moyen pour la selle. Sa répartition va du grand ERG Occidental au grand ERG Oriental. On le retrouve aussi dans le Metlili des Chaambas.



L'Ouled Sidi Cheikh: C'est un animal adapté aussi bien à la pierre qu'au sable. C'est un animal de selle ou le bât, il est assez grand. On le trouve dans les hauts plateaux du grand ERG Occidental.

Le Saharaoui: Est issu du croisement de Chaambi et Ouled Sidi Cheikh. C'est un excellent Méhari de troupe, son territoire va du grand ERG Occidental au Centre du Sahara.



L'Ait Khebbach : Est un animal bréviligne de taille moyenne. C'est un puissant animal de bât. On le trouve dans l'aire Sud-Ouest.

Le Chameau de la Steppe: c'est un dromadaire commun, petit bréviligne. Il est utilisé pour le nomadisme rapproché. On le trouve aux limites Sud de la steppe.

Le Targui ou race des Touaregs du Nord : Les dromadaires Targuis sont des animaux habitués aussi bien aux aides escarpements du Tassili et du Massif central du Hoggar, qu'aux sables. Excellent Méhari, animal de selle par excellence souvent recherché au Sahara comme reproducteur. Réparti dans le Hoggar et le Sahara Central.

Le Berberi : Animal de forme fine, avec une arrière main bien musclée, rencontré surtout saharienne et tellienne. Il est très proche du Chaambi et de l'Ouled Sidi Cheikh.

L'Ajjer: Dromadaire bréviligne de petite taille. Bon marcheur et porteur. Se trouve dans le Tassili d'Ajjer.



Le Reguibi: Il est réparti dans l'ouest saharien. C'est un animal d'assez grande taille, bien adapté à la course mais avec un bon potentiel laitier (entre 1 200 et 1 500 litres par lactation).



Le Chameau de l'Aftouh : Utilisé comme animal de trait et de bât. On le trouve dans la région de Tindouf et Bechar. Le terme Aftout est un terme générique qui regroupe plusieurs types de dromadaires de la région du Sahara occidental et se caractérise par une grande variété de la couleur de robe allant de jaune clair à presque noir (Ben Aissa, 1989 ; Titaouine M, 2006).



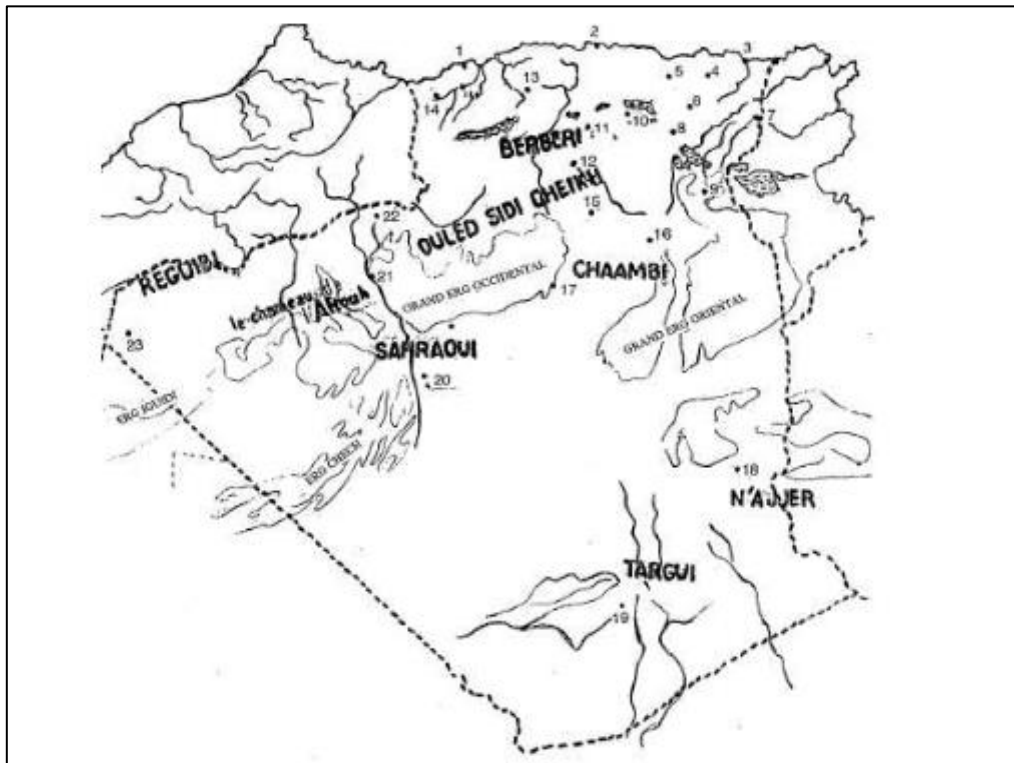


Figure 4 : Localisation des principales races de dromadaire en Algérie (Ben Aissa, 1989)

1.5 La production laitière :

En milieu désertique, il est difficile, voire impossible de recueillir des données chiffrées fiables sur la production du lait camelin. Autres facteurs, y compris la race, la durée de lactation, l'alimentation et les conditions de gestion des cheptels jouent un rôle important dans l'inconsistance des données (Cardellino *et al.*, 2004).

Les études sur les capacités de production du lait par la chamelle datent de la fin des années cinquante avec les travaux de (Rosetti *et al.*, 1955) cités par (Yagil, 1982 ; Yasin *et al.*, 1957) qui marquent véritablement le point de départ du mouvement d'exploration de ce produit dont la visée première était sa valorisation. Par la suite, d'autres investigations ont été réalisées sur cette production en liaison avec les populations et races inventoriées et leur biotope.

Les résultats de ces études peuvent être répartis en deux lots reflétant deux populations de dromadaires qui diffèrent par le type d'élevage pratiqué :

- Les dromadaires soumis à un élevage traditionnel type extensif (communément suivi, pratiqué dans des parcours et des vastes superficies et qui se base sur la végétation naturelle),

dont la production varie de 4 à 14 kg avec un maximum de 19 kg par femelle laitière et par jour (Medjour, 2014);

- les dromadaires soumis à un élevage de type intensif (en limitation et qui se base sur l'utilisation des complémentations alimentaires), dont la production varie de 15 à 35kg, avec un maximum estimé selon (Field, 1979), à 50 kg par chamelle et par jour.

La population mondiale de dromadaires est estimée à 20 millions de têtes dont les femelles laitières représentent 18 % avec une production moyenne de 1500 litres par an, la production mondiale en lait de chameles serait de l'ordre de 5.4 millions de tonnes dont 55 % environ est prélevée par les chamelons, les productions individuelles varient entre 1000 et 2700 litres par lactation en Afrique, mais peuvent atteindre 7 000 à 12 000 litres selon certaines sources en Asie du Sud. La courbe de lactation est comparable à celle des bovins avec une persistance meilleure. La durée de la lactation est très variable (de huit à 18 mois en général), soit des durées plus importantes en moyenne que les vaches laitières dans les mêmes conditions. La productivité laitière des chameles (250 kg/Unité Bétail Tropical/an) est supérieure à celle des petits ruminants (220 kg) et à celle des zébus (100 kg) (Faye, 2003 ; Siboukeur, 2007 ; Medjour, 2014).

Selon FAO 2014 la production du lait camelin en Algérie a connu une petite évolution au cours de ces dernières années (**Tab. 2**).

Tableau 2 : La production du lait de chamelle dans le monde et en Algérie (en tonnes de lait) selon FAO 2014.

Année	Production mondiale	Production en Algérie
2003	1.812.813.10	10.700.00
2004	2.000.198.95	11.700.00
2005	1.814.828.50	11.500.00
2006	1.880.027.40	12.300.00
2007	2.520.217.80	12.500.00
2008	2.860.181.80	12.599.00
2009	2.760.339.63	12.271.00
2010	2.981.506.00	13.300.00
2011	2.920.573.00	13.500.00
2012	2.790.372.00	14.600.00
2013	2.928.188.00	15.000.00

1.6 Les facteurs influençant la production :

La variabilité des rendements laitiers observés est liée à divers facteurs dont:

➤ Type d'alimentation

Comme pour le bovin, l'alimentation du dromadaire reste le facteur le plus déterminant (Ramet, 1993 ; Mehaia *et al*, 1995 ; Wangoh *et al*, 1998a). En effet, selon plusieurs auteurs (Knoess *et al*, 1986 ; Richard et Gerard, 1989 ; Ramet, 1993 ; Faye *et al.*, 1995) l'amélioration des conditions alimentaires (régimes riches en fourrages verts renfermant de la luzerne, du mélilot ou du chou) prolonge la période de lactation et augmente la quantité de lait produite jusqu'à atteindre parfois le double. Par ailleurs, la disponibilité ou non de l'eau n'influence presque pas cette production qui n'est que faiblement diminuée en période de sécheresse. Une privation d'eau de 7 jours reste sans effet sur le niveau de production du lait (Yagil et Etzion, 1980a ; Yagil, 1982 ; Farah, 1993 ; Yagil *et al.*, 1994), alors qu'elle diminue chez la chèvre et la vache (Narjisse, 1989).

➤ Rang et stade de lactation

Une fluctuation de la production laitière est observée entre le début et la fin de la lactation. La plus grande partie du lait est produite durant les sept premiers mois (Ellouze et Kamoun, 1989 ; Richard et Gerard, 1989).

➤ La pratique de traite

Généralement, le chamelon est mis à téter pendant quelques minutes en début de traite pour favoriser la montée du lait, puis il est écarté pour la suite de la traite qui est faite manuellement. Une traite conduite sans stimulation mécanique préalable donne des rendements inférieurs en lait. La traite doit être exécutée par une personne acceptée par le dromadaire, le changement du trayeur habituel entraîne très souvent une importante rétention lactée (Ramet, 1993). Enfin il apparaît également que le nombre de traites influence la production laitière journalière. Généralement les animaux sont traités de deux à quatre fois par jour (Hartely, 1980; Ramet, 1987; Martinez, 1989), parfois jusqu'à six à sept fois (Knoess, 1977).

➤ La race

Concernant l'effet de race, il est rapporté une production annuelle moyenne 2 fois plus élevée chez les races asiatiques que chez celles provenant du continent africain (Ramet, 1993). Parmi les races africaines, nous pouvons citer à titre d'exemple la race Hoor (somalienne) produisant en moyenne 8 litres par jour pendant huit à 16 mois, soit une production de l'ordre de 2 000 litres par lactation. Un maximum de production laitière journalière de 18,3 et 14 kg par tête a

été observé respectivement chez les races Malhah et Wadhah (Ismail et Al-mutairi, 1998). Tandis que (Ben-aissa, 1989 ; Siboukeur, 2007) notent que les populations camelines Algériennes, tel que (population Sahraoui, en l'occurrence) peuvent être considérées comme bonnes laitières (6 à 9 l/j) vu la pauvreté de leur alimentation.

➤ **Les conditions climatiques**

La variabilité saisonnière du disponible fourrager, associée aux facteurs strictement climatiques (chaleur, aridité), joue évidemment sur les performances laitières de la chamelle (Medjour, 2014). La différence selon la saison de mise bas des jeunes (élément essentiel pour déclencher la production) peut jouer sur plus de 50% de la production : les performances laitières sont plus faibles en fin de saison sèche qu'en saison des pluies (Faye, 2004).

➤ **Le rang de mise bas**

Les chammes qui mettent bas durant la saison d'abondance pastorale donnent un rendement laitier plus intéressant et plus stable que celles mettent bas durant la saison sèche. Ce facteur est reconnu par les éleveurs et l'utilisent pour leurs élevages et les activités de la sélection (Ould Ahmed, 2009).

II. Caractéristiques du lait de chamelle :

2.1 Caractères physiques et organoleptiques :

Le lait de chamelle a une couleur blanc-mat, conséquence de sa composition pauvre en matière grasse et en caroténoïde (Yagil et Etzion, 1980 ; Farah et al, 1992 ; Kappeler, 1998 ; Farah, 2004 ; Amel et al., 2009 ; Al Haj et Al Kanhal, 2010 ; Mal et Pathak, 2010). Il est légèrement sucré avec un goût acide et même salé (Yagil, 1982 ; Abdel-Rahim, 1987 ; Farah, 1993 ; Farah, 2004 ; Al Haj et Al Kanhal, 2010 ; Mal et Pathak, 2010 ; El Imam Abdalla, 2012 ; Parajapati et al., 2012). Ces aspects dépendent souvent de physiologie des pâturages et de la disponibilité de l'eau (Yagil et Etzion, 1980 ; Farah, 2004 ; Siboukeur, 2007 ; Al Haj et Al Kanhal, 2010 ; El Imam Abdalla, 2012).

Le pH du lait se situe à une moyenne de 6.6 (Khakheli et al., 2005). Le lait camelin est légèrement plus acide et moins dense que le lait bovin avec un point de congélation variant de 0.57°C à -0.61°C (Wangoh et al., 1998a ; Ghennam et al., 2007 ; Faye et al., 2008). Sa

viscosité est plus faible que celle du lait de vache (KAMOUN, 1995 ; Kherouatou et al., 2003 ; Al Haj et Al Kanhal, 2010).

2.2 Caractères chimiques :

Le dromadaire joue un rôle majeur dans l'approvisionnement des habitants du désert avec du lait de bonne qualité nutritionnelle dans des conditions extrêmement hostiles de la température, de la sécheresse et du manque de pâturages (Medjour, 2014).

La composition chimique globale du lait de chamelle, même si elle fluctue selon les auteurs (donc selon les animaux et l'environnement considéré), montre néanmoins des teneurs importantes et équilibrées en nutriments de base (protéines, matière grasse et lactose) avec des proportions similaires à celles présentes dans le lait de vache (**Tab. 3**).

Les teneurs en protéines et en matière grasse varient respectivement de 2,5 à 4% et de 1,1 à 4,6% (avec une fréquence élevée à des taux supérieurs à 3%), alors que la teneur en lactose fluctue entre 2,5 et 5,6%.

Les concentrations élevées observées pour ce dernier nutriment expliqueraient la saveur parfois sucrée du lait de chamelle rapportée par plusieurs auteurs (Gnan et Shereha, 1986 ; Bayoumi, 1990).

La teneur en eau du lait camelin, qui varie selon son apport dans l'alimentation, atteint son maximum pendant la période de sécheresse. En effet, il a été montré que la restriction en eau alimentaire des chameaux se traduit par une dilution du lait : un régime riche en eau donne un lait ayant un taux de 86% alors que dans un régime déficient, celui-ci s'élève à 91% (Yagil et Etzion, 1980a ; Faye et Mulato, 1991). Cette dilution pourrait être l'effet d'un mécanisme d'adaptation naturelle pourvoyant en eau les chameaux durant la période de sécheresse.

2.2.1. La matière grasse

La matière grasse laitière qui représente une source importante d'énergie, est constituée essentiellement de lipides et de substances lipoïdiques. Néanmoins des composés protéiques sont présents dans la membrane du globule gras. Elle constitue également, un apport important en acides gras essentiels et en vitamines liposolubles.

Les quelques études consacrées à cette matière ont mis en évidence son apport quantitatif et qualitatif (Glass *et al*, 1967 ; Hagrass *et al*, 1987 ; Haddin, 2008).

Synthèse bibliographique Aperçu sur le dromadaire et caractérisation du lait de chamelle

La teneur en M.G du lait est comprise entre 1.2 et 6.4 % (Konaspayeva, 2009). Une forte corrélation positive a été trouvée entre la teneur en M.G et en protéine (Haddadin, 2008).

Néanmoins, pour ce dernier volet, la composition et les propriétés physicochimiques et structurales de cette matière lipidique n'ont fait l'objet que de quelques investigations limitées.

Tableau 3 : Compositions du lait de dromadaire en pourcentage selon différents auteurs (Konaspayeva et *al.*, 2009 ; Al Haj et Al Kanhal, 2010 ; Medjour, 2014).

N	Référence	M	P	L	M	Cendre	Pays
1	Barthe (1905)	5.38	2.98	3.26	12.39	0.70	Indéterminé
2	Leese (1927)	2.90	3.70	5.80	13.00	0.60	Afrique de l'Est
3	Davies (1939)	3.07	4.00	5.60	13.47	0.80	Indéterminé
4	Lampert (1947)	3.02	3.60	5.20	12.42	0.70	Indéterminé
5	Khersakov (1953)	4.47	3.50	5.00	13.67	0.70	URSS
6	Yasin et Wahid (1957)	2.90	3.70	5.80	13.30	0.70	Pakistan
7	Ohri et Joshi (1961)	3.78	3.95	4.88	13.57	0.95	Inde
8	El-bahay (1962)	3.80	3.50	3.90	12.00	0.80	Egypte
9	Singh (1966)	2.90	3.90	5.40	13.00	0.80	Inde
10	Davies (1963)	3.00	3.90	5.50	13.20	0.80	Egypte
11	Khan et Appana (1965)	3.08	3.80	5.40	12.98	0.70	Inde
12	Jenness et Sloan (1969)	4.50	3.60	5.00	13.10	0.70	Indéterminé
13	Kon et Cowie (1972)	4.20	3.70	4.10	12.80	0.80	Pakistan
14	Atherton et Newlander (1977)	5.38	2.98	3.26	11.62	0.70	Arabie Saoudite
15	Knoess (1977)	5.50	4.50	3.40	14.30	0.90	Ethiopie
16	Knoess (1979)	4.30	4.60	4.60	14.10	0.60	Ethiopie
17	Elamin (1980)	4.00	3.60	-	-	0.80	Soudan
18	Mukasa-Mugerwa (1981)	4.33	4.02	4.21	13.36	0.79	Arabie Saoudite
19	Dasai <i>et al.</i> (1982)	3.20	2.70	4.20	9.80	0.60	Indéterminé
20	El-agamy (1983)	2.90	3.70	5.80	13.10	0.70	Egypte
21	Sawaya <i>et al.</i> (1984)	3.60	2.95	4.40	11.74	0.79	Arabie Saoudite
22	Knoess <i>et al.</i> (1986)	5.50	4.50	3.40	14.40	0.90	Egypte
23	Gnan et Sherida (1986)	3.30	3.30	5.61	13.03	0.82	Lybie
24	Abdel-rahim (1987)	3.20	4.00	4.80	13.40	0.70	Pakistan
25	Abu-lehia (1987)	3.31	2.68	4.67	11.29	0.80	Arabie Saoudite
26	Bachmann et Schulthess (1987)	4.60	-	-	15.40	-	Kenya (Somali)
27	Bachmann et Schulthess (1987)	3.60	-	-	11.20	-	Kenya (Rendille)
28	Hassan <i>et al.</i> (1987)	3.50	2.50	3.90	11.00	0.80	Afrique de l'Est
29	Hjort af ornas (1988)	5.40	3.00	3.30	13.70	0.70	Somalie
30	Jardali (1988)	3.70	3.45	4.62	12.63	0.74	Afrique de l'Est
31	Ellouze et Kamoun (1989)	3.55	2.29	4.69	11.40	0.90	Tunisie
32	Abu-lehia <i>et al.</i> (1989)	3.80	4.00	5.50	14.20	0.80	Afrique de l'Est
33	Farah et Rüegg (1989)	3.15	3.11	5.24	12.20	0.80	Kenya
34	Mehaia et Al-kahnal (1989)	3.24	3.35	4.52	11.91	0.80	Arabie Saoudite

Synthèse bibliographique Aperçu sur le dromadaire et caractérisation du lait de chamelle

35	Mohamed <i>et al.</i> (1989)	4.60	3.30	-	13.0	0.60	Somalie
36	Taha et Keilwein (1989)	5.22	3.19	5.00	14.50	0.80	Egypte
37	Abu-lehia (1990)	3.83	-	4.00	13.66	0.85	Arabie Saoudite
38	Bayoumi (1990)	3.60	3.27	5.53	13.20	0.80	Egypte
39	Gran <i>et al.</i> (1990)	2.58	2.15	4.83	-	-	Lybie
40	Elamin et Wilcox (1992)	3.15	2.81	4.16	10.95	0.83	Arabie Saoudite
41	Farag et Kabary (1992)	3.90	3.10	4.47	12.36	0.80	Egypte
42	Mehaia (1993)	3.50	2.80	4.60	11.69	0.79	Arabie Saoudite
43	Mehaia <i>et al.</i> (1995)	2.85	2.52	4.46	10.63	0.80	Arabie Saoudite (Hamra)
44	Mehaia <i>et al.</i> (1995)	2.46	2.36	4.44	10.07	0.81	Arabie Saoudite (Wadah)
45	Mehaia <i>et al.</i> (1995)	3.22	2.91	4.43	11.35	0.79	Arabie Saoudite (Majaheim)
46	Mehaia (1996)	0.28	3.22	4.45	8.64	0.69	Arabie Saoudite
47	Field <i>et al.</i> (1997)	5.70	3.00	2.40	-	0.80	Kenya
48	Abu-lehia (1998)	3.20	3.20	4.95	12.15	-	Jordanie
49	El-agamy <i>et al.</i> (1998)	3.95	3.26	4.74	12.80	0.85	Egypte
50	Gnan <i>et al.</i> (1998)	2.58	2.15	4.83	-	-	Lybie
51	Indra et Erdenebaatar (1998)	6.40	4.80	4.70	-	0.80	Mongolie
52	Kamoun (1998)	3.76	3.43	-	12.13	0.81	Tunisie
53	Karue (1998)	5.60	3.42	3.65	12.14	0.86	Kenya
54	Larsson-Raznikiewicz et Mohamed (1998)	4.60	3.00	-	13.10	0.60	Somalie
55	Mehaia (1998)	3.90	2.54	4.71	11.94	0.79	Arabie Saoudite
56	Ramdaoui AND Obad (1998)	2.74	3.36	4.19	11.14	0.86	Maroc
57	Wangoh <i>et al.</i> (1998)	4.20	3.08	4.18	12.66	0.79	Kenya (Somali)
58	Wangoh <i>et al.</i> (1998)	4.81	3.31	4.28	13.44	0.83	Kenya (Turkana)
59	Wangoh <i>et al.</i> (1998)	4.29	3.13	4.05	12.45	0.82	Kenya (S x T)
60	Zhao (1998)	4.15	3.45	4.55	8.85	0.70	China (Dromadaire)
61	Zia-Ur-Rahman et Straten (1998)	5.22	2.68	4.30	10.40	0.73	Pakistan I
62	Zia-Ur-Rahman et Straten (1998)	3.50	4.00	3.26	13.30	0.83	Pakistan II
63	Zia-Ur-Rahman et Straten (1998)	4.50	3.00	4.10	11.10	0.78	Pakistan III
64	Dell'orto <i>et al.</i> (2000)	2.56	3.19	-	-	-	Indéterminé
65	Guliye <i>et al.</i> (2000)	3.39	2.79	4.81	11.50	0.77	Kenya
66	Serikabeva et Toktamysova (2000)	5.17	4.45	4.82	15.51	0.68	Kazakhstan
67	Attia <i>et al.</i> (2001)	1.20	2.81	5.40	9.61	0.99	Tunisie
68	Indra (2003)	4.47	3.53	4.95	13.64	0.70	Mongolie (Dromadaire)
69	Wernery (2003)	3.50	3.35	4.75	10.75	-	Émirats arabes unis
70	Raghvendar <i>et al.</i> (2004)	2.30	2.3	4.05	9.50	-	Inde
71	Kouniba <i>et al.</i> (2005)	2.65	3.25	4.05	10.80	0.83	Maroc
72	El-Hatmi <i>et al.</i> (2006)	3.00	3.1	4.20	-	1.05	Tunisie
73	Abdoun <i>et al.</i> (2007)	3.26	3.50	3.60	11.03	0.67	Soudan

Synthèse bibliographique Aperçu sur le dromadaire et caractérisation du lait de chamelle

74	Kamal, <i>et al.</i> (2007)	3.78	3.30	5.85	15.06	0.70	Egypte
75	Haddadin <i>et al.</i> (2008)	2.95	2.69	3.92	12.30	0.82	Jordanie
76	Shuiep <i>et al.</i> (2008)	2.64	2.93	3.12	9.56	0.73	Est de Soudan
77	SHUIEP <i>et al.</i> (2008)	2.85	2.94	2.90	9.41	0.73	Ouest de Soudan
78	BAKHEIT <i>et al.</i> (2008)	3.40	3.40	3.60	10.90	0.80	Nord de Soudan
79	OMER et ELTINAY. (2009)	2.35	2.06	4.41	9.78	0.94	Soudan (différentes zones)

M.G. : matière grasse. P.T. : protéine totale. L. : lactose. M.S. : matière sèche. (-) : valeur non déterminée

2.2.2. Les protéines camelines

De par leur apport nutritionnel (source d'acides aminés essentiels) et leurs propriétés technofonctionnelles particulières, les protéines du lait revêtent une importance considérable au double plan quantitatif et qualitatif.

La teneur moyenne en protéines dans le lait de chamelle est comparable à celle du lait bovin (autour de 33g/l). La composition en acides aminés de ces protéines est aussi très similaire à celle rapportée dans le lait de référence (Sawaya *et al.*, 1984 ; Mehaia et Alkanhal, 1989).

Selon leur solubilité en milieu acide, ces protéines se répartissent comme pour les laits d'autres espèces, en deux fractions : les caséines et les protéines du lactosérum (albumines et globulines). Les premières précipitent à leur pH isoélectrique se situant à 4,3 (Wangoh *et al.*, 1998 a) alors que les autres restent solubles dans cette zone de pH considérée.

2.2.3. Les minéraux

Les sels minéraux présents dans le lait de chamelle (**Tab. 4**) sont aussi diversifiés que ceux rencontrés dans le lait de vache. On y dénombre en effet des macros et des oligo-éléments qui se trouvent sous forme de sels (phosphates, chlorures et citrates) ou de métaux divers (sodium, potassium, magnésium, calcium, fer, cuivre, zinc...etc.).

Au niveau quantitatif, si la composition en macro-éléments (Na, K, Ca, Mg...) est relativement similaire à celle du lait bovin, le lait camelin se caractérise néanmoins par des taux plus élevés en oligo-éléments (Yagil et Etzion, 1980a ; Sawaya *et al.*, 1984 ; Elamin et Wilcox, 1992 ; Mehaia *et al.*, 1995 ; Gorban et Izzeldin, 1997 ; Bengoumi *et al.*, 1994).

Synthèse bibliographique Aperçu sur le dromadaire et caractérisation du lait de chamelle

Le lait de chamelle est une riche source en chlorure en raison des fourrages broutés par le dromadaire, tels qu'Atriplex et Acacia qui contiennent habituellement une forte teneur en sel. (Al Haj et Al Kanhal ,2010).

Tableau 4 : Composition en sels minéraux (mg/l) du lait de chamelle selon différents auteurs en comparaison avec le lait de vache.

Origine du lait	Ca	Mg	P	Na	K	Fe	Zn	Cu	Mn	I	Références
Lait de chamelle	1060	120	630	690	1560	<u>2.6</u>	4.4	1.6	0.2	----	Yagil et Etzion, (1980)
	1078	122	641	702	1586	<u>2.64</u>	4.47	1.63	0.20	----	Sawaya et al., (1984)
	1310	140	510	270	450	0.4	0.1	0.02	----	----	Gnan et Sheraha, (1986)
	1160	80	710	360	620	-----	----	----	----	----	Hassan et al., (1987)
	300	45	----	431	725	<u>2.8</u>	----	----	----	----	Elamin et Wilcox, (1992)
	1462	108	784	902	2110	3.4	2.9	0.1	<u>2.0</u>	<u>0.1</u>	Bengoumi et al., (1994)
	1180	125	889	688	1464	2.34	6.00	1.42	<u>0.80</u>	----	Mehaia et al., (1995)
	1182	74	769	581	1704	1.3	5	----	0.1	----	Gorban et Izzeldin, (1997)
	1060-1570	75-160	580-1040	360-620	600-2100	1.3-2.5	4.0-5.0	1.3-1.8	0.08-0.2	----	KAPPELER, (1998)
	1230	90	1020	660	1720	-----	----	----	----	----	Attia et al., (2000)
Lait de vache	1000-1500	100-150	750-1200	350-1000	1200-1800	0.20-0.50	0.02-0.15	0.03-0.05	0.01-0.05	0.04-0.08	Luquet, (1985) ; Mietton et al., (1994)

N.B : (----) : non déterminé ; sont soulignées les valeurs extrêmes.

2.2.4. Les vitamines

Le lait de chamelle se singularise par sa richesse relative en vitamines B3 (niacine) et en vitamine C en comparant avec le lait bovin (Haddin et al, 2008) (**Tab. 5**). Même si des variations importantes (de 25 à 60 mg/l) de la teneur de cette dernière dans les laits camelin sont rapportés (Farah, 1993), il n'en demeure pas moins que les teneurs signalées (autour de 36 mg/l selon Farah et al., 1992) sont en moyenne 3 fois plus élevées que celles présentes dans le lait bovin, qui ne dépassent pas 22 mg/l selon (Mathieu, 1998). Cette caractéristique est particulièrement intéressante, car elle permet au lait de cette espèce, par son apport important en cette vitamine, de répondre aux besoins nutritionnels, aussi bien du jeune

chamelon que des populations locales, qui vivent dans un environnement où l'apport en ce type de vitamine est particulièrement limité voire absente.

Farah en (1993) révèle que le lait camelin contient des teneurs plus faibles en vitamines A et E et en certaines vitamines du groupe B (vitamine B2, B5 et B9) par rapport au lait bovin.

Tableau 5 : Composition en vitamines (mg/l) du lait de chamelle selon différents auteurs en comparaison avec le lait de vache.

Nature des vitamines	Lait de chamelle					Lait de vache	
	Sawaya et al., (1984)	Farah et al., (1992)	Mehaia (1994)	Kappeler (1998)	Haddadin et al., (2008)	Farah (1992)	Farah (1993)
A (Rétinol)	0.15	0.1	--	0.15	0.264	0.27	0.17-0.38
B₁ (Thiamine)	0.33	--	--	0.60	0.480	0.42	0.28-0.9
B₂ (Riboflavine)	0.41	0.57	--	0.80	1.680	1.56	1.2-2.0
B₃ (Niacine)	4.61	--	--	4.60	0.780	--	0.5-0.8
B₅ (Acide pantothénique)	0.88	--	--	0.88	3.680	3.6	2.6-4.9
B₆ (Pyridoxine)	0.52	--	--	0.52	0.550	0.48	0.4-0.63
B₁₂ (Cobalamine)	0.0015	--	--	0.002	0.0085	0.0045	0.002-0.007
B₉ (Acide folique)	0.0041	--	--	0.004	0.087	0.053	0.01-0.1
E (Tocophérol)	--	0.56	--	0.53	0.0178	0.60	0.1-0.2
C (Acide ascorbique)	24	37	25	24-36	33.0	11	3-23
Vitamine D₃	--		--	--	0.003	--	--

N.B : (--) non déterminé.

2.3 Caractère microbiologique :

Le lait est un produit naturellement périssable du fait de sa teneur élevée en eau, son pH voisin de la neutralité, et de sa composition en éléments nutritifs. Le lait referme inévitablement une microflore dont la nature et l'importance sont conditionnées par l'état sanitaire de l'animal, les conditions de traite, la température, la durée de conservation... etc. Sous des conditions rigoureuses de collecte, sa charge ne dépasse cependant pas 5.10^3 germes/ml (Larpent *et al.*, 1997).

Si la microflore du lait bovin a fait l'objet de nombreuses études, cela est loin d'être le cas du lait camelin où quelques travaux seulement lui sont consacrés. L'une des raisons principales de cette carence est la relative absence des moyens matériels et humains (laboratoires, chercheurs...) tout près des lieux de collecte ce qui éviterait à recourir à la congélation ou à l'utilisation d'agents antimicrobiens, comme c'est généralement le cas des études physico-chimiques.

✓ **Microflore du lait camelin**

Le lait de chamelle peut être ensemencé par de nombreuses espèces microbiennes. Pour certaines, il constitue un bon milieu de culture, ce qui leur permet de s'y développer. Pour d'autres germes banals ou pathogènes, il n'est qu'un véhicule occasionnel. En raison de la grande diversité des bactéries présentes dans le lait, et en se basant sur un certain nombre de propriétés importantes qu'elles ont en commun, on les divise en deux catégories: les bactéries saprophytes et les bactéries pathogènes (Anonyme 2, 1992).

✓ **Bactéries saprophytes**

Elles peuvent avoir un intérêt hygiénique, technologique ou être indifférentes.

➤ **Flore lactique**

Les bactéries lactiques forment un groupe très hétérogène présentant les caractères généraux suivants (Pilet *et al*, 1979) : elles sont à Gram +, micro -aérophiles ou anaérobies facultatifs, ne réduisant pas les nitrates, peu ou pas protéolytiques dans le lait. Elles fermentent les sucres dans des conditions diverses. Parmi les genres appartenant à cette flore, on cite les *Streptococcus* (ou *Lactococcus*), les *Lactobacillus*, les *Leuconostoc* et les *Bifidobacterium*.

a - Genre *Streptococcus* (*Lactococcus*)

Le genre *Lactococcus* joue un rôle de conservateur dans le lait. En effet, les espèces telles que *Lactococcus lactis* et *Lactococcus cremoris* produisent respectivement de la « nisine » et la «diplococcine », bactériocines, inhibant les bactéries non lactiques au profit des bactéries lactiques d'où leur intérêt technologique (Greaume, 1975). Une étude réalisée par (Karam, 2006) met en évidence la présence dans le lait de chamelle, des espèces *lactococcus lactis ssp lactis* et *lactococcus lactis ssp cremoris* ayant une capacité inattendue de résister à une concentration de 6,5% de NaCl.

b - Genre *Lactobacillus*

Les lactobacilles occupent une place de choix en bactériologie appliquée parmi les « bactéries utiles». Ils appartiennent en effet, aux ferments lactiques et à ce titre, ils interviennent en industrie laitière (fabrication de yaourts, Kéfir, fromages) (Ndiaye, 1994).

(Karam, 2006), a montré la présence de *Lb. plantarum* comme seule espèce de lactobacilles retrouvée dans des échantillons de lait de chamelle étudiés. Cette espèce lactique, réputée être habituellement l'hôte de plantes, a été signalée comme espèce majoritaire de la flore lactique des laits crus de vache, de brebis ou de chèvre mais toujours auprès d'autres lactobacilles, comme par exemple *Lactobacillus casei* ou *Lactobacillus brevis* (Bouix et Leveau, 1988).

c - Genre *Leuconostoc*

Ce sont des germes hétéro-fermentaires. Ils coagulent rarement le lait mais sont souvent à l'origine de répugnance des denrées pour le consommateur (Mouchet, 1962). La présence des espèces, *Leuconostoc lactis* et *Leuconostoc dextranicum*, a été signalée dans le lait de chamelle (Karam, 2006).

d- Genre *Bifidobacterium*

La flore bifidogène connu pour ces exigences en matière de facteur de croissance est capable de dégrader les acides aminés libres et autres composés azotés non protéiques (NPN) dont le taux est plus élevé dans le lait camelin que bovin (Siboukeur, 2007). En effet, des travaux portant sur la culture de quatre espèces (*Bifidobacterium brevis* ; *B.bifidum* ; *B.longum* et *B.angulatum*), rapportent que le lait camelin est un excellent milieu de culture, naturel, pour les bifidobactéries. En outre, le stockage de ce lait à 4°C n'affecte pas leur viabilité et leur activité protéolytique est plus forte que dans le lait bovin. A cet effet, l'utilisation de la poudre de lait camelin comme milieu de pré culture de cette flore à haut potentiel nutritionnel et thérapeutique est préconisée (Abu-tarboush *et al.*, 1998).

➤ Flore d'altération

Ce sont des bactéries et champignons indésirables apportés par la contamination. Cette flore regroupe les bactéries thermorésistantes, les coliformes, les psychrotrophes, les levures et moisissures (Dieng, 2001).

a- Flore thermorésistante

Un certain nombre de bactéries est capable de résister aux traitements thermiques usuels utilisés dans le but d'assainir ou de conserver le lait. Elles sont dites thermorésistantes. Leur développement ultérieur peut altérer les produits et, parfois, être dangereux pour la santé. On distingue:

- La flore thermorésistante totale, définie comme la flore résiduelle après un traitement à 63 °C pendant 30 minutes ou un traitement équivalent tel que la pasteurisation (72 °C pendant 15 secondes).

□ La flore moyennement thermorésistante, qui n'est pas détruite par chauffage à 75 °C pendant 12 secondes.

□ La flore fortement thermorésistante, qui n'est pas détruite par chauffage à 80°C pendant 10 minutes. Elle comprend notamment les spores bactériennes, qui nécessitent des températures supérieures à 100 °C.

Les composantes de cette flore sont: *Micrococcus*, *Microbactérium* et *Bacillus* dont l'espèce *Bacillus cereus* produit une entérotoxine stable après pasteurisation. Le genre *Bacillus* réalise en, outre, des activités enzymatiques lactiques pouvant être responsables de l'acidification, la coagulation ou la protéolyse des laits de longue conservation.

b- Les coliformes

D'un point de vue technologique, certains coliformes sont lactiques et fermentent le lactose sur un mode hétérofermentaire. Ils peuvent se retrouver dans tous les types de lait. Ce sont des germes qui vivent dans le tube digestif de l'homme et des animaux. Leur présence est un signe de contamination lors de la traite et pendant les manipulations et transvasements multiples que subissent les produits avant la commercialisation (Ba diao ,2000).

c- Les psychrotrophes

Le terme « psychrotrophe » désigne des micro-organismes qui ont la faculté de se développer à une température inférieure à 7°C, indépendamment de leur température de croissance plus élevée (Lahélec et Colin, 1991). Parmi les micro-organismes qui composent ce groupe, nous pouvons citer les genres à :

- GRAM (-) : *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Aeromonas*, *Serratia*, etc ...

- GRAM (+) : *Micrococcus*, *Corynebactérium*, etc ...

En général dans le lait, c'est le genre *Pseudomonas* qui domine. Il est fortement psychrotrophe et il se multiplie par 100 en 48 heures à +4°C (MONSALLIER, 1994). Ces germes produisent des lipases et des protéases thermorésistantes ayant pour conséquence l'apparition de goûts très désagréables dans les produits laitiers: goût amer, rance, putride, etc.

d- Levures et moisissures

Les levures et les moisissures sont des cellules eucaryotes. Regroupées sous le vocable de flore fongique, elles peuvent être retrouvées aussi bien dans le lait cru, le lait en poudre ainsi que dans tous les autres produits laitiers (Alais, 1984).

❖ **Les levures**

De forme arrondie ou ovale, volumineuses ou unicellulaires, les levures sont utiles en industrie laitière car elles peuvent servir comme agents d'aromatisation. Elles sont aérobies facultatives et se développent en surface formant les boutons de nature mycélienne (Rozier, 1990). Par contre, d'autres levures - *Kluyveromyces fragilis*, *Kluyveromyces fragilis*, *Saccharomyces fragilis*, *Saccharomyces lactis* peuvent avoir des effets néfastes dans les aliments. Les levures supportent des pH de 3 à 8 avec un optimum de 4,5 à 6,4. Ce qui explique leur présence dans le lait cru comme dans le lait Caillé (Bouix et Leveau, 1988).

Elles entraînent des altérations rendant le produit final indésirable: aspect trouble, odeurs ou goûts anormaux, gonflement des produits ou de leur emballage.

❖ **Les moisissures**

Les moisissures sont en général plus complexes dans leur morphologie et dans leur mode de reproduction. Elles peuvent être utiles ou indésirables en industrie alimentaire Elles se de reproduction. Elles peuvent être utiles ou indésirables en industrie alimentaire Elles se développent en surface ou dans les parties internes aérées en utilisant le lactose; cette propriété leur confère une utilité incontestable en fromagerie. C'est ainsi que le *Penicillium camemberti* et *Penicillium roqueforti* sont utilisés dans la fabrication de divers types de fromages. Mais le développement excessif de certaines moisissures comme *Géotrichum* à la surface des fromages, les rend glaireuses et coulantes, ce qui les déprécie fortement. Certaines moisissures élaborent des mycotoxines thermostables et liposolubles donc difficiles à éliminer une fois formées. Dans ce contexte, (Wiseman et Applebaum, 1983), signalent la résistance de l'aflatoxine M1, élaborée par *Aspergillus flavus*, à la pasteurisation des laits et produits laitiers.

