REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE ABDELHAMID IBN BADIS MOSTAGANEM

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Domaine : S.N.V

Filière : Sciences Agronomiques

Spécialité : Production et Biotechnologie Animales

THESE

PRESENTEE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE

DOCTORAT 3ème CYCLE LMD

Par

Mme SAIDANE ZOHRA

ETUDE DE LA DYNAMIQUE DE LA MICROFLORE LACTIQUE INDIGENE D'UN J'BEN DE VACHES DE RACE LOCALE

Soutenue publiquement le : 17/11/2022

Membres du jury

Cheriguene Abderrahim	Professeur	Université de Mostaganem	Président
Homrani Abdelkader	Professeur	Université de Mostaganem	Directeur de thèse
Dahou Abdelkader Elamine	MCA	Université de Mostaganem	Co-directeur de thèse
Hassaine Omar	Professeur	Université d'Oran 1	Examinateur
Bekada A. M. Ali	Professeur	C .U. Tissemsilet	Examinateur

Laboratoire des Sciences et Techniques de Production Animale

Année universitaire 2022-2023.

Quand on partage un bien matériel, on le divise.

Quand on partage un bien immatériel (la connaissance), on le multiplie.

(Idriss Aberkane).

Je commence par exprimer ma gratitude à DIEU, le Tout-Puissant, pour m'avoir fourni le courage, la force et le dynamisme nécessaires à la réalisation de ce projet.

Dédicaces

On ne peut accomplir avec succès un travail dans la solitude.

Ce document est le résultat d'années de labeur et d'engagements.

Bien que celles-ci n'aient pas toujours été évidentes à gérer, je suis vraiment ravie d'avoir accompli et achevé cette thèse.

Je dédie ce travail aux personnes qui me tiennent le plus à cœur, celles qui ont toujours été là pour moi :

À mes chers parents qui m'ont soutenu et ont cru en moi, rien au monde ne saurait égaler les sacrifices que vous avez déployés sans compter pour mon éducation et mon bien-être, que Dieu vous garde;

À mon cher époux qui n'a cessé de m'encourager, de m'aider moralement et matériellement, ta bienveillance sans pareille, m'a permis de parvenir à la réussite de mes études. Que ce travail soit le gage de ma fidèle et sincère reconnaissance.

À mes belles princesses d'amour et de lumière, vous étiez toujours persuadé que votre maman méritait de progresser dans ses études. Puisse ce travail répondre à vos attentes !

À ma très chère sœur, mes chers frères et mes proches qui m'ont constamment soutenu et encouragé, ma gratitude est encore plus infinie.

Remerciements

Je suis très reconnaissante au Professeur Homrani Abdelkader. C'est un réel enrichissement de vous avoir eu comme directeur de thèse. Je vous remercie pour toutes vos recommandations avérées qui m'ont été d'une grande efficacité ainsi que pour votre soutien inestimable dans les temps délicats auxquels j'ai dû faire face.

Je tiens à témoigner ma grande considération et mon profond respect à mon co-encadreur Dr Dahou Abdelkader Elamine qui m'a voué une disponibilité continue et un soutien permanent, pour ses acquis scientifiques et son expertise dont j'ai tiré profit durant la réalisation de ma thèse. Je tiens également à vous remercier pour vos remarquables valeurs humaines, vos précieux conseils et vos encouragements en tout temps à mon égard.

Au Président du jury,

Le Professeur Abderrahim Cheriguene de l'Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem, qui nous a honoré de présider le jury de cette thèse, recevez ici le témoignage de ma très haute considération.

Je tiens aussi à adresser mes vifs remerciements au Professeur Hassaine Omar de l'Université d'Oran et le Professeur Bekada Ahmed Mohamed Ali du centre universitaire de Tissemsilet, qui m'ont fait un réel honneur en donnant de leur temps pour évaluer et juger ce modeste travail et en étant les examinateurs de cette thèse.

Je ne peux que remercier chaleureusement toutes les personnes qui m'ont aidé, assisté et motivé, Dr Sarah Bouamar, Samira Zidane ingénieure au laboratoire régional vétérinaire de Mostaganem, Dr Meghoufel Leila, Mr Daoudi Mohamed, Mr Benharrat Noureddine ingénieur au laboratoire LSTPA, Benbouziane Djillali laborantin de la SNV, Mr Melki Zakaria ingénieur de la qualité SARL HODNA-LAIT ainsi que Mr Bouadjadj Mourad.