✓ **Les bactéries pathogènes**

Le lait et les produits laitiers, de même que ceux ayant subi un traitement d'assainissement, peuvent contenir des germes pathogènes pour l'homme. L'animal, l'homme et l'environnement peuvent être à l'origine de cette contamination. Différentes espèces bactériennes sont capables de pénétrer dans la mamelle par le canal du trayon et sont excrétées dans le lait. Certains de ces germes en particulier, les streptocoques et staphylocoques, provoquent des mammites avec contamination du lait (Kagembega, 1984).

a- Les Staphylocoques

Ils sont fréquemment retrouvés dans le lait et parfois en nombre important L'origine de la contamination est la mamelle et plus fréquemment l'homme. Leur fréquence tend à augmenter du fait de leur antibiorésistance. Ils provoquent, par leur production de toxines thermostables,

des intoxications de gravité variable pouvant être redoutables (Kagembega, 1984). Une fermentation suffisamment active les inhibe. Les staphylocoques pathogènes ont la particularité de posséder une coagulase, une phosphatase et une DNase thermostable ou thermonucléase. Il faut cependant noter que les staphylocoques non pathogènes sont plus nombreux; ils sont coagulase (-) et non toxigènes (Ndao, 1996).

Seules certaines souches de staphylocoques appartenant aux espèces *Staphylococcus aureus* et *Staphylococcus intermedius* sont capables de produire des entérotoxines (Debuyser, 1991).

Les symptômes d'une toxi-infection à staphylocoques, apparaissent 2 à 4 heures après l'ingestion d'un aliment contaminé. Ils se manifestent par des coliques violentes, accompagnées de nausées et de vomissements suivis d'une diarrhée incoercible avec possibilité de perte de conscience (Maillot, 1985).

b- Les entérobactéries

Les entérobactéries sont des bacilles ou coccobacilles, GRAM-, oxydase négative, catalase (+), asporulés. Ils réduisent les nitrates en nitrites. Ils sont anaérobies facultatifs (Guiraud, 1998) et constituent l'une des plus grandes familles de bactéries. Les entérobactéries sont divisées en deux groupes :

- les lactose (-) : *Shigella*, *Salmonella*, *Serratia*, *Proteus*, *Yersinia* ;

- les lactose (+) : *Escherichia coli*, *Citrobacter*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Hafnia*.

- Les Salmonelles sont responsables de nombreuses toxi-infections. En effet, les toxiinfections alimentaires à *Salmonella typhimurium* et *Salmonella enteritidis* ont souvent pour origine la consommation de lait, crème, beurre, crème glacée, etc., n'ayant subi aucun traitement d'assainissement ou recontaminés.

- Les colibacilles tels que l'espèce *Escherichia coli*, dont certaines souches sont entéropathogènes, peuvent être responsables de graves toxi-infections suite à la consommation de produits laitiers et de lait infectés. La pollution par les coliformes est très fréquente ; même légère, elle présente un risque. Des coliformes banaux absorbés en quantité massive peuvent déclencher des troubles gastro-intestinaux.

- Les Brucelles sont souvent à l'origine de la contamination du lait de vache, chèvre et de beaucoup d'autres espèces dans les pays où il n'a pas été effectué de sérieuses campagnes d'éradication. Les brucelles sont néanmoins présentes de façon exceptionnelle dans les laits caillés (Semasaka, 1986). Ceci est d'ailleurs rapporté par (Eze, 1977) qui démontre qu'à pH 4,5 toutes les brucelles sont détruites dans le lait.

- Le bacille tuberculeux (*Mycobactérium*), agent de la tuberculose, zoonose majeure, se contracte lors de consommation de lait provenant d'animaux malades principalement lors de tuberculose généralisée ou de mammite tuberculeuse des animaux (Semasaka, 1986).
- Le genre *Listeria*, notamment l'espèce *Listeria monocytogènes*, est un petit bacille à GRAM (+), non capsulé, non sporulé, de mobilité «en pirouette » caractéristique par examen à l'état frais. Elle fait partie des bactéries psychrotrophes pathogènes (Eze, 1977).

Listeria monocytogenes est couramment retrouvée dans le lait cru. (Beerens et Luquet, 1987) rapportent qu'en France 50 % des échantillons de lait renferment des listérias.

2.4 Propriétés thérapeutiques et médicinales

Le lait de chamelle est apprécié traditionnellement pour ses propriétés anti-infectieuse, anti-cancéreuse, anti-diabétique et plus généralement comme reconstituant chez les malades convalescents. Ces propriétés relèvent cependant le plus souvent d'observations empiriques dont les fondements scientifiques mériteraient d'être précisés. Ces observations, bien qu'empiriques, peuvent être reliées à la composition du lait de chamelle. Certains des composants tant sur le plan quantitatif que qualitatif pourraient être associés à ces propriétés particulièrement les facteurs anti-bactériens, l'insuline et la vitamine C. A cela s'ajoutent les propriétés probiotiques des bactéries lactiques présentes dans les produits fermentés camelins (Chethouna, 2011).

2.4.1. Les facteurs antimicrobiens

Parmi les facteurs antimicrobiens, on retiendra essentiellement : la lactoferrine, le lysozyme, la lactoperoxydase et les immunoglobulines.

■ Lactoferrine

La lactoferrine (LF) est une glycoprotéine contenant deux sites capables chacun de fixer un ion ferrique (Fe^{3+}). Cette capacité à capter le fer, explique en partie son rôle dans le contrôle de la croissance de certaines bactéries pathogènes, telles que *Staphylococcus aureus* ou *Escherichia coli* (Zagulki *et al.*, 1989 ; Diarra *et al.*, 2002). Sur le plan des propriétés physiques, la lactoferrine de la chamelle, comme beaucoup d'autres protéines laitières camelines, est plus thermorésistante que chez les autres espèces et plus thermorésistante que l'immunoglobuline (IgG). Par exemple, à 85 °C pendant 10 minutes, la lactoferrine du lait de chamelle ne représente plus que 37 pour cent de la valeur initiale, contre

1,2 % pour le lait de vache et 0 % pour le lait de bufflesse dans les mêmes conditions (Elagamy, 2000). La LF n'est pas une protéine spécifique du lait. On la trouve dans la plupart des sécrétions (larmes, salive, sécrétions utérines, sang, sécrétions nasales, urines, fluide amniotique, plasma séminal) des mammifères. Elle est cependant abondante dans le lait de chamelle puisqu'on en trouve de 30 à 100 fois plus que dans le lait de vache (Kanuspayeva *et al.*, 2003).

■ Lysozyme

Le lysozyme est une protéine naturellement présente dans les laits de mammifères où il représente un facteur antimicrobien puissant. Le lysozyme contient une chaîne polypeptidique de 129 acides aminés.

Le lysozyme se lie en conséquence, électrostatiquement sur les surfaces anioniques des bactéries. Les bactéries gram-négatif sont plus résistantes au lysozyme car elles contiennent une membrane externe de lipopolysaccharides, qui peut protéger les bactéries contre l'accès du lysozyme. En revanche, les bactéries, telles que *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus lentus*, *Staphylococcus epidermis*, *Streptococcus mutans*, *Streptococcus sanguis*, *Actinomyces viscosus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus plantarum*, *Fusobacterium nucleatum*, *Serratia marcescens*, *Micrococcus luteus*, *Salmonella typhimurium*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Bacillus stearothermophilus*, *Clostridium perfringens*, *Clostridium tyrobutyricum*, *Listeria monocytogenes*, *Pasteurella pseudotuberculosis*, *Yersinia enterocolitica*, *Bordella bronchiseptica*, *Bacteroides fragilis*, *Capnocytophaga gingivalis*, *Helicobacter pylori*, les levures, telles que *Candida krusei*, *Candida parapsilosis*, *Candida albicans*, *Candida glabrata*, et le virus *Herpès simplex* sont sensibles au lysozyme (Kanuspayeva *et al.*, 2003).

La quantité de lysozyme contenue dans le lait de chamelle est plus élevée que dans le lait de vache, 15 µg 100 ml⁻¹ contre 7 µg 100 ml⁻¹. L'activité enzymatique du lysozyme du lait de chamelle est également plus forte que celle de la vache, mais plus faible que celle de l'oeuf (Elagamy *et al.*, 1996). Tout comme la lactoferrine de cette espèce, le lysozyme du lait de chamelle est thermorésistant. A 85 °C pendant 10 minutes, le lysozyme du lait de chamelle ne représente plus que 44 pour cent de la valeur initiale, contre 26 pour cent pour le lait de vache et 18 pour cent pour le lait de bufflesse dans les mêmes conditions (Elagamy, 2000).

■ Immunoglobulines

Les IgG jouent un rôle dans le système immunitaire chez les nouveau-nés. Le taux des immunoglobulines est très élevé dans le colostrum chez tous les mammifères. Cependant, la

concentration d'immunoglobulines dans le lait varie selon les espèces concernées. Trois classes fonctionnelles d'IgG sont définies chez le dromadaire: Ig1, qui est composée de deux chaînes légères identiques et de deux chaînes lourdes comme dans les autres IgG; Il existe donc deux autres isotopes. Ce qui est remarquable, c'est que l'organisation des anticorps à chaînes lourdes du dromadaire diffère complètement de ce qui est connu chez les autres vertébrés (Atarhouche *et al.*, 1997). Du point de vue structural, les IgG du dromadaire sont plus proches des immunoglobulines humaines que de celles des autres ruminants. Le pic d'IGg dans le colostrum est de $0,26 \pm 0,232$ mg/ml. Il se situe entre 18 et 30 heures après la naissance (Hulsebus, 1999). Dans le lait, la concentration est plus faible mais la teneur répertoriée dans le lait de chamelle est quatre fois supérieure à celle de la vache à 0 °C, et six fois plus élevée à 65 °C. Par ailleurs, elle est plus thermorésistante: il reste 0,048 mg/ml d'IgG dans le lait de chamelle à 85 °C alors qu'elle disparaît dans le lait de vache (Elagamy, 2000).

■ Lactoperoxydase

Les peroxydases sont des enzymes qui appartiennent aux systèmes non-immuns normaux de la défense du lait; on les trouve également dans les sécrétions des glandes à sécrétion externe (telles que la salive, les larmes, les sécrétions intestinales, le mucus cervical et la thyroïde). Le lait contient naturellement assez de lactoperoxydase pour que le système soit actif. L'action du système peroxydase résulte de l'oxydation de l'ion SCN⁻ en présence du peroxyde d'hydrogène, qui fait apparaître des oxacides ayant des propriétés bactéricides. Le premier produit de l'oxydation est l'ion hypothiocyanate (OSCN⁻), puis différents acides se succèdent, dont l'action inhibitrice varie en fonction des espèces microbiennes. L'action de la Lactoperoxydase est susceptible d'être renforcée artificiellement en optimisant les concentrations des éléments qui entrent en jeu. Des bactéries, telles qu'*Escherichia coli*, *Yersinia enterocolitica*, *Klebsiella pneumoniae*, *Klebsiella oxytoca*, *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus mutans*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella spp.*, *Shigella sonnei*, *Listeria monocytogenes*, *Acinetobacter spp.*, *Neisseria spp.*, *Haemophilus influenzae*, *Campylobacter jejuni*, *Aeromonas hydrophila*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Capnocytophaga ochracea*, *Selenomonas sputigena*, *Wolinella recta*, *Enterobacter cloaca*, des virus, tels que *Herpès simplex*, *virus d'immuno-déficiência*, *virus respiratoire syncytial*, et la levure *Candida albicans*, sont sensibles au système lactoperoxydase. Cette enzyme du lait de chamelle est considérée comme étant une des plus thermorésistantes par rapport au lait de vache (Elagamy *et al.*, 1996).

Par ailleurs, la lactoperoxydase du lait de chamelle présente une stabilité encore plus forte vis à vis des traitements thermiques. Elle est, par exemple, fortement active dans les échantillons de lait pasteurisé de la laitière de Mauritanie (Sabumukama, 1997). Les résultats du test API ZYM lactoperoxydase sur le lait de dromadaire montre encore une activité enzymatique à forte température, alors même que la lactoperoxydase du lait de vache a perdu toute activité (Loiseau *et al.*, 2001).

2.4.2. Le facteur anticancéreux

La lactoferrine jouerait un rôle reconnu dans le traitement de certains cancers et ses effets anti-tumoraux ont été étudiés notamment chez le rat (Jouan, 2002).

Partant de ces résultats observés en laboratoire, Chissov *et al.*, (1995) ont élaboré une préparation à base de lactoferrine à utiliser dans les zones oropharyngiennes après une chimiothérapie.

La LF est capable de participer aux processus de prolifération et de différenciations cellulaires. Elle a également été identifiée en tant que « Colony Inhibitory », agissant au niveau des cellules de la moelle épinière durant la myélopoïèse (Linden, 1994). Les cellules traitées à la lactoferrine montrent un arrêt définitif de toutes les fonctions, incluant l'arrêt de l'activité métabolique des précurseurs de l'ADN et de l'ARN.

■ Le facteur antidiabétique : l'insuline

L'amélioration du statut glycémique chez les diabétiques traités au lait de chamelle serait due à la présence d'insuline en quantité importante : plus 5000 fois la valeur observée chez la vache et 1000 fois la valeur observée chez la femme. L'insuline est normalement neutralisée lors du caillage du lait dans l'estomac sous l'effet de l'acidité du milieu, mais il semble que le lait de chamelle ne caillant pas comme ceux des autres espèces, l'insuline pourrait être conservée intacte dans l'intestin où elle pourrait être absorbée. En tout état de cause, il semble que la consommation régulière de lait de chamelle ait une action hypoglycémiant et régulatrice de la glycémie chez les patients insulino dépendants (Agrawal *et al.*, 2003 et Kanuspayeva *et al.*, 2003).

■ Les facteurs stimulants : la vitamine C

Le taux de vitamine C dans le lait de chamelle est 3 fois plus élevé que dans le lait de vache, soit en moyenne $37,4 \pm 11,0$ mg/L, il varie entre 26,2 et 61,1 mg/L (Farah *et al.*, 1991).

La concentration en vitamine C dans le lait varie selon le stade de lactation, dans le colostrum il y a plus de vitamine C que dans le lait (Mohamed et *al.*, 2005). Le lait des chammelles multipares est plus riche en acide ascorbique ($46,3 \pm 4,7$ mg/L) que celui des primipares ($44,9 \pm 5,8$). La concentration de vitamine C augmente tout au long de la lactation : $44,2 \pm 4,2$ mg/L à 6-89 jour, $46,7 \pm 4,0$ à 180-269 jour, $48,4 \pm 3,8$ mg/L à 270-360 jour de lactation.

La réputation du lait de chamelle est en grande partie due à sa richesse en vitamine C. De tous les laits de mammifères collectés pour les besoins de l'homme, celui de la chamelle est le plus riche en cette vitamine dont le rôle tonique permettant de lutter contre la fatigue et l'infection est bien connu. Les facteurs qui affectent la teneur en acide ascorbique dans le lait ont été très peu étudiés (Elkheldir, 2002).

La vitamine C joue un rôle biologique considérable par ses propriétés anti-oxydantes. Récemment, il a été montré qu'elle avait aussi une action positive sur la réponse immunitaire des organismes agressés par diverses maladies.

Les chammelles multipares ont plus de vitamine C dans leur lait que les primipares, et les chamelons nouveau-nés ont plus de vitamine C dans leur plasma que les mères, puis cela se stabilise après 4 semaines pour atteindre des valeurs similaires à la mère chez qui la tendance est à l'accroissement après la parturition. Le colostrum est d'ailleurs plus riche en vitamine C que le lait, signant ainsi le rôle de transfert actif de la mère vers le jeune.

L'alimentation de la chamelle semble jouer un rôle non négligeable, les rations à base de pâturages naturels étant moins favorables sur la concentration en acide ascorbique dans le plasma et les leucocytes que des rations contenant de la luzerne par exemple.

Chapitre II: Les probiotiques

*Chapitre II:
Les probiotiques*

Le concept des probiotiques provient d'un chercheur et Prix Nobel Russe, Elie Metchnikoff (1907) qui avait pour théorie que la longévité des paysans bulgares était directement liée à leur consommation de laits fermentés (Sanders, 2000). Ainsi, Metchnikoff en (1907) avait proposé l'ingestion de bactéries vivantes, particulièrement des bactéries lactiques, pour réduire les désordres intestinaux et améliorer l'hygiène digestive, et donc augmenter l'espérance de vie (Gournier-Chateauet *al.*, 1994). Le terme probiotique dérive des deux mots grec (pros) et (bios) qui signifie littéralement « pour la vie » contrairement au terme antibiotique qui signifiait contre la vie. Ce terme a été introduit pour la première fois par Lilly et Stillwell en (1965) pour décrire des substances produites par des microorganismes et qui stimulent la croissance d'autres microorganismes. Ensuite, Parker (1974) élargit cette définition à des « organismes et substances qui contribuent à l'équilibre de la microflore intestinale ». Cette définition englobant les microorganismes et les métabolites microbiens produits (les antibiotiques), a été modifiée par Fuller (1989) qui redéfinit les probiotiques comme étant : « des préparations microbiennes vivantes utilisées comme additifs alimentaires et qui ont une action bénéfique sur l'animal hôte en améliorant la digestion et l'hygiène intestinale ».

Récemment, le groupe de travail mixte formé par la FAO (Food and Agriculture Organization) (2002) et l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé ; WHO) (2002) ont établi des lignes directrices pour l'utilisation du terme « probiotique » dans les aliments et formulent la définition suivante : « microorganismes vivants qui lorsqu'ils sont administrés en quantités adéquates, exercent une action bénéfique sur la santé de l'hôte qui les ingère » (FAO/OMS, 2002).

L'utilisation de ces additifs est réglementée dans la CEE (Directive 2001/79/CE). Les critères d'autorisation concernant la démonstration de :

- a) Leur efficacité zootechnique,
- b) Leur sécurité d'utilisation pour l'animal (tolérance), l'homme manipulateur de l'additif ou consommateur des produits animaux issus du traitement (innocuité),
- c) L'absence d'impacts négatifs directs (rejets) ou indirects (sélection ou dissémination de gènes d'antibiorésistance) sur l'environnement.

Actuellement, leur autorisation n'est prononcée qu'après avis positif des agences chargées pour chacun des pays membres de l'évaluation de la sécurité sanitaire des aliments (l'AFSSA en France).

II.1. Les microorganismes probiotiques :

Les principaux microorganismes probiotiques connus à ce jour sont des bactéries (Lactobacilles, Bifidobactéries, Propionibactéries, *Escherichia coli* et Entérocoques) et des levures (*Saccharomyces boulardii*) (Ouwehand et al., 2002). Le (Tab. 6) résume les espèces microbiennes considérées comme probiotiques. Parmi les bactéries, les Lactobacilles et les Bifidobactéries sont les probiotiques les plus étudiés et les plus répondus dans l'alimentation humaine (Sanders et Huis In't Veld, 1999 ; Kopp-Hoolihan, 2001). En fonction de la viabilité et du type de microorganismes utilisés, les formes d'apport s'effectuent dans l'aliment en forme granulé (résistance à la température et la pression), sous forme liquide ou sous forme encapsulée (protection chimique et mécanique) (Sullivan et Nord, 2005).

Les effets bénéfiques attribués aux probiotiques sont attribués nécessitent de plus amples investigations. Néanmoins, plusieurs études ont abouti à la commercialisation des probiotiques alimentaires.

Tableau 6 : Microorganismes considérés comme probiotiques (Hozalpfel et al., 1998).

<i>Lactobacillus</i>	<i>Bifidobacterium</i>	Autres bactéries lactiques	Autres microorganismes
<i>L. acidophilus</i>	<i>B. adolescentis</i>	<i>Enterococcus faecalis</i>	<i>Bacillus spp</i>
<i>L. amylovorus</i>	<i>B. animalis</i>	<i>Enterococcus faecium</i>	<i>Escherichia coli strain Nissle</i>
<i>L. brevis</i>	<i>B. bifidum</i>	<i>Lactococcus lactis</i>	<i>Propionibacterium</i>
<i>L. casei</i>	<i>B. breve</i>	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	<i>freudenreichii</i>
<i>L. cellobius</i>	<i>B. infantis</i>	<i>Pediococcus acidilactici</i>	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
<i>L. crispatus</i>	<i>B. lactis</i>	<i>Sporolactobacillus inulinus</i>	<i>Saccharomyces boulardii</i>
<i>L. curvatus</i>	<i>B. longum</i>	<i>Streptococcus thermophilus</i>	
<i>L. delbrueckii</i>	<i>B. thermophilum</i>	<i>Streptococcus diacetylactis</i>	
<i>L. farciminis</i>		<i>Streptococcus intermedius</i>	
<i>L. fermentum</i>			
<i>L. gallinarum</i>			
<i>L. gasseri</i>			
<i>L. johnsonii</i>			
<i>L. paracasei</i>			
<i>L. plantarum</i>			
<i>L. reuteri</i>			
<i>L. rhamnosus</i>			

Il existe quatre grands groupes de probiotiques :

- a- Les ferments lactiques : ils sont capables de produire de l'acide lactique par la fermentation de certains sucres comme le lactose. Ils sont regroupés en deux catégories, en fonction de leur morphologie : les Lactobacilles (*Lactobacillus bulgaris*, *Lactobacillus acidophilus* et *Lactobacillus caséi*) et les coques (*Enterococcus* et *Streptococcus*).
- b- Les Bifidobactéries : d'origine humaine ou animale, elles appartiennent à la flore intestinale normale et possèdent une bonne résistance aux sucs gastriques. la population de *Bifidobactérium* diminue avec l'âge et leurs espèces varient selon l'âge.
- c- Les différentes levures de type Saccharomyces. Elles sont principalement utilisées par l'industrie agroalimentaire.
- d- Les autres bactéries sporulées : dont *Bacillus subtilis* et *B. cereus*.

II.2. Critères de sélection des souches probiotiques :

Pour qu'un organisme soit considéré comme étant potentiellement probiotique, il doit présenter les caractéristiques suivantes (**Tab. 8**) :

II.2.1. Innocuité totale :

Un probiotique ne doit pas être nocif pour l'organisme et ne doit présenter aucun risque pour la santé. Ce critère semble évident, mais il est important de le vérifier surtout si le choix de la bactérie administrée n'appartient pas à la microflore normale de l'hôte. Les bactéries lactiques (Lactobacilles et Bifidobactéries) sont utilisées depuis des temps immémoriaux pour la conservation des aliments, et cela reste la meilleure preuve de leur parfaite innocuité (Naidu et *al.*, 1999 ; Saxelin et *al.*, 1995). Ils peuvent donc être utilisés en industrie alimentaire, ce qui n'en est pas de même pour les germes du genre *Enterococcus* qui peuvent posséder des caractéristiques de virulence (Moreno et *al.*, 2006 ; Ruiz-Moyano et *al.*, 2008).

II.2.2. Survie au cours du transit digestif :

La capacité de survie au cours du transit intestinal st très variable entre genres et entre souches (**Tab. 7**). Certaines bactéries sont détruites dès leur passage dans l'estomac. Cependant, pour exercer une influence positive sur l'organisme, les bactéries lactiques probiotiques doivent survivre en quantité suffisante au passage à travers le tractus digestif supérieur pour pouvoir coloniser l'intestin (Tamime et *al.*, 1995).

Tableau 7 : Pourcentage de récupération de probiotiques vivants dans les selles après leur ingestion (Marteau et Vesa, 1998).

Souche probiotique	Survie (%)
<i>Bifidobacteria sp</i>	30
<i>Bf. lactis Bb 12</i>	30
<i>Lb. plantarum NCIB 8826</i>	25
<i>Lb. acidophilus</i>	2-5
<i>Lb. rhamnosus (souche GG)</i>	1-5
<i>Lb. reuteri capsule</i>	0.01

Des travaux *in vitro* effectués lors d'une étude portant sur l'incorporation de Bifidobactéries dans des yogourts glacés ont montré que les cellules pouvaient résister pendant deux heures à une concentration en sels biliaires de 0.45%, mais pas à de l'acide chlorhydrique 0.1 N (Holcomb et *al.*, 1991). Il semblerait, toutefois, que la résistance à l'environnement stomacal dépende de la souche de Bifidobactéries utilisée, certaines souches pouvant résister jusqu'à 90 minutes à pH 3 (Berrada et *al.*, 1991). Des différences marquées de tolérance aux conditions présentes lors de la digestion ont par ailleurs été observées parmi six souches de *Lactobacillus acidophilus* et neuf souches de Bifidobactéries (Lankaputhra et Shah, 1995). Les résistances aux sels biliaires et l'acidité des sucs gastriques constituent par conséquent deux caractéristiques importantes à prendre en compte lors de la sélection des cultures probiotiques pour une utilisation dans les produits laitiers fermentés.

II.2.3. Adhésion à la muqueuse intestinale :

Une propriété importante des bactéries probiotiques réside dans leur capacité à adhérer aux parois intestinales même de façon transitoire. En effet, ceci leur confère une compétitivité

avantageuse, d'une part, pour faciliter la colonisation du tube digestif, d'autre part, pour obtenir un effet barrière optimal contre l'invasion de la muqueuse intestinale par des bactéries pathogènes (Elo et *al.*, 1991). *Lactobacillus casei* GG a ainsi exprimé in vitro des facteurs d'adhérence qui permettent à cette souche de multiples interactions avec les cellules épithéliales humaines (Elo et *al.*, 1991 ; Gill, 2003).

II.2.4. Viabilité et stabilité des microorganismes :

Les probiotiques doivent, survivre en grand nombre au procédé de fabrication, à la lyophilisation éventuelle et à l'entreposage qui s'en suit. Il est, en effet, généralement admis qu'un nombre minimal de 10^7 cellules viables par gramme de produit est nécessaire pour exercer un effet probiotique (Ishibashi et Shimamura, 1993). Cependant, la stabilité physique et génétique des cellules, ainsi que toutes les propriétés nécessaires pour exercer leurs bienfaits sur la santé doivent également être assurées.

L'apport de probiotiques doit être régulier, car des études ont montré qu'ils disparaissent du tractus au bout de 1 à 2 semaines après arrêt de l'administration. En effet, quand *Lb. rhamnosus* GG a été donné à 76 volontaires sous différentes formes (poudre lyophilisée ou produit fermenté) à raison de 5.10^{10} à 5.10^{11} cellules par jour pendant 28 jours, la souche a été retrouvée dans les fèces dès les premiers jours. Mais après l'arrêt de l'administration, elle a disparu des fèces chez 10% des patients au bout de 4 jours et chez 70% au bout de 7 jours (GILLILAND, 1985 ; GOLDIN et *al.*, 1996).

Les souches devraient être viables sans se multiplier pour ne pas provoquer d'effets indésirables sur le goût ou l'arôme du produit ni augmenter l'acidité (Mattila-Sandholm et *al.*, 2002). Par ailleurs, plusieurs études ont démontré que des cellules en phase stationnaire de croissance, plus tolérantes aux stress environnementaux que des cellules en phase exponentielle, devraient être privilégiées pour la confection de produits contenant des probiotiques en grand nombre (Kolter, 1993 ; Harke et *al.*, 1994 ; Rallu et *al.*, 2001).

II.2.5. Pas de résistance aux antibiotiques :

Les bactéries, qui contiennent des gènes transmissibles résistants aux médicaments, ne devraient pas être utilisées comme probiotiques (Mattila-Sandholm et *al.*, 1999 ; Saarela et *al.*, 2000).

Comme avec toutes les bactéries, on a noté une résistance aux antibiotiques parmi certaines bactéries lactiques, y compris des microorganismes probiotiques (Salminen et *al.*, 1998).

Cette résistance peut être liée aux gènes locaux chromosomiques, aux transposons ou aux gènes codés par des plasmides.

L'on s'inquiète de l'utilisation dans les aliments de bactéries probiotiques qui contiennent des gènes spécifiques résistants aux médicaments. Les bactéries, qui contiennent des gènes transmissibles résistants aux médicaments, ne devraient pas être utilisées dans les aliments. Actuellement aucune méthode phénotypique normalisée n'est disponible et qui soit reconnue internationalement pour des Lactobacilles et des Bifidobactéries (non pathogènes). Il est nécessaire de mettre au point des bios analyses normalisées pour déterminer les profils d'insensibilité ou de résistance aux médicaments des Lactobacilles et des Bifidobactéries (Hudault et *al.*, 1997 ; Salminen et *al.*, 1998).

II.2.6. Souches d'origine humaine :

Les souches bactériennes entrant dans la composition d'un probiotique sont des bactéries habituellement retrouvées dans la flore intestinale de l'homme. Généralement les souches lactiques non humaines ont une croissance optimale à une température comprise entre 30 et 42°C, ne résistent pas au passage dans l'estomac, sont tuées par les sels biliaires, et sont incapables de s'établir dans le tube digestif. A l'opposé, les souches d'origine humaines poussent à 37°C, sont résistantes aux acides et aux sels biliaires, et en général peuvent s'établir au moins transitoirement dans l'intestin humain. Il a également été démontré que la muqueuse intestinale et sa microflore partagent des épitopes antigéniques communs, sans doute responsables de la tolérance immunologique de l'hôte vis-à-vis de ses bactéries résidentes (Salminen et *al.*, 1998 ; Mattila-Sandholm et *al.*, 1999 ; Sarrela et *al.*, 2000).

II.2.7. Activité antimicrobienne :

Pour jouer son rôle d'amélioration de l'écosystème intestinal, un bon probiotique doit être capable d'inhiber localement le développement des germes indésirables (Hudault et *al.*, 1997).

Tableau 8 : Proposition de critère de sélection des probiotiques à application intestinal (Mattila-Sandholm et *al.*, 1999 ; Sarrela et *al.*, 2000).

Critères de sécurité	▪ Souche pour l'usage humain (isolée du tractus intestinal d'un homme sain) ou alimentaire (utilisée dans les produits laitiers). ▪ Souche déposée dans une collection de culture reconnue mondialement. ▪ Souche caractérisée par des techniques phénotypiques et génotypiques. ▪ Histoire de non pathogénicité. ▪ Pas de déconjugaison excessive des sels biliaires au risque d'induire des lyses cellulaires. ▪ Pas de transmission possible de gènes de résistance aux antibiotiques. ▪ Pas de dégradation excessive du tractus.
Critères fonctionnels	▪ Tolérance à l'acidité et aux enzymes gastriques. ▪ Tolérance à la bile et aux enzymes digestives. ▪ Adhésion aux cellules intestinales et persistance dans le tractus gastro-intestinal. ▪ Immun stimulation. ▪ Production de substances antimicrobiennes et antagonisme vis-à-vis des pathogènes. ▪ Effet sur la santé documenté.
Critères technologiques	▪ Stabilité au cours des procédés de production et dans le produit fini. ▪ Conservation des propriétés probiotiques après production.

II.3. Mode d'action des probiotiques :

Depuis longtemps, les consommateurs attribuent au yaourt des bénéfices sur la santé, mais il a fallu attendre les années 1970 pour découvrir progressivement le rôle joué par les bactéries lactiques vivantes du yaourt dans le tube digestif. L'introduction récente sur le marché de grande consommation de laits fermentés à base de bactéries lactiques d'origine entérique (*Bifidobacterium* et *Lactobacillus*) a encore accru l'intérêt d'une catégorie de consommateur, plus que jamais conscients de l'influence d'une alimentation saine sur la santé (Vermeiren, 2004).

De façon général, l'efficacité des probiotiques est liée à leur durée de présence dans le tube digestif ce qui n'implique pas forcément qu'ils puissent le coloniser ou s'y développer. Les

mécanismes d'action, bien qu'imparfaitement quantifiés sont qualitativement de plus en plus connus (**Fig. 5**). Chez l'animal monogastrique, ils agissent comme des régulateurs de la flore intestinale en exerçant soit adapté de (Calder et Kew, 2000 ; Kaur et *al.*, 2002) :

- a) Un effet prophylactique (antagonisme contre certains pathogènes par production de substances antimicrobiennes ; compétition avec les pathogènes pour certains nutriments ou pour les récepteurs de la muqueuse intestinale),
- b) Et/ ou un effet de détoxification (moindre production d'ammoniac, d'amines, ou de cytotoxines).

II.3.1. Compétition spécifique et non-spécifique pour l'adhésion :

Etant donné que la majorité des infestations intestinales sont initiées par l'adhésion des pathogènes aux cellules entérocytaires de l'hôte, certains Lactobacilles probiotiques auraient la capacité de bloquer physiquement l'accès aux entérocytes (Gill, 2003 ; Servin et Coconnier, 2003 ; Servin, 2004 ; Picard et *al.*, 2005). Ce mécanisme d'action serait similaire à celui exercé par le microbiote intestinal résident face aux infections microbiennes (Lievin-Le moal et Servin, 2006).

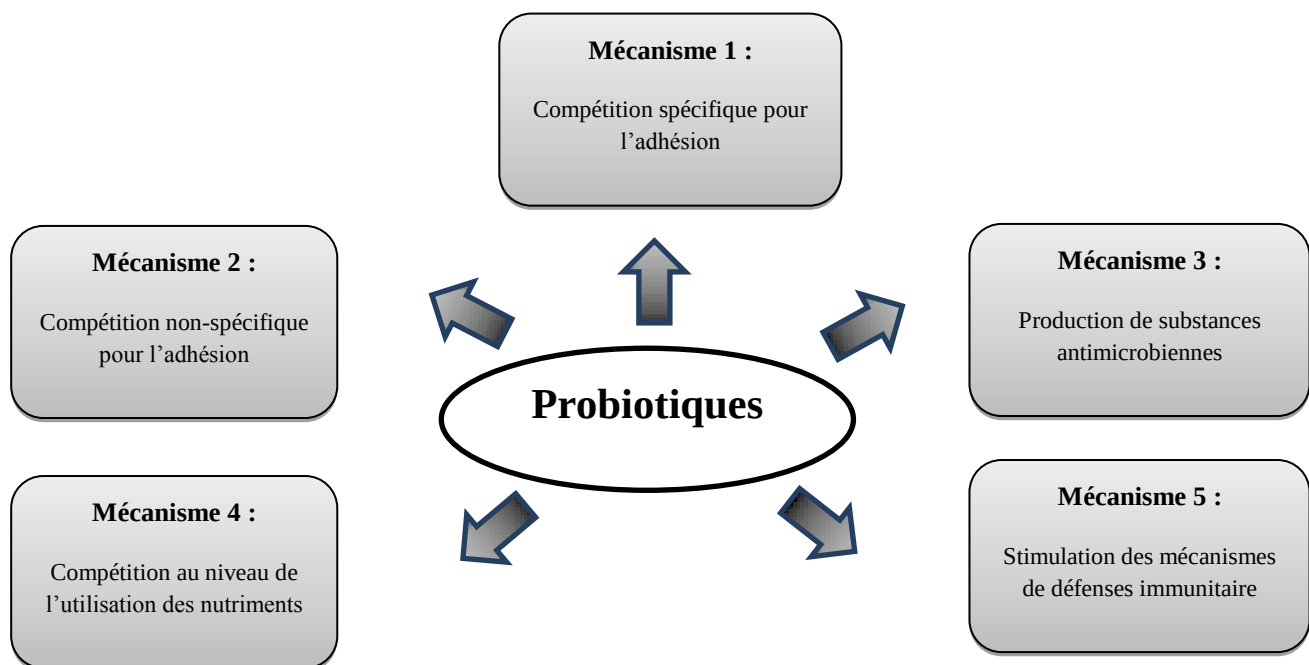


Figure 5 : Mécanismes d'action proposés des microorganismes probiotiques dans le traitement des infections entériques (adapté de Calder et Kew, 2000 ; Kaur et *al.*, 2002).

Les mécanismes de compétition de l'adhésion se font généralement de deux façons. Ils peuvent survenir de façon spécifique par l'intermédiaire des adhésines ou de façon non spécifique en impliquant des interactions électrostatiques ou hydrophobes, de forces passives et sériques (SERVIN et COCONNIER, 2003). Deux exemples de ces modes de compétition sont présentés dans la (Fig. 6).

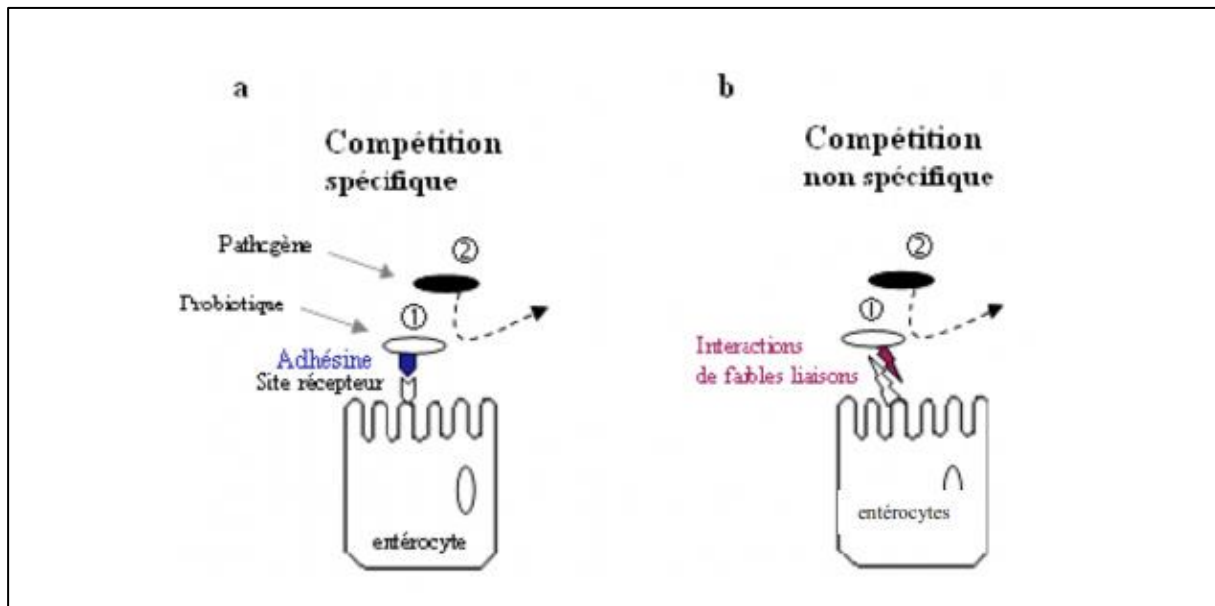


Figure 6 : Mécanisme d'inhibition de l'adhésion des pathogènes par un effet barrière dû à l'adhésion spécifiques (a) et non spécifique (b) des probiotiques (Servin et Coconnier, 2003).

Des études pionnières effectuées par Bernet et al. (1993) ont démontré que des souches de Bifidobactéries humaines adhérant fortement aux cellules intestinales Caco-2 inhibent l'adhésion de microorganismes pathogènes comme *E. coli* entéropathogénique et *Salmonella typhimurium* à ces mêmes cellules lorsqu'elles sont placées en compétition. Mack et al. (1999) ont rapporté une inhibition complète de l'adhésion d'*E. coli* O157:H7 par l'ajout préalable de la souche *Lb. plantarum* 299v sur des cellules HT-29. Ces auteurs ont proposé, entre autres, que l'adhésion préalable des probiotiques aux cellules intestinales contribuent à limiter l'accès des pathogènes aux entérocytes en plus d'augmenter la sécrétion du mucus qui pourrait lui aussi empêcher l'adhésion des pathogènes aux cellules intestinales.

II.3.2. Production de substances antimicrobienne :

Le troisième mécanisme d'action des probiotiques concerne l'inhibition de la croissance des pathogènes grâce à des composés antimicrobiens. Les bactéries appartenant au genre *Lactobacillus* d'origine humaine peuvent produire des substances antimicrobiennes, telles que les acides organiques, qui sont actives *in vitro* et *in vivo* contre les microorganismes entérovirulents impliqués dans les cas de diarrhées (Servin, 2004). Les acides lactiques et acétiques sont produits via la fermentation des hexoses par les Lactobacilles. Ces acides organiques peuvent diffuser passivement à travers la membrane bactérienne sous leur forme non dissociée (**Fig. 7**). Ils acidifient le cytoplasme après dissociation et inhibent l'activité enzymatique cellulaire des pathogènes acido-sensibles (Deng et al., 1999). Cette diminution du pH peut donc affecter la viabilité des pathogènes bactériens (Bruno et Shah, 2002 ; Servin, 2004).

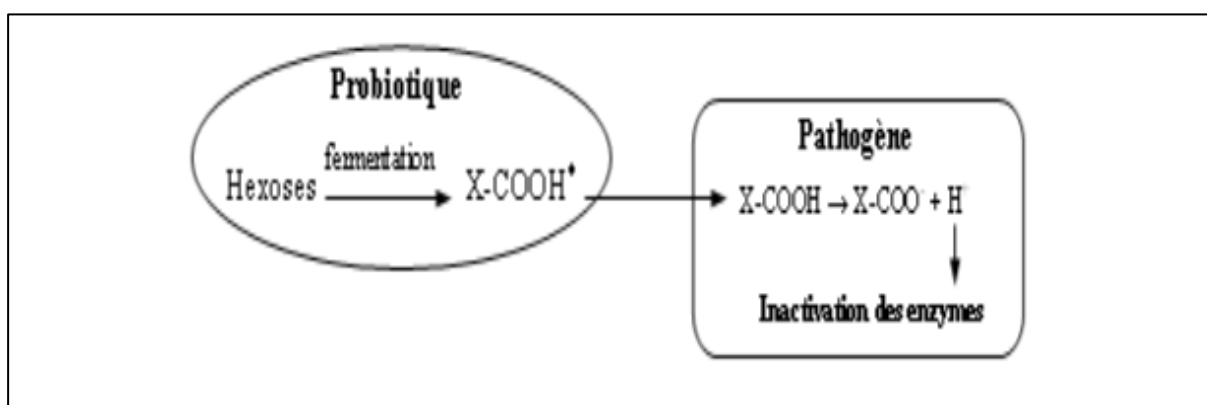


Figure 7 : Mode d'action des acides organiques produits par les probiotiques contre les pathogènes bactériens (Servin et Coconnier, 2003).

*X-COOH=CH₃-CHOH-COOH dans le cas de l'acide lactique ou CH₃COOH dans le cas de l'acide acétique

II.3.3. Compétition au niveau de l'utilisation des nutriments :

L'inhibition de la croissance des pathogènes peut également s'effectuer par un processus de restriction des nutriments. Il est évident que la capacité des microorganismes à entrer en compétition pour limiter les nutriments disponibles est un facteur non négligeable qui détermine la composition du microbiote. Ainsi, une augmentation du nombre de Lactobacilles

obtenue lors d'un traitement probiotique permettrait de diminuer les substrats disponibles pour l'implantation de microorganismes pathgènes (Fooks et Gibson, 2002).

Etude expérimentale

Etude expérimentale

Matériel et méthodes

Matériel et méthodes

Notre étude repose d'une part sur l'évaluation des différents facteurs intervenant dans la variation de la qualité et la quantité des éléments composants le lait de chamelle par la détermination de quelques paramètres physicochimiques et les résultats obtenus par d'autres recherches et d'un autre coté la valorisation des potentialités technologiques de sa flore lactique.

Notre travail en premier lieu consiste à réaliser une enquête et des recherches auprès des éleveurs dans différentes régions, dans le but d'avoir une meilleure connaissance du lait issu de population de dromadaires et qui nous permettrons de connaître leur mode de vie ainsi les facteurs qui peuvent influencer sur la production laitière.

I.1. Echantillonnage et prélèvement :

Dans les zones de steppe, il est difficile, voire impossible, de recueillir des données fiables. Il est donc nécessaire d'associer l'observation ou méthodes d'investigation appropriées.

Dans ce contexte, les moyens utilisés pour la réalisation de cette partie étaient fondées sur la recherche documentaire, une enquête afin de recueillir des informations sur la population du dromadaire et de connaître leur mode de vie ainsi que les facteurs qui peuvent influer sur la composition du lait.

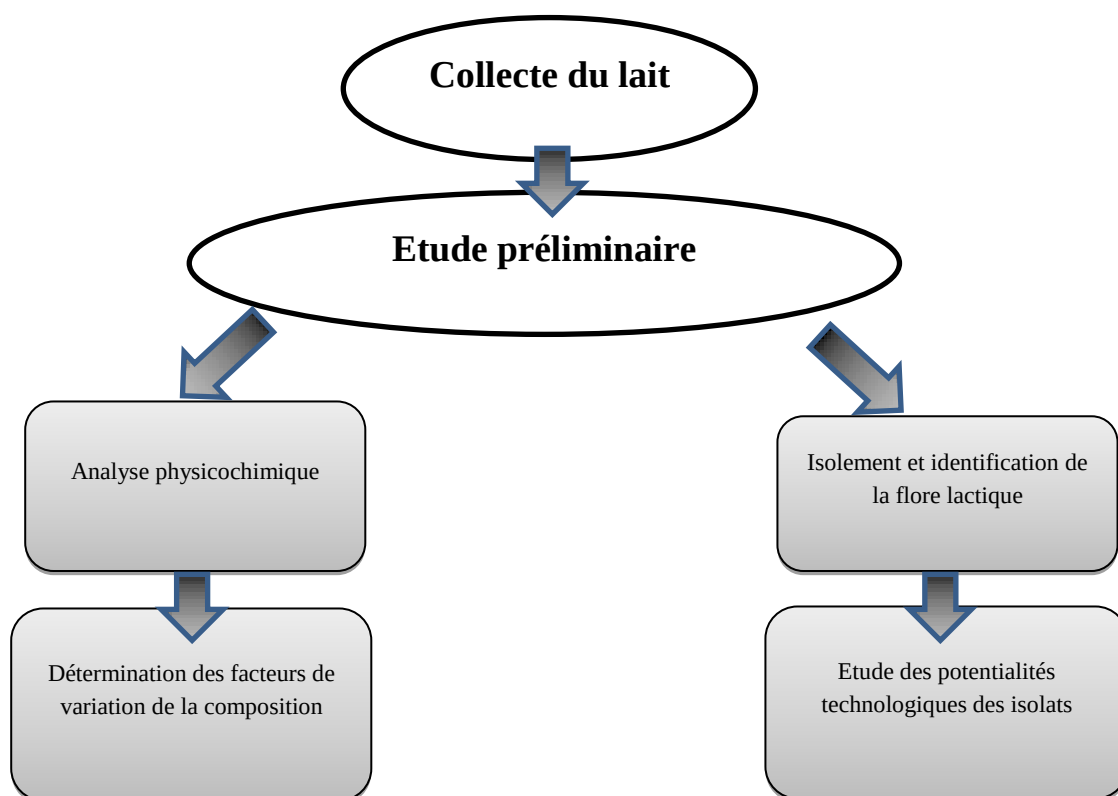
Nos échantillons proviennent de la wilaya de Bechar durant les quatre saisons du Octobre 2011 jusqu'au Aout 2012, de la race Ouled sidi cheikh. La traite des animaux a lieu le matin avant la sortie du troupeau au pâturage (**Tab. 9**), la quantité prélevée est de 50 ml dans des conditions aseptiques afin d'éviter toute sorte de contamination. Une mesure de pH et de la température est réalisée juste après la traite. Cette collecte servie à la fois à une étude physicochimique et microbiologique.

Tableau 9 : Echantillons du lait de chamelle collectés

Numéro d'échantillon	Période de collecte	Nombre d'échantillons	Race	Age
Ech 1	Automne (mois d'Octobre)	5	Ouled sidi cheikh	Entre 5ans et 9ans
Ech 2	Hiver (mois de Janvier)	7	Ouled sidi cheikh	Entre 4ans et 19ans
Ech 3	Printemps (mois de Mai)	10	Ouled sidi cheikh	Entre 5ans et 12ans
Ech 4	Eté (mois d'Aout)	5	Ouled sidi cheikh	Entre 6ans et 14ans

I.2. Méthodologie :

Les différentes étapes de la méthodologie suivie dans cette étude sont schématisées sur la figure ci-dessus.

**Figure 8 :** Procédure expérimentale

I.2.1. Analyses physicochimiques :

Les analyses physicochimiques effectuées au niveau du Centre Algérien du Contrôle Qualité et d'Emballage (CACQUE) sont les suivantes :

- **L'acidité dornic** : est mesurée par titrage avec NaOH 1 N du 10 ml d'échantillon en présence de phénophtaléine et est exprimée en pourcentage d'acide lactique.
- **La densité** : est mesurée à l'aide d'un thermo-lactodensimètre. Elle est ramenée à 20°C en appliquant la formule suivante :

$\text{Densité corrigée} = \text{densité lue} + 0,2 (\text{température du lait} - 20^{\circ}\text{C})$
--

- **La teneur en matière grasse** : qui est déterminée par la méthode acido-butyrométrique et exprimée en gramme pour 100ml de lait. Les protéines du lait sont dissoutes par l'acide sulfurique, les matières grasses, résistantes à l'action de l'acide sulfurique concentré sont séparées par centrifugation, à chaud en présence d'alcool isoamylique (3-méthyl-1-butanol) qui facilite la séparation. On en mesure le volume vers 65-70°C dans un butyromètre de Gerber. (ISO 488 : 1983)
- **La matière sèche** : la détermination est par dessiccation à l'étuve réglée à $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$, après une évaporation de l'eau au moyen d'un bain marie bouillant.
- **La teneur en lactose** : la détermination est réalisée sur le filtrat, après défécation au ferrocyanure de zinc, par la méthode de Bertrand (AOAC, 2000). une solution cupro-alcaline est réduite à chaud par le filtrat obtenu. Le précipité d'oxyde cuivreux formé est oxydé par une solution de sulfate ferrique et le sulfate ferreux formé est dosé par manganimétrie en présence d'orthophénantroline ferreuse comme indicateur.
- **La détermination des cendres** : par incinération de la matière sèche du lait à une température de $530^{\circ}\text{C} \pm 20^{\circ}\text{C}$ à l'aide d'un four à moufle.

I.2.2. Isolement de la flore lactique :**✓ Préparation des dilutions décimales**

1 ml de l'échantillon est pipeté aseptiquement dans 9 ml d'eau physiologique et des dilutions décimales sont réalisées (10^{-1} à 10^{-8}). Les dilutions ainsi préparées, un ml de la dilution appropriée est ensemencé en profondeur dans l'un des milieux suivant :

- Le milieu MRS solide (De Man *et al.*, 1960) incubé en anaérobiose à 30 et à 45°C pendant 48h afin de favoriser la croissance des Lactobacilles et les Streptocoques thermophiles.
- Le milieu MRS acidifié, pH 5,4 (MRSA) utilisé pour l'isolement des Lactobacilles.
- Le milieu M17 (Terzaghi et Sandine, 1975) est incubé à 30°C pour l'isolement des Lactocoques
- Le milieu MSE (Mayeux *et al.*, 1962) additionné de la vancomycine (30µg/ml) (Mathot *et al.*, 1994) à une température de 30°C pendant 48h pour la sélection des Leuconostoc productrices de dextrane (**Fig. 9**).

✓ **Purification des isolats**

La purification consiste à réaliser des repiquages successifs sur gélose et bouillon MRS ou sur milieux sélectifs cités précédemment, avec une incubation à 30 et ou 45 °C pendant 24h, jusqu'à l'obtention de colonies de même taille, même forme et même couleur renseignant sur la pureté des souches (**Idoui et al.**, 2009) (**Fig. 9**).

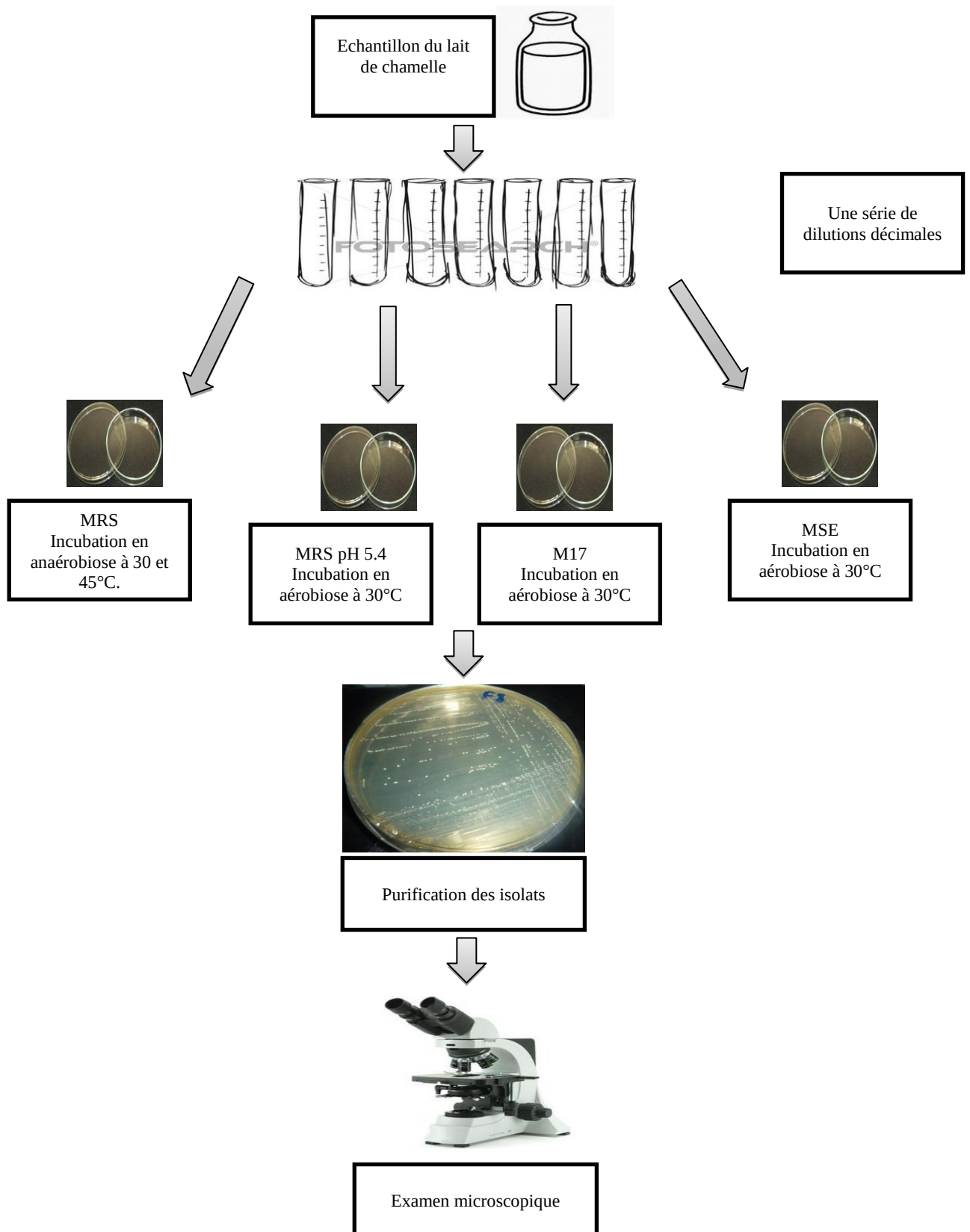


Figure 9 : Schema simplifié des étapes d'isolement des bactéries lactiques à partir du lait de chamelle.

✓ **Conservation des souches**

Il existe deux types de conservation. Une à courte durée et l'autre à longue durée (**Fig. 10**).

▪ Conservation courte durée :

Les souches sont ensemencées sur gélose MRS incliné en tube. Ces cultures sont gardées à 4 C°. Les repiquages se font toutes les deux semaines (Saidi et *al.*, 2002).

▪ Conservation longue durée :

A partir des cultures jeunes de 18h sur milieu liquide, les cellules sont récupérées par centrifugation à 4000 t / min pendant 10 min. Une fois le surnageant est éliminé, on ajoute le milieu de culture de conservation sur le culot, qui contient 70% de lait écrémé (enrichi par 0.05 % d'extrait de levure) et 30% de glycérol. Les cultures sont conservées en suspension dense et en tubes eppendorfs à -20 °C. En cas de besoin, les cultures sont repiquées dans du lait écrémé à 0,5 % d'extrait de levure, deux fois avant utilisation (Badiset *al.*, 2005).

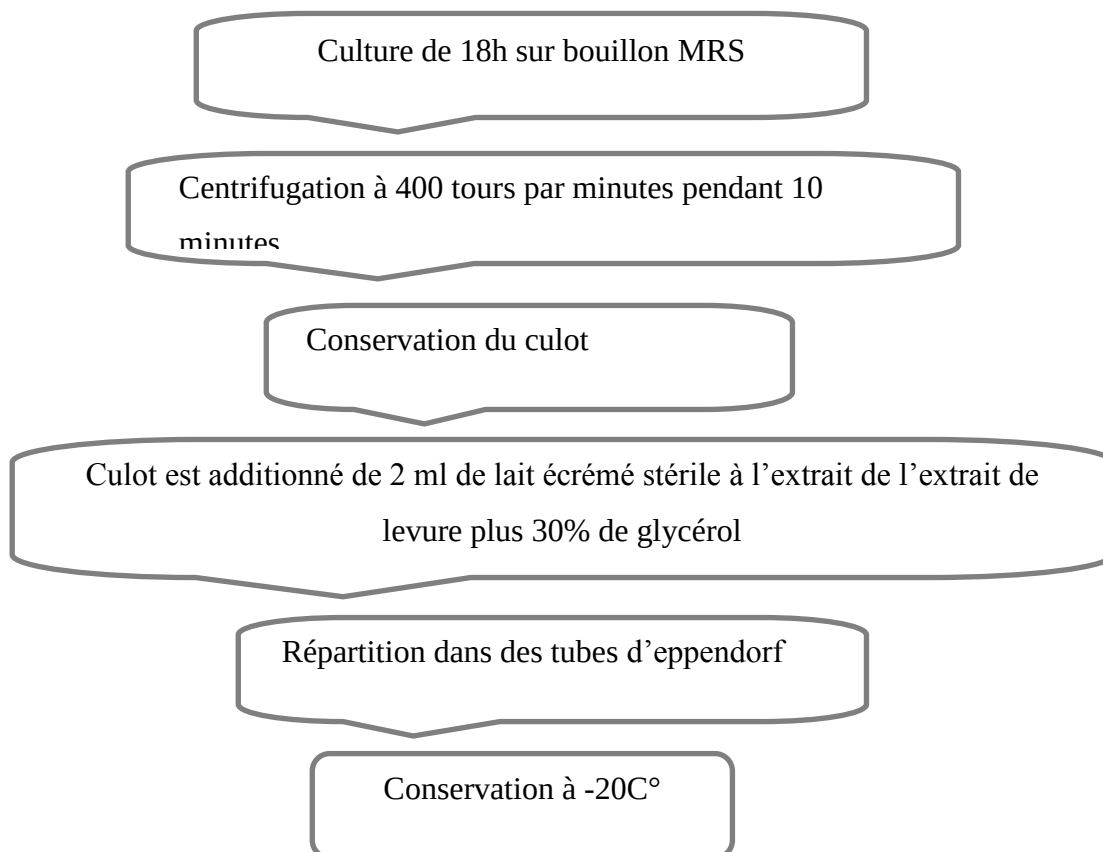


Figure 10 : Schéma de conservation longue durée des bactéries lactiques purifiées (Saidi et *al.*, 2002)

I.2.3. Identification des bactéries lactiques isolées

L'identification des isolats a été réalisée par l'application des techniques classiques de microbiologie, basées sur la recherche d'un certain nombre de caractères morphologiques, physiologiques et biochimiques. Toutes les techniques d'identification ont été décrites par (Larpent, 1997 ; Idoui et Karam, 2008 ; Gusils et *al.*, 2010):

✓ *Examen microscopique*

Après l'examen macroscopique des colonies sur gélose MRS, et dans le but d'écarter tout ce qui ne peut pas être une bactérie lactique, les isolats ont été soumis à la coloration de Gram (Annexe II), celle-ci permet de différencier les bactéries à Gram positif de celles à Gram négatif, les bâtonnets, les coques et le mode de regroupement.

✓ *Tests physiologiques et biochimiques*

- a. **Recherche de la catalase** : La catalase est mise en évidence en émulsionnant la culture bactérienne à tester dans une solution fraîche d'eau oxygénée à 10 volumes. Un dégagement gazeux abondant sous forme de mousse traduit la décomposition de l'eau oxygénée sous l'action de l'enzyme à tester.
- b. **Croissance à différentes températures** : Ce test est important car il permet de distinguer les bactéries lactiques mésophiles des bactéries lactiques thermophiles. Après inoculation du bouillon MRS par les cultures pures, les tubes sont incubés pendant 24h à 48h aux températures 10°C, 39°C et 45°C, au bout de ce délai, la croissance est appréciée par examen des milieux. Les bactéries mésophiles poussent à 10°C alors que les bactéries thermophiles ne le font pas.
- c. **Recherche de l'arginine dihydrolase (ADH)** : La recherche de cette enzyme est intéressante pour la caractérisation des bactéries lactiques. Pour réaliser ce test, le milieu M16 BCP a été ensemencé par les cultures à tester. Les bactéries lactiques utilisant le lactose donne une coloration jaune en acidifiant le milieu, alors que d'autres sont capables d'utiliser l'arginine et réalcaliniser le milieu en changeant la couleur du jaune au violet (Thomas, 1973).

d. Production d'acétoïne : La production d'acétoïne (acétyl méthyl carbinol) est testée sur milieu Clark et Lubs. Les souches sont cultivées sur ce milieu ; Après 24h d'incubation, on test par la réaction de Voges- Proskauer dite réaction de V.P (Avril *et al.*, 1992). Dans un tube à hémolyse, 2 ml de cette culture sont transvasés, 0,5 ml d'une solution desoude (NaOH) à 16% dans l'eau distillée (VP1) et 0,5 ml de réactif a-naphtol (VP2), suivi d'une agitation intense. Après un délai de 10 min à température ambiante. La production d'acétoïne se traduit par l'apparition d'un anneau ou la diffusion de la couleur rose à la surface du milieu. Un VP positif signifie que la souche possède une voie métabolique particulière pour la fermentation des hexoses, la voie butylèneglycolique (Zourari *et al.*, 1992 ; Guessas, 2006).

e. Culture sur lait de Sherman : Ce test indique l'aptitude des bactéries à pousser en présence de bleu de méthylène à différentes concentrations. Chaque culture à tester a étéensemencée dans le lait écrémé au bleu de méthylène à 0.1% et à 0.3%.Après une incubation à 30°C pendant 24h à 48h, on note les observations relatives à la réduction de bleu de méthylène et la coagulation du lait. Les lactocoques réduisent le bleu de méthylène à 0.3% avec coagulation et les Entérocoques à 0.1%, en revanche les streptocoques thermophiles sont sensibles à ce colorant. La réaction positive se traduit par la réduction de bleu de méthylène qui vire du bleu (forme oxydé) vers le transparent (forme réduite) (Maghnia, 2011).

f. Culture sur milieu hypersalé : La croissance en présence de différentes concentrations de chlorure de sodium (NaCl) donne des renseignements précieux pour l'identification. Les cultures à tester ont étéensemencées sur des bouillons hypersalés à 4% et à 6.5% de NaCl. Après une incubation à 30°C pendant 24 à 72h. Le développement des cultures a été apprécié par comparaison avec un tube témoin nonensemencé, incubé dans les mêmes conditions (Carr *et al.*, 2002).

g. Recherche de type fermentaire : Ce test permet de différencier les bactéries lactiques homofermentaires de celles hétérofermentaires. Il consiste à mettre en évidence la production de gaz (CO₂).Pour se faire, Un tube contenant le bouillon MRS G (Bouillon MRS + glucose au lieu du lactose) et une cloche de Durham est inoculé avec la souche à étudier. Après une incubation de 24h à 30°C, la présence du gaz dans la cloche indique un métabolisme hétérofermentaire (Hariri *et al.*, 2009).

h. Utilisation du citrate en présence de sucre fermentescible (glucose) : Sur milieu KMK additionné d'une solution de ferricyanure de potassium et une solution de citrate

ferrique, les bactéries lactiques ont été ensemencées et incubées à 30°C pendant 48 à 72h. La fermentation du citrate se traduit par l'apparition des colonies bleues. Les colonies incapables de fermenter le citrate apparaissent blanches (Kempler et Mc Kay, 1980).

i. La croissance à un milieu hyperalcalin : l'habilité des bactéries à croître dans milieu hyperalcalin est testé sur bouillon MRS à pH 9.6 pendant 2 à 3 jours. Après le temps d'incubation, l'observation d'un trouble signifie que la bactérie a pu résister dans ces conditions (Saidi, 1997).

ii. Test d'hémolyse : Le caractère hémolytique a été recherché par ensemencement en stries de la gélose au sang de cheval. Après incubation pendant une période de 24h à 30°C, le type d'hémolyse a été examiné. Les streptocoques peuvent être α hémolytiques (couleur verte autour des colonies); β hémolytiques (éclaircissement autour des colonies) ou γ hémolytiques (le milieu n'est pas modifié) (Hadeif, 2012).

iii. Fermentation des sucres : l'utilisation des galeries biochimiques *Api* 50 CHL (biomérieux) permet d'établir le profil fermentaire des bactéries lactiques. Elle permet l'étude rapide de la fermentation de 49 sucres. Le catabolisme des glucides conduit à des acides organiques qui provoquent le virage d'un indicateur de pH. Les résultats obtenus constituent le profil fermentaire de la souche. Ils sont traités avec l'utilisation du logiciel *Api* web. Les bactéries sont repiquées à deux reprises sur milieu MRS ou M17 glucose. Les cultures sont centrifugées (6000g, 5min). Le culot est remis en suspension dans 4 ml d'eau distillée stérile. On prélève 400 à 500 μ l de cette suspension bactérienne que l'on met dans 4 ml d'eau distillée stérile de manière que la capacité du mélange corresponde à l'étalon n°2 dans l'échelle de Mac Farland. Cette suspension est répartie dans les 50 microtubes de la galerie qui sont recouvertes ensuite d'huile de vaseline stérile afin d'obtenir les conditions d'anaérobiose. Les galeries sont incubées à 30°C et des lectures sont faites à 3h, 6h, 24h et 48h (Saidi, 1997).

I.2.4. Caractérisation technologiques :

✓ Etude de la cinétique

La mesure de l'activité acidifiante consiste à suivre d'une part l'évolution du pH des différentes cultures en fonction du temps et d'autre part à doser simultanément l'acidité totale par la soude (**Fig. 12**).

Chaque souche a été ensemencée d'abord sur milieu MRS liquide et incubée à 30°C pendant 18h, ensuite 100 µl de la culture précédente a été inoculé dans un tube contenant 10 ml de lait écrémé incubé à 30°C pendant 18h, ensuite 100 µl de cette pré culture est additionnée à une série de tubes de 10 ml chacun de lait écrémé sans extrait de levure. La série est pour étudier la cinétique d'acidification (kihal, 1996).

En retirant les deux tubes de t_0 , les 24 tubes restant vont être incubés à 30 °C. chaque deux heures deux tubes vont être sortis pour suivre l'évolution de l'acidité et du pH, (kihal et al.,2007).

a) Mesure de pH

L'acidité développée dans le lait est suivi aussi par une mesure de pH à l'aide d'un pH mètre type CRISON.

b) Acidité titrable

Le dosage de l'acidité au cours de la croissance des souches dans le lait est effectué selon la méthode décrite par (Accols et al.,1977) en utilisant un statif avec noix et pince , une solution de NaOH/9 , une burette de 25 ml , une pipette de 10 ml et une solution de phénolphthaléine à 1% dans l'éthanol. On remplit la burette de la solution de NaOH/9, on la fixe au statif et on règle le niveau du liquide à zéro (**Fig. 11**).

Les tubes incubés contenant les cultures en lait, sont versé dans un bêcher dans lequel sont ajoutées 5gouttes de phénolphthaléine. Le titrage s'effectue sous agitation. On considéré que le virage est atteint, quand la couleur blanche du lait vire au rose pâle et persiste pendant une dizaine de secondes. Les résultats sont exprimés en degrés dornic selon la formule suivante :

$$\text{Acidité (°D)} = V_{\text{NaOH}} \times 10$$

Où :

V_{NaOH} : Volume de NaOH utilisé pour titrer l'acide lactique contenu dans les 10ml de lait. 1 degré dornic =1°D =0,1 g d'acide lactique dans un 1 L de lait.

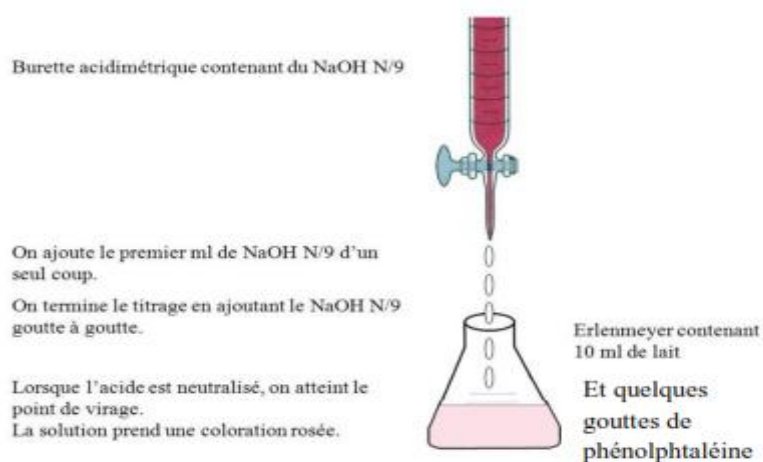


Figure 11 : Instruments pour la mesure de l'acidité titrable.

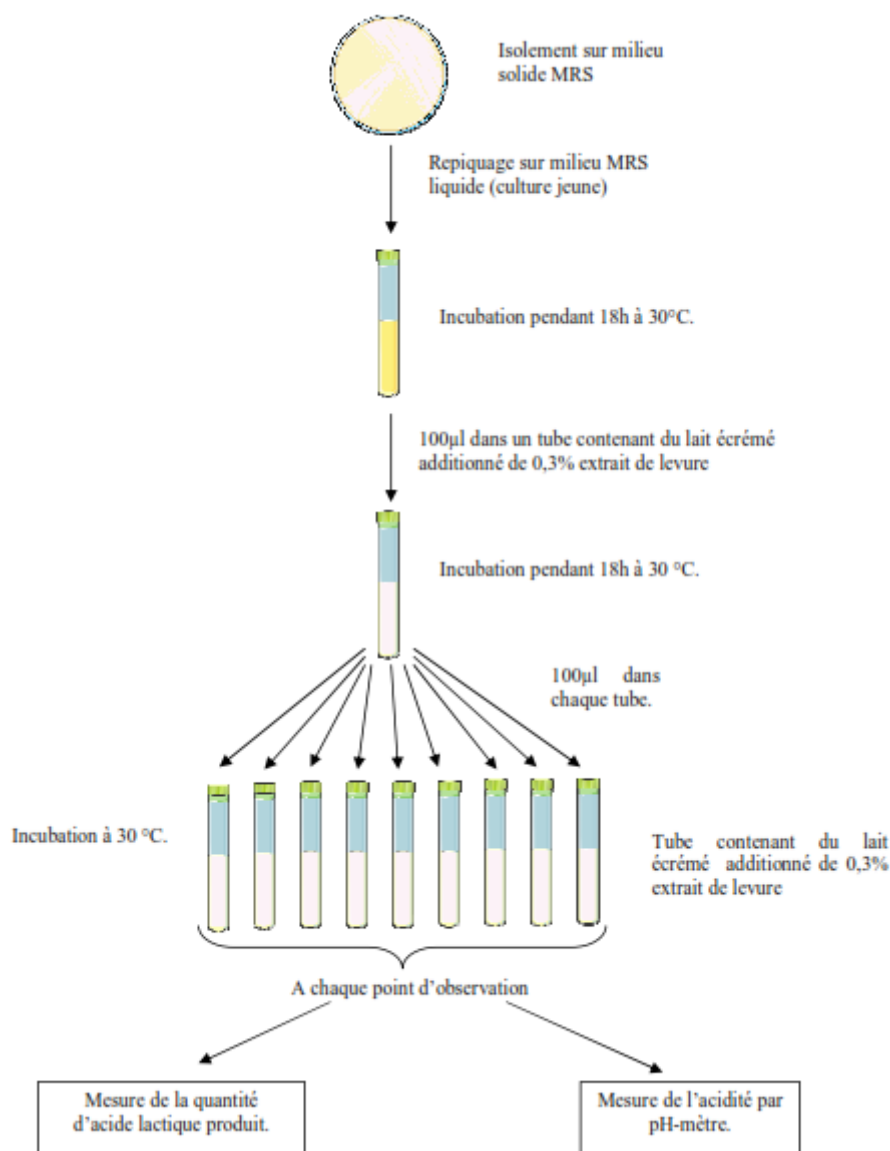


Figure 12 : Schéma du protocole appliqué pour l'étude de la cinétique d'acidification et de la production d'acide lactique sur le lait écrémé.

✓ **Étude des interactions bactériennes :**

Les bactéries lactiques isolées sont testées pour leur activité antagoniste selon deux méthodes.

a- Méthode directe

L'activité antimicrobienne de nos souches a été évaluée sur milieu solide selon la méthode de (Barefoot et Klaenhammer, 1983). Le milieu MRS est ensemencé en touche par nos isolats (souches inhibitrices). Après 24 heures d'incubation une couche du milieu Mueller-Hinton (0,7%) est ensemencée par la souche indicatrice (*Listeria ivanovii*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria innocua*, *Escherichia coli*) est coulée à la surface puis ré incubée pour 24 à 48 heures supplémentaire. Les souches présentant une zone claire tout autour sont considérées comme productrices de substances antimicrobiennes.

b- Méthode indirecte

Cette méthode permet de mettre en contact le surnageant de la souche lactique productrice de substance antimicrobienne avec la souche indicatrice. Les souches précédemment sélectionnées pour leur production de substances antimicrobienne sont concernées par ce test. Les souches sont cultivées dans du milieu MRS liquide et incubées pendant 18 heures. Après incubation, le milieu est centrifugé (8000 tr/mn 10 min) et le surnageant est conservé. Dans une boîte de Pétri contenant du MRS solide et ensemencé par la souche indicatrice, des puits sont réalisés avec un emporte-pièce et celés par 10 µl de gélose MRS (**Fig. 13**). Les puits recevront 100 µl du surnageant de la souche à tester et les boîtes sont incubée pendant 24 à 48 heures. Les colonies entourées d'une zone claire dans la nappe de culture de la souche test et ayant un diamètre supérieur à 2 mm sont considérées comme positive.

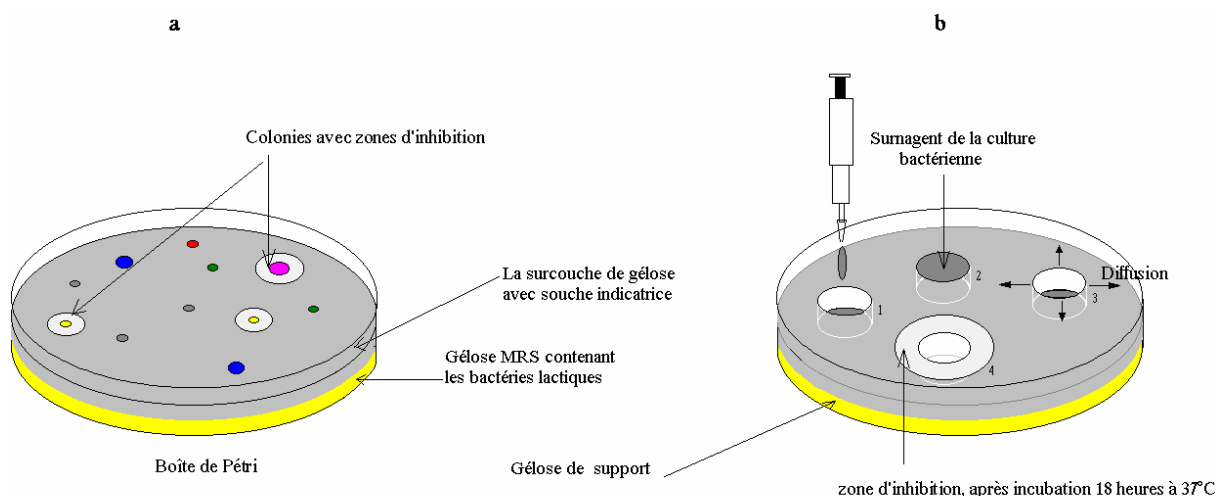


Figure 13 : Les différentes méthodes utilisées pour la recherche de substances antimicrobienne. (a) méthode directe, (b) méthode indirecte.

✓ **Pouvoir protéolytique**

Pour déterminer l'activité protéolytique des bactéries lactiques, plusieurs milieux ont été utilisés : la gélose PCA, YMA et lait BCP, additionnées du lait écrémé à 10% à raison de 1, 2 et 3%. Chaque boîte par la suite a été ensemencée par la méthode de multipoint. Après une incubation à 30° C pendant 24h, la protéolyse est révélée par des zones claires autour des colonies (Veuillemard, 1986).

✓ **Pouvoir lipolytique**

L'activité lipolytique est recherchée sur milieu MRS tamponné à pH 7 et additionné de 1% de Tween 80 (sources lipidiques artificielles) ou de beurre ou d'huile d'olive (sources lipidiques naturelles). Les boîtes ont été ensemencées à l'aide d'un inoculateur multipoint. Après une incubation à 30°C pendant 24 à 48h, la lipolyse est révélée par une zone d'éclaircissement entourée des souches ensemencées (Guiraud et Galzy, 1980 ; Karam, 2012)

✓ **Pouvoir aromatisant**

Pour déterminer ce pouvoir, les souches sont cultivées sur milieu Clark et Lubs ; Après 24h d'incubation, on test par la réaction de Voges- Proskaeur dite réaction de V.P (Avril et al., 1992). Dans un tube à hémolyse, 2 ml de cette culture sont transvasés, 0,5 ml d'une solution desoude (NaOH) à 16% dans l'eau distillée (VP1) et 0,5 ml de réactif a-naphtol (VP2), suivi d'une agitation intense. Après un délai de 10 min à température ambiante la production d'acétoïne se traduit par l'apparition d'un anneau ou la diffusion de la couleur rose à la surface du milieu. Un VP positif signifie que la souche possède une voie métabolique particulière pour la fermentation des hexoses, la voie butylèneglycolique (Guessas, 2007).

I.2.5. Probiotiques :

Pour réaliser ces tests du pouvoir probiotique nous n'avons choisi que deux souches appartenant au genre *Lactococcus lactis subsp lactis* codées F 17 et S18.

✓ **Tolérance à l'acidité**

L'aptitude des souches à résister à l'acidité gastrique, a été déterminée selon la technique décrite par (Hydrominus et al ., 2000):

Avant de réaliser ce test, chaque souche a été préparée en triple par culture sur bouillon MRS. Le culot bactérien des cultures jeunes a été récupéré après centrifugation à 13000 rpm/4min,

puis les cellules ont été suspendues dans 10ml du bouillon MRS ajusté à différentes valeurs de pH (pH 2, pH 3, pH 7).

La densité optique (DO₆₆₀) de chaque culture et le nombre de cellules viables ont été déterminés à temps zéro heure (T_{0h}). Les tubes ont été par la suite incubés pendant 3h à 30°C. La résistance des souches à ce facteur hostile est estimée par mesure de la densité optique à 660nm et le dénombrement des cellules par la technique de micro-dilution, après les 3h d'incubation (T_{3h}). Le taux de survie est calculé par l'équation suivante :

$$\text{Taux de survie (\%)} = \log \text{UFC à T}_{3h} / \log \text{UFC à T}_{0h} \times 100$$

✓ **Résistance aux sels biliaires**

Pour déterminer l'aptitude des souches lactiques à résister à la bile, la méthode décrite par (Hydrominus et *al.*, 2000 ; Benmechernene et *al.*, 2013) a été appliquée:

Avant de réaliser ce test, chaque souche a été préparée en triple par culture sur bouillon MRS. Le culot bactérien des cultures jeunes a été récupéré après centrifugation à 13000 rpm/4min, puis les cellules sont suspendues dans 10ml du bouillon MRS à 0.3, 1 et 2 % de sels biliaires et ajusté à pH 7.