Enfin, mes remerciements sont également adressés aux propriétaires des fermes Mr Hatabi, Mr Hadj Zoubir et Mr Hadj Kaddour qui ont accepté de me recevoir et de faciliter mon travail.

Une pensée particulière pour notre regretté Professeur Halbouche Miloud qui nous a quitté trop tôt, nous ne vous oublierons jamais.

Table des matières

Dédicaces i
Remerciements ii
Table des matières iii
Résumé xi
Abstract xii
الملخص xiii
Liste des tableaux xv
Liste des figures xvi
Liste des annexes xviii
Liste des abréviations xix
Introduction 1

Partie I : Synthèse bibliographique

Chapitre 1 : Elevage de bovins en Algérie 6
1 Elevage de bovins en Algérie 6
1.1 Steppe algérienne 6
1.2 Types d'élevage bovin identifiés en Algérie 7
1.3 Répartition géographique du cheptel bovin algérien 8
1.4 Systèmes d´élevage bovin 8
1.4.1 Système intensif 9
1.4.2 Système semi intensif 9
1.4.3 Système extensif 9
1.5 Evolution de l'effectif bovin national 10
1.6 Présentation de la race locale en Algérie 11
1.6.1 Son origine 11
1.6.2 Description phénotypique 12
1.6.2.1 Guelmoise 13
1.6.2.2 Cheurfa 14
1.6.2.3 Sétifienne 14
1.6.2.4 Chélifienne 15
1.6.2.5 Djerba 15
1.6.2.6 Kabyle et Chaouia 15

Conclusion partielle 16
Chapitre 2 : Lait 18
1 Généralités sur le lait 18
1.1 Définition du lait cru 18
1.2 Composition chimique du lait 18
1.3 Caractéristiques physico-chimiques 19
1.3.1 Peroxyde d'hydrogène du lait 19
1.3.2 Acidité titrable du lait 19
1.3.3 Densité 20
1.3.4 Point de congélation 20
2 Facteurs affectant la qualité du lait cru pour la fabrication du fromage 20
2.1 Nutrition animale 20
2.2 Saison et conditions climatiques 21
2.3 Conditions de stockage et de transport du lait 21
2.4 Facteur génétique 22
2.5 Stade de la lactation 23
2.6 Statut sanitaire de l'animal 24
3 Activité biologique du lait cru au fromage 24
3.1 Définition de l'écosystème microbien 24
3.2 Lait cru entre intérêt/risque 24
3.3 Microflore naturelle du lait cru " La qualité hygiénique" 25
3.4 Description des communautés microbienne 26
3.4.1 Flore pathogène 27
3.4.1.1 *Staphylococcus aureus* 27
3.4.1.2 Coliformes 27
3.4.1.3 *Salmonella* 28
3.4.1.4 Streptocoques fécaux 28
3.4.2 Flore d'affinage 28
3.4.3 Bactéries propioniques 29
3.4.4 Moisissures et levures 29
3.5 Flore d'intérêt technologique "Bactéries lactiques" 30
3.5.1 Définition 30
3.5.2 Connaissances générales sur les bactéries lactiques 31

3.5.3 Classification taxonomique des BAL 32
3.5.4 Caractéristiques des principaux genres des bactéries lactiques 35
3.5.4.1 Lactobacilles 35
3.5.4.2 Entérocoques 36
3.5.4.3 Lactocoques 36
3.5.4.4 Streptocoques 36
3.5.4.5 *Leuconostoc, Weissella et Oenococcus* 37
3.5.5 Identification moléculaire des bactéries lactiques 37
3.5.5.1 Profil plasmidique 38
3.5.5.2 Ribotypage 38
3.5.5.3 RAPD (ADN polymorphe amplifié de façon aléatoire) 38
3.5.5.4 Ribotypage par PCR 39
3.5.5.5 PCR –RFLP 39
3.5.5.6 REP-PCR 39
3.5.5.7 Electrophorèse sur gel à champ pulsé 39
3.5.6 Usages industriels des bactéries lactiques 40
3.5.6.1 Dans la filière alimentaire 40
3.5.6.2 Dans la filière de la sécurité sanitaire 41
Conclusion partielle 42
Chapitre 3 : Fromage 44
1 Définition du fromage 44
2 Histoire du fromage 44
3 Bilan du fromage dans le monde 45
4 Bilan du fromage en Algérie 45
5 Processus de fabrication du fromage 46
5.1 Schéma de la fromagerie en étape 46
5.1.1 Standardisation 47
5.1.2 Acidification 47
5.1.3 Coagulation 48
5.1.4 Egouttage 50
5.1.5 Salage 50
5.1.6 Affinage 50
6 Microflore des fromages 51