La densité optique (DO₆₆₀) de chaque culture et le nombre de cellules viables ont été déterminés à Temps zéro heure (T_{0h}). Les tubes ont été par la suite incubés pendant 3h à 30°C. La résistance des souches à ce facteur hostile est estimée par mesure de la densité optique à 660 nm et dénombrement des cellules par la technique de micro-dilution, après les 3h d'incubation (T_{3h}). Le taux de survie est calculé par l'équation suivante :

$$\text{Taux de survie (\%)} = \log \text{UFC à T}_{3h} / \log \text{UFC à T}_{0h} \times 100$$

✓ **Résistance à la pepsine**

L'action antimicrobienne de la pepsine qui est une enzyme sécrétée par l'estomac, constitue la deuxième barrière biologique contre les éléments intrus, ainsi qu'à la survie des bactéries dans le tractus intestinal.

Les cellules bactériennes d'une culture jeune ont été récupérées par centrifugation (4000 tpm/10min) le culot a été rincé par PBS à pH8 (annexe). Après une autre centrifugation, les cellules bactériennes ont été mises dans du PBS à pH2 et pH3 additionné de 3 mg/ml de pepsine (Hosseini et *al.*, 2009).

La résistance des souches à la pepsine est estimée par mesure de la densité optique à 660 nm et dénombrement des cellules par la technique de micro-dilution, après les 3h d'incubation (T_{3h}). Le taux de survie est calculé par l'équation suivante :

$$\text{Taux de survie (\%)} = \log \text{UFC à } T_{3h} / \log \text{UFC à } T_{0h} \times 100$$

✓ Réponse au stimulus stomaco-duodénal

Pour tester la réponse des souches lactiques au stimulus stomaco-duodénal lors du passage *in vitro*, la technique décrite par (Vizoso Pinto et al., 2006) a été appliquée :

À partir des cultures bactériennes d'une nuit, des dilutions (1/10) dans la solution de Ringer ont été réalisées afin de déterminer la densité optique DO_{600} et le nombre de cellules de chaque dilution.

10 ml du bouillon MRS à pH3 a été inoculé par 1 ml de cette suspension bactérienne diluée, suivie d'une détermination de la densité optique DO_{600} et la détermination du nombre de cellules (technique de micro dilution) à temps zéro heure.

Après 1h d'incubation, on ajoute 4ml de sels biliaires reconstitués à raison de 10% et 17 ml d'une sécrétion duodénal synthétique ($NaHCO_3$ 6.4 g/l, KCl 0.239g/l, NaCl 1.28g/l). Après cette préparation finale, les cultures sont incubées à 30°C.

Au cours de cette incubation, on procède au suivi de la survie des cellules, par mesure de la DO et la détermination du nombre de cellules viable après 1h et 3h d'incubation.

✓ Test d'hydrophobicité

L'hydrophobicité est déterminée selon la méthode décrite par (Iyer et al., 2010) :

Des cultures jeunes de 18h ont été préparées dans le bouillon MRS. Le culot bactérien a été récupéré par centrifugation à froid à 12000 rpm/5min suivie de deux lavages successifs puis resuspendu dans 1.2 ml de tampon urée phosphate magnésium (pH 6.5). La densité optique initiale de la suspension a été ajustée approximativement à 1.0 à 450 nm ($DO_{initiale}$).

Ensuite 0.6 ml du xylène a été ajouté doucement à 3 ml de la suspension bactérienne puis incubée à 37°C pendant 10 min. Ce mélange a été agité en utilisant un vortex pendant 2min. Après 15 min, la phase aqueuse est récupérée à l'aide d'une pipette Pasteur et on procède à la mesure de la densité optique finale (DO_{finale}).

La différence de la densité optique est considéré comme une mesure de l'hydrophobicité de la surface cellulaire (H%) calculé par l'équation suivante:

$$\% \text{ Hydrophobicité} = (DO_{initiale} - DO_{finale}) / DO_{initiale} \times 100$$

✓ La résistance au phénol

La résistance est déterminée selon la méthode décrite par (Kilic *al.*, 2013) :

Des cultures jeunes de 18h ont été préparées dans le bouillon MRS. 1% de cette suspension a été inoculée dans un autre bouillon MRS additionné de 0.4% de phénol puis incubé à 30°C.

La résistance des souches au phénol est estimée par mesure de la densité optique à 660 nm et dénombrement des cellules par la technique de micro-dilution, à 0h et après 24h d'incubation.

✓ L'auto-agrégation

Le test d'auto-agrégation des souches lactiques a été effectué selon la méthode décrite par (B. Kos et *al.*, 2013) :

Avant de réaliser ce test, une culture jeune de 18h a été préparé. Le culot bactérien des cultures jeunes a été récupéré après centrifugation à 13000 rpm/4min et lavage avec PBS, puis les cellules sont suspendues dans 4ml du PBS, et mixer par la suite pendant 10 secondes à l'aide du vortex. La suspension est incubée pendant 5h à 30°C. Chaque une heure d'incubation, 0.1 ml de la suspension est ajoutée à 3.9ml du PBS. La densité optique (DO₆₆₀) de chaque culture a été déterminé à Temps zéro heure (T₀) et pendant chaque une heure d'incubation (T_h).

$$\% \text{ Auto-agrégation} = 1 - (\text{DO}_{T_h} / \text{DO}_{\text{initiale } t_0}) \times 100$$

✓ Activité antibactérienne et effet des surnageants

Ce test consiste à étudier l'activité inhibitrice des bactéries lactiques vis-à-vis des souches indicatrices. Il s'agit de cinq souches : *Listeria ivanovii* (ATCC 19119), *Listeria innocua* (ATCC 33090), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853), *Escherichia coli* (ATCC25922) et *Staphylococcus aureus* (ATCC 43300).

La méthode des disques décrite par (Tadesse et *al.*, 2004) a été appliquée : elle consiste à inonder en surface le milieu Mueller-Hinton par la souche indicatrice DO₆₆₀ varie entre 0.08 et 0.1). Après incubation pendant 30 min à 37°C, des disques stériles (de 5 mm de diamètre) ont été déposés à la surface de la gélose. Chaque disque reçoit 10µl d'une culture lactique jeune. Une fois les boîtes sont séchées à température ambiante, elles sont incubées à 4°C pendant 4h, par la suite incubées à 37°C pendant 24h. L'inhibition de la souche indicatrice se traduit par la formation de zones claires autour des disques.

▪ **Détermination de la nature de l'agent inhibiteur.**

Afin de déterminer la nature de la substance inhibitrice produite par les souches, il est impératif de réaliser une série de test (Guessas, 2007) :

a- Inhibition due au peroxyde d'hydrogène

Pour écarter l'effet du peroxyde d'hydrogène dans l'inhibition des souches indicatrices pathogènes, les surnagants des cultures des bactéries lactiques sont traités par 1 mg/ml de catalase puis incubée à 37°C pendant 1 heure. Le surnageant est stérilisé par filtration et testé par la méthode des puits sur les souches pathogènes.

b- Inhibition due à l'acide lactique

L'acide lactique est un facteur majeur dans les inhibitions par les bactéries lactiques. Afin d'éliminer son effet, les souches sont cultivées dans du MRS liquide tamponné; ainsi l'acide lactique produit par la souche lactique sera neutralisé et seule la substance antimicrobienne si elle est produite exprime son action sur les souches pathogènes.

c- Inhibition due aux bactériophages

Avec une pipette Pasteur, on découpe un fragment de gélose dans la zone d'inhibition. Ce fragment est mis en suspension dans 1 ml de milieu contenant 50 µl de chloroforme. Après agitation, on laisse décanter 5 min, puis on prélève 300µl de milieu que l'on ajoute à 7 ml de gélose molle contenant la souche indicatrice. Le mélange est coulé stérilement dans une boîte de Pétri et incubé pendant 48 h à 28°C. La présence de plage de lyse indique la présence de phages.

d- Recherche de la nature protéique de la substance antimicrobienne

La recherche de substances antimicrobiennes comme les bactériocines, nécessitent la recherche de la nature de cette substance qui si elle appartenait aux bactériocines devrait avoir une nature protéique. Pour ce faire le filtrat de culture de la bactérie lactique productrice est traité par différents types d'enzymes protéolytiques. Ainsi, 1 ml du filtrat de culture est traité par 1 mg/ml de trypsine ou chymotrypsine et incubé à 37°C pendant 1 heure. Le filtrat ainsi traité est stérilisé par filtration sur filtre millipore de 45 µm de diamètre. L'action de ce filtrat est testée par la méthode des puits sur milieu où il y a la souche indicatrice et incubé à 37°C pour 24 à 48 heures.

✓ **La thermorésistance**

La thermorésistance des souches est testée par l'ensemencement des cultures jeunes dans du MRS liquide puis ils subissent un chauffage à 60, et 80°C au bain Marie pendant 1 et 5min ensuite on les incube à 30°C pendant 24h à 48h (Badis *et al.*, 2004). La résistance à la chaleur

est révélée par la mesure de la DO et la détermination du nombre de cellules viable (Hosseini et *al.*, 2009).

✓ **Résistance aux antibiotiques**

Pour réaliser ce test, la méthode de l'antibiogramme en milieu solide a été appliquée, chaque inoculum bactérien a été standardisé dont la DO₆₆₀ varie entre 0.08 et 0.1 puis Les souches sont étalées sur milieu MRS à l'aide d'écouvillon.

Chaque boîte reçoit des disques d'antibiotiques différents (**Tab. 10**). Après incubation à 37°C pendant 24h, Les résultats ont été exprimé comme sensibles (S), et résistantes (R) selon les normes recommandées (Comité de l'antibiogramme de la société française de microbiologie, 2007) (Leroy et *al.*, 2007).

Tableau 10 : Les agents antimicrobiens utilisés dans le test de résistance aux antibiotiques.

Antibiotique	Charge du disque (µg)	Symbol
Chloranphenicol	30	C
Tetracycline	30	TE
Kanamycine	3	K
Streptomycine	10	S
Erythromycine	15	E
Clindamycine	2	CM
Rifompicine	5	RA
Oxacycline	1	OX
Pénicilline	6	P
Lincomycine	15	L

Résultats et discussion

Résultats et discussion

II.1. Analyses physicochimiques :

II.1.1. Enquête sur l'élevage camelin en général appartenant à la population « Ouled Sidi Cheikh » implanté dans la région de Bechar :

✓ *Caractérisation des troupeaux*

La population Ouled Sidi Cheikh est adaptée aussi bien à la pierre qu'au stable. C'est un animal de selle ou de bât, il est assez grand. Son territoire va du grand erg occidental au centre du Sahara (Ben-Aissa, 1989). La taille des troupeaux varie d'un propriétaire à un autre, d'un animal à un autre.

Les résultats de l'enquête indiquent que les troupeaux sont caractérisés par une prédominance de sujets femelles. Le nombre important de chamelons par rapport à celui des mâles adultes, montre tout l'intérêt accordé par les éleveurs pour sauvegarder et promouvoir l'élevage camelin.

L'accouplement s'accomplit durant la période s'étalant entre le mois de novembre et le mois de mars, suite au choix d'un mâle susceptible de féconder plusieurs femelles destinées à la reproduction. La durée de gestation est de 12 mois, avec une seule portée.

En égard au système d'élevage pratiqué par la majorité des éleveurs, l'alimentation des dromadaires est essentiellement composée de plantes spontanées « Acheb » des parcours sahariens.

✓ *Systèmes d'élevage*

Le système d'élevage pratiqué majoritairement, est de type extensif, basé sur l'exploitation des pâturages sahariens naturels. Ce système, représente en effet plus de 64%.

Néanmoins, selon les données de l'enquête, près de 23% des éleveurs recensés pratiquent l'élevage intensif. Le reste (environ 13%) pratique un élevage semi-extensif (**Fig. 14**).

Il est à signaler que l'élevage camelin dans notre pays est dans la majorité des cas de type extensif, basé sur l'exploitation des pâturages désertiques, ce qui est confirmé d'ailleurs par les éleveurs questionnés. Néanmoins, certains propriétaires pratiquent l'engraissement des dromadaires dans des parcours délimités, en vue de leur abattage. Ce nouveau système semble se développer ces dernières années, suite à l'augmentation des prix des viandes rouges et blanches et à celle de la consommation de la viande cameline. En effet, les abattages camelins qui se chiffraient à 1861 têtes en 1994 dans la région de Bechar, sont passés à 2219 en 2004 (soit 40720 kg de viande), (Anonyme 2, 2005).

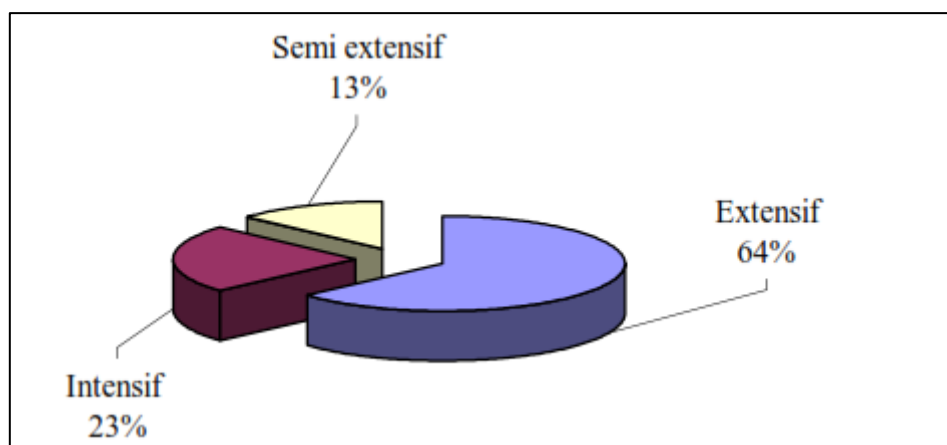


Figure 14 : Systèmes d'élevage pratiqués par les éleveurs de dromadaires dans la région de Béchar.

En Algérie, ce système non traditionnel se trouve confronté à de nombreuses contraintes responsables des faibles rendements laitiers enregistrées notamment lors de la présente enquête. Parmi ces contraintes nous pouvons citer :

- ❖ Le faible niveau scolaire des éleveurs ;
- ❖ Les faibles investissements dans ce domaine ;
- ❖ L'absence de soins vétérinaires ;
- ❖ L'absence d'infrastructure de base pour la collecte du lait... etc.
- ❖ La méconnaissance des besoins alimentaires des chamelles.

✓ *L'alimentation du dromadaire*

Les travaux de Chehma ont mis en évidence 6 zones géomorphologiques différentes représentant les 6 parcours camelins sahariens (sols sableux, lits d'Oued, dépressions, Hamada, Reg et sols salés), qui offrent la seule ressource alimentaire disponible pour le dromadaire, et qui recouvrent 112 espèces divisées en deux catégories dont :

88 éphémères, appelées encore "achebs", n'apparaissant qu'après la période des pluies et effectuant tout leur cycle végétatif avant que le sol ne soit desséché. La longueur de ce cycle est très variable d'une espèce à une autre et dure généralement de un à quatre mois (Chehma, 2005).

24 permanentes ou vivaces, ont la capacité de survivre en vie ralentie durant de longues périodes et sont dotées de mécanismes d'adsorption racinaire et de rétention d'eau performants (Faye B, 1997). Elles constituent les seuls parcours camelins toujours disponibles même en été (Longo et al., 1988), (**Tab. 11**).

Tableau 11 : Quelques espèces recensées dans les six parcours sahariens et les plus broutées par le dromadaire.

Espèces vivaces	Famille	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Image	Parcours	Caractéristiques
	Chénopodiacees	<i>Traganum nudatum</i>	Damrane		Lits oueds, erg, hamada	Arbuste persistant et halophyte. Broutée sèche ou verte et très appréciée par les dromadaires.
	Ephedracees	<i>Ephedra alata</i>	Alanda		Erg, lits d'oueds (terrains sableux)	Très riche et très appréciée par les dromadaires.
	Poacees	<i>Aristida pungens</i>	Drinn		Sols sableux	Résistante à la sécheresse et constitue un pâturage essentiel pour les dromadaires
Espèces éphémères	Brassicacees	<i>Savignya longistyla</i>	Gouglène		Lits d'oueds, dépressions, hamada, sols sableux, erg.	Plante annuelle, très abondante dans tous le Sahara septentrional.
	Rosacees	<i>Neurada procumbens</i>	Saadane		Lits d'oueds	Constitue pour les animaux une des meilleurs pâturages donne une bonne remontée de lait, elle très riche en eau.

- ✓ Ces espèces ont une distribution spatiotemporelle très variable. Les lits d'Oueds sont les parcours les plus riches et les plus diversifiés, avec plus de 70% des espèces inventoriées. Les espèces vivaces sont présentes pendant toute l'année, les éphémères ne le sont que partiellement, dans le sens où la plus grande partie de ces espèces sont rencontrées au printemps (73 %) et la plus faible en été (9%).
- ✓ Une étude nutritive des espèces appréciées et broutées par le dromadaire suivant les quatre saisons, a montré qu'il y a une grande variabilité entre les espèces, allant de 0.46 à 1.57 UFL / kg de MS (Chehma, 2005).
- ✓ La variation temporelle (effet saison) est significative et elle s'exerce par les variations climatiques qui lui sont associées. La productivité des parcours est variable suivant les parcours. Les sols sableux et les lits d'Oueds sont les parcours les plus productifs, avec des valeurs de l'ordre de 10 fois plus grandes que celles des autres parcours (Chehma, 2005).

De tout cela, découle une estimation de la capacité de charge cameline très variable, suivant les parcours et leurs richesses floristiques, dont les sols sableux sont considérés comme les plus chargés.

II.1.2. Composition organoleptique et physicochimique :

Le lait de chamelle est de couleur blanche mate (Yagil, 1982 ; Farah, 2004 ; Al haj et AL kanhal, 2010 ; Mal et Pathak, 2010), et un goût un peu salé (Yagil, 1982 ; Farah, 2004 ; AL haj et AL kanhal, 2010 ; Mal et Pathak, 2010 ; EL imam Abdalla, 2012 ; Prajapati *et al*, 2012). Cette caractéristique diffère selon l'alimentation et la disponibilité en eau (Farah, 1993). L'ingestion de certaines plantes halophytes le rend salé (Farah, 1993; Sebouker, 2007; haj et AL kanhal, 2010 ; Abdalla, 2012).

Les résultats de l'analyse physicochimique du lait de chamelle sont illustrés dans les tableaux ci-dessus (**Tab. 12 et 13**).

Tableau 12 : Analyse physique du lait cru de chamelle prélevé dans la région de Béchar durant les quatre saisons.

Paramètres	Moyenne±SE (Echantillons1)	Moyenne±SE (Echantillons2)	Moyenne±SE (Echantillons3)	Moyenne±SE (Echantillons4)
Temperature	38.2±0.18	38±0.29	38.3±0.32	38.7±0.15
pH	6.8±0.08	6.64±0.24	6.67±0.08	6.60±0.13
Acidité dornic (°D)	16.4±0.95	18.3±1.40	16.28±0.91	17.78±1.30
Densité	1.0227±0.002	1.0252±0.002	1.0310±0.002	1.0220±0.001

❖ pH :

Il est connu que le pH du lait camelin est plus bas comparativement au lait bovin (pH = 6,6) et au lait humain (pH = 7,01) (Siboukeur, 2007). Le pH des échantillons analysés se situe entre 6,60 et 6.8. Ces valeurs relevées se rapprochent de celles rapportées par certains auteurs tels que (Mehaia, 1993 a) en Arabie Saoudite (pH = 6.61±0.02), (Abulehia , 1994) en Arabie Saoudite (pH = 6.55 ±0.04). D'autres auteurs avancent des valeurs plus basses, tels que (Siboukeur, 2007) (pH= 6,31±0,15) et (Sboui *et al.*, 2009) (pH = 6,41).

Le pH ainsi que le goût du lait peuvent dépendre de la nature des fourrages et de la disponibilité de l'eau (Gorban et Izzeldin 1997). (Saley, 1993), estime que la teneur relativement élevée en vitamine C du lait de dromadaire, serait à l'origine du pH bas. Par ailleurs, le pH bas du lait camelin peut être attribué à la forte concentration en acide gras volatils (Yagil, 1985). Alors que, (Vignola, 2002) signale que le pH du lait dépend principalement de la présence de caséines et des anions phosphorique et citrique.

❖ Acidité titrable :

L'acidité titrable de lait de chamelle est la mesure de l'acide lactique formé dedans. L'acidité dornic des échantillons 3 et 1 varie entre 16.28 et 16.4 (°D), ces valeurs se situent dans la fourchette des travaux rapportés par certains auteurs soit 18,2 °D (Siboukeur, 2007), 18 °D (Khaskheli *et al.*, 2005). En revanche les valeurs enregistrées dans l'échantillon 4 et 2 sont de 17,78 et 18.3 (°D), ces valeurs sont similaires à celles accordées par (Sboui *et al.*, 2009) (17,2 °D), et (MEILOUD *et al.*, 2011) (16 °D), et qui sont plus faibles.

Il est important de préciser que le lait camelin est caractérisé par un effet tampon plus élevé par rapport au lait bovin (Kamoun et Ramet, 1989 ; Abutarbousch, 1996), c'est-à-dire que le pH arrive à se maintenir approximativement au même niveau malgré l'élévation de l'acidité dornic, ce qui explique l'absence de relation directe entre le pH et l'acidité dornic (Kamoun, 1994).

❖ Densité

Les valeurs de la densité des échantillons se situent entre 1.0220 et 1.0310, la plus grande valeur a été observée dans l'échantillon 3. De même qu'elle se rapproche des valeurs signalées par (IQBAL *et al.*, 2001) 1.029-1.032. D'autre part elle diffère de celle rapportée par (Saboui *et al.*, 2009) 1,020 et (Siboukeur, 2007) 1,023.

La densité du lait varie en fonction de la concentration des éléments dissous et en suspension (la matière sèche dégraissée) (Mosbah, 2012). Ceci est bien visible dans le cas de l'échantillon 4 qui enregistre le taux de matière sèche le plus faible corrélé à une densité la plus faible.

Tableau 13 : Analyse chimique du lait cru de chamelle prélevé dans la région de Béchar durant les quatre saisons.

Paramètres	Moyenne±SE (Echantillons1)	Moyenne±SE (Echantillons2)	Moyenne±SE (Echantillons3)	Moyenne±SE (Echantillons4)
Matière grasse (g/L)	32.5±3.10	40.2±1.54	35.7±1.73	31.8±2.11
Matière sèche (g/L)	112.02±1.45	119.05±1.98	117.1±2.01	98.4±1.35
Lactose (g/L)	32.14±2.12	30.82±2.03	35.5±2.01	38.87±1.25
Cendres (g/L)	7.4±0.064	8.6±0.27	7.6±0.3	7.2±0.25

❖ Matière grasse

Le **tableau 13** montre que la matière grasse du lait varie selon la saison de 30,8 à 40,2 g/L, dont la valeur la plus élevée a été enregistrée dans l'échantillon 2 avec 40,2 g/L. Les valeurs des deux échantillons 2 et 3 apparaissent similaires à celle rapportée par (Alloui-lombarkia O, 2007), et un peu plus élevées dans les échantillons 1 et 4 par rapport à (Mehaia *et al.*, 1995). Il est établi qu'en dehors de la race, le rang de la traite influe sur le taux de matière grasse. En effet, la traite du matin donne un lait relativement pauvre en matière grasse en comparaison avec celui des autres traites, bien que quantitativement plus important (KAMOUN, 1994).

❖ Matière sèche

Les valeurs enregistrées pour les échantillons concernant la teneur en matière sèche dans le lait de chamelle Algérien varient entre 98,4 et 119,05 g/L. Ces valeurs se situent dans la

fourchettes des travaux de (Gnan *et al.*, 1994 a) avec 95.6 g/L et (Haddadin *et al.*, 2008) avec 123 g/L.

Plusieurs auteurs ont montré que la variation de la teneur en extrait sec total était dû à divers facteurs tels que la qualité de l'eau et sa quantité disponible pour les animaux (Khaskheli *et al.*, 2005). En été, la teneur en eau du lait augmente et donc sa matière sèche diminue davantage sous l'effet du stress hydrique. (Haddadin *et al.*, 2008) ont trouvé que le taux de matière sèche totale atteignait son maximum en mi- hiver et son minimum en été. De même, (Yagil et Etzion, 1980) avaient montré bien avant que le passage d'un régime hydraté à un régime pauvre en eau faisait chuter très sensiblement le taux de matière sèche totale de 14,3 à 8,8 %. Ce phénomène est naturel, car il permet d'assurer la survie du chamelon et de lui fournir un produit de valeur nutritive suffisante et une quantité importante d'eau en période de sécheresse. La teneur en matière sèche du lait varie également en fonction du stade de lactation (Bengoumi *et al.*, 1994 ; Khaskheli *et al.*, 2005), des facteurs saisonniers, de l'environnement, du rang de lactation, du nombre de vêlages (Yagil, 1982 ; Khaskheli *et al.*, 2005). Des variabilités génétiques (Ereifej *et al.*, 2011) et l'effet de l'origine géographique sur la composition du lait de chamelle (Konuspayeva *et al.*, 2009) ont été également rapportés.

❖ Lactose

D'après les résultats compilés sur le **Tab. 13**, la teneur en lactose semble très différente entre les échantillons. Elle est similaire à celle raccordée par (Karue, 1994) avec 36.5 g/L pour l'échantillon 3 et 1. Le taux de lactose peut être influencé par la race cameline, (Kadim et Mahgoub, 2012) ont déclaré que la race Al-dowasir, qui est élevée en Arabie saoudite (système intensif) donne le rendement laitier le plus élevé de toutes les races dans la région du Golf et son lait est le plus riche en lactose.

Une grande variation pourrait être due au fait que les dromadaires, généralement broutent des plantes halophytes par exemple *Atriplex*, *Acacia*... etc (FAO, 1982).

(Squires, 2010) a montré que la teneur en lactose du lait ne peut pas être changé, sauf dans la manipulation alimentaire extrême, par ce que le lactose est le composant osmotique du lait le plus important, des changements dans la synthèse du lactose sont accompagnés par des changements dans le volume d'eau dans le lait et donc le rendement du lait.

D'après (Yagil et Etzion 1980), Une diminution de 37 % de la teneur initiale a été constatée en cas de déshydratation des chamelles.

❖ Cendre

La quantité totale de minéraux est généralement exprimée en cendres totales ; le **Tab. 13** montre que cette valeur se situe autour de 7,2 et 8,4 g/L. La valeur la plus élevée a été enregistrée dans l'échantillon 2. Ces résultats sont comparables à ceux rapportés par (Sboui *et al.*, 2009) avec 7,5 g/L, (Siboukeur, 2007) avec 7,28 g/L, (Haddadin *et al.*, 2008) avec 8,2 g/L. La teneur en cendres (minéraux) du lait camelin diminue en cas de privation d'eau (Yagil, 1985). Elle varie également en fonction du stade de lactation (Siboukeur, 2007).

L'analyse physicochimique a montré que le lait camelin collecté durant les quatre saisons de la wilaya de Bechar, présente globalement une composition similaire à celle du lait bovin, particulièrement en ce qui concerne les teneurs en nutriment de base (matière grasse, lactose). La variabilité de la composition du lait est liée à celle de divers facteurs : stade de lactation, race, type d'élevage, saison...etc. Toutefois et, comme pour le bovin, l'alimentation du dromadaire reste le facteur le plus déterminant, car la valeur nutritive du fourrage brouté par le dromadaire est variable durant les saisons, cette variété influence la qualité composante le lait de chamelle.

II.2. Isolement et identification des bactéries lactiques à partir du lait de chamelle :

a) Pré-identification des isolats :

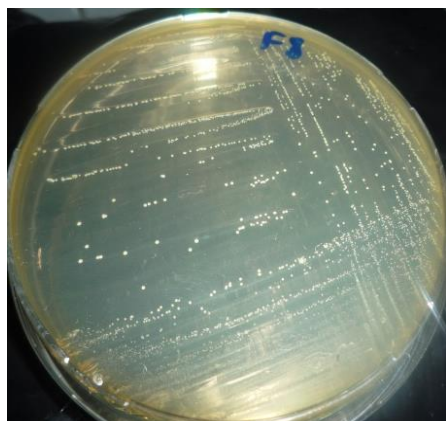
La morphologie des bactéries lactiques est un critère important pour leur identification.

✓ *Examen macroscopique*

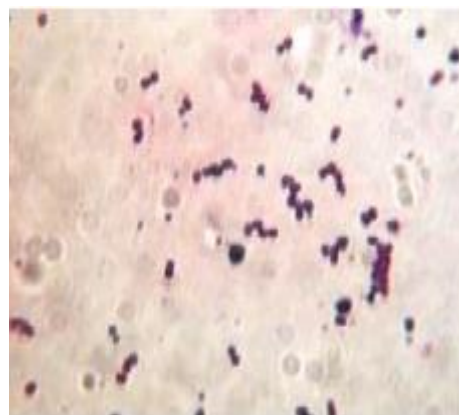
Un total de cent isolats ont été isolées et purifiées sur milieu MRS. Sur gélose, les isolats sont apparus de petite taille, de forme circulaire ou lenticulaire, à pourtour régulier et de couleur blanchâtre. Sur bouillant, les souches présentent un trouble homogène qui caractérise le groupe des bactéries lactiques. (**Fig. 15**).

✓ *Observation microscopique*

Nous permet d'identifier la forme cellulaire des bactéries isolées. L'observation a révélé une seule forme de cellules qui est la forme cocci, Gram positive. Ces coques sont sphériques ou ovoïdes disposées en paires ou en chaînettes plus ou moins longues (**Fig. 15**).



(a)



(b)

Figure 15 : (a): aspect macroscopique des colonies ; (b): aspect microscopique des colonies.

b) Tests physiologiques et biochimiques :

L'analyse de ces résultats a montré que tous les isolats se sont avérés à Gram positif et catalase négative ce qui est caractéristique des bactéries lactiques.

En plus de ces tests basés sur la morphologie des bactéries nous avons utilisé des tests physiologiques et biochimiques confirmé par les galeries *Api 50CHL* pour déterminer le genre et espèce de notre collection. Les résultats de ces tests sont résumés dans le (**Tab. 14 et 15**).

Tableau 14 : Résumé du profil physiologique et biochimique des souches isolées.

Souche	Caractères		Mode d'association	Catalase	Croissance à 10°C	Croissance à 45°C	Type fermentaire	Croissance en NaCl		ADH	Actéoine	Lait de Sherman		Croissance pH 9.6	Citratase	Hémolyse
	Gram	Forme						4%	6.5%			0.1%	0.3%			
G 01	+	Coc	Cocci diplocoques et en chaînette	-	+	±	Hom	+	-	+	-	+	+	+	±	γ
G02	+	Coc	Cocci diplocoques et en chaînette	-	+	±	Hom	+	-	-	+	+	+	V	-	γ
G03	+	Coc	Cocci diplocoques et en chaînette	-	+	-	Hom	+	-	+	+	+	+	-	+	γ
G04	+	Coc	Cocci isolées	-	+	+	Hom	+	+	+	-	+	-	+	-	γ
G05	+	Coc	Cocci isolées	-	+	+	Hom	+	+	+	-	+	-	+	+	γ
G06	+	Coc	Cocci ovales en chaînette et en diplocoques	-	+	-	Hété	+	-	-	-	+	+	-	-	γ
G07	+	Coc	Cocci ovales en chaînette et en diplocoques	-	+	-	Hété	+	-	-	+	+	+	-	+	γ

Groupe 01, 02 et 03 apparenté au genre *Lactococcus* :

62 isolats homofermentaire présentent des cellules sphériques ou de forme ovoïde, se développent à 10°C et non pas à 45°C. La distinction des espèces est basée sur l'hydrolyse de l'arginine, la production d'actéoine, la présence du citratase, la croissance à 4 et 6.5% de NaCl et à pH 9.6. D'après les résultats obtenus, les espèces suivantes ont été déterminées :

🚩 **Groupe 01 :** 61.8 % des souches sont ADH⁺, ne produisent pas d'actéoine, poussent à 10°C et non pas à 45°C. certaines souches supportent une concentration de 6.5% de NaCl. Elles fermentent le ribose, le mannose, la salicine, le maltose, le cellobiose, le fructose et le tréhalose. L'arabinose le raffinose, le xylose, le sorbitol, le melibiose, le rhamnose et le sorbose ne sont pas fermentés. Ces souches peuvent s'apparenter à *Lactococcus lactis subsp. Lactis*.

Tableau 15 : Résultats du profil fermentaire (galerie *Api* 50 CHL) des bactéries lactiques

	Sucre	G01	G02	G03	G04	G05	G06	G07
0	Témoin	—	-	-	-	-	-	-
1	Glycerol	—	-	-	+	+	-	-
2	Erythritol	—	-	-	-	-	-	-
3	D-arabinose	—	-	+	+	-	-	-
4	L-arabinose	—	-	+	-	-	+	-
5	D-ribose	+	-	-	-	-	+	-
6	D-xylose	—	+	-	-	-	+	-
7	L-xylose	—	-	-	-	-	-	-
8	D-adonitol	—	-	-	-	-	-	-
9	Méthyl-βD-xylopyranoside	—	-	-	-	-	-	-
10	D-galactose	+	+	+	+	+	+	-
11	D-glucose	+	+	+	+	+	-	+
12	D-fructose	+	-	+	+	+	+	+
13	D-mannose	+	+	+	+	+	-	-
14	L-sorbose	-	-	-	-	-	-	-
15	L-rhamnose	-	-	-	-	-	-	-
16	Dulcitol	-	-	-	-	-	-	-
17	Inositol	-	-	-	-	-	-	-
18	D-mannitol	+	-	+	-	+	-	-
19	D-sorbitol	-	-	-	-	+	-	-
20	Méthyl-Ad-	-	-	-	-	-	-	-
21	Méthyl-Ad-	-	-	-	-	-	-	-
22	N-acétyl glucosamine	+	-	+	-	-	-	-
23	Amygladine	-	-	+	-	-	-	-
24	Arbutine	+	-	+	-	-	-	-
25	Esculine	+	+	+	+	+	-	-
26	Salicine	+	-	+	+	+	-	-
27	D-cellobiose	+	+	+	+	+	-	-
28	D-maltose	+	-	+	+	+	+	+
29	D-lactose	+	+	+	+	+	+	+
30	D-melibiose	-	-	+	-	-	-	+

31	D-saccharose	+	-	-	-	-	+	+
32	D-tréhalose	+	-	+	-	-	+	-
33	Inuline	-	-	-	-	-	-	-
34	D-mélicose	-	-	-	+	+	-	-
35	D-raffinose	-	-	-	+	-	-	-
36	Amidon	-	-	-	+	+	-	-
37	Glycogène	-	-	-	-	-	-	-
38	Xylitol	-	-	-	-	-	-	-
39	Gentiobiose	+	-	+	+	+	-	-
40	D-turanose	-	-	-	+	+	-	-
41	D-lyxose	+	-	-	-	-	-	-
42	D-tagatose	+	-	+	+	+	-	-
43	D-fucose	-	-	-	-	-	-	-
44	L-fucose	-	-	-	-	-	-	-
45	D-arabitol	-	-	-	-	-	-	-
46	L-arabitol	-	-	-	-	-	-	-
47	Potassium gluconate	-	-	-	-	-	-	-
48	Potassium 2 céto gluconate	-	-	-	+	+	-	-
49	Potassium 5 céto gluconate	-	-	-	-	-	-	-
		<i>L. lactis. subsp. lactis</i>	<i>L. lactis. subsp. cremoris</i>	<i>L. lactis. subsp. diacetyl lactis</i>	<i>E. faecium</i>	<i>E. faecalis</i>	<i>En. mesenteroides subsp mesenteroides</i>	<i>En. Lactis</i>

🚦 **Groupe 02 :** 28.2% des souches sont ADH-, Citrate -, certaines produisent l'actéoïne, ne poussent pas à 45°C et en présence de 0.1 et 0.3% de bleu de méthylène. Elles fermentent le galactose, le mannose, le cellobiose, alors qu'elles ne fermentent pas le fructose ni le maltose ne le tréhalose. Ces souches sont pré-identifiées à *Lactococcus lactis subsp cremoris*.

🚦 **Groupe 03 :** 9.9% des souches hydrolysent l'arginine, produisent de l'actéoïne, résistent à 4% de NaCl et peuvent croître à pH 9.6. Certaines souches possèdent la catalase qui donne des colonies bleues sur milieu KMK. Ces souches fermentent le

xylose, le mannose et le sorbitol, elles sont pré-identifiées à *Lactococcus lactis* subsp *diacetylactis* (Fig. 16, 17 et 18).



Figure 16 : Exemple du profil fermentaire (galerie Api 50 CHL) des bactéries lactiques (avant et après incubation).

En comparant le profil des sucres, nous constatons qu'une même espèce de bactéries lactiques peut présenter des biotypes différents. Les souches de *Lactococcus* ont pu fermenter le glucose, le galactose, le lactose, le tréhalose et le cellobiose, mais la production d'acide à partir du xylose, d'adonitol, du tergitol et de l'inositol a été négative. Quelques souches fermentent différemment certains sucres à savoir l'arabinose, le raffinose, le sorbose et le saccharose.

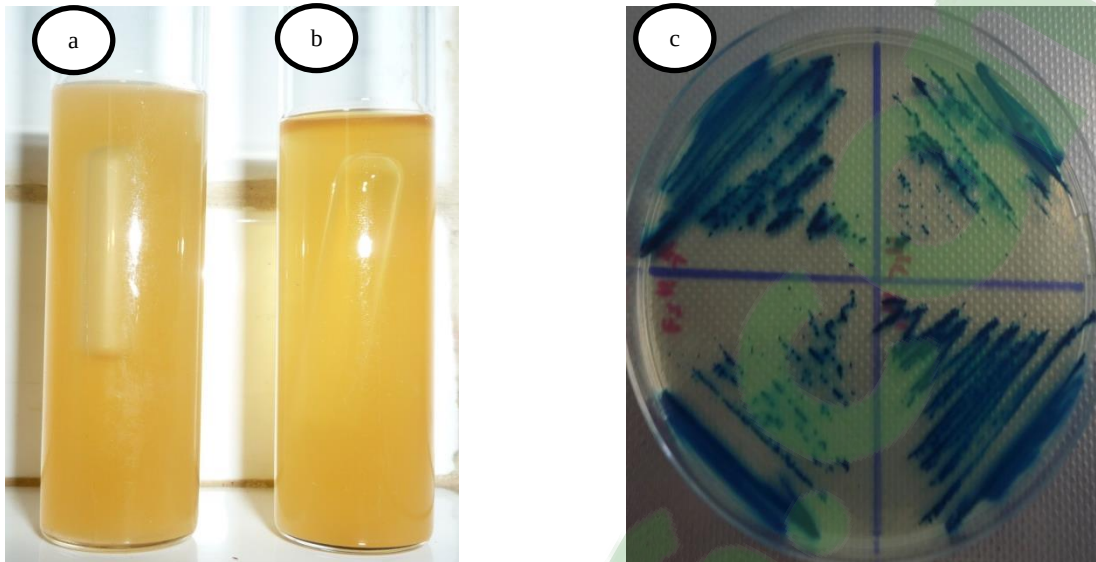


Figure 17 : Exemple du résultat des tests biochimiques des isolats lactiques

(a): type fermentaire ; hétérofermentaire, (b) : type fermentaire ; homofermentaire, (c) : citrate positive.

Groupe 04 et 05 apparenté au genre *Enterococcus*

28 isolat homofermentaires, ADH+, Actéoïne variable, Citrate variable, poussent à 10 et 45°C, en présence de 4 et 6.5% de NaCl et à pH 9.6, hydrolyse l'esculine, poussent à 0.1% de bleue de méthylène et non pas à 0.3%. Ces isolats ont été rattachés au genre *Enterococcus*.

Selon la fermentation des sucres nous avons distingué deux espèces (**Fig. 16, 17 et 18**).

- ✚ **Groupe 04 :** 71.4% fermentent l'arabinose, le melibiose, le raffinose, le mannose, le ribose et le mannitol. Ces souches sont pré-identifiées à *Enterococcus faecium*.
- ✚ **Groupe 05 :** 25.6% fermentent le sorbitol, le rhamnose, et le ribose mais ne fermentent pas le melibiose, l'arabinose, le xylose. Ces souches sont pré-identifiées à *Enterococcus faecalis*.

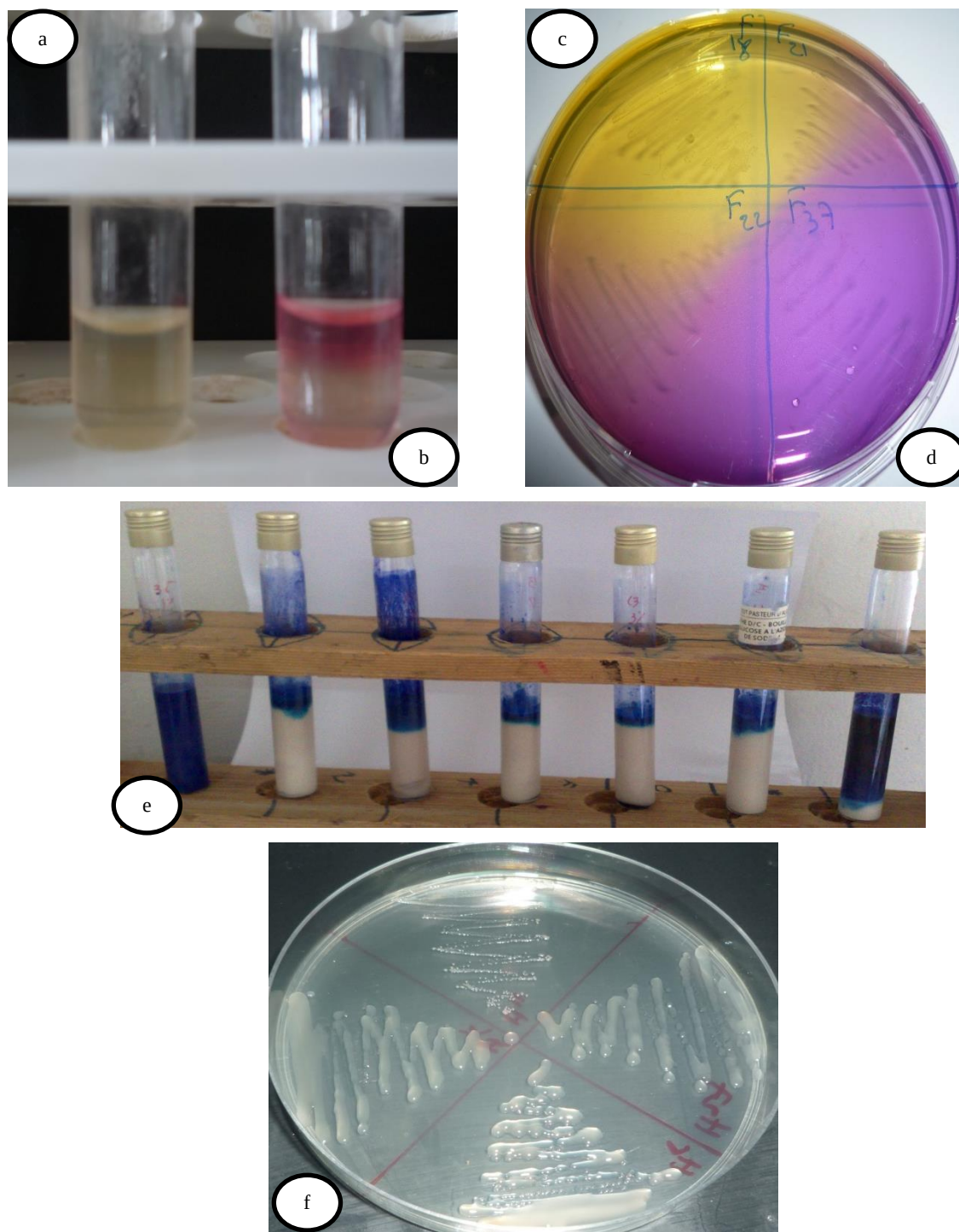


Figure 18: Exemple du résultat des tests biochimiques des isolats lactiques
 (a): témoin, (b) : production d'actéïne, (c) : ADH-, (d) : ADH+ ; (e) : Sherman ; (f) :
 production de dextrane.

Groupe 06 et 07 apparenté au genre *Leuconostoc*

10 isolats hétérofermentaire, ADH -, poussent à 10°C mais pas à 45°C, ne produisent pas l'actéoïne. Les propriétés retenues pour les différencier sont la production de dextrane, la fermentation de l'arabinose, du tréhalose et du melibiose (**Fig. 16, 17 et 18**).

✚ **Groupe 06** : 60 % fermentent l'arabinose, le melibiose, le tréhalose et produisent du dextrane. Ces souches se rapprochent particulièrement de *Leuconostoc mesenteroides subsp. mesenteroides*.

✚ **Groupe 07** : 40 % ne fermentent pas l'arabinose ni le tréhalose et ne produisent pas le dextrane. Ces souches peuvent être rattachées à *Leuconostoc lactis*.

L'espèce la plus fréquente isolée été *Lactococcus lactis subsp. lactis*. Elle peut obtenir son exigence des acides aminés libres et les peptides initialement présents dans le lait (Juillard et al., 1995), mais elle peut également être isolée à partir d'autres sources (Klijn et al., 1995). *Lactococcus lactis subsp. lactis* étant trouvé à de fortes proportions pourrai être utilisé comme une culture de départ pour la fabrication de fromage de bonne qualité à partir de lait de chamelle (Mc Sweeny et Fox, 1997). Il a été observé que certaines souches qui étaient identifiées phénotypiquement autant que *Lactococcus lactis subsp. lactis* sont apparues comme *Lactococcus lactis subsp. cremoris* génotypiquement et vice versa (Salama et al., 1993; Charteris et al., 2001).

Il n'y avait pas assez de recherche en ce qui concerne l'isolement des bactéries lactiques à partir du lait de chamelle, mais il existe d'autres parts des travaux ayant porté sur le lait de chèvre. Les travaux de (Badis et al., 2005) effectués sur le lait cru de chèvre de deux populations caprines Algériennes (Arabia et Kabyle), ont montré une prédominance du genre *Lactobacillus* (61.48%) dans la population Kabyle, alors que les genres *Leuconostoc* (32.64%) et *Lactococcus* (31.02%) dominent la population Arabia.

Par ailleurs, (Guessas et Kihal, 2004), ont identifié les bactéries lactiques du lait de chèvre des zones arides et ont constaté une prédominance des coques par rapport aux bacilles où *Lactococcus sp* a présenté le pourcentage le plus élevé (76.16%), suivi de *Streptococcus* (14.78%) et de *Leuconostoc* (8.6%).

La présence des espèces de *Lc. lactis ssp. lactis*, *Lc. lactis ssp. cremoris*, *Lc. lactis ssp. diacetylactis*, et *Leuconostoc* dans le beurre offre la possibilité d'utiliser cette gamme de microorganismes comme inoculum (levain) dans les produits laitiers.

De ces résultats découle que L'espèce dominante est *Lactococcus*, l'absence de *Lactobacillus* peut être dû à leur faible concentration dans le lait de chamelle, à leur exigence nutritionnelle (Saidi et al., 2005). La littérature indique que les espèces de *Lactococcus* ne poussent pas à

45°C. Cependant, dans notre étude la majorité des espèces ont poussé à cette température. (Drici, 2009) ont pu isolés à partir du lait de chamelle une espèce de *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* qui se développe à 50°C. L'identification de cette espèce a été réalisée par des méthodes moléculaires.

c) Caractérisation technologiques des isolats de bactéries lactiques

❖ Pouvoir acidifiant

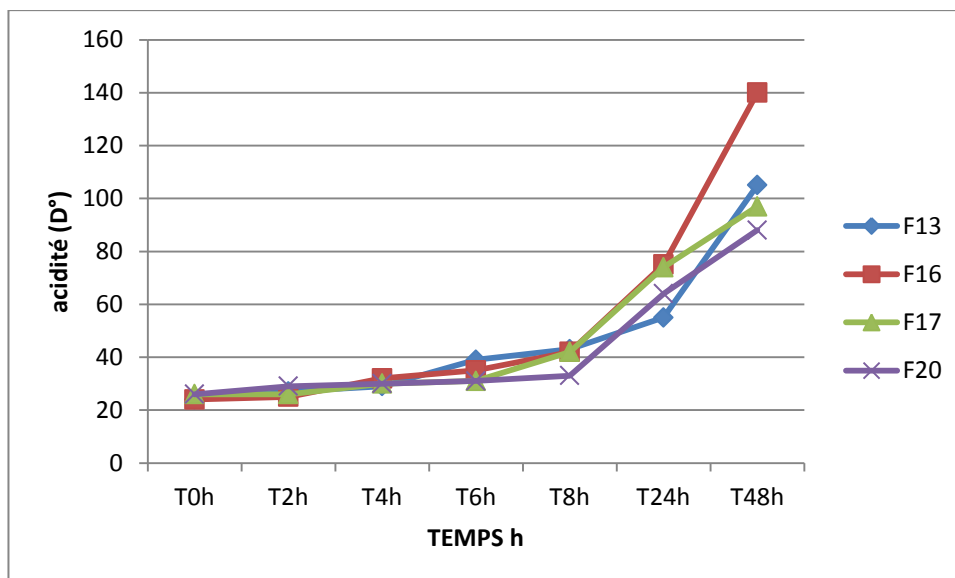
L'activité acidifiante est l'une des principales fonctions des bactéries lactiques, elle demeure l'une de leurs propriétés métaboliques les plus recherchées vu son intérêt en technologie laitière. Les résultats obtenus sont illustrés dans les **Graphes 1, 2, 3 et 4**. Les résultats chiffrés de l'évolution du pH et du degré dornic sont résumés dans l'**Annexe III**.

D'après ces résultats, nous remarquons que la totalité des bactéries lactiques identifiées présentent une production progressive en acide lactique. Cette dernière est accompagnée d'un abaissement du pH du milieu.

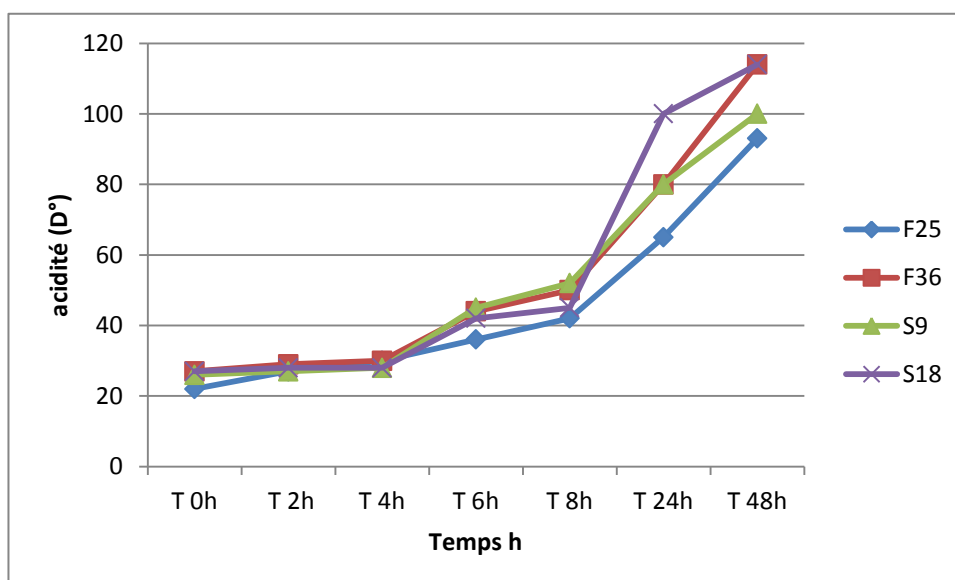
Après 24h d'incubation la quantité de l'acide lactique produite se situe au voisinage de 74°D chez les Lactocoques F17, F16, F36, S9, F25 à l'exception de quelques souches : S18, L18, L31 qui se démarquent en produisant une quantité d'acide lactique plus élevée, entre 79 et 100°D, par rapport à la moyenne de l'ensemble des souches testées.

Les Entérocoques et encore plus, les *Leuconostoc* donnent des valeurs d'acidification moyennes voire faible, compris entre 40 et 70°D. La quantité d'acide lactique la plus élevée produite a été enregistrée chez les souches *E. faecalis* S45 à 70°D, et la plus faible, 40°D est enregistrée chez les souches *Ln. lactis* F14. Ces résultats sont en accord avec de nombreuses études et rejoignent ceux de (Zadi-Karam, 1998 ; Mannu et *al.*, 2000 ; Alonso-Calleja et *al.*, 2002 ; Idoui et *al.*, 2009).

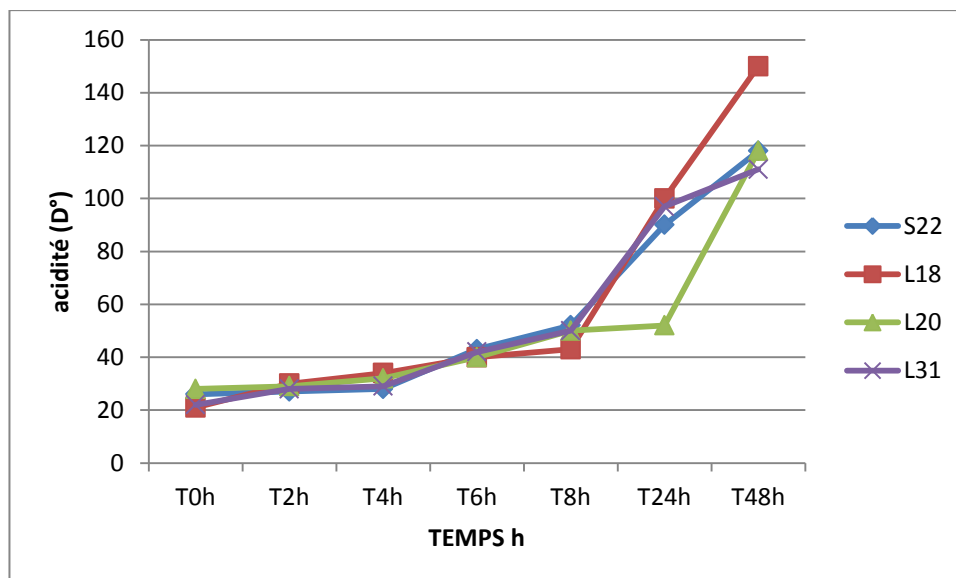
Les résultats obtenus après 24h d'incubation, nous ont permis de classer presque la totalité des souches testées dans la catégorie des bactéries lactiques moyennement acidifiantes (79°D>acidité>52°D), à l'exception des souches qui s'avèrent fortement acidifiantes (acidité ≥80°D), et les souches qui se révèlent faiblement acidifiantes avec une production de 4g/L d'acide lactique après 24h d'incubation.



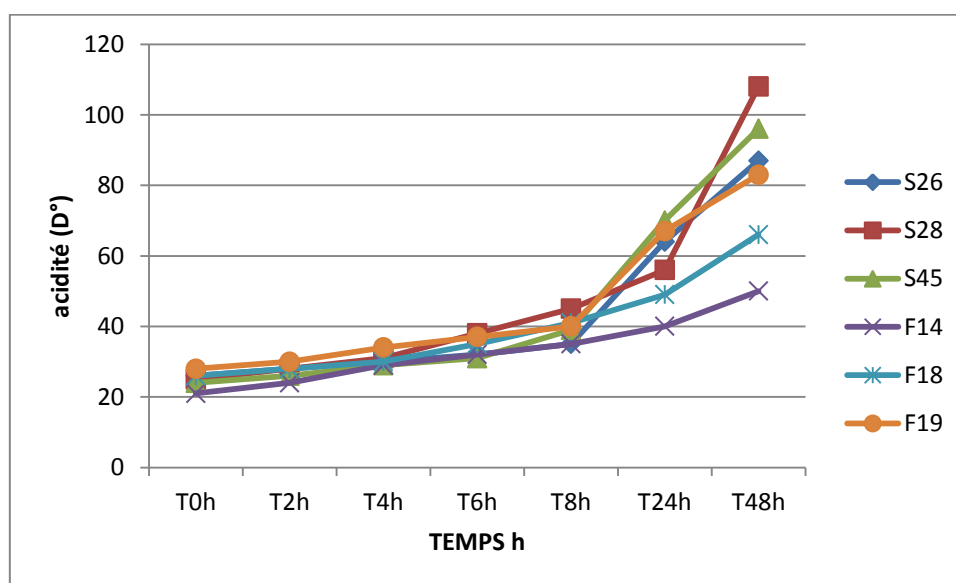
Graph 1: Production d'acide lactique par les souches *Lactococcus lactis subsp. lactis*.



Graph 2: Production d'acide lactique par les souches *Lc. lactis ssp. lactis*



Graph 3: Production d'acide lactique par les souches *Lc. lactis* ssp. *diacetylactis* L31 et L20, *Lc. lactis* ssp *cremoris* L18 et S22.



Graph 4 : Production d'acide lactique par les souches *E. faecalis* S26 et S45, *E. faecium* S28 ; *Ln. lactis* F14, F18, F19.

❖ Les interactions

L'activité antibactérienne des souches contre cinq souches pathogènes a été évaluée afin de mettre en évidence un éventuel pouvoir antagoniste. Les résultats de ce test sont illustrés dans le (Tab. 16).

Tableau 16 : Activité antimicrobienne des souches lactiques contre les souches pathogènes indicatrices.

Souches	<i>L. ivanovii</i>	<i>L. innocua</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>S. aureus</i>	<i>E.coli</i>
F13	++	+	+	+++	+++
F16	-	+	++	++	++
F17	+	+	+	+++	+++
F20	-	+	++	++	++
F25	+	+	+	+	+
F36	+	+	++	++	++
S9	++	+	-	++	++
S18	++	++	++	+++	++
S22	+	+	+	+	+
L18	++	+	-	+	-
L20	-	-	+	+	+
L31	+	+	+	+	+
S26	+	+	+	++	++
S28	-	+	-	+	+
S45	-	-	-	+	+
F14	+	+	+	+	+
F18	++	+	+	++	++
F19	+	+	+	++	++

N.B : (+) : faible ; (++) : moyenne ; (+++) : forte ; (-) : négative.

D'après ces résultats, la majorité des souches présentent une activité inhibitrice, plus ou moins prononcée, sur toutes les bactéries pathogènes (Fig.).

Ces résultats indiquent que nos bactéries lactiques sont capables de synthétiser des substances inhibitrices ayant une activité antibactérienne. L'ensemble des souches ne présente pas le même spectre d'action vis-à-vis des bactéries pathogènes. La majorité des souches sont actives sur les bactéries à gram positif mais pas tous sur les bactéries à gram négatif. (Onda et al., 2003) suggèrent que les bactéries gram positif sont généralement plus sensibles à l'effet bactéricide des bactéries lactiques.

Par ailleurs, les bactéries lactiques sont connues par la production d'une multitude de composés antimicrobiens : les acides organiques, les bactériocines, le diacétyle et le peroxyde d'hydrogène (Titiek et al., 1996 ; Aslam et Qazi, 2010).

(Charlier et al., 2009) ont montré que *Lactococcus* sp. et *Leuconostoc* sp. présentent une inhibition à spectre élargie vis-à-vis de *Staphylococcus aureus* qui est induite par l'effet de l'acide lactique et des bactériocines.

La capacité inhibitrice *in vitro* des bactéries lactiques vis-à-vis des germes pathogènes semble être une bonne propriété probiotique, comme elle peut jouer un rôle dans la préservation de la qualité hygiénique des denrées alimentaires (Ammor et al., 2006).

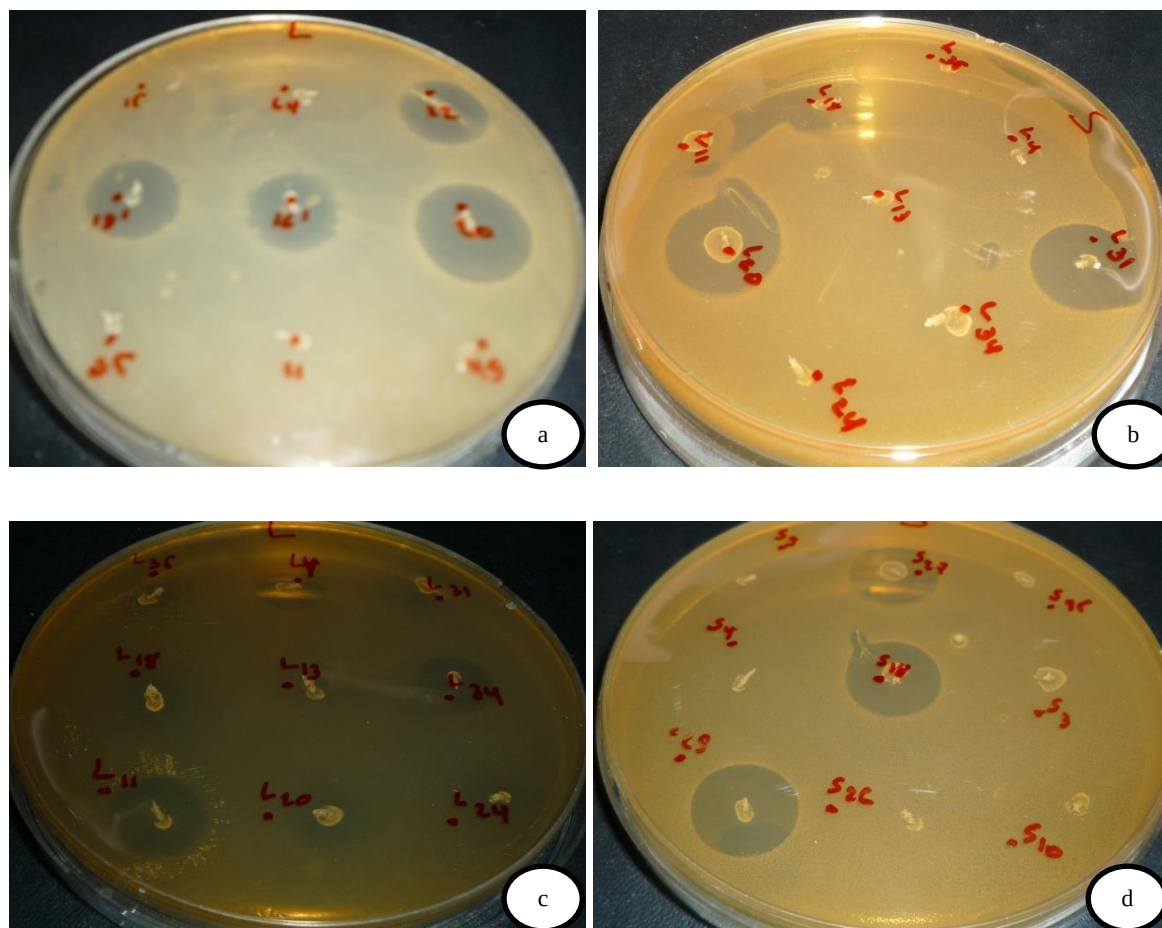


Figure 19: Activité inhibitrice des souches sur (a) : *Listeria innocua* et (b) : *Staphylococcus aureus* ; (c) : *Listeria ivanovii* ; (d) : *E.coli*.

❖ Pouvoir protéolytique

L'activité protéolytique des souches a été recherchée et comparée sur gélose PCA à 1, 2 et 3% de lait écrémé, et sur gélose lait BCP. Après incubation, cette activité s'est manifestée par l'apparition d'un halo clair autour des colonies ensemencées en touches à la surface des géloses.

Les résultats obtenus lors de la réalisation de ce test sont résumés dans le (Tab. 17). Il en ressort du tableau que toutes les souches étudiées présentent une croissance avec une activité protéolytique traduite par l'apparition d'un halo clair autour des touches. Un exemple de ces résultats est montré dans la (Fig. 20).

Il apparaît que l'espèce *Lc. lactis* ssp. *lactis* (F13, F16, F17, F20, F25, F36, S9, S18) est fortement protéolytique comparativement aux autres espèces avec une moyenne de 13.62 mm de diamètre, suivi de *Lc. lactis* ssp. *Diacetylactis* (L20, L31) et *Lc. Lactis* ssp. *cremoris* (L18,

L22) avec des zones d'hydrolyse de 10.5 mm et 11.5 mm ; alors que *Ln. lactis* F19 et *E. faecalis* S26 ont montré des diamètres de 3.5 mm et 3.8 mm respectivement. Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus par (Idoui et Karam, 2008, Hadeff, 2012), qui ont trouvé que les bactéries lactiques, isolées à partir du beurre de vache traditionnel de la région de Jijel et du beurre de chèvre, présentent un caractère protéolytique. Ce caractère est essentiel pour les bactéries lactiques pour leur croissance dans le lait ainsi que pour le développement des propriétés organoleptiques des différents produits laitiers (Savoy et Hébert, 2001 ; Hassaine et al., 2007).

Tableau 17 : L'activité protéolytique des souches lactiques sur différents milieu et avec différentes concentrations.

Souches	PCA 1% lait écrémé (mm)	PCA 2% lait écrémé (mm)	PCA 3% lait écrémé (mm)	Lait agar BCP 1% (mm)
F13	16	14	13	12
F16	16	14	12	11
F17	15	13	13	12
F20	10	8	7	7
F25	14	13	12	12
F36	12	10	8	7
S09	11	9	7	7
S18	15	12	9	8
S22	11	10	9	9
L18	12	10	8	8
L20	10	9	6	5
L31	11	9	7	5

On constate que le comportement protéolytique de ces souches est variable d'un milieu à un autre. Ce qui nous permettent de confirmer que cette activité dépend en partie de la composition chimique du milieu de culture (Zadi-Karam, 1998 ; Drici, 2000 ; Hassaine, 2002). D'autres travaux ont démontrés l'existence d'une relation directe entre l'activité protéolytique et la teneur du milieu de culture en peptides libres (Marrug et al., 1995 ; Meijer et al., 1996).

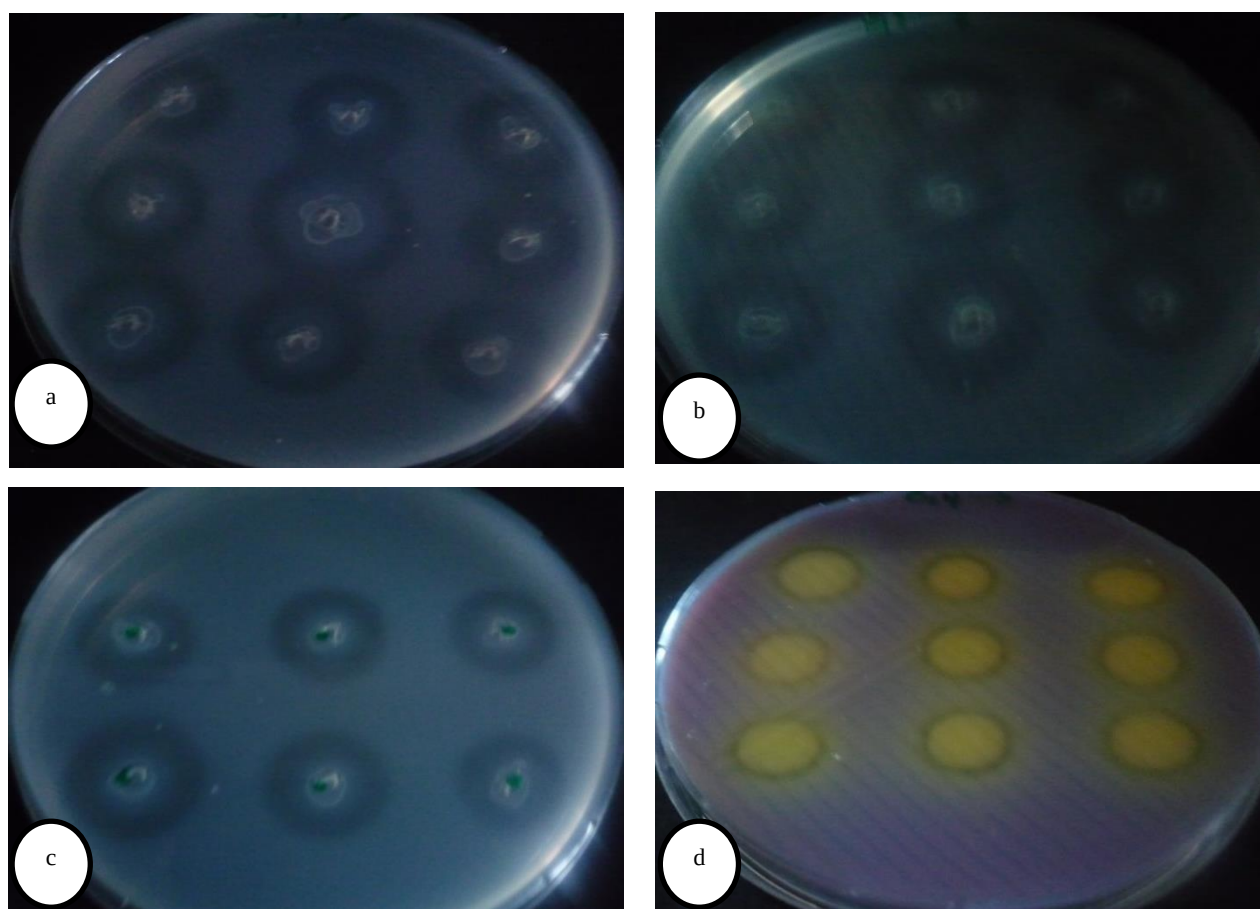


Figure 20 : Activité protéolytique des souches sur : (a) milieu PCA au lait à 1% ; (b) PCA à 2% ; (c) PCA à 3% ; (d) sur milieu Agar au lait BCP.

❖ Pouvoir lipolytique

Les résultats de l'activité lipolytique des souches lactiques sont reportés dans le **Tab. 18**. D'après ces résultats, il apparaît que l'ensemble des bactéries lactiques présente une activité lipolytique importante en formant des dépôts autour des disques de croissance.

Ces résultats ne sont pas en accords avec ceux obtenus par (Crow et *al.*, 1994, Sahnouni, 2013) qui ont montré que les Lactocoques possèdent une faible activité lipolytique. Les travaux de (Fernandez et *al.*, 2000), ont montré que l'activité estérasique n'était pas nécessaire à la croissance des bactéries lactiques ni dans un milieu synthétique, ni dans du lait écrémé ou entier.

Tableau 18 : Activité lipolytique des isolats de bactéries lactiques.

Souches	MRS à 1% de Tween 80	MRS à 1% d'huile d'olive
F13	+++	+++
F16	+	++
F17	++	+++
F20	+	+
F25	++	+++
F36	+	+
S9	++	++
S18	++	++
S22	+	+
L18	++	++
L20	+	+
L31	++	++
S26	++	+++
F19	+++	+++

(+) : faible, (++) : moyenne ; (+++) : forte

Cependant, les résultats (Karam Z et *al.*, 2012) ont montré que les Lactocoques et les Entérocoques ont une activité lipolytique significative en présence de 1% d'huile d'olive en comparaison avec les substrats lipidiques artificiels.

❖ Pouvoir aromatisant

La production de composés d'arômes est une fonctionnalité technologique importante lors de l'élaboration des produits laitiers fermentés. D'après la **Fig. 20**, il apparaît que les souches arrivent à produire des arômes (acétoïne) dont l'anneau rouge le témoigne, donc elles ont un pouvoir aromatisant qui va contribuer aux caractéristiques organoleptiques des produits fermentés.

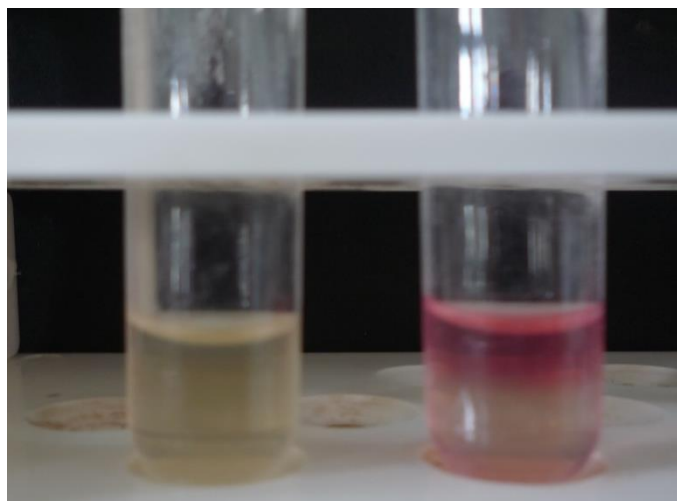


Figure 21 : Production de l'actéoiné par les isolats.

Certaines espèces de bactéries lactiques utilisées dans l'industrie laitière, *Lc. lactis* ssp. *lactis* biovar. *diacetylactis* et *Ln. mesenteroides* ssp. *cremoris*, sont dites aromatiques puisqu'elles sont capables, à partir du pyruvate, de synthétiser divers composés responsables des arômes des produits laitiers : diacétyle, acétoïne, 2,3-butanediol et α -acétolactate (Raynaud et al., 2003 ; Leroy et De Vuyst, 2004).

Les bactéries lactiques qui métabolisent le citrate jouent un rôle important dans de nombreux procédés laitiers car, chez ces bactéries, le métabolisme du citrate et du lactose entraîne la production de diacétyle, d'acétoïne et de CO_2 , participant aux qualités aromatiques et texturales des produits (Raynaud et al., 2003).

d) Aptitudes probiotiques des isolats :

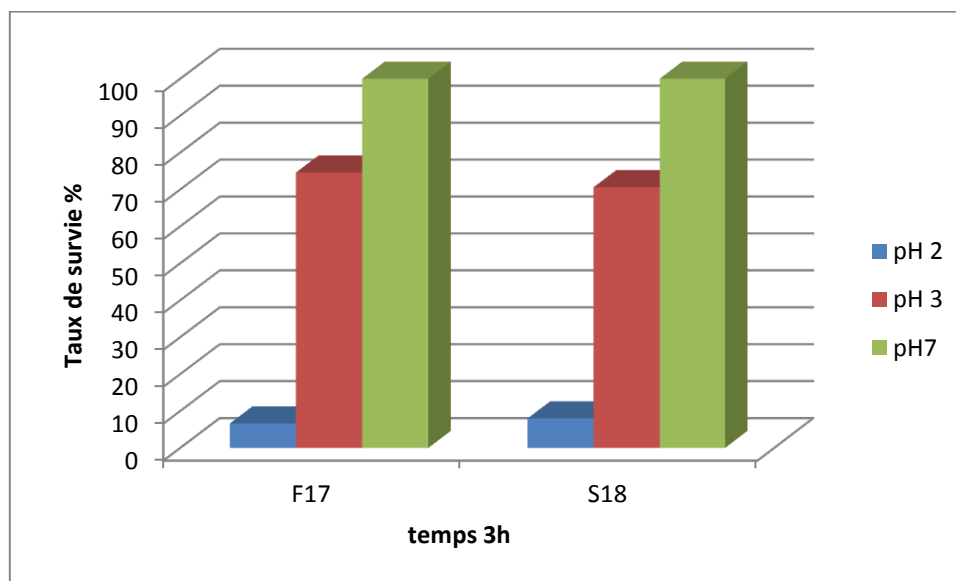
❖ Résistance à l'acidité

Il y a eu peu d'études sur l'activité probiotiques des Lactocoques, puisqu'on l'a généralement supposé que les lactocoques ne survivent pas lors du passage à travers l'appareil digestif, cela est dû au pH faible de l'estomac et à la présence de sels biliaires dans l'intestin. Cependant, plusieurs travaux récents ont suggéré que les Lactocoques puissent survivre pour atteindre l'appareil gastro-intestinal humain ou animal (Kimoto-Nira et al., 2009).

Les résultats obtenus de cette aptitude sont illustrés par le **Graph 5** montrent l'existence d'une viabilité plus au moins continue des souches dans le milieu MRS à différents pH.

Les deux souches ont donné une bonne croissance sur le milieu témoin pH 7 qui atteint les 100% d'où l'élévation du nombre de cellules initial. D'une manière générale, la résistance aux

conditions acides diminue avec la diminution du pH du milieu jusqu'à atteindre un minimum de 6.63% de viabilité.



Graph 5 : La résistance des souches aux milieux acides.

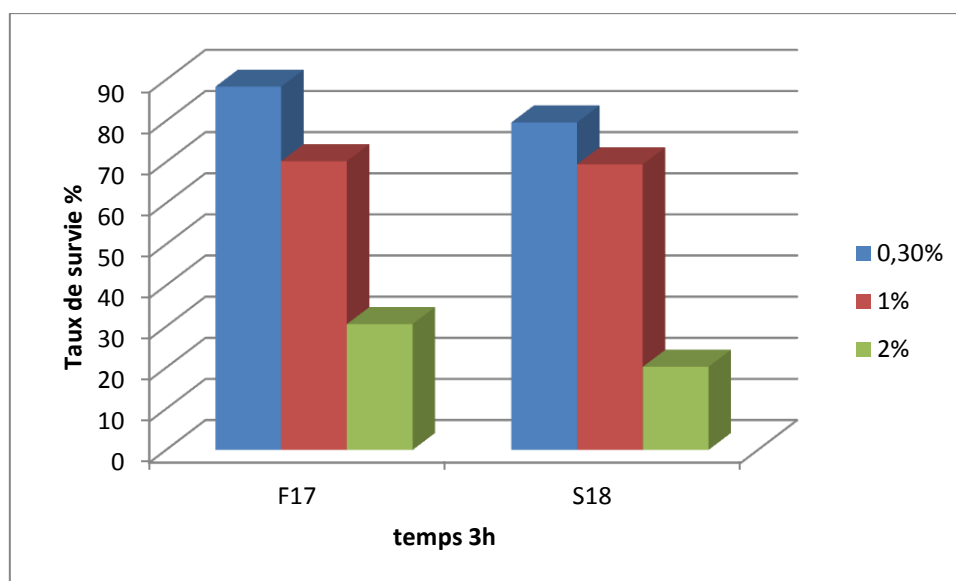
D'une façon générale, il est bien établi que malgré qu'il y ait eu une perte de la croissance de l'ensemble des bactéries lactiques à pH acide, le nombre de cellules viables reste plus au moins important. Donc, elles peuvent résister ultérieurement aux conditions d'acidité de l'estomac.

(O'Sullivan et Condon, 1997) ont montré une bonne résistance de la souche *Lc. lactis* ssp. *Cremoris* NCDO 712 au pH acide dont la survie était de 100% à pH 4 après 2h d'incubation. Ils ont rapporté que la majorité des bactéries lactiques possèdent un mécanisme de tolérance en milieu acide, ils sont capables de survivre à des concentrations en acide létales. D'autre part, les travaux de (Mathara et al., 2008) ont montré une tolérance élevée des souches de *Lactobacillus* sp. vis-à-vis aux pH 2.5 et pH 2 après 2h d'incubation.

❖ Résistance aux sels biliaires

Les sels biliaires sont l'une des barrières à franchir par les bactéries probiotiques pour gagner leur site, de ce fait la tolérance des souches individuelles a été évaluée. Les résultats de ce test sont illustrés par le **Graph 6**.

Il apparaît que les souches ont présenté une sensibilité variable vis-à-vis les différentes concentrations des sels biliaires. Nous avons pu noter une bonne résistance à 0.3%.



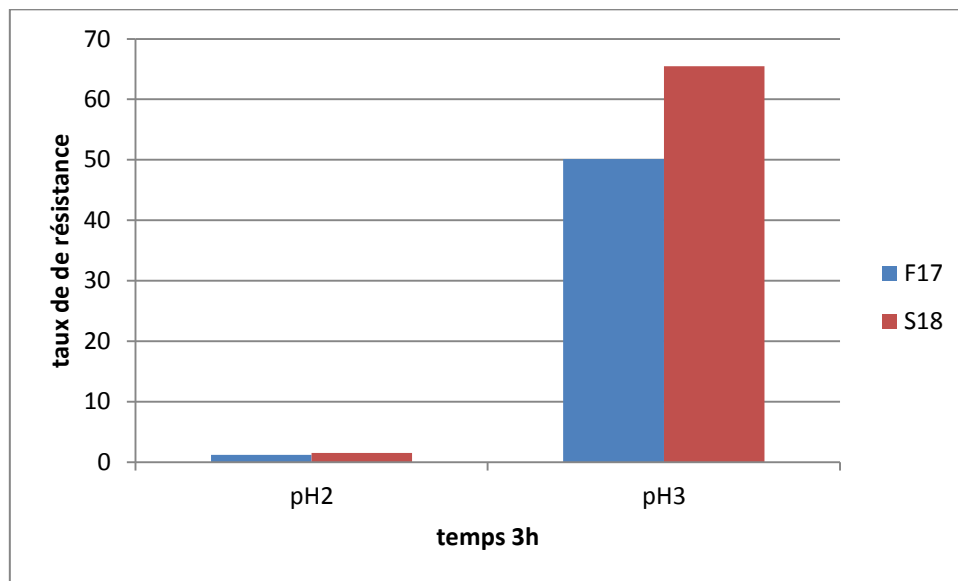
Graph 6 : La résistance des souches aux sels biliars à 0.3, 1 et 2%.

A 2% de sels biliars, le taux de survie a diminué pour atteindre des valeurs comprises entre 20.2% et 30.6%. (Kimoto-Nira et *al.*, 2009) ont rapporté que les facteurs influençant la résistance des lactocoques à la bile sont associés à la composition du milieu de croissance. Ils ont prouvé que la résistance à la bile de quelques souches de *Lactococcus* a été changée quand le sucre dans le milieu est changé du glucose en lactose. En d'autres termes, l'exclusion de la bile par les bactéries exige de l'énergie. Les hydrates de carbone qui sont facilement ou rapidement métabolisés pour apporter cette énergie, augmentent la résistance aux sels biliars. D'autre part, et comme la bile est un détergent, la résistance aux sels biliars semble être associée à la stabilité de la membrane cellulaire.

Des résultats trouvés par (Burns et *al.*, 2008) ont montré que la plus part des souches de *Lb. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* et *Lb. delbrueckii* ssp. *lactis* sont sensibles aux sels biliars. De même (Zago et *al.*, 2011) ont révélé une moyenne de survie de 40% chez des Lactobacilles isolés à partir de lait et du fromage.

❖ Résistance à la pepsine

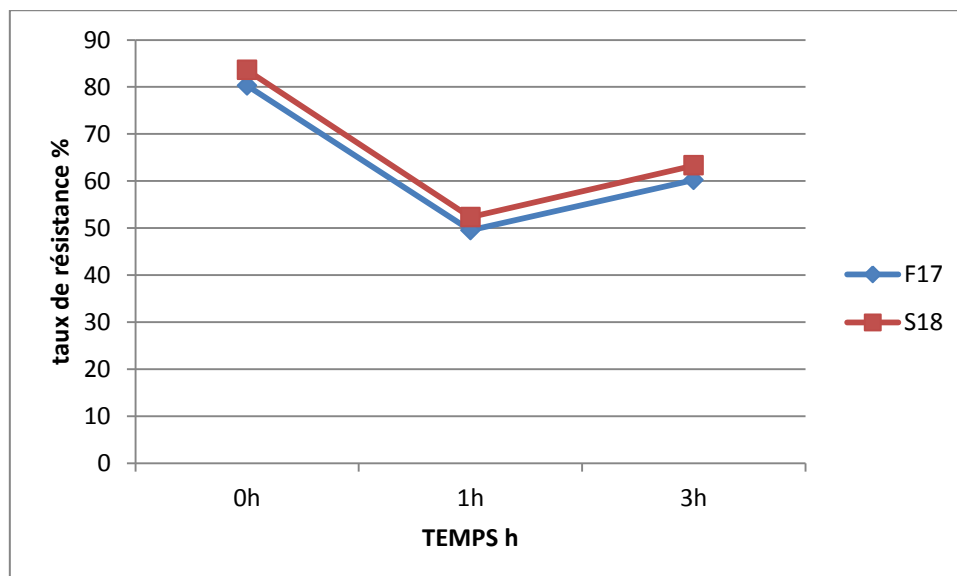
La pepsine est une enzyme du sac gastrique, qui commence la digestion des protéines. D'après les résultats obtenus qui sont illustrés dans le **graphe 7** aucune souche n'a survie au pH2 additionné de 3mg/ml de pepsine. Cependant une résistance remarquable des souches auprès du pH3 additionné de la même quantité de pepsine pendant 3h. Cette durée reflète la moyenne du temps passé par les aliments dans l'estomac (Argyri et *al.*, 2013).



Graph 7 : La résistance des souches à la pepsine à différents pH

❖ **Réponse au stimulus stomaco-duodéal**

La **Graph 7** présente la réponse des souches pures au stimulus stomaco-duodéal. Ces résultats révèlent qu'il y a une résistance des souches pures aux conditions défavorables imposées par la composition de ce milieu.



Graph 8 : Réponse des souches au stimulus stomaco-duodéal des souches

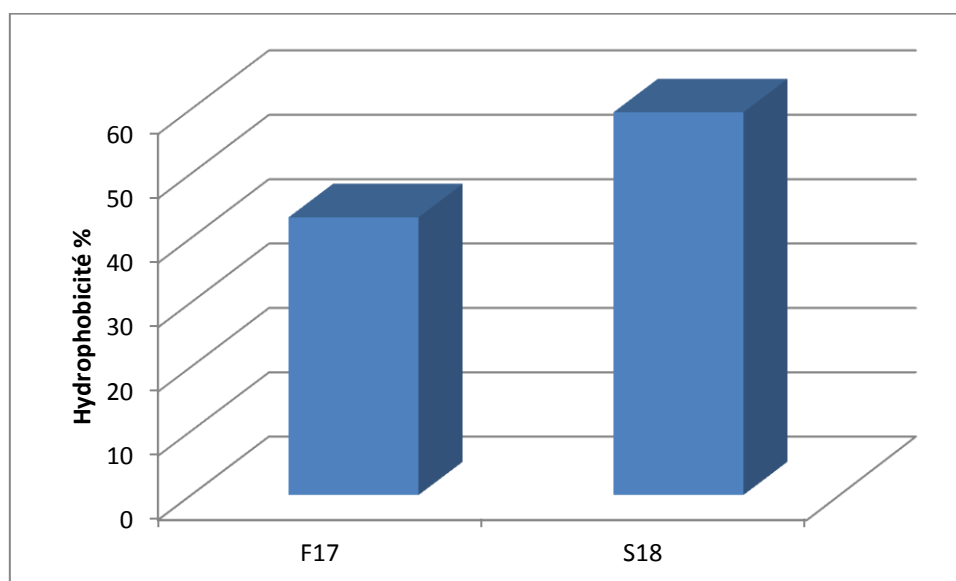
Il en ressort du **graphe 7** que les souches mises au test ont montré une résistance moyenne à pH 3 après 1h d'incubation. Alors que après 3h d'incubation, le nombre inoculé a connu une petite augmentation jusqu'à atteindre son maximum.

La tolérance au faible pH ne suffit pas pour prédire la survie d'une souche lors de son passage à travers l'appareil digestif, dans les conditions de l'estomac, l'étude de la tolérance à la bile et le suc pancréatique est aussi important pendant une période donnée. Le temps de transit peut être variable de 1h, 3h à 4h selon l'individu, l'alimentation et autres conditions, cela peut influencé la viabilité des bactéries probiotiques (Vizoso Pinto et *al.*, 2006).

❖ Test d'hydrophobicité

Ce test permet d'évaluer l'hydrophobicité de la surface cellulaire des souches vis-à-vis du xylène qui peut refléter le potentiel de colonisation des souches aux mucus intestinale.

La répartition des cellules entre la phase aqueuse et le xylène résulte de l'interaction hydrophobe entre les microorganismes et les hydrocarbures. Les pourcentages obtenus de l'adhérence des souches au xylène indiquent l'hydrophobicité de leur surface. Les résultats de ce test sont illustrés dans **le graphe 8**.



Graphe 9: Hydrophobicité des souches.

Ces résultats montrent que les souches mises au test présentent une hydrophobicité moyenne plus au moins faible, cela témoigne une bonne sélectivité des surfaces membranaires.

Nos résultats sont en accord avec ceux de (Ly-Chatain et *al.*, 2010) qui ont trouvé une hydrophobicité de 40% pour des souches de *Lc. lactis* ssp. *lactis* biovar. *diacetylactis* et

Streptococcus salivarius ssp. *thermophilus*. Tandis que *Lb. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* était plutôt hydrophile, avec une adhérence nulle à l'hexadécane. L'hydrophobicité de plusieurs souches de *Lc. lactis* d'origine laitière a été évaluée par (Giaouris et al., 2009). Ces derniers ont trouvé des valeurs qui oscillaient entre 5% et 88%.

L'hydrophobicité de la paroi cellulaire est une propriété physico-chimique qui facilite le premier contact entre les microorganismes et les cellules hôtes. Ainsi, elle semble être un facteur aidant à l'adhérence, mais elle ne contribue pas à une bonne adhésion (Roos et Jonsson, 2002 ; Guglielmotti et al., 2007).

Une étude conduite par (Iyer et al., 2010) a montré que l'hydrophobicité de deux Streptocoques était de 20 et 24%. D'après les travaux de (Guglielmotti et al., 2007), des espèces de *Lactobacillus* ont révélé une hydrophobicité qui varie entre 5% et 63%. Par ailleurs, dans une autre étude réalisée par (Pan et al., 2006), l'hydrophobicité de vingt-trois souches de *Bifidobacterium* était comprise entre 32% et 37%.

❖ Résistance au phénol

Les deux souches testées pour leur résistance au phénol à 0.4% pendant 24h, ont présenté une sensibilité vis-à-vis ce composé qui est traduite par l'absence de croissance.

❖ L'auto-agrégation

L'auto-agrégation permet aux cellules de former un biofilm sur les cellules de la muqueuses intestinale et former une barrière afin d'empêcher les bactéries pathogènes de se fixer sur les cellules de la muqueuse de l'hôte. Les souches étudiées montrent une autoagregation moyenne au cours des 5h d'incubation. Ces résultats sont en accord avec l'étude de (B. Kos et al., 2003) qui révèlent une relation entre l'auto-agrégation et l'adhésion de la souche *Lactobacillus acidophilus*

❖ Activité antibactérienne

L'activité antibactérienne des souches contre cinq souches pathogènes a été évaluée afin de mettre en évidence un éventuel pouvoir antagoniste.

La nature de l'agent inhibiteur :

Acide lactique :

Afin d'éliminer l'inhibition des bactéries pathogènes dû à l'acide lactique produit par les bactéries lactiques, nous avons opté pour l'utilisation du MRS tamponné à pH7. Les résultats obtenus révèlent une diminution de la zone d'inhibition.

Peroxyde d'hydrogène :

L'ensemble des souches produisent le peroxyde d'hydrogène, cet agent peut être dégradé par une enzyme qui est la catalase. Cette dernière est présente chez certaines bactéries pathogènes comme *Staphylococcus aureus*, *Listeria ivanovii*, *Listeria innocua* (Cogan et al., 1981).

Bactériophage :

Le test des phages s'est révélé négatif pour l'ensemble des souches, aucune plage de lyse n'est apparue, ce qui montre que l'inhibition antimicrobienne n'était pas due à la lysogène.

Bactériocine :

Afin de s'assurer que les substances inhibitrices produites sont de nature protéique, nous avons traité le surnageant des cultures par différents enzymes protéolytiques. Nous avons constaté l'absence des zones d'inhibition. Ce qui fait suggérer que les souches étudiées produisent une substance de nature protéique qui permet l'inhibition des autres bactéries indicatrices.

Les lactocoques sont capables de produire deux substances majeures (acide lactique et bactériocines) responsables de l'effet antagoniste. Les bactéries lactiques hétérofermentaires peuvent produire des quantités notables d'acides organiques autres que l'acide lactique et c'est le cas des *Leuconostocs* qui produisent autant d'acétate que de lactate. L'acide acétique exerce une forte action inhibitrice à l'encontre de nombreux microorganismes (Bourgeois et Larpent, 1996).

Par ailleurs, les lactocoques produisent des bactériocines à spectre varié d'inhibition où deux ont été particulièrement caractérisées : la nisine produite par *Lc. lactis* ssp. *lactis* a un spectre d'inhibition large touchant la plupart des lactocoques et d'autres germes à gram positif, et la diplococcine produite par *Lc. lactis* ssp. *cremoris* (Bourgeois et Larpent, 1996 ; Campos et al., 2006).

❖ La thermorésistante

La résistance des souches au traitement thermique est un pouvoir intéressant exploité dans l'industrie alimentaire ou pharmaceutique lors du passage des produits à la pasteurisation ou la stérilisation. Les souches testées ont montré une résistance à 60°C mais pas à 80°C.

❖ Résistance aux antibiotiques

Les résultats de la résistance et la sensibilité des souches aux antibiotiques sont groupés dans le **Tableau 20**. Les souches présentant un diamètre de zone d'inhibition supérieur à 15mm sont considérées comme résistantes.

Tableau 19 : Résultats de la résistance et la sensibilité aux antibiotiques des souches

Souches	C (30µg)	TE (30µg)	K (3µg)	S (10µg)	E (15µg)	CM (2µg)	RA (5µg)	OX (1µg)	P (6µg)	L (15µg)
F17	R	R	R	R	R	R	S	S	S	R
S18	R	S	R	R	S	R	S	R	S	R

(R) : résistante ; (S) : sensible

Il faut signaler que cette résistance et sensibilité trouvées dans notre étude, peuvent être liées à la concentration de chaque antibiotique d'où la nécessité de tester plusieurs concentrations pour confirmer les résultats. Nos résultats sont en accord avec les travaux de (Ana Belén Flórez et *al.*, 2005) qui ont étudié la sensibilité des bactéries lactiques isolées du fromage traditionnel aux antibiotiques, ces travaux ont montré la résistance de *Lactococcus lactis*, *Enterococcus spp* et *Lactobacillus spp* à quelques antibiotiques tels que : Chloranphenicol, Tetracycline, Clindamycine, Erythromycine.

Plusieurs études ont montré la résistance naturelle d'une gamme importante de bactéries lactiques aux antibiotiques (Botes et *al.*, 2008). La résistance de souches de *Leuconostoc sp.* à la Vanomycine, Gentamicine et la Chloramphénicol a été bien élucidée (Ogier et *al.*, 2008). De même que pour des espèces de *Lactococcus lactis* qui ont présenté une résistance à l'Ampicilline et la Vanomycine (Donohue, 2004).

L'utilisation de différentes souches lactiques en tant que probiotiques doit faire l'objet de travaux extrêmement attentifs (Marteau et *al.*, 2004) et sur une gamme très large qui touche toutes les familles d'antibiotiques. De même l'autorité Européenne de Sécurité Alimentaire, suggère que les probiotiques ne doivent pas avoir une résistance acquise aux antibiotiques (Zago et *al.*, 2011).

Notre étude a montré une bonne aptitude technologique et probiotique des souches sélectionnées, reste à approfondir ces travaux par l'exploitation *in vivo*.

Conclusion

CONCLUSION

La sécheresse et les conditions relativement défavorables des populations vivant dans les zones arides donnent une dimension particulière à un animal comme le dromadaire qui, en plus d'être utilisé pour le transport et les travaux des champs est surtout considéré comme un pourvoyeur de protéines nobles contenues dans ses principales productions, à savoir le lait et la viande.

Bien que pendant ces dernières décennies, le lait camelin a fait l'objet de multiples travaux de par le monde, il reste que très peu d'investigations ont porté sur le lait produit dans notre pays tant dans ses volets quantitatifs, liés aux conditions zootechniques de productions, que dans ses volets liés à sa qualité hygiénique et physico-chimique, ainsi qu'à son apport nutritionnel.

A travers cette étude, nous avons tenté d'apporter une modeste contribution à une meilleure connaissance de ce lait et nous avons ciblé l'analyse physico-chimique, l'isolement de la flore lactique, et enfin la valorisation de cette flore par l'étude de ses propriétés technologiques.

L'étude préliminaire consistant à collecter des renseignements par le biais d'une enquête réalisée auprès d'une trentaine d'éleveurs de la wilaya de Bechar a montré que :

- les dromadaires appartenant à « la population Ouled sidi cheikh » y sont prédominants ;
- la production laitière moyenne est estimée à 5.6 L/J, voire 7.5 L/J quand les conditions alimentaires sont favorables. La période de lactation est en moyenne de 18 mois.

Malgré toutes ces propriétés et caractéristiques le lait de chamelle demeure un produit relativement peu consommé et peu transformé car il n'est pas valorisé.

La variabilité des rendements laitiers notés est liée à celle de divers facteurs : stade de lactation, race, type d'élevage, saison...etc. Toutefois et, comme pour le bovin, l'alimentation du dromadaire reste le facteur le plus déterminant. En effet, selon plusieurs auteurs l'amélioration des conditions alimentaires (régimes riches en fourrages verts renfermant de la luzerne, du mélilot ou du chou) prolonge la période de lactation et augmente la quantité de lait produite jusqu'à atteindre parfois le double.

En conclusion il y a lieu de retenir que ce produit n'est pas apprécié à sa juste valeur par le citoyen d'une manière générale et par les éleveurs et les habitants du haut plateau et du sud où se pratique l'élevage du dromadaire en particulier.

L'identification des souches a été réalisée par la détermination des caractéristiques morphologiques, physiologiques et biochimiques. La totalité était des coques appartenant aux trois genres *Lactococcus* (53.74%), *Enterococcus* (32.14%) et *Leuconostoc* (14.28%) où *Lc. lactis* ssp. *lactis* et *Lc. lactis* ssp. *cremoris* sont les deux sous-espèces dominantes.

D'après les résultats de l'étude des aptitudes technologiques, nous avons pu déduire que, même au sein d'une même espèce, il existe des variations entre les souches autant au niveau de l'activité acidifiante que l'activité protéolytique et texturante. Cependant, les souches avaient de bonnes fonctionnalités technologiques.

Les résultats fournis par l'étude *in vitro* des aptitudes probiotiques des souches qui les composent, sont particulièrement intéressants. Les souches lactiques ont montré une résistance remarquable vis-à-vis des conditions hostiles : acidité, sels biliaires et sécrétions duodénales. Nos bactéries lactiques sont capables de synthétiser des substances inhibitrices ayant une activité antibactérienne, comme elles ont montré une bonne hydrophobicité et une capacité de s'adhérer au tissu épithéliale. Cependant une résistance modérée aux antibiotiques a été enregistrée.

Les résultats de notre recherche permettent d'ouvrir de nouvelles perspectives. Donc pour compléter ce travail sur la flore lactique du lait de chamelle, nous proposons :

Sur le plan technique, l'utilisation des techniques moléculaires pour une meilleure précision et signification de la microflore présente.

Sur le plan technologique, les souches de bactéries lactiques isolées peuvent faire l'objet :

- D'une mesure de leur résistance aux bactériophages, car cette caractéristique est directement reliée à la réussite ou non de la production fromagère.
- D'une meilleure caractérisation des activités enzymatiques des souches bactériennes, car la qualité des produits fermentés passe par une meilleure connaissance des activités métaboliques des bactéries lactiques.
- D'une étude *in vivo* des propriétés probiotiques des souches possédant des bonnes aptitudes *in vitro* (par exemple l'adhésion aux cellules épithéliales humaines).

Bibliographie

Bibliographie

ABDELGADIR, W.S., HAMAD, S.H., MÖLLER, P.L., JAKOBSEN, M., 2001. Characteristics of the dominant microbiota of Sudanese fermented milk Rob. Int. Dairy J., 11: 63-70.

ABDELMALEK, Y AND GIBSON, T., 1948. Studies in the bacteriology of milk. I. The Streptococci of milk. J. Dairy Res. 15: 233-248.

ABDEL-RAHIM A.G., 1987. The chemical composition and nutritional value of camel (*Camelus dromedarius*) and goat (*Capra hircus*) milk. *World Rev. Anim. Prod.*, **23**, 9-11.

ABDEL-SALAM, M.H., ALICHANIDIS, E and ZERFIRIDIS, G.K., 1993. Domiati and Feta type cheese, Cheese chemistry, physics and microbiology, Vol. 2, Ed, P.F.Fox.P (301-336). Elsevier Appl. Sci., London.

ABOU-DONIA, S. A., 1986. Egyptian Domiati soft white pickled cheese. N.Z. J. Daxy Sci. Technol. : 21:167-171.

ABU-LEHIA I.H., 1989. Physical and chemical characteristics of camel milk fat and its fractions. Food Chem., 34, p. 261-272.

ABU-LEHIA, I. H., 1989. Physical and chemical characteristics of camel milk fat and its fractions. Food Chemistry, 34,261e271.

ABU-TARBOUSH H. M., 1996. Comparision of growth and proteolytic activity of yogourt starters in whole milk from camels and cows. J. Dairy Sci., 79, 366-371.

ABU-TARBOUSH H. M., AL-DAGAL M.M. et AL-ROYLI M.A., 1998. Growth, viability and proteolytic activity of Bifidobacteria in whole camel milk. *J. Dairy Sci.*, 81, 354361.

ACCOLAS, J. P., BLOQUEL, R., et REGNIER J., 1977. Propriétés acidifiantes des

bactéries lactiques thermophiles en relation avec la fabrication du yaourt ; Lait. 67 : 1-23.

ACCOLAS, J.M., HEMME, D., DESMAZEAUD, M.J., VASSAL, L., BOUILLANE, C., VEAUX, M., 1980. Les levains lactiques thermophiles : propriétés et comportement en technologie laitière. Le Lait., 60: 487-524.

AGRAWAL R.P., SWAMI S.C., BENIWAL R., KOCHAR D.K., SAHANI M.S., TUTEJAF.C., et GHOURI S.K., 2003. Effect of camel milk on glycemic control risk factors and diabetes quality of life in type-1 diabetes: a randomised prospective controlled study Camel. Res. Pract., 10, 45-50.

AGRAWAL, R. P., BUDANIA, S., SHARMA, P., GUPTA, R and KOCHAR, D. K. (2007). Zero prevalence of diabetes in camel milk consuming Raica community of northwest Rajasthan, India. Diabetes Research and Clinical Practice, 76, 290-296.

AL HAJ O.A., AL KANHAL H.A., 2010.Compositional, technological and nutritional aspects of dromedary camel milk – review. International Dairy Journal xxx. P. 1-11.

ALAIS C., 1984. Science du Lait ; Principe des Techniques Laitières. SEPAIC, Paris.

ALBENZINO, M., CORBO, M.R., REHMAN, S.U., FOX, P.F., DE ANGELIS, M., CORSETTI, A., SEVI, A., GOBETTI, M., 2001. Microbiological and biochemical characteristics of Cane Strato Pugliese cheese made from raw milk, pasteurized milk or by heating the curd in hot whey. Int. J. Food Microbiol. 67: 35-48.

ALLOUI-LOMBARKIA O et al. 2007. Caractéristiques physico-chimiques et biochimiques du lait de chamelle et séparation de ses protéines par électrophorèse sur gel de polyacrylamide. Renc. Rech. Ruminants, 14.

ALONSO-CALLEJA C., CARBALLO J., CAPITA R., BERNARDO A., and GARCIA-LOPEZ M.L., 2002. Changes in the microflora of Valdeteja raw goats milk cheese

throughout manufacturing and repening. *Lebensmittel-Wissenschaft Und-Technologie* 35, 222-232.

AMEL SBOUI et al. 2009. Comparaison de la composition physicochimique du lait camelin et bovin du Sud tunisien; variation du pH et de l'acidité à différentes températures. *Afrique SCIENCE* 05(2) (2009) 293 – 304.

AMELLAL, R., 1995. La filière lait en Algérie entre l'objectif de la sécurité alimentaire et la réalité de la dépendance. *Ciheam, Option Méditerranéenne*, p 10.

AMMOR S., TAUVERON G., DUFOR E. et CHEVALIER I., 2006. Antibacterial activity of lactic acid bacteria against spoilage and pathogenic bacteria isolated from the same meat small-scale facility 1- Screening and characterization of antibacterial compound. *Food Control*. **17** : 454-461.

AMOROSSO, M.J. MANCA DE NADRA, M.C and OLIVIER. G., 1988. Glucose, galactose, fructose, lactose and sucrose utilization by *Lactobacillus bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* isolated from commercial yogurt. *Milchwissenschaft.*, 43: 626-632.

ANA BELEN FLOREZ., SUSANA DELGADO., BALTAZAR MAYO., 2005. Antimicrobial susceptibility of lactic acid bacteria isolated from a cheese environment. *Canadian Journal of Microbiology*. 51(1):51-8.

ANONYME., 1987. Le yaourt et ses ferments vivants. Qualités nutritionnelles. *Cah Nutr Diet*; 22: 3-15.

ANONYME 2., 1993. Le lait et produits laitiers dans la nutrition humaine, FAO, Rome.

ANONYME 3., 1995. Le lait et produits laitiers dans la nutrition humaine, FAO, Rome.

ANONYME-2., 2005. Statistiques des abattages de dromadaires, Inspection Vétérinaire de Ouargla.

A.O.A.C., 1960. Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D. C., U.S.A.

AOAC., 2000. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis.

AOAC., 2000. Official methods of analysis. Arlington, VA: Association of Official Analytical Chemists.

APPLEBAUM, P.C., CHAURUSHIYA, P.S. and JACOBS, M.R , 1984. Evaluation of Tye Rapid System for Species Identification of Streptococci. *J. Clin. Microbiol.*, 19: 588-591.

ARGYRI A.A., GEORGIA ZOUMPOPOULOU., KIMON-ANDREAS G., KARATZAS., EFFIE TSAKALIDOU., GEORGE- JOHN E.NYCHAS., EFSTATHIOS Z, PANAGOU., CHRYSOULA C. TASSOU., 2013. Selection of potential probiotic lactic acid bacteria from fermented olives by in vitro test. *F. Microbiol.* 33: 282-291.

ASLAM S. et QAZI J.I., 2010. Isolation of acidophilic lactic acid bacteria antagonistic to microbial contaminants. *Pakistan. J. Zool.* **42**(5) : 567-573.

AWAD, S., 2006. Texture and flavour development in Ras cheese made from raw and pasteurized milk. *Food Chemistry.*, 97: 394-400.

AWAD, S., EL-ATTAR, A. AHMED, N. and EL-SODA, M., 2002. Proteolysis and textures changes during the ripening of white soft cheese (Talaga). 1st Arab Mansoura Conf. Food. Dairy Sci. & Tech : 305-316

AXELLSSON, L.T., 1993. Lactic acid bacteria: classification and physiology. In: Salminen S., A. Von Wright (Eds.). Lactic acid bacteria. Marcel Dekker, New York, p: 1-64.

AYAD, E.H.E., 2001. Characterization of lactococci isolated from natural niches and their role in flavour formation of cheese. Ph.D. Thesis, Wageningen Agricultural University, Wageningen, The Netherlands, ISBN: 90-5808-403-5.

AYAD, E.H.E., NASHAT, S., EL SADEK, N., METWALY, H., EL SODA, M., 2004. Selection of wild lactic acid bacteria isolated from traditional Egyptian dairy products according to production and technological criteria. *Food Microbiol.*, 21: 715-725.

AYAD, E.H.E., OMRAN, N., and EL-SODA, M., 2006. Characterization of lactic acid bacteria isolated from artisanal Egyptian Ras cheese. *Le Lait.*, 86: 317-331.

BA DIAO M., 2000. La qualité du lait et produits laitiers. Communication à l'atelier de restitution de l'étude sur la filière lait au Sénégal. GRET / ENDA-GRAF Dakar,

BAANKREIS, R., 1992. The role of local peptidases in cheese ripening. Ph D. University of Amsterdam.

BADAWY, R.M. and KEBARY, K.M.K ., 1998. Influence of fat replacers on the quality of low Talaga cheese. 7th Egypt. Conf. Dairy Sci. & Techn: 197-208.

BADIS, A., GUETARNI, D., BOUDJEMA, M.B., HENNI, D, E., KIHAL, M., 2004. Identification and technological properties of lactic acid bacteria isolated from raw goat milk of four Algerian races. *Food Microbiol.* 21, 579-588.

BADIS A., LAOUABDIA S.N., GUETARNI D., KIHAL M. et OUZROUT R., 2005. Caractérisation phénotypique des bactéries lactiques isolées à partir de lait cru de chevre de deux populations caprines locales "arabia et kabyle". *Sci & Tech.* 23 : 30-37.

BAREFOOT S.F. et KLAENHAMMER T.R., 1983. Detection and activity of lacticin B, a bacteriocin produced by *Lactobacillus acidophilus*. *App. Env. Microbiol.* **45** : 1808-1815.

BAYOUMI S., 1990. Studies on composition and rennet coagulation of camel milk. *K. Milchwirtschaftliche Forsch.*, **42**, 3-8.

BEERENS H. et **LUQUET F. M.**, 1987. Guide pratique d'analyse microbiologique des laits et produits laitiers. Technique et Documentation, Lavoisier, Paris.

BEN-AISSA M. 1989. Le dromadaire en Algérie. Options Méditerranéennes – Série Séminaires (02), 19-28.

BENGOUMI M., FAYE B. et **TRESSOL J-C.** (1994). Composition minérale du lait de chamelle du sud marocain. Actes du Colloque : "Dromadaires et chameaux animaux laitiers", 24-26 octobre, Nouakchott, Mauritanie.

BENKERROUM N., MEKKAOUI M., BANNANI N., HIDANE K., 2004. Antimicrobial activity of camel's milk against pathogenic strains of *Echerichia coli* and *Listeria monocytogenes*. *International Journal of Dairy Technology*, vol 57, No1, 39-43.

BENMECHERNENE Z, CHENTOUF H.F., YAHIA B., GHAZI F., MARCOS QUINTELA-B., PILAR C-M., and JORGE B-V., 2013. Technological Aptitude and Applications of *Leuconostoc mesenteroides* Bioactive Strains Isolated from Algerian Raw Camel Milk. *BioMed Research International* Volume 2013, Article ID 418132, 14 pages. *Bioprocess engineering* 18; 479-485.

BERNET, M F., BRASSAR, D., NEESER, J. R. and **SERVIN A.**, 1993. Adhesion of human bifidobacterial strains to cultured human intestinal epithelial cells and inhibition of enteropathogen-cell interactions. *Applied and Environmental microbiology* 59, 4121-4128.

BERRADA N., LEMELAND J.F., LAROCHE G., THOUVENOT P., PIAIA M., 1991. *Bifidobacterium* from fermented milks: survival during gastric transit. *J. Dairy Sci.* 74 :409-413.

BRUNO F.A, LANKAPUTHRA W.E.V and **SHAH N.P.**, 2002. Growth, viability and

activity of *Bifidobacterium* spp. in skim milk containing prebiotics, *Journal of Food Science*, 67; 2740–2744.

BOTES M., VAN REENEN C.A. et DICKS L.M.T., 2008. Evaluation of *Enterococcus mundtii* ST4SA and *Lactobacillus plantarum* 423 as probiotics by using a gastro-intestinal model with infant milk formulations as substrate. *Int. J. Food Microbiol.* **128** : 362-370.

BOUIX D. et LEVEAU J.Y., 1980. Les levures : Techniques d'analyses et de contrôle dans les industries agro-alimentaires, le contrôle microbiologique. *Col. Sci. Tech. Agro. Ali.* **2** : 159-161.

BOURGEOIS C.M., et LARPENT J.P., 1996. Microbiologie alimentaire : Aliments fermentés et fermentations alimentaires. *Tec & Doc, Lavoisier*. Paris. 432-704.

BURNS P., VINDE ROLA G., BINETTI A., QUIBERONI A., DE LOS REYES-GAVILAN C.G. et REINHEIME R J., 2008. Bile-resistant derivatives obtained from non-intestinal dairy lactobacilli. *Int. Dairy J.* **18** :377-385.

CALDER P. C. and KEW S., 2002. The immune system: a target for functional foods. *Br. J. Immunol, Microbiol Infec Dis.* **30**: 111-118.

CAMPOS C.A., RODRIGUEZ O., CALO-MATA P., PRADO M. et BARROS-VELAZQUEZ J., 2006. Preliminary characterization of bacteriocins from *Lactococcus lactis*, *Enterococcus faecium* and *Enterococcus mundtii* strains isolated from turbot (*Psetta maxima*). *Food Res. Int.* **39** : 356-364.

CARDELLINO, R., ROSATI, A and MOSCOM, C., 2004. Current status of genetic resources, recording and production systems in Africa, Asia and America camelids FAO/CAR seminar on camelids. Sousse, Tunisia: Food and Agriculture Organization of the United Nations and International Committee for Animal Recording.

CARR F.J., HILL D., MAIDA N., 2002. The lactic acid bacteria: A literature survey. *Crit. Rev. Microbiol.* **28**, 281-370.

CHEHMA A. et **LONGO H.F.**, 2004. Bilan azoté et gain de poids chez le dromadaire et le mouton, alimentés à base de sous-produits de palmier dattier, de Drinn "*Stipagrostis pungens*" et de paille d'orge. Cahiers Agricultures, vol. 13, n°2. pp. 221-226.

CHEHMA A., 2005. Etude floristique et nutritive des parcours Camelins du Sahara septentrional algérien. Cas des régions d'Ouargla et de Ghardaïa. Thèse Doctorat d'état. Université Badji Mokhtar – Annaba. 178 p.

CHERIGUENE A., CHOUG RANI F. et **BENSOLTANE A.**, 2006. Identification and characterization of lactic acid bacteria isolated from goat's Algerian milk. *Pakistan J. Biol. Sci.* **9**(7) : 1242-1249.

CHARTERIS, W.P., KELLY, P.M., MORELLI, L., COLLINS, J.K., 1998. Antibiotic susceptibility of potentially probiotic *Bifidobacterium* isolates from the human gastrointestinal tract. *Lett. Appl. Microbiol.* **26**, 333-337.

CHETHOUNE F., 2011. Etude des caractéristiques physicochimiques, biochimiques et la qualité microbiologique du lait camelin pasteurisé, en comparaison avec le lait camelin cru. Thèse de magister en Microbiologie Appliquée, Université de KASDI MERBAH OUARGLA.

CHISSOV V.I. et **YAKUBOVSKAYA R.I.**, 1995. Cite par **KANUSPAYEVA et al.**, 2003.

COGAN T.M., DOXD O., et **MELLERICK D.**, 1981. Effects of pH and sugar on acetoin production from citrate by *Leuconostoc lactis*. *Appl. Environ. Microbiol.* **41** :1-8.

CORRERA A., 2006. Thèse de doctorat en écologie et gestion de la biodiversité. Muséum national d'histoire naturelle Paris.

CROW V.L., HOLLAND R., PRITCHARD G.G. et **COOLBEAR T.**, 1994. The diversity of potential cheese ripening characteristics of lactic acid bacteria. *Int. Dairy J.* **4** :

723-742.

DEBUYSER M. L. 1991. Méthodes d'évaluation des microflores à incidence sanitaire: les staphylocoques coagulase+. In techniques d'analyse et contrôle dans les IAA, Le contrôle microbiologique, Tec. & Doc., Vol.3 : 2^{ème} Ed, Lavoisier. Paris.

De MAN., J., ROGOSA M., SHARPE M.E., 1960. A medium for the cultivation of *Lactobacillus*. *J. App. Bacteriol.* 23, 130-135.

DENG Y., RYU J.H., BEUCHAT L.R., 1999. Tolerance of acid adapted and non adapted *Escherichia coli* O157:H7 cells to reduced pH as affected by type of acidulant. *J. Appl Microbiol.* 88: 203-210

DIARRA M.S., PETITCLERC D. et LACASSE P., 2002. Effect of lactoferrin in combination with Penicillin on the Morphology and the Physiology of *Staphylococcus aureus* Isolated from Bovine Mastitis. *J. of Dairy Sci.* 85, 1141-1149.

DIENG M. 2001. Contribution à l'étude de la qualité microbiologique des laits caillés industrielles commercialisés sur le marché Dakarois Th. Méd. Vét., n°10, Dakar, Sénégal111p.

DOLEYRES Y., PAQUIN C., LEROY M. et LACROIX C., 2002. *Bifidobacterium longum* ATCC 15707 cell production during free- and immobilized-cell cultures in MRS-whey permeate medium. *App. Microbiol. Biotechnol.* **60** : 168-173.

DENOHUE D.C., 2004. Safety of novel probiotic bacteria. In: Lactic acid bacteria: microbiological and functional aspects (Salminen S., Wright A.V. et Ouwehand A.). 3^e Ed., Marcel Dekker, Inc. New York. 531-546.

DRICI H., 2001. Etude biochimique de la protéolyse chez *Lactococcus lactis* subsp. *diacetylactis* et recherche du support génétique des protéases. Thèse de Magister. Université d'Oran.

DRICI H., GILBERT C., KIHAL M. et ATLAN D., 2009. Atypical citrate-fermenting *Lactococcus lactis* strains isolated from domedary's milk. *J of App Microb* ISSN 1364-5072.

EI AGAMY E.I., RUPPANNER R., ISMAIL A., CHAMPAGNE C.P. et ASSAF R., 1996. Purification and characterization of lactoferrin, lactoperoxidase, lysozyme and immunoglobulins from camel's milk. *Int. Dairy J.*, 6, 129-145.

EL AGAMY., 1992. Antibacterial and antiviral activity of camel milk protective proteins. *J.Dairy. Res.*, 59: 169-175.

EL IMAM ABDALLA A., 2012. Composition and Anti-Hypoglycemic Effect of Camel Milk. In Proceedings of the 3rd Conference of the International Society of Camelid Research

EL-AGAMY E.I., 2000. Effect of heat treatment on camel milk proteins with respect to antimicrobial factors : a comparison with cow's and buffalo. *Food Chem.*, 68, 227-232.

EL-AGAMY E.I., NAWAR M., SHAMSIA S.M., AWAD, S and HAENLEIN, G.F. W., 2009. Are camel milk proteins convenient to the nutrition of cow milk allergic children. *Small Ruminant Research*, 82, 1-6.

EL-AMIN F. M. et WILCOX J. 1992. Composition of Majaheim camels. *J. Dairy Sci.*, 75, 3155-3157.

ELAYAN, A.A., A.M.E. SULIEMAN and F.A. SALEH., 2008. The hypocholesterolemic effect of Gariss and Gariss containing bifidobacteria in rats fed on a cholesterol-enriched diet. *Asian J. Biochem.*, 3: 43-47.

ELKHIDIR H.E., 2002. Vitamin C status in Sudanese camels. PhD Thesis, University of Utrecht (The Netherlands), 98 p.

ELLOUZE S. et KAMOUN M., 1989. Evolution de la composition du lait de dromadaire en fonction du stade de lactation. *Options Méd.*, 6, 307-323.

ELO S., SAXELIN M., and SALMINEN S., 1991. Attachement of *Lactobacillus casei* strain GG to human colon carcinoma cell: comparison with other dairy strains. *In applied microbiology*, 32.154-156.

EREIFEJ K.I., ALU'DATT M.H., ALKHALIDY H.A., ALLI I. et RABABAH T., 2011. Comparison and characterisation of fat and protein composition for camel milk from eight Jordanian locations. *Food Chemistry* 127, p. 282-289.

EZE E.N., 1977. cité par **DIENG.,** 2001.

FAO et OMS., 2002. Guidelines for the evaluation of probiotics in food, report of a joint FAO/WHO working group on drafting guidelines for the evaluation of probiotics in Food.

FAO., 2009. Camel milk. Retrieved from. <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/en/dairy/camel>.

FAO., 2014. Camel milk. Retrieved from. <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/en/dairy/camel>.

FARAH Z. et RÜEGG M.W., 1991. The creaming properties and size distribution of Fat globules in camel milk. *J. Dairy Sci.*, 74, 2901-2904.

FARAH Z., 2004. Milk. In Z. Farah, A. Fisher (Eds), *Milk and meat from the camel. Handbook on products and processing*. P. 25-28. Zurich. Switzerland. Swiss Federal Institute of Technology.

FARAH Z., RETTENMAIER R. et ATKINS D., 1992. Vitamin content of camel milk. *Internat. J. Vitam. Nutr. Res.*, 62, 30-33.

FARAH, Z., FARAH-RIESEN, M., 1985. Separation and characterization of major components of camel milk casein. *Milchwissenschaft* 40 (11) 669-671

FARAH. Z., 1993. Composition and characteristics of camel milk. *J.Dairy.Res.*, 60: 603-626.

FAYE B. et MULATO O.C., 1991. Facteurs de variation des paramètres protéoénergétiques, enzymatiques et minérales chez le dromadaire de Djibouti. *Rev. Elev. Méd. Vét. Des Pays Trop.*, 44, 325-334.

FAYE B., 1997. Guide de l'élevage du dromadaire. Editions SANOFI. Santé Nutrition Animale. 126 p.

FAYE B., 2003. Performances et productivité laitière de la chamelle: les données de la littérature. Actes de l'Atelier International sur : "Lait de chamelle pour l'Afrique", 5-8 novembre, Niamey, Niger.

FAYE B., 2004. Performances et productivité laitière de la chamelle: les données de la littérature. Lait de chamelle pour l'Afrique. FAO. Rome. P. 7-15.

FAYE B., JOUANY J.P., CHACORNAC J.P. et RATOVOANAHARY M., 1995. L'élevage des grands camélidés. Analyse des initiatives réalisées en France. In INRA production animale. n° 8. Volume 1. P 3-17.

FAYE B., KONUSPAYEVA G., MESSAD S. et LOISEAU G., 2008. Discriminant milk components of Bactrian camel (*Camelusbactrianus*), dromedary (*Camelusdromedarius*) and hybrids. *Dairy Science and Technology*, 88. P. 607-617.

FERNANDE Z L., BEERTHUYZEN M.M., BROWN J., COOLBEAR T., HOLLAND R. et KUIPERS O.P., 2000. Cloning, characterization, controlled overexpression and inactivation of major tributyrin esterase gene of *Lactococcus lactis*. *App. Env. Microbiol.* **66** : 1360-1368.

FIELD C.R., 1979. Camel growth and milk production in marsabit district, northern Kenya. *Provisional Report*, **6**, 215-240.

FIL., 1983. Determination of fat content - Gerber butyrometer.

FOOKS L.J and GIBSON G.R., 2002. Probiotics as Modulators of the Gut Flora.

British Journal of Nutrition 88, 1; S39-S49.

FULLER., 1989. Probiotics in man and animals. *J. Appl. Bacteriol.*, 66, 365-378.

GHENNAM E.H., ALLOUI-LOMBARKIA O., GHENNAM A., 2007. Evolution de quelques caractères physico-chimiques et flore microbienne du lait de dromadaire conservé aux températures ambiante et de réfrigération. *Renc.Rech.Ruminants*, 14.P. 109.

GIAOURIS E., CHAPOT -CHARTIER M.P. et BRIANDET R., 2009. Surface physicochemical analysis of natural *Lactococcus lactis* strains reveals the existence of hydrophobic and low charged strains with altered adhesive properties. *Int. J. Food Microbiol.* **131** : 2-9.

GILL H.S., 2003. Probiotics to enhance anti-infective defences in the gastrointestinal tract. *Best Pract Res Clin Gastroenterol.* 17:755-73.

GLASS R.L., TROOLIN H.A. and JENNESS R., 1967. Comparative biochemical studies of milks ; IV : constituent fatty acids of milk fats. *Comp. Biochem. Physiol.*, **22**, 415-425.

GNAN S.O. and SHEREHA A. M., 1986. Composition of Libyan camel's milk. *Aust. J. Dairy Techn.*, **41**, 33-35.

GNAN S.O., MOHAMED M.O., SHEREHA A.M. et IWEGBE A.O., 1994b. Fermentation ability of camel's milk. Actes du Colloque : "Dromadaires et chameaux animaux laitiers", 24-26octobre, Nouakchott, Mauritanie.

GORBAN A.M.S. et IZZELDIN O.M., 1997. Mineral content of camel milk and colostrum. *J. Dairy Techn.*, 64, 471-474.

GOURNIER-CHATEAU N., LARPENT J.P., CASTILLANOS M.I et LARPENT J.L., 1994. Les probiotiques en alimentation animale et humaine. Editions Tec et Doc, Lavoisier, Paris, France pp. 1-192.

GREAUME A., 1975. Le lait cru : ce qu'il doit être, comment l'obtenir. Th. Méd. Vét., Toulouse, n° 102,90 p.

GUESSAS B. et KIHAL M., 2004. Characterization of lactic acid bacteria isolated from Algerian arid zone raw goats' milk. *African J. Biotechnol.* **3**(6) : 339-342.

GUESSAS B., 2007. Potentialités métaboliques des bactéries lactiques isolées du lait cru de chèvre dans le bi control des *Staphylococcus aureus*. Thèse de Doctorat d'Etat. Université d'Oran. Algérie.

GUIRAUD J.P. et GALZY P., 1980. L'analyse microbiologique dans les industries alimentaires. L'analyse microbiologique dans les industries alimentaires. *Les éditions de l'usine nouvelle*. 1-239.

GUGLIELMOTTI D.M., MARCO M.B., GOLOWEZYE M., REINHEIMER J.A. et QUIBERONI A.D.L., 2007. Probiotic potential of *Lactobacillus delbrueckii* strains and their phage resistant mutants. *Int. Dairy J.* **17** : 916-925.

GUSILS C., CHAIA A.P., OLIVIER G. et GONZALEZ S., 2010. Microtechnique for identification of lactic acid bacteria. *Methods in molecular biology*, Vol. **268** : Public Health Microbiology: Methods and Protocols. *Humana Press*. Totowa. 453-458.

H. F. LONGUO, A. CHELMA, A. OULED BELCHER., 1989. Quelques aspects botaniques et nutritionnels des pâturages du dromadaire en Algérie. Options Méditerranéennes, CIHEAM, n° 2, 47-53.

HADDADIN M.S.Y., GAMMOH S.I. et ROBINSON R.K., 2008. Seasonal variations in the chemical composition of camel milk in Jordan. *Journal of Dairy Research* **75** (1), p. 8-12.

HADEF SAWSEN., 2012. Evaluation des aptitudes technologiques et probiotiques des bactéries lactiques locales. Thèse de Magister en Microbiologie Appliquée. Université Kasdi Merbah Ouargla.

HARIRI A., OUIS N., SAHNOUNI F., et BOUHADI D., 2009. Mise en œuvre de la fermentation de certains ferments lactiques dans des milieux à base des extraits de caroube. Rev. Microbiol. Ind. San et Environn. P : 37-55.

HASSAÏNE O., ZADI-KARAM H. et KARAM N.E., 2007. Technologically important properties of lactic acid bacteria isolated from raw milk of three breeds of Algerian dromedary (*Camelus dromedarius*). Afr. J. Biotechnol. **6** (14) : 1720-1727.

HASSAÏNE O., 2002. Comparaison de l'activité protéolytique chez les souches de *Lactococcus lactis*. Thèse de Magister. Université d'Oran.

HASSAN A.A., HAGRASS A.E., SORYAL K.A. et EL-SHABRAWY S.A. 1987, cité par **SIBOUKEUR.** 2007.

HOLCOMB J.E, FRANK J.F, McGREGOR J.U., 1991. Viability of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium bifidum* in soft-serve froze yogurt. Cult Dairy Prod. J. 26 : 4-5.

HOLZAPFEL W.H., HABERER P., SNEL J., SCHILLINGER U., HUIS VELD J.H., 1998. Overview of gut flora and probiotics. International Journal of Food Microbiology, 41, 85-101.

HOSSEINI S. V., ARLINDO S., OHME K.B., FERNANDEZ-NO C., CALO-MATA P., and J. BARROS-VELAZQUEZ., 2009. Molecular and probiotic characterization of bacteriocin-producing *Enterococcus faecium* strains isolated from non-fermented animal foods,” Journal of Applied Microbiology, vol.107, no.4, pp.1392–1403.

HUDAULT S., LIÉVIN V., BERNET-CAMARD M.F., SERVIN A.L., 1997. Antagonistic activity in vitro and in vivo exerted by *Lactobacillus casei* (strain GG) against *Salmonella typhimurium* infection. Appl Environ Microbiol, 63: 513-518.

HULSEBUS C., 1999. Cité par **KANUSPAYEVA G.** 2007.

HYDROMINUS B., Le MARREC P., HADJ SASSI A. et DESCHAMPS A., 2000. Acid

and bile tolerance of spore-forming lactic acid bacteria. *Int. J. Food Microbiol.* **61** : 193-197.

IDOUI T. ET KARAM N.E., 2008. Lactic acid bacteria from Jijel's butter: isolation, identification and major technological traits. *Gr. Y. Aceites.* **59(4)** : 361-367.

IDOUI T., 2008. Les bactéries lactiques indigènes : Isolement, identification et propriétés technologiques. Effet probiotiques chez le poulet de chair ISA15, le lapin de souche locale et le rat Wistar. Thèse de Doctorat d'Etat. Université d'Oran, Algérie. 179.

IDOUI T., BOUDJERDA J., LEGHOUCI E. et KARAM N.E., 2009. Lactic acid bacteria from "Sheep's Dhan", a traditional butter from sheep's milk: Isolation, identification and major technological traits. *Gr. Y. Aceites.* **60 (2)**: 177-183.

IQBAL A., GILL R.A., YOUNAS M., 2001. Milk composition of Pakistani camel (*Camelus dromedarius*) kept under station/farmer's conditions. *Emir. J.Aric.Sci.* (13): 07-10.

ISMAÏL, M.D., AL-MUTAÏRI S.E., 1998. Milk production potential of dairy camels in Northern Saudi Arabia. Dans Dromadaires et chameaux, animaux laitiers: actes du colloque de Nouakchott, Mauritanie, 24-26 octobre 1994, Coll. Colloques, CIRAD, Montpellier, France.

IYER R., TOMAR S.K., UMAMAHESWARI T., SINGH R., 2010. *Streptococcus thermophilus* strains:

IYER R., TOMAR S.K., UMAMAHESWARI T., SINGH R., 2010. *Streptococcus thermophilus* strains: multifunctional lactic acid bacteria. *Int. Dairy J.* **20** : 133-141.

JEANTET R., CROGUENNEC T., SCHUCK P. ET BRULE G., 2006. Science des aliments : Technologie des produits alimentaires. *Tec & Doc, Lavoisier*, Paris. **2** : 40-55.

JOFFIN C. et JOFFIN J.N., 1999. Microbiologie alimentaire. *Ed. Centre Régional de Documentation*

JOUAN P., 2002. Lactoprotéines et lactopeptides. Propriétés biologiques. INRA publ., Versailles, 127 p.

JUILLARD V., SPINLER H.E., DESMAZEAUD M.J. ET BOQUIEN C.Y., 1987. Phénomènes de coopération et inhibition entre les bactéries lactiques utilisées en industrie laitière. *Le lait*. **67** : 149-

KACEM M. et KARAM N.E., 2006. Physicochemical and microbiological study of “shmen”, a traditional butter made from camel milk in the sahara (Algeria): isolation and identification of lactic acid bacteria and yeasts. *Gr. Y. Aceites*. **57**(2) : 198-204.

KADIM I.T. et MAHGOUB O., 2004. Cattle genetic resources. A report on three Arabian Gulf countries. ICAR Technical Series n°11. p.

KADIM ISAM T., MAHGOUB OSMAN., FAYE BERNARD., FAROUK MUSTAFA M., 2012. Camel meat and meat products. Wallingford : CABI, 258 p. ISBN 978-1-78064-101-0

KAGEMBEA J. M., 1984. Contribution à l'étude de la salubrité des laits caillés et yaourt à Dakar. Th. Pharm., Dakar, n° 24.

KAILASAPATHY K., 2002. Microencapsulation of probiotic bacteria : technology and potential applications. *Curr. Issues. Intest. Microbiol.* **3** : 39-48.

KAMOUN M., 1994. Evolution de la composition du lait de dromadaire durant la lactation : conséquences technologiques. Actes du Colloque : "Dromadaires et chameaux animaux laitiers", 24-26-octobre 1994, Nouakchott, Mauritanie.

KAMOUN M., et RAMET J. P., 1989. Conservation et transformation du lait de dromadaire. CIHEAM-IAMM. Options méditerranéennes. Séries séminaires n° 6, p. 229-231.

KANUSPAYEVA G., FAYE B. et SERIKBAEVA A., 2003. Les produits laitiers traditionnels à base de lait de chamelle en Asie centrale. Workshop on camel milk in Africa. FAO-CIRAD-KARKARA, Niamey (Niger), 5-8/11/03 (in press).

KAPPELER S., 1998. Compositional and structural analysis of camel milk proteins with emphasis on protective proteins. Diss. ETH n° 12947, Zurich, Suisse.

KARAM N., 1995. Constitution d'un soucier de bactéries lactiques à intérêt biotechnologique.

KARAM N-E et KARAM H., 2006. Bactéries lactique du lait de chamelle d'Algérie: mise en évidence de souche de *Lactococcus* résistante au sel. *Tropicultua*, 24, 153-156.

KARAM N-E., DELLALI A et KARAM Z.H., 2012. Activité lipolytique chez les bactéries lactiques. *Renc. Rech. Ruminants*, 2012, 19.

KARRAY N., LOPEZ C., LESEIR P. and OLLIVON M., 2004. Dromadary milk fat : thermal and structural properties ; 1. crystalline forms obtained by slow cooling. *Lait*, **84**, 399-416.

KARUE C.N., 1994. The Dairy Characteristics of Kenyan Camel. Actes du Colloque : "Dromadaires et chameaux animaux laitiers", 24-26-octobre, Nouakchott, Mauritanie.

KAUR I.P., CHOPRA K., and SAINI A., 2002. Probiotics: potential pharmaceutical applications. *Eur. J.Pharm. Sci.* 15(1): 1-9.

KEMPLER G.M., MCKAY L.L., 1980. Improved medium for detection of citratefermenting *Streptococcus lactis* subsp *diacetylactis*. *J. Appl. Environ. Microbiol.*, 39, 956-927.

KHALID N.M. et MARTH E.H., 1990. Lactobacilli, their enzymes and role. In: Ripening and spoilage of cheese. *Rev. Dairy Sci.* **73** : 158-167.

KHALIL I. EREIFEJ , MUHAMMAD H. ALUDATT, HANA A. ALKHALIDY , INTEAZ ALLI, TAHA RABABAH., 2011. Comparison and characterisation of fat and protein composition for camel milk from eight Jordanian locations ; Food Chemistry 127: 282–289.

KHEROUATOU N. NASRI M. et ATTIA H., 2003. A study of the dromedary milk casein micelle and its changes during acidification. Brazilian Journal of Food Technology: 6. P. 237244.

KIHAL M, 1996. Etude de la production de dioxyde de carbone par *Leuconostoc mesenteroides*, éléments d'application en technologie fromagère type fromage bleu. Thèse de Doctorat d'Etat. Université d'Oran Algérie.

KILIC G.B., 2013. Determination potential probiotic properties of human originated *Lactobacillus plantarum* strains. Biotechnology and

KIMOTO-NIRA H., KOBAYASHI M., NOMURA M., SASAKI K. ET SUZUKI C., 2009. Bile resistance in *Lactococcus lactis* strains varies with cellular fatty acid composition: Analysis by using different growth media. *Int. J. Food Microbiol.* **131** : 183-188.

KLIJIN N., WEERKAMP A.H., et DE VOS W.M., 1995. Detection and characterization of lactose-utilizing *Lactococcus* spp. In natural ecosystems. *App Environ Microbiol* 61, 788-792.

KNOESS K.H., 1977. The camel as a meat and milk animal. *World Animal Rev.*, 22, 39– 44.

KNOESS K.H., MAKJDUN A.J., RAFIG M. and HAFEEZ M., 1986. Milk Production Potential of the Dromedary with special reference to the province of Punjab *World Anim. Rev.*, 57, 11 -21.

KONUSPAYEVA G., FAYE B. et LOISEAU G., 2009. The composition of camel milk: A meta-analysis of the literature data. *Journal of Food Composition and Analysis* 22, p. 95101.

KONUSPAYEVA, G., FAYE, B., LOISEAU, G., and LEVIEUX, D., 2007. Lactoferrin and immunoglobulin contents in camel's milk (*Camelus bactrianus*, *Camelus dromedarius*, and hybrids) from Kazakhstan. *Journal of Dairy Science*, 90, 38, 46.

KOPP-HOOLIHAN, L., 2001. Prophylactic and therapeutic uses of probiotics: a review. *J Am Diet Assoc*_101 (2): 229-38; quiz 239-41.

KOS B., SUSKOVIC J., VUKOVIC S., SLMPRAGA M., FRECE J., and MOTASIC S., 2013. Adhesion and aggregation ability of probiotic strain *Lactobacillus acidophilus* M92. *Journal of applied microbiology*. 94. 981-987.

KUMARI A., MAKEEN K., GARG A.P., MAROTTA F., GUPTA1 C. et DIVYA., 2009. Effet of the bacteriocin produced by *Lactococcus lactis subsp. lactis* CCSUB202, on mode of action of *Lactococcus lactis subsp. lactis* MTCC3038. *Int. J. Prob. Preb.* 4(3) : 1-6.

LABIOUI H., ELMOUALDI L., EL YACHIOUI M. ET OUHSSINE M., 2005. Sélection de souches de bactéries lactiques antibactériennes. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*. 144 : 237-250.

LAHELEC C. et COLIN P., 1991. Méthode d'évaluation des différentes microflore à incidence technologique: la flore psychrotrophe. In : techniques d'analyses et contrôle dans les IAA, Tee. & Doc., Vol.3, 2^{ème} Ed., Lavoisier, Paris.

LAMOUREUX L., 2000. Exploitation de l'activité β -galactosidase de cultures de bifidobactéries en vue d'enrichir des produits laitiers en galacto-oligosaccharides. *National Library of Canada*. 23-47.

LANKAPUTHRA W.E.V., SHAH N.P., 1995. Survival of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium* spp in the presence of acid and bile salts. *Cult. Dairy Prod. J.* 30:2-7.

LARPENT J.P., 1997. Microbiologie alimentaire. *Tec & doc, Lavoisier.* Paris 10-72.

- LAW J.** et **HAANDRIKMAN A.**, 1997. Proteolytic enzymes of lactic acid bacteria. *Int. Dairy J.* 1-11.
- LE HOUEROU H.N.**, 1990. Définition et limites bioclimatiques du sahara. Sècheresse, 1 (4) .pp. 246-259.
- LECOQ R.**, 1965. Manuel d'analyses alimentaires et expertises usuelles. *Doin*. Paris. 1304-1311.
- LEROY F.** et **DE VUYST L.**, 2004. Lactic acid bacteria as functional starter cultures for the food fermentation industry. *Tre.FoodSci. Technol.* **15** : 67-78.
- LEROY F.** et **DE VUYST L.**, 2007. Bacteriocins from lactic acid bacteria: production, purification, and food applications. *Mol. Microbiol. Biotechnol.* **13** : 194-199.
- LEROY S., LEBERT I., CHACORNAC J.P., CHEVALIER I.** et **TALON R.**, 2007. Identification et caractérisation de la flore d'intérêt technologique : bactéries lactiques et staphylocoques à coagulase négative. *Sci. Tec. V. Prod. Carnés.* **25**(5) : 172.
- LEVEAU J.Y.** et **BOUIX M.**, 1993. Microbiologie industrielle : les microorganismes d'intérêt industriel. *Tec & Doc, Lavoisier*. Paris. 85-87.
- LEVEAU J.Y., BOIUX M.** et **DE ROISSART H.B.**, 1991. La flore lactique : technique d'analyse et de contrôle dans les industries agroalimentaires. 2^e Ed., *Tec & Doc, Lavoisier*. Paris. **3** : 2-40.
- LILLY, D.M.** et **STILLWELL, R.H.**, 1965. Probiotics:Growth-promoting factors produced by microorganisms. *Science*.147: 747-748.
- LIN T.Y.** et **CHIEN M.F.C.**, 2007. Exopolysaccharides production as affected by lactic acid bacteria and fermentation time. *Food .Chem.* **100** : 1419-1423.
- LINDEN G.**, 1994. Cité par KANUSPAYEVA G. 2007.

LOISEAU G., FAYE B., SERIKBAEVA A., MONTET D., 2001. Enzymes ability to serve as markers of pasteurized camel milk. Int. Conf. On new horizons in biotechnology, 1821 avril 2001, Trivandrum, Inde.

LONGO H F, CHEHMA A et OULAD BELKHIR A., 1988. Quelques aspects botaniques et nutritionnelles des pâturages du dromadaire en Algérie. Option méditerranéennes série séminaires, n° 2, 1989. pp. 47-53.

LOOIJESTEIJN P.J., TRAPEL L., DE VRIES E., ABEE T. ET HUGENHOL TZ J., 2001. Physiological function of exopolysaccharides produced by *Lactococcus lactis*. *Int. J. Food Microbiol.* **64** : 71-80.

LUQUET F.M. et CORRIEU G., 2005. Bactéries lactiques et probiotiques. *Tec & Doc, Lavoisier*. Paris.

LY-CHATAIN M.H., LE M.L., THANH M.L., BELIN J.M. et WACHE Y., 2010. Cell surface properties affect colonisation of raw milk by lactic acid bacteria at the microstructure level. *Food Res. Int.* **43**.

MAGHNIA DJAMILA., 2011. Etude de potentiel technologique des bactéries lactiques isolées des aliments fermentés traditionnels Algériens. Thèse de Magister en Microbiologie Alimentaire. Université d'Oran.

MAHAUT M., JEANTET R. et BRULE G., 2000. Initiation à la technologie fromagère. *Tec & Doc, Lavoisier*. Paris. 154-180.

MAILLOT M., 1985. Les toxi-infections alimentaires par les produits laitiers Th. Méd. Vét., Toulouse, n° 85, 99 p.

Mal G. et Pathak K.M.L., 2010. Camel milk and milk products. Milk and milk products. SMVS' Dairy Year Book, p. 97-103.

MANGIA N.P., MURGIA M.A., GARAU G., SANNA M.G. et DEIANA P., 2008. Influence of selected lab culturs on the evolution of free amino acids, free fatty acids and

Fiore Sardo cheese microflora during the ripening. *Food Microbiol.* 25 : 366-377.

MANNU L., COMUNIAN R., et SCINTU M.F., 2000. Mesophilic lactobacilli in flore Sardo cheese : PCR- identification and evolution during cheese ripening. *International Dairy Journal* 10, 383-389.

MARTEAU P. ET SEKSIK P., 2004. Place des probiotiques dans la prévention et le traitement des diarrhées postantibiotiques. *Re. Fran. Lab.* 73-76.

MARTINEZ D., 1989. Note sur la production de lait de dromadaire en secteur périurbain en Mauritanie. *Revue Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 42, 115–116.

MARTLEY F.G., 1983. Temperature sensitivities of thermophilic starter strains. *New Zeal J. Dairy.*

MARRUG J.D., MEIJER W., VAN KRANENBURG R., LAVERMAN P., BRUINENBERG P.G., et DE VOS W.M., 1995. Medium-dependent regulation of proteinase gene expression in *Lactococcus lactis* : control of transcription initiation by specific dipeptides. *J Bacteriol* 177, 2982-2989.

MATHARA J.M., SCHILLINGER U., GUIGAS C., FRANZ C., KUTIMA P.M., MBUGUA S.K., SHIN H.K. et HOLZAPFEL W.H., 2008. Functional characteristics of *Lactobacillus* spp. from traditional Maasai fermented milk products in Kenya. *Int. J. Food Microbiol.* 126 : 57-64.

MATHIEU J., 1998. Initiation à la Physico-Chimie du Lait. Tec. Doc., 1ère Ed., Lavoisier, Paris.

MATHOT A.G., KIHAL M., PREVOST H., et DIVIES C., 1994. Selective enumeration of *Leuconostoc* on Vancomycin agar medium. *International Dairy Journal*, 4, 459-469.

MATTILA-SANDHOLM T., MATTO J., and SAARELA M., 1999. Lactic acid bacteria with health claims– interactions and interference with gastrointestinal flora. *International*

Dairy Journal. 9:25-35.

MAYEYX J.V., SANDINE W.E et ELLIKER P.R., 1962. A selective medium for detecting *Leuconostoc* in mixed-strain starter cultures. *J. Dairy Science*, 45:655-656.

MÄYRÄ-MÄKINEN A. et BIGRET M., 2004. Industrial use and production of lactic acid bacteria. *In : Lactic acid bacteria: microbiology and functional aspects* (Salminen S., Wright A.V. et Ouwehand A.). 3^e Ed., Marcel Dekker, Inc. New York. 73-102.

MCDONALD L.C., FLEMING H.P. et HASSAN H.M., 1990. Acid tolerance of *Leuconostoc mesenteroides* and *Lactobacillus plantarum*. *App. Env. Microbiol.* **56** (7): 2120-2124.

MEDJOUR ABDELHAK., 2014. Etude comparative des caractéristiques physico-chimiques du lait collecté à partir de chamelles (*Camelus dromedarius*) conduites selon deux systèmes d'élevage (extensif et semi-intensif). Thèse de Magister en Biologie appliquée. Université Mohamed Khider De Biskra.

MEHAIA M.A. and Al-KAHNAL M.A., 1989. Studies on camel and goat milk proteins: nitrogen distribution and amino acid composition. *Nutrition reports international*, February, vol 39, No2, 351-356.

MEHAIA M.A., 1993a. Fresh soft white cheese (Domiaty type) from camel milk ; composition, yield and sensory evaluation. *J. Dairy Sci.*, **6**, 2845-2855.

MEHAIA M.A., 1995. The fat globule size distribution in camel, goat, ewe and cow milk. *Milchwissenschaft*, 50, 260-263.

MEIJER W.C., MARRUG J.D and HUGENHOLTZ J., 1996. Regulation of proteolytic enzyme activity in *Lactococcus lactis*. *Appl Environ Microbiol* 62, 156-161.

MEILOUD G.M., OULD BOURAYA I.N., SAMB A., et HOUMEIDA A., 2011. Composition of mauritanian camel milk: Results of first study, *Inter. J. Agri. Biol.* 13 (1): 145-147.

METLEF S. et DILMI-BOURAS A., 2009. Effet antagoniste de *Lactococcus lactis*, souches extrêmophiles locales, sur des espèces de la flore intestinale résidente. *Rev. Nat. Tec.* 1 : 33-44.

MILESI M.M., CANDIOT I M. et HYNES E., 2007. Mini soft cheese as a simple model for biochemical studies on cheese-making and ripening. *LWT.* 40 : 1427-1433.

MONNET V., LATRILLE E., BÉAL C. et CORRIEU G., 2008. Croissance et propriétés fonctionnelles des bactéries lactiques. *In : Bactéries lactiques de la génétique aux ferments* (Corrieu G. et Luquet F.M.). *Tec & Doc, Lavoisier.* Paris. 512-592.

MONOD T., 1992. Du désert. *Sécheresse*, 3(1). pp. 7-24.

MONSALLIER G., 1994. cité par **DIENG, 2001.**

MOREAU C., 1980. Les moisissures : Techniques d'analyses et de contrôle dans les industries agro- alimentaires, le contrôle microbiologique. *Col. Sci. Tech. Agro. Ali.* 3 : 331-333.

MORENO M.R.F., SARANTINOPOULOS P., TSAKALIDOU E., De VUYST L., (2006). The rôle application of enterocci in food and health. *International journal Bof Food Microbiology.* 106:1-24.

MOSLAH M., 1994. La production laitière du dromadaire en Tunisie. Actes du Colloque : "Dromadaires et chameaux animaux laitiers", 24-26-octobre, Nouakchott, Mauritanie.

MOUCHET F., 1962. Essai sur le dénombrement des bactéries indologènes et coiiiformes dans le lait pasteurisé conditionné. *Th. Méd. Vét., Lyon*, , n° 40, 75 p.

MOZZI F., RAYA R.R. et VIGNOLO G.M., 2010. Biotechnology of lactic acid

bacteria: Novel applications. *Blackwell. Publishing.* 13.

MOZZI F., TORINO M.I. et VALDEZ G.F., 2001. Identification of exopolysaccharide-producing lactic acid bacteria. *Methods in biotechnology, Vol. 14: Food Microbiol. Protocols. Humana Press.* Totowa. 183-190.

NAIDU A.S., BIDLACK W.R et al. 1999. Probiotic spectra of lactic acid bacteria (LAB). *Crit Rev Food Sci Nutr*_39 (1): 13-126.

NANCIB A., NANCIB N., MEZIENE-CHERIF D., BOUBENDIR A., FICK M. et BOUDRANT J., 2005. Joint effect of nitrogen sources and B vitamin supplementation of date juice on lactic acid production by *Lactobacillus casei* subsp. *ramnosus*. *Bior. Technol.* **96** : 63-67.

NARJISSE H., 1989. Nutrition et production laitière chez le dromadaire. CIHEAM-IAMM, Options Méditerranéennes. Série Etudes n° 2. P. 163-166.

NDIAYE A., 1994. Cité par **DIENG,** 2001.

NOUSIAINEN J., JAVANAINEN P., SETALA J. et WRIGHT A.V., 2004. Lactic acid bacteria as animal probiotics. *In : Lactic acid bacteria: microbiological and functional aspects* (Salminen S., Wright A.V. et Ouwehand A.). 3^e Ed., *Marcel Dekker, Inc.* New York. 547-560.

O’SULLIVAN E. et CONDON S., 1997. Intracellular pH is a major factor in the induction of tolerance to acid and other stresses in *Lactococcus lactis*. *App. Env. Microbiol.* **63**(11) : 4210-4215.

OAKLAND ZOO., 1997. Dromedary Camel.
<http://www.oaklandzoo.org/oz/zoo/atoz/azcamel.html>

OCHOA TJ, CLEARY TG., 2009. Effect of lactoferrin on enteric pathogens. *Biochimie* 91, 30–34.

OGIER J.C., CASALTA E., FARROKH C. et SAÏHI A., 2008. Safety assessment of dairy microorganisms: The *Leuconostoc* genus. *Int. J. Food Microbiol.* **126** : 286-290.

OGUNBANWO S.T., SANNI A.I., et ONILUDE A.A., 2003. Characterization of bacteriocin produced by Omar A. Al haj, Hamad A. Al Kanhal. Compositional, technological and nutritional aspects of dromedary camel milk. *International Dairy Journal* 20 (2010) 811e821.

OMAR HASSAINE., 2013. Caractéristiques d'intérêts technologiques de souches de bactéries lactiques isolées du lait camelin du sud Algérien. Thèse de doctorat. Université d'Oran.

ONDA T., YANAGIDA F., TSUJI M., SHINOHARA T. et YOKOTSUKA K., 2003. Production and purification of a bacteriocin peptide produced by *Lactococcus* sp. strain GM005, isolated from Miso-paste. *Int. J. Food Microbiol.* **87**(1-2) : 153-159.

ONG L., HENRIKSSONB A. et SHAHA N.P., 2007. Proteolytic pattern and organic acid profiles of probiotic Cheddar cheese as influenced by probiotic strains of *Lactobacillus acidophilus*, *Lb. paracasei*, *Lb. casei* or *Bifidobacterium* sp. *Int. Dairy J.* **17** : 67-78.

OULD AHMED M., 2009. Caractérisation de la population des dromadaires (*Camelusdromedarius*) en Tunisie. Thèse de doctorat en sciences agronomiques. Institut national agronomique de Tunisie.

OZENDA P., 1991. Flore de sahara (3 édition mise à jour et augmentée) Paris, Editions du CNRS. 662 p.

PAN D. et MEI X., 2010. Antioxidant activity of an exopolysaccharide purified from *Lactococcus lactis subsp. lactis* 12. *Carbohy. Polymers.* **80** : 908-914.

PAN W.H., LI P.L. et LIU Z., 2006. The correlation between surface hydrophobicity and adherence of *Bifidobacterium* strains from centenarians' faeces. *Food Microbiol. Anaerobe.* **12** : 148-152.

- PATTERSON C.A.**, 2008. Probiotiques : bienfaits au-delà des fonctions nutritionnelles de base. AAFC.1-4. *Pédagogique d'Aquitaine*. 70-73.
- PEYRE DE FABREGUES B.**, 1989. Le dromadaire dans son milieu naturel. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 42, 127-132.
- PHENOIX ZOO.**, 1995. Dromedary Camel (Arabian Camel) http://aztec.inre.asu.edu/phxzoo/camel_dr.html.
- PILET C., BORDON J. L., TOMA B., MARCHAL M.,BALBASTRE C.**, 1979. Bactériologie médicale et vétérinaire. Systématique bactérienne, 2^{ème} Ed., DOIN, Paris.
- PRAJAPATI J.P., PINTO S.V., WADHWANI K.N. et PATEL A.B.**, 2012. Utilization of Kachchhi Camel Milk for Manufacturing of Medium Fat Ice Cream. In Proceedings of the 3rd Conference of the International Society of Camelid Research and Development.P. 416418. Muscat, Sultanate of Oman.
- QUAN, S., TSUDA, H and MIYAMOTO, T.**, 2008. Angiotensin I-converting enzyme inhibitory peptides in skim milk fermented with *Lactobacillus helveticus* 130B4 from camel milk in Inner Mongolia, China. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88, 2688-2692.
- RALLU F.**, 1999. Étude de la résistance au stress acide de *Lactococcus lactis*, Thèse de Doctorat, Université Paris VI, France.
- RAMET J.P.**, 1993. La technologie des fromages au lait de dromadaire (*Camelus dromedarius*). Etude F.A.O., Production et santé animales, 113. *Sci. Technol.* **18** : 191-196.
- RAMET.**, 1987. Production de fromages à partir de lait de chamelle en Tunisie. Rapport mission FAO, Rome, 1-33.
- RAYNAUD S., PERRIN R., COCAIGN-BOUSQUET M. et LOUBIERE P.**, 2003. Metabolic and transcriptomic adaptation of *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar *diacetylactis* in response to autoacidification and temperature downshift in skim milk.

App. Env. Microbiol. **71**(12) : 8016-8023.

RICHARD D. et **GERALD D.**, 1989. La production laitière des dromadaires Dankali (Ethiopie). *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trp.*, 42, 97-103.

ROOS S. et **JONSSON H.**, 2002. A high-molecular mass cell-surface protein from *Lactobacillus reuteri* 1063 adheres to mucus components. *Microbiology*. **148** : 433-442.

ROSETTI G. et **CONGIU S.**, 1955. Zootechnical and veterinary investigations on the domestic animals of Somalia. Mogadishu: Ispettorato Veterinario.

ROZIER J., 1990. cité par **DIENG.**, 2001.

RUIZ-MOYANO S., MARTRIN A., BENITO M.J., NEVADO F.P. and CORDOBA M.G., 2008. Screening of lactic acid bacteria and bifidobacteria for potential probiotic use in Iberian dry fermented sausages. *Meat Science*. 80: 715-721.

SAARELA M., MOGENSEN G., FONDEN R., MATTO J., and MATTILA-SANDHOLM T., 2000. Probiotic bacteria : safety, functional and technological properties. *Journal of Biotechnology* 84(3):197-215.

SABUMUKAMA C., 1997. Recherche d'enzymes adaptées pour la vérification de la pasteurisation du lait de dromadaire et mise au point d'un test simple de contrôle. Rapport de stage au CIRAD-SAR et ENSIA, France.

SAHNOUNI FATMA., 2013. Isolement, identification biochimique et technologique des bactéries lactiques isolées de poissons marins (*Sardina pilchardus* et *Boops boops*) pêchés dans la côte occidentale Algérienne et mise en évidence de leur pouvoir bio conservateur cas de la crevette rose (*Aristeus antennatus*). Thèse de doctorat. Université d'Oran.

SAIDI NOUREDDINE., 1997. Caractérisation des Bactéries Lactiques Isolées du Lait Cru de Chèvre des Régions Arides d'Algérie. Thèse de Magister. Université d'Oran.

SAIDI N, GUESSAS B, BENSALAH F, BADIS A, HADADJI M, HENNI JE, PREVOST H, KIHAL M. 2002. Caractérisation des Bactéries Lactiques Isolées du Lait Cru de Chèvre des Régions Arides d'Algérie. *Journal Algérien des Régions Arides*, 01 :01-14.

SAIDI D., KIHAL M., HAMAMA A., CHEKROUNE A., HENNI J.E. et KHEROUA O., 2005. Characterization of Algerian raw camels' milk: Identification of dominant lactic acid bacteria and proteins analysis, *J. Alg. Reg. Arides.* (4): 1-9.

SALAMA M.S., MUSAFIJA-JEKNIC T., SANDINE W.E., et GIOVANNONI S.J., 1995. An ecological study of lactic acid bacteria : isolation of new strains of *Lactococcus* including *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*. *J Dairy Sci* 78, 1004-1017.

SALMINEN S., VON WRIGHT A., MORELLI L., MARTEAU P., BRASSART D., DE VOS WM., FONDEN R., SAXELIN M., COLLINS K., MOGENSEN G., BIRKELAND S.E., MATTILA-SANDHOLM T., 1998. Demonstration of safety of probiotics - a review. *Int J Food Microbiol.* 44(1-2):93-106.

SAVOY DE GIORI G. et HEBERT M., 2001. Methods to determine proteolytic activity of lactic acid bacteria. *Methods in biotechnology*, Vol. **14**: *Food Microbiol. protocols.* Humana Press. Totowa. 197-202.

SAWAYA W.N., KALIL J.K., AL-SHALHAT A. et AL-MOHAMED H., 1984 Chemical composition and nutritional quality of camel milk. *J. Food Sci.*, 49, 744-747.

SBoui A., KHORCHANI T., DJEGHAM M. et BELHADJO., 2009. Comparaison de la composition physicochimique du lait camelin et bovin du Sud tunisien; variation du pH et de l'acidité à différentes températures. In *Afrique Science* 05 (2). P. 293-304.

SEMASAKA G., 1986. Contribution à l'étude de la qualité microbiologique des laits caillés commercialisés dans la région de Dakar. *Th. Méd. Vét., Dakar*, n° 6, 133 p.

SERVIN. A., COCONNIER M.H., 2003. Adhesion of probiotic strains to the intestinal mucosa and interaction with pathogens, *Best Pract. Res. Clin. Gastroenterol.*, 17, pp. 741-754.

SIBOUKEUR O .K., 2007. Etude du lait camelin collecté localement: caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques; aptitudes à la coagulation. Thèse de doctorat en Sciences Agronomiques université INA ELHarrach-Alger.

SIBOUKEUR OUMELKHEIR., 2005. Etude du lait camelin collecté localement : caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques ; aptitudes à la coagulation. P65

SKIDMORE J.A., 2005. Reproduction in dromedary camels: an update. Anim. Reprod.,2, N°3, p.161-171.

SOUILEM O. et **BARHOUMI K.**, 2009. Physiological Particularities of Dromedary (*Camelusdromedarius*) and Experimental Implications. Scand. J. Lab. Anim. Sci. **36**, 19-29.

SQUIRES., 2010 cités par **MEDJOUR A.**, 2014.

STAHL T., **SALLMANN H. P.**, **DUEHLMEIER R.**, and **WERNERY U.**, 2006. Selected vitamins and fatty acid patterns in dromedary milk and colostrums. Journal of Camel Practice and Research, 13,53e57.

TAMIME A. Y., **MARSHALL, V. M. E.**, **ROBINSON A. R. K.**, 1995. Microbiological and technological aspects of milks fermented by bifidobacteria. *Journal of Dairy Research*, 62, 151–187.

TERZAGHI BE, **SANDINE WE.**, 1975. Improved medium for lactic streptococci and their bacteriophages. *Appl. Microb.*, 29 : (6), 807-813.

THOMAS T.D., 1973. Agar medium for differentiation of *Streptococcus cremoris* from the other bacteria. *N.Z.J. Dairy. Sci. Technol.*, 8, 70-71.

TITIEK F.D., **ENDANG S.R.**, **DJOKO W.**, et **SLAMET S.**, 1996. Antimicrobial substance produced by *Lactobacillus* sp. *TGR-2* isolated from *Gro wol*. *Indonesian. Food Nutr. Prog.* 3(2) : 29-34.

VERMEIREN L., **DEVLIEGHERE F.**, and **DEBEVERE J.**, 2004. Evaluation of meat

born lactic acid bacteria as protective cultures for the biopreservation of cooked meat products. *Int. J. Food Microbiol.* 96 (2): 149-164.

VIGNOLA C.L., MICHEL J.C., PAQUIN P., MOINUAU M., POULIOT M. et SINPSON R., 2002. Science et technologie du lait: transformation du lait. Technique et documentation Lavoisier. 600 p

VIZOSO PINTO M.G., FRANZ C.M.A.P., SCHILLINGER U. et HOLZAPFEL W.H., 2006. *Lactobacillus* spp. with in vitro probiotic properties from human faeces and traditional fermented products. *Int. J. Food Microbiol.* **109** : 205-214.

WANGO H J., FARAH Z. and PUHAN Z., 1998. Composition of Milk from 3 Camels (*Camelus dromedarius*) Breeds in Kenya during Lactation. *Milchwissenschaft*, **53**, 136-139.

WILSON R.T., 1984. The camel. Ed. Longman, London.

WISEMAN D. W. et APPLEBAUM T., 1983. Distribution and resistance to pasteurisation of aflatoxin M₁. In naturally contamination, whole milk, cream and skin milk. *Journal of food prod.*, 46 , 530-532.

YAGIL R. et ETZION Z., 1980a. Effect of drought conditions on the quality of camel milk. *J. Dairy. Res.*, 47, 159-166.

YAGIL R. et ETZION Z., 1980b. Milk Yields of Camel (*Camelus dromedarius*). *Comp. Biochem. Physiol.*, 67, 207-209.

YAGIL R., 1982. Camels and Camel Milk. FAO, Animal Production and Health, Paper N° 26, 1-69.

YAGIL R., 1985. The Desert camel ; comparative physiological adaptation. Ed KARGER, 109-120.

YAGIL R., 1986. The camel : self-sufficiency in animal protein in drought stricken areas. World Animal Rev., 57, 2–10.

YAGIL R., VAN CREVELD C., 2000. Medicinal use of camel milk – fact or fancy?

YAGIL R., ZAGORSKI O. et VAN CREVELD C., 1994. Science and Camel's Milk Production. Actes du Colloque : "Dromadaires et chameaux animaux laitiers", 24 26 octobre, Nouakchott, Mauritanie.

YASIN S.A. et WAHID A., 1957. Pakistan camels. A preliminary survey. Agric. Pakist. N° 8, p. 289-297.

Z. FARAH AND M.R. BACHMANN., 1987. Rennet coagulation properties of camel milk. Milch wissenschafte., 42 (1987) 689- 692.

ZADI H., 1998. Bactéries lactiques isolées de lait de *Camelus dromedarius* : étude microbiologique et biochimique, caractéristiques technologiques, élaboration de ferments lactiques mésophiles et fabrication de fromages. Thèse de Doctorat d'Etat. Université de Constantine, Algérie. 205.

ZAGO M., FORNASARI M.E., CARMINATI D., BURNS P., SUAREZ V., VINDE ROLA G., REINHEIME R J. et GIRAFFA G., 2011. Characterization and probiotic potential of *Lactobacillus plantarum* strains isolated from cheeses. *Food Microbiol.* **28** : 1033-1040.

ZAGULKI T., LIPINSKI P., ZAGULSKA A., BRONIEK S., JARZABEK Z., 1989. Lactoferrin can protect mice against a lethal dose of *Escherichia coli* in experimental infection in vivo. Br.J.Exp.Pathol. 70697-704Br. J. Exp. Pathol., 70, 697-704.

Annexes

Annexe I : Composition des milieux de culture et tampons☐ **Eau physiologique**

Peptone.....	0.5 g/L
Chlorure de sodium.....	8.5 g/L
Eau distillée.....	1 L

pH 6.8

Stérilisation par autoclavage à 120°C pendant 20 min

☐ **Milieu Elliker**

Tryptone.....	20 g/L
Extrait de levure.....	5 g/L
Gélatine.....	2.5 g/L
Glucose.....	5 g/L
Lactose.....	5 g/L
Saccharose.....	5 g/L
Chlorure.....	4 g/L
Acétate de sodium.....	1.5 g/L
Acide ascorbique.....	0.5 g/L

pH 6.8

Stérilisation par autoclavage à 120°C pendant 20 min

☐ **Milieu KMK (Kempner et Mc Kay, 1980)**

Extrait de levure.....	3 g/L
Peptone.....	2.5 g/L
Glucose.....	5 g/L
Agar.....	15 g/L

pH 6.6

Stérilisation par autoclavage à 120°C pendant 20 min

Au moment de l'emploi 1ml d'une solution aqueuse de ferricyanide de potassium (10%) et 1ml d'une solution aqueuse de citrate ferrique et citrate de sodium (2.5%).

☐ **Milieu MRS (Man Rogosa et Sharpe, 1960)**

Peptone.....	10 g/L
Extrait de viande.....	10 g/L
Extrait de levure	5 g/L
Glucose	20 g/L
Phosphate bipotassique	2 g/L

Acétate de sodium	5 g/L
Citrate d'ammonium.....	2 g/L
Sulfate de magnésium, 7 H ₂ O	0.2 g/L
Sulfate de manganèse, 4 H ₂ O.....	0.5 g/L
Agar	15 g/L
Eau distillée qsp	1 L

pH 6.5

Stérilisation par autoclavage à 120°C pendant 20 min

☐ **Milieu MRS BCP**

Milieu MRS Bouillon.....	1000 ml
Pourpre de bromocrésol.....	0.025 mg/L

pH 7

Stérilisation par autoclavage à 120°C pendant 20 min

☐ **Milieu M16 BCP (Thomas, 1973)**

Extrait de levure.....	2.5 g/L
Extrait de viande.....	5 g/L
Peptone.....	10 g/L
Acide ascorbique.....	0.05 g/L
Lactose.....	2 g/L
Arginine.....	4 g/L
Pourpre de bromocrésol.....	0.05 g/L
Agar.....	15 g/L
Eau distillée qsp	1 L

pH 6.8

Stérilisation par autoclavage à 120°C pendant 20 min

☐ **Milieu PCA**

Peptone.....	5 g/L
Extrait de levure.....	2.5 g/L
Glucose.....	1 g/L
Agar.....	15 g/L

pH 7.2

Stérilisation par autoclavage à 120°C pendant 20 min

☐ **Gélose semi-solide au lait citraté**

Lait écrémé à 10%.....	10.5ml
Citrate de sodium.....	

Stérilisation par tyndallisation, 3fois pendant 30min à 100°C.

□ **Milieu MSE (Mayeux, Sandine et Elliker, 1962)**

Extrait de levure	5 g/L
Tryptone.....	20 g/L
Saccharose	100 g/L
Glucose.....	5 g/L
Citrate de sodium.....	1 g/L
Azide de sodium.....	0.075 g/L
Gélatine.....	2.5 g/L
Agar	15 g/L
Eau distillée qsp	1000ml
Stérilisation par autoclavage à 120°C pendant 20 min	

□ **Gélose aux triglycérides**

Peptone	.5 g/L
Extrait de levure	3 g/L
Triglycérides.....	10 ml
Agar	15 g/L

pH 6.5

Stérilisation à 110°C pendant 5min.

□ **Gélose Agar au lait** : Il se compose d'un mélange de deux milieux

Milieu A : pour un litre

Agar.....	3%
Extrait de levure	1%
Stérilisation à 121°C pendant 15min.	

Milieu B : pour un litre

Lait écrémé.....	6%
Pourpre de Bromocrésol	0.006%
Stérilisation par tyndallisation 3 fois à 100°C.	

Mélange A/B : Agar 1.5%, extrait de levure 0.5%, lait écrémé 3.0%, pourpre de Bromocrésol 0.003%.

☐ **Solution de Ringer (pH 7)**

NaCl.....	9g
KCl	0.42g
CaCl ₂	
.....	0.48g
NaHCO ₃	
.....	0.2g
Autoclavage à 120°C pendant 15min.	

☐ **Tampon PBS (pH 7.2)**

Na ₂ HPO ₄	
.....	10.9g
Na ₂ H ₂ PO ₄	3.2g
NaCl.....	90g
Eau distillée qsp	1000ml
Diluer 1/10 dans l'eau distillée avant l'utilisation.	

☐ **Tampon phosphate urée sulfate magnésium (pH 6.5)**

K ₂ HPO ₄ ,	
3H ₂ O.....	22.2g
KH ₂ PO ₄	
.....	7.26g
Urée	1.8g
MgSO ₄ , 7H ₂ O.....	0.02g
Eau distillée qsp	1000ml

☐ **Sécrétion duodénale synthétique (pH 7)**

NaHCO ₃	
.....	6.4g
NaCl.....	1.28g
KCl	0.239g
Eau distillée qsp	1000ml

Annexe II : Coloration de Gram

La coloration de Gram a été réalisée selon la technique suivante :

- ☐ Sur une lame, fixer à la chaleur une culture bactérienne ;
- ☐ Recouvrir la lame avec la solution de violet de gentiane pendant une minute ;
- ☐ Ajouter du lugol pendant 30 secondes ;
- ☐ Décolorer avec de l'alcool 95°, puis rincer à l'eau ;
- ☐ Faire une contre coloration en utilisant la fuschine et laisser agir 20 à 30 secondes ;
- ☐ Laver à l'eau ;
- ☐ Après séchage, soumettre la lame à une observation microscopique à

immersion (x100). Les bactéries à Gram positif apparaissent en violet et les

bactéries à Gram négatif en rose.

Annexe III : les valeurs du pH, et de l'acide lactique des souches durant 48h

Souches	0h		02h		04h		06h		08h		24h		48h	
	pH	D°	pH	D°	pH	D°	pH	D°	pH	D°	pH	D°	pH	D°
F13	6.90	24	6.84	27	6.69	29	6.34	39	5.97	43	5.28	55	4.60	105
F16	6.87	24	6.79	25	6.69	32	6.32	35	6.22	42	5.21	75	4.59	140
F17	6.92	26	6.86	26	6.78	30	6.41	31	5.97	42	5.12	74	4.60	97
F20	6.91	26	6.88	29	6.77	30	6.64	31	6.29	33	5.91	64	5.16	88
F25	6.86	22	6.85	27	6.77	30	6.43	36	5.97	42	5.35	65	4.97	93
F36	6.91	27	6.85	29	6.74	30	6.41	44	5.96	50	5.29	80	4.63	114
S9	6.90	26	6.85	27	6.72	28	6.14	45	5.87	52	4.96	80	4.48	100
S18	6.89	27	6.83	28	6.70	28	6.29	42	5.96	45	4.97	100	4.48	114
S22	6.89	26	6.81	27	6.71	28	6.26	43	6.26	52	4.95	90	4.46	118
L18	6.87	21	6.87	30	6.78	34	6.30	40	6.30	43	4.95	100	4.50	150
L20	6.92	28	6.85	29	6.78	32	6.33	40	5.94	50	4.97	52	4.49	118
L31	6.90	22	6.87	28	6.74	29	6.29	42	6.29	50	4.91	97	4.53	111
S26	6.90	26	6.86	28	6.74	30	6.62	32	6.27	35	5.88	64	5.10	87
S28	6.90	25	6.82	28	6.69	31	6.33	38	5.98	45	5.26	56	4.55	108
S45	6.92	24	6.88	26	6.80	29	6.44	31	6.00	39	5.15	70	4.72	96
F14	6.92	21	6.83	24	6.72	29	6.43	32	6.20	35	5.20	40	4.60	50
F18	6.92	26	6.86	28	6.78	30	6.35	35	6.11	41	5.16	49	4.90	66
F19	6.90	28	6.84	30	6.70	34	6.55	37	6.21	40	5.80	67	4.90	83

Annexe IV : Matériels utilisés

➤ **Milieux de culture :**

Plusieurs milieux de culture ont été utilisés au cours de cette étude expérimentale, il s'agit des milieux suivants :

- Les géloses : MRS, M17, Elliker, M16 BCP, MRS BCP, Mueller-Hinton, MSE, gélose aux triglycérides, KMK, gélose au sang, gélose Agar au lait, gélose nutritive, PCA.
- Les bouillons : MRS, M17, Elliker, Clark et Lubs, M16 BCP, Bouillon MRS à 4% et à 6.5% de NaCl, Mueller-Hinton, eau physiologique, bouillon nutritif, lait de Sherman à 0.1 et 0.3 % de bleu de méthylène, lait écrémé.

➤ **Produits chimiques et réactifs :**

Les produits chimiques et réactifs utilisés au cours de cette étude sont les suivants :

- **Les colorants** : Violet de Gentiane, fuschine, cristal violet, bleu de méthylène, phénolphtaléine à 1% ;
- **Les acides et bases** : La soude dornic N/9, l'acide sulfurique 0.1N et 18M, acide chloridrique 2M et 5M, acide borique 18N, acide trichloroacétique(TCA) 5% ;
- **Les réactifs** : Réactif de Vogues Proskauer (VPI et VPII).
- **Alcool et autres** : Ethanol, Alcool isoamylique, Lugol, eau oxygénée, Solution aqueuse de ferricyanide de potassium à 10% (p/v), Solution aqueuse de citrate ferrique et citrate de sodium à 2.5% (p/v), Solution aqueuse d'hexacyanoferrate de potassium, Solution aqueuse d'acétate de zinc, Solution cuivrique, Solution tartro-alkaline, Solution ferrique, Solution titrée de permanganate de potassium 0,1 N, sucres (galerie Api 50 CHL),

Tampons :

La réalisation de la présente étude a nécessité les tampons suivants :

- Solution de Ringer, pH 7.0 ;
- Tampon PBS, pH 7.2 ;
- Tampon citrate de sodium 1% ;
- Tampon phosphate 1M (K_2HPO_4 ; KH_2PO_4);
- Tampon phosphate urée sulfate magnésium, pH 6.5 ;
- Tampon phosphate de sodium, pH 7.0

➤ **Les souches pathogènes indicatrices :**

Il s'agit de cinq souches indicatrices représentées par les espèces suivantes :

- *Listeria ivanovii* ATCC 19119; Espagne (LIHCA)
- *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853; LMA
- *Staphylococcus aureus* ATCC 43300 ; LMA
- *Listeria innocua* ATCC33090 ; Espagne (LIHCA)
- *Escherichia coli* ATCC 25922. LMA

Appareillage :

L'appareillage utilisé est le suivant :

- Agitateur électrique (Bunsen) ;
- Autoclave (ShiavxElectronic) ;
- Bain Marie (Memmert) ;
- Balance (Denver) ;
- Balance analytique (Kernals 220.4N) ;
- Centrifugeuse électrique (Hettich) ;
- Compteur de colonies (Funk Gerber) ;
- Etuves (Memmert) ;
- Four à moufle;
- Four Pasteur (Controls) ;
- Micropipettes (Microlit) ;
- Microscope optique (Motic) ;
- pH mètre (Hanna) ;
- Réfrigérateur (Condor) ;
- Spectrophotomètre (UV Shimadzu, Jasco UV630) ;
- Vortex électrique (MS2 Minishaker).

Publications et participations scientifiques

RAHLI Fouzia, SAIDI Nouredine, KIHALL Mebrouk. Variation de la composition physico-chimique du lait de chamelle d'Algérie. La quatrième journée des doctorants. Oran, 2012.

RAHLI Fouzia, Saidi Nouredine, Kihal Mebrouk. Evaluation of the Factors Affecting the Variation of the Physicochemical Composition of Algerian Camel's Raw Milk During Different Seasons. **Advances in Environmental Biology**, 7(14) December 2013, Pages: 4879-4884.

RAHLI Fouzia, SAIDI Nouredine, KIHALL Mebrouk. Caractérisation technologique des bactéries lactiques du lait de chamelle. La cinquième journée scientifique de la faculté. Mostaganem, 2014.

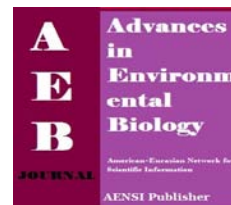
RAHLI Fouzia, SAIDI Nouredine, KIHALL Mebrouk. Identification and characterization of dominant lactic acid bacteria isolated from Algerian raw camel's milk and evaluation of their technological properties. La cinquième journée des doctorants. Oran 2014.

RAHLI Fouzia, ZAROUR Kenza, SAIDI Nouredine. The technological properties of Lactic Acid Bacteria isolated from Algerian raw camel's milk. La deuxième journée scientifique de microbiologie. Hammamet, 2014.



AENSI Journals

Advances in Environmental Biology

Journal home page: <http://www.aensiweb.com/aeb.html>

Evaluation of the Factors Affecting the Variation of the Physicochemical Composition of Algerian Camel's Raw Milk During Different Seasons

Rahli Fouzia, Saidi Nouredine, Kihal Mebrouk

Department of Biology, Faculty of Science Laboratory of Applied Microbiology, University of Es-Senia of Oran BP 16, EsSenia 31100, Oran, Algeria

ARTICLE INFO

Article history:

Received 22 October 2013

Received in revised form 14

January 2014

Accepted 20 January 2014

Available online 15 February 2014

Keywords:

Dromedary Physico-Chemical

Camelbreeding Foragedrylands.

ABSTRACT

The camel is of considerable socio-economic value in many arid and semi-arid areas of the world and its milk comprises a significant part of human dietary habits in these regions. Camel milk is just like the bovine milk in terms of its essential nutrients and since ancient times it is being used for curing a number of diseases. In order to determine the effect of some factors, as feeding and season on the physico-chemical composition of the milk, a total of twenty seven samples of raw camel's milk were collected from Bechar in the south of Algeria during different seasons. Milk was analyzed for its chemical composition fat, dry, lactose, and ash and for its physical characteristics: pH, acidity and density. A survey was conducted before to determine factors influencing the variety of the milk composition. These analyses showed that collected milk presents a variety in its composition during the seasons namely: temperature, pH, acidity and density ranged from (38 to 38.7°C, 6.60 to 6.8, 16.28 to 18.3°D, 1.0227 to 1.0310) respectively. The values for fat matters, dry matters, lactose and ash were between (31.8 and 40.2, 98.4 and 119.05, 30.82 and 38.87, 7.2 and 8.6 g/L) respectively. Regarding seasonal variation, maximum level of fat, dry and ash was observed in sample 2 (winter) and sample 3 (spring) while the minimum in sample 4 at summer time thus as in sample 1 (autumn). For lactose, the maximum mean value was obtained in sample 4 (summer) and the minimum value in sample 2. The ash content was high in sample 2 (winter) then stable all over the year. The nutritional value of forage species that represent the only available food resource for the dromedary also varies during the season. The great variation in camel milk composition was attributed first to the feeding and season which are directly related.

© 2013 AENSI Publisher All rights reserved.

To Cite This Article: Rahli Fouzia, Saidi Nouredine, Kihal Mebrouk., Evaluation of the Factors Affecting the Variation of the Physicochemical Composition of Algerian Camel's Raw Milk During Different Seasons. *Adv. Environ. Biol.*, 7(14), 4879-4884, 2013

INTRODUCTION

The Camel is a considerable socio-economic value in many arid and semi-arid areas of the world, it is used as beasts of burden by humans and also provide them with milk, meat, wool, [35], the camel milk comprises a significant part of human dietary habits in these areas. There are about 19 million camels in the world. The place of the Dromedary in the regional development of the Algerian Sahara is not negligible [10], according to Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) statistics, the population of camels increased since 2000 until 2011 from 235.000 to 318.755 head, whereas there was not a good progress in camel milk production except in 2002.

However, the camel as the other herbivorous species needs a diet to maintain good health and enable it to express its genetic potential. They eat primarily thorny plants, dry grasses, saltbush and most anything that grows in the desert [31]. In Algeria, It should be noted that the camel system breeding practiced in the majority of cases is extensive type, based on the exploitation of desert pastures spontaneous [38]. The richness and floristic diversity varies according to the different types of courses constituting these areas [10].

Thus, camel provides humans with milk that has long been used to feed their calves and own consumption; it has not had much attention in research than bovine milk [16]. However recent studies have mainly focused on its nutritional composition, various physicochemical characteristics and functionality [21,33,38]. Camel milk was found to be different in some aspects than the milk of other animal species, such as bovine milk. (Omar A. Al haj, *et al.*, 2010), it is much more nutritious than that from cow milk because it is low in fat and lactose contents, and higher in potassium, iron and vitamin C [22]. Fresh or fermented camel milk is valued for its anti-

Corresponding Authors: Dr. Rahli Fouzia, Department of Biology, Faculty of Science Laboratory of Applied Microbiology, University of Es-Senia of Oran BP 16, EsSenia 31100, Oran, Algeria.
E-mail: www.fifi.bios@yahoo.fr; Tel: (+213) 771018611

infective, anti-cancer, diabetes and more generally as a restorative in convalescent patients [36]. Variations observed in camel milk composition were linked to several factors: stage of lactation, breed, and type of livestock, season ...etc [21,5]. Like cattle, the camel feeding is the most critical factor [28,37,41].

The objective of this study was to evaluate the physicochemical parameters of camel milk and the different factors mainly feeding and season involved in the change of the quality and quantity of the component elements of the camel milk.

MATERIALS AND METHODS

Study area:

In steppe areas, it is difficult, if not impossible, to collect reliable figures. It is therefore necessary to involve observation or appropriate investigative methods

In this context, the means used for the realization of this work were based on documentary research, an investigation in order to collect information about camel's population and to know their way of life as well as the factors that may affect the milk composition.

Bechar region is located in the Western South of Algeria, It is characterized by a desert climate continental, very hot in summer (+ 45°C) and severely cold in winter (2°C to 3°C). Precipitation is about 60 mm/year. The territory of Bechar province consists of five major landforms: the mountains: they are bare and sometimes high, the beds of wadi (Six major rivers crisscross the area), the valleys (these are depressions formed by the major rivers), the Regs (these are large rocky areas), the Ergs: they represent dune massifs reaching up to 300 m in height [29].

Dromedary feeding:

The study of Chehma [10] revealed six different morphological zones representing the six dromedary courses of the Sahara (sandy soils, beds of wadi, depressions, Hamadas, Ergs and salty soils), that offer the only available food resource for the dromedary, and which cover 112 species divided into two categories:

Ephemeral (88 species): still called "achebs", appear only after the rainy season and perform all of their growth cycle before the soil is dry.

Permanents or vivacious (24 species): have the ability to survive in life slowed down for long periods and have mechanisms of root absorption and retention of effective water. They are the only camel's course always available even in summer. The (table 1) shows some species recorded in the six courses of the Sahara appreciated by camel.

Table 1: Species recorded in the six courses of Bechar region in Algerian Sahara appreciated by camel.

	Family	Scientific name	Vernacular name	Course	Characteristic
Vivacious species	<i>Chenopodiaceae</i>	<i>Traganum nudatum</i>	Damrane	Beds of wadi, Ergs, Hamadas	Evergreen shrub and halophyte. Dry or green eaten and appreciated by camels.
	<i>Ephedraceae</i>	<i>Ephedra alata</i>	Alanda	Ergs, Beds of wadi	Very rich and very much appreciated by the camels.
	<i>Poaceae</i>	<i>Aristida pungens</i>	Drinn	Sandy soils	Resistant to drought and an essential pasture for camels
Ephemeral species	<i>Brassicaceae</i>	<i>Savignya longistyla</i>	Gouglène	Beds of wadi, Depressions, Hamadas, Sandy soils, Ergs.	Annual plant very abundant in all the northern Sahara.
	<i>Rosaceae</i>	<i>Neurada procumbens</i>	Saadane	Beds of wadi	For animals is one of the best pastures gives a good recovery of milk, it is very rich in water.

Sampling:

Twenty seven samples of raw camel's milk were collected from Bechar in the south of Algeria. The same camels were milked during different seasons of the year in the early morning on October 2011, January 2012, May 2012 and August 2012 (Table 2). Milk samples (about 50 ml each) were collected in clean and sterilized sample bottles and brought to the laboratory of Applied Microbiology at Es-Senia university of Oran for acidity and density analysis, the other physicochemical parameters were performed in the Algerian Centre of Quality Control and Packing.

Table 2: Samples of camel milk collected.

Number of sample	Collection period	Race	Quantity of sample	Age
Sample 1	Autumn (October)	Ouled sidi cheikh	(5 samples)	between 5 years and 9 years
Sample 2	Winter (January)	Ouled sidi cheikh	(7 samples)	between 4 years and 19 years
Sample 3	Spring (May)	Ouled sidi cheikh	(10 samples)	between 5 years and 12 years
Sample 4	Summer (August)	Ouled sidi cheikh	(5 samples)	between 6 years and 14 years

Physicochemical analysis:

After milking, temperature and pH was measured immediately using electronic thermometer and pH meter (Hanna instrument) respectively.

The Dornic acidity was titrated with NaOH 1 N in the presence of phenolphthalein 1% and was expressed in a percentage of lactic acid [15]. Density was measured using a thermo-lactodensimeter which was reduced at 20°C.

Milk fat was determined by the butyrometric method and expressed in grams per 100 ml of milk. The milk proteins and carbohydrate were digested by sulfuric acid; isoamyl alcohol was added before the centrifuging in order to complete fat separation. The fat content was read directly on the butyrometer and an average value of the two determinations was calculated. (ISO 488: 1983)

The dry matter was measured, after desiccation by evaporation of 5 g milk deposited in a dried capsule in 103°C during 4h by [7].

Lactose content was determined by the method given in AOAC, [7]. 40 mL milk sample was taken in the beaker and heated to 65°C in water bath and then 5-8 drops of acetic acid were added and left for 5 minutes to precipitate proteins. The acid treated sample was then filtrated and the volume was made to 100 mL with distilled water. The filtrate was taken in burette and slowly added to conical flask containing 5mL of boiling Fehling's A: [Copper sulphate solution: 69.28g of CuSO₄.5H₂O was dissolved in 1 liter of distilled water] and Fehling's B: [Alkaline tartarate solution: 346 g of Rochelle salt (potassium sodium tartrate) and 100 g NaOH was dissolved in 1 liter of distilled water] until the blue remained then 2 drops of methylene blue were added and titration was completed to brick red color end point.

The total lactose volume was multiplied with 0.064 factors for obtaining lactose quantity in the sample. Lactose percentage was calculated by the formula given below.

$$\text{Lactose \%} = \frac{\text{dillution} \times \text{equivalent obtained from lactose}}{\text{vol of sample used for titration} \times 10} \times 100$$

Total ashes were measured, after incineration of 5 g milk deposited in a dry and tarred capsule, with the Moufle furnace in 500°C during 3h [7].

Results:

The table 3 and 4 describe the results of physicochemical analysis of camel's milk samples of Bechar region which were collected during different periods.

Table 3: Physical analysis of raw camel milk collected from Bechar region in different season.

Parameters	Average±SE (samples 1)	Average±SE (samples 2)	Average±SE (samples 3)	Average±SE (samples 4)
Temperature	38.2±0.18	38±0.29	38.3±0.32	38.7±0.15
pH	6.8±0.08	6.64±0.24	6.67±0.08	6.60±0.13
Dornic acidity (°D)	16.4±0.95	18.3±1.40	16.28±0.91	17.78±1.30
Density	1.0227±0.002	1.0252±0.002	1.0310±0.002	1.0220±0.001

Table 4: Chemical analysis of raw camel milk collected from Bechar region in different season.

Parameters	Average ± SE (samples 1)	Average ± SE (samples 2)	Average ± SE (samples 3)	Average ± SE (samples 4)
Fatty matter (g/L)	32.5±3.10	40.2±1.54	35.7±1.73	31.8±2.11
Dry matter (g/L)	112.02±1.45	119.05±1.98	117.1±2.01	98.4±1.35
Lactose (g/L)	32.14±2.12	30.82±2.03	35.5±2.01	38.87±1.25
Ash (g/L)	7.4±0.064	8.6±0.27	7.6±0.3	7.2±0.25

From the investigation it was noted that the flock size was ranged between 95 to 110 herds, it is characterized by a predominance of female subjects. Camels belonged to Ouled sidi cheikh, the camel Aftouh, and Reguibi race. The extensive breeding system was practiced in this area. According to data collected, farmers practicing one to two daily milking. While the milk was intended primarily for calves, the surplus was reserved for own consumption. The camel milk is often sold by breeders.

In the manufacturing of dairy products pH plays a significant role to determine the end product quality. Table 3 shows that pH of fresh camel milk varied from 6.6 to 6.8. The temperature values were ranged between 38 and 38.7 in all the milks.

The titratable acidity of camel milk is the measure of lactic acid formed in camel milk. The dornic acidity ranged from 16.28 to 16.4 (°D) in sample 3 and sample 1 while it was from 17.78 to 18.3 (°D) in sample 4 and sample 2 respectively.

The values of the density of the samples were between 1.0220 and 1.0310, the greatest value was observed in the sample 3.

The table 4 reveals that fat contents in camel milk during seasons varied from 30.8 to 40.2 g/L, while the highest values were recorded in the sample 2 with 40.2 g/L.

The values for dry matter contents in Algerian camel milk varied from 98.4 to 112.02 g/L in sample 4 and sample 1, and from 117.05 to 119.05 g/L in sample 3 and sample 2 respectively.

Lactose contents in camel milk was high in sample 3 and sample 4 (35.5, 38.87 g/L), and low in sample 1 and sample 2 (32.14, 30.82 g/L) respectively.

The total amount of minerals is usually expressed as total ash; the table 4 demonstrates that this value ranged between 7.2 to 8.4 g/L. The highest value was recorded in the sample 2.

Discussion:

The results of physicochemical analysis of Algerian camel milk during the four seasons of the year show a variation in parameters and were linked to several factors:

Camel milk is Matt White, slightly salty taste this feature differs depending on the food and water availability [17]. The ingestion of some salt-tolerant plant makes it salty [15,17]. Compared with bovine milk, Dromedary camel milk fat contains smaller amounts of short chain fatty acids [1] and a lower content of carotene [39]. This lower carotene content could explain the whiter color of camel milk fat [1].

Fresh camel milk pH ranges from 6.5 to 6.7. The values of pH of camel milk were almost similar to that obtained by [22].

Based on the survey of Kamoun M, [20], the camel milk is characterized by a higher buffering capacity compared to cow's milk, which explains the absence of a direct relationship between pH and titrable acidity.

Camel milk samples analyzed have a titrable acidity near standards and similar to those given by several authors. In fact fresh camel milk is more acidic than cow's milk [5].

The variation of pH and acidity for the same source of milk could be due to differences in hygiene of the actual milking and the total microbial count of the milk [33].

The results obtained from analysis of the density were in the same as the survey reported on camel milk and (FAO, 1995). Density of camel milk depends directly on the dry matter content, strongly related to the frequency of watering that function by the season [38].

The fat content of the sample 2 and sample 3 appears similar to that reported by Alloui-lombarkia O, [4] and slightly higher in sample 1 and sample 4 compared to Mehaia *et al.*, [28].

Variations in fat contents depend on several factors; such as fat contents can be reduced from 4.3 to 1.1 percent on the milk of thirsty camels [24]. It is probably due to the stage of lactation, food. As set out in the race, the time of milking affects the fat content. Indeed, the morning milking gives a relatively poor milk fat compared to other milks, although quantitatively are most important [8].

The dry matter content was in line with those reported by Siboukeur, [28] and Gnan *et al.*, with a slight variation.-

In summer, the milk content of the water increases, however, the rate of dry matter decreases under the effect of water stress. The milk content of dry matter also varies depending on the stage of lactation [4]. Thus, it decreases during the month after calving and then increases due to higher fat contents and nitrogen (FAO, 1995).

Numerous studies have shown that the average rate of lactose can vary between 29 and 58 g/l. The results obtained within this range with a small variation between samples. The wide variation of lactose content could be due to the type of vegetation eaten in deserts areas [22]. Camels habitually prefer halophilic plants such as *Atriplex*, *Salosa* and *Acacia* to meet their physiological requirements of salts [42]. A dehydrated diet decreases the rate of lactose in the milk of camel; this variability is a specific milk of these animals [34].

The total amount of minerals is usually expressed as total ash; this value ranged between 0.60 to 0.90% in camel milk [24]. The ash content of samples was in the ranges of that reported by other authors as it is between 8.6 g / L and 7.26 g / L [4].

Variations in mineral content were proposed to be due to the differences in breeding, feeding, analytical procedures [28] and water intake. The ephemeral species eaten by camels such as *Atriplex* and *Acacia* are rich in ash, and these plants are abundant after the rain falls that usually lasted from late January to late April [26].

Conclusion:

The variability in milk yield is linked to various factors like stage of lactation, breed, and type of livestock, season ...etc. Like cattle, the camel feeding and season are the most critical factors.

This survey showed that the spatio-temporal productivity of the Sahara course is very variable (ephemeral and the permanent species). The nutritional value of these species varies during the season; this variety influences the physicochemical quality of camel milk. However, further studies with larger number of samples must be performed for a better evaluation of the factors affecting this quality.

Despite the physicochemical properties and characteristics of Camel milk, it remains a relatively low consumed and little transformed product because it is not well valued by the citizen in general and farmers and inhabitants of the plateau and south in particular, it is fully used for breastfeeding of calves and self-consumption.

REFERENCES

- [1] Abu-Lehia. I.H., 1989. Physical and chemical characteristics of camel milk fat and its fractions. Food Chemistry, 34: 261-271.
- [2] Agrawal, R.P., S. Budania, P. Sharma, R. Gupta and D.K. Kochar, 2007. Zero prevalence of diabetes in camel milk consuming Raica community of northwest Rajasthan, India. Diab.Rech and Clinical Practice, 76: 290-296.
- [3] Agro-statistics Database, 2013. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- [4] Alloui-lombarkia, O., E.H. Ghennam, A. Bacha and M. Abededdaim, 2007. Caractéristiques physico-chimiques et biochimiques du lait de chamelle et séparation de ses protéines par électrophorèse sur gel de polyacrylamide. Renc. Rech. Ruminants, 14: 108.
- [5] Amel, S., T. Khorchani, M. Djegham and O. Belhadj, 2009. Comparaison de la composition physicochimique du lait camelin et bovin du Sud tunisien; variation du pH et de l'acidité à différentes températures. Afrique Science, 05. 2: 293-304.
- [6] Anonyme-4, 1995. Le lait et produits laitiers dans la nutrition humaine, FAO, Rome.
- [7] AOAC, 2000. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis. (17th Ed.), Washington, DC.
- [8] Bengoumi, M., B. Faye and J.C. Tressol, 1994. Composition minérale du lait de chamelle du sud marocain. Actes du Colloque : "Dromadaires et chameaux animaux laitiers", 24-26octobre, Nouakchott, Mauritanie.
- [9] Benkerroum, N., M. Mekkaoui, N. Bannani and K. Hidane, 2004. Antimicrobial activity of camel's milk against pathogenic strains of Echerichia coli and Listeria monocytogenes. International. J. Dairy Tech., 57(1): 39-43.
- [10] Chehma, A. and H.F. Longo, 2004. Bilan azoté et gain de poids chez le dromadaire et le mouton, alimentés à base de sous-produits de palmier dattier, de Drinn "Stipagrostis pungens" et de paille d'orge. Cahiers Agricultures, 13(2): 221-226.
- [11] Chehma, A., 2005. Étude floristique et nutritive des parcours Camelins du Sahara septentrional algérien. Cas des régions d'Ouargla et de Ghardaïa. Thèse Doctorat d'état. Université Badji Mokhtar – Annaba, 178 p.
- [12] El Agamy, E.I., 1992. Antibacterial and antiviral activity of camel milk protective proteins. J. Dairy. Res., 59: 169-175.
- [13] El-Agamy, E.I., M. Nawar, S. Shamsia, M. Awad and G.F.W. Haenlein, 2009. Are camel milk proteins convenient to the nutrition of cow milk allergic children. Small Rumin. Res., 82: 1-6.
- [14] Elayan, A.A., A.M.E. Sulieman and F.A. Saleh, 2008. The hypocholesterolemic effect of Gariss and Gariss containing bifidobacteria in rats fed on a cholesterol-enriched diet. Asian J. Biochem., 3: 43-47.
- [15] Farah, Z. and M.R. Bachmann., 1987. Rennet coagulation properties of camel milk. Milchwissenshafte, 42: 689-692.
- [16] Farah, Z. and M. Farah, 1985. Separation and characterization of major components of camel milk casein. Milchwissenschaft., 40(11): 669-671.
- [17] Farah, Z., 1993. Composition and characteristics of camel milk. J. Dairy. Res., 60: 603-626.
- [18] Faye, B., 1997. Guide de l'élevage du dromadaire. Editions Sanofi. Santé Nutrition Animale, 126 p.
- [19] FIL, 1983. Determination of fat content - Gerber butyrometer.ISO: 488.
- [20] Kamoun, M., 1994. Évolution de la composition du lait de dromadaire durant la lactation : conséquences technologiques. Actes du Colloque : "Dromadaires et chameaux animaux laitiers". 24-26-octobre 1994, Nouakchott, Mauritanie.
- [21] Khalil, I.E., H.A. Muhammad, A.A. Hana, A. Intez and R. Taha, 2011. Comparison and characterization of fat and protein composition for camel milk from eight Jordanian locations .Food Chemistry, 127: 282-289.
- [22] Khaskheli, M., M.A. Arain, S. Chaudhry, A.H. Soomro and T.A. Qureshi, 2005. Physico-chemical quality of camel milk. J of Agr and Social Sciences, 2:164-66.
- [23] Knoess. K.H., A.J. Makjdun, M. Rafig and M. Hafeez, 1986. Milk Production Potential of the Dromadary with special reference to the province of Penjab World Anim. Rev., 57: 11-21.
- [24] Konuspayeva, G., B. Faye, G. Loiseau and D. Levieux, 2007. Lactoferrin and immunoglobulincontents in camel's milk (Camelusbactrianus, Camelusdromedarius, and hybrids) from Kazakhstan. J. Dairy. Sci., 90: 38-46.
- [25] Le Houerou, H.N., 1990. Définition et limites bioclimatiques du sahara. Sècheresse, 1(4): 246-259.
- [26] Longo, H.F., A. Chehma and A. Oulad Belkhir, 1988. Quelques aspects botaniques et nutritionnelles des pâturages du dromadaire en Algérie. Option méditerranéennes série séminaires, 2: 47-53.

- [27] Longuo, H.F., A. Chelma and A. ouled belcher, 1989. Quelques aspects botaniques et nutritionnels des pâturages du dromadaire en Algérie. Options Méditerranéennes, CIHEAM., 2: 47-53.
- [28] Mehaia, M.A., 1995. The fat globule size distribution in camel, goat, ewe and cow milk. Milchwissenschaft, 50: 260-263.
- [29] Monod, T., 1992. Du désert. Sécheresse, 3(1): 7-24.
- [30] Moslah, M., 1994. La production laitière du dromadaire en Tunisie. Actes du Colloque : "Dromadaires et chameaux animaux laitiers", 24-26-octobre, Nouakchott, Mauritanie.
- [31] Oakland, Z., 1997. Dromedary Camel. <http://www.oaklandzoo.org/oz/zoo/atoz/azcamel.html>.
- [32] Ochoa. T.J. and T.G. Cleary, 2009. Effect of lactoferrin on enteric pathogens. Biochimie, 91: 30-34.
- [33] Omar, A., H. Al haj and A. Al Kanhal, 2010. Compositional, technological and nutritional aspects of dromedary camel milk. Inter Dairy J., 20: 811-821.
- [34] Ozenda, P., 1991. Flore de sahara (3 édition mise à jour et augmentée) Paris, Editions du CNRS. 662.
- [35] Phenoix, Z., 1995. Dromedary Camel (Arabian camel) http://aztec.inre.asu.edu/phxzoo/camel_dr.html.
- [36] Quan, S., H. Tsuda and T. Miyamoto, 2008. Angiotensin I-converting enzyme inhibitory peptides in skim milk fermented with *Lactobacillus helveticus* 130B4 from camel milk in Inner Mongolia, China. J. of the Sci of Food and Agri., 88: 2688-2692.
- [37] Ramet, J.P., 1993. La technologie des fromages au lait de dromadaire (*Camelusdromedarius*). Etude F.A.O. Production et santé animale, 113.
- [38] Siboukeur, O., 2005. Étude du lait camelin collecté localement: caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques ; aptitudes à la coagulation. P65
- [39] Stahl, T., H.P. Sallmann, R. Duehlmeier and U. Wernery, 2006. Selected vitamins and fatty acid patterns in dromedary milk and colostrums. J of Camel Practice and Res., 13: 53-57.
- [40] Stahl, T., H.P. Sallmann, R. Duehlmeier and U. Wernery, 2006. Selected vitamins and fatty acid patterns in dromedary milk and colostrums. J of Camel. Practice and Res., 13: 53-57.
- [41] Wangoh, J., Z. Farah and Z. Puhon, 1998. Composition of Milk from 3 Camels (*Camelusdromedarius*) Breeds in Kenya during Lactation. Milchwissenschaft, 53: 136-139.
- [42] Yagil, R. and C. Van Creveld, 2000. Medicinal use of camel milk – fact or fancy.