7 Aptitudes métaboliques et implications technologiques 52
7.1 Glycolyse 52
7.2 Protéolyse 53
7.3 Lipolyse 54
7.4 Pouvoir texturant 55
7.5 Pouvoir aromatisant 55
8 Produits laitiers du terroir algérien 55
8.1 Notion de "Terroir" 55
8.2 Produits laitiers locaux algériens 56
8.3 Variétés de fromages traditionnels algériens 57
8.3.1 Fromages frais 58
8.3.1.1 Jben (Aguissi) 58
8.3.1.2 Ighounane 59
8.3.1.3 Aghoughlou 59
8.3.1.4 Mechouna "Chnina" 59
8.3.1.5 Oudiouan Oulli 59
8.3.2 Fromages à pate molle affiné 60
8.3.2.1 J'ben *Elgafs* 60
8.3.2.2 Bouhezza 61
8.3.3 Fromages à pâte dure 62
8.3.3.1 Kemariya (Takemmérite) 62
8.3.3.2 Ioulsân "Aoules" 62
8.3.3.3 Klila 63
8.3.3.4 Takammart 63
8.3.4 Autres produits au titre du fromage 64
8.3.4.1 Tchoukou 64
8.3.4.2 Imadhghass (Medghissa, Zerrigua) 64
8.3.4.3 Ibakhbakhane 65
8.3.4.4 L'Adhghass 65
Conclusion partielle 66

Partie II : Etude expérimentale

Chapitre 1 : Problématique, protocole et zone d'étude 70
1 Problématique 70

2 Protocole 71
3 Zone d'étude 72
Chapitre 2 : Matériel et méthodes 75
1 Diagnostic du territoire et des animaux 75
2 Procédure d'échantillonnage 75
3 Traite et diagramme de fabrication du j'ben *Elgafs* 76
4 Analyses physico-chimiques 77
4.1 Potentiel hydrogène 77
4.2 Densité 78
4.3 Teneur en matières grasses 78
4.4 Détermination de la teneur en matières protéiques 78
4.5 Teneur en matière sèche 78
4.6 Teneur en lactose 79
4.7 Point de congélation et la teneur en minéraux 79
5 Analyses microbiologiques 79
5.1 Techniques de préparation et d'analyses microbiologiques 79
5.1.1 Préparation des dilutions 80
5.1.2 Isolement et identification des contaminants 80
5.2 Approche de l'isolement des bactéries d'acide lactique 82
5.2.1 Préparation des échantillons 82
5.2.2 Isolement, purification et conservation des Bactéries Lactiques (BAL) 83
6 Détermination de la concentration en cellules viables 83
7 Procédés d'étude des bactéries lactiques 84
7.1 Etude phénotypique 84
7.1.1 Caractérisation morphologique des BAL purifiées 84
7.1.1.1 Examen macroscopique 84
7.1.1.2 Examen microscopique 85
7.1.2 Etude biochimique des souches lactiques 85
7.1.2.1 Recherche de la catalase 85
7.1.2.2 Recherche de l'oxydase 85
7.1.2.3 Profil fermentaire 85
7.1.2.4 Action sur le bleu de méthylène 86
7.1.2.5 Hydrolyse de l'esculine 86

7.1.2.6 Profil fermentaire des hydrates de carbone 86
7.1.3 Tests physiologiques 87
7.1.3.1 Test de mobilité 87
7.1.3.2 Test de développement à différentes températures 87
7.1.3.3 Test de thermorésistance 87
7.1.3.4 Développement à différentes concentrations de NaCl 87
7.1.3.5 Développement à différents niveaux de pH 88
7.1.3.6 Résistance à la tellurite 88
7.2 Identification génotypique des isolats purifiés 88
7.2.1 Extraction de l'ADN génomique 89
7.2.2 Détermination de la concentration et de la pureté de l'ADN 89
7.2.3 Amplification de l'ADN par réaction PCR 90
7.2.4 Électrophorèse sur gel d'agarose 91
7.2.4.1 Dépôt des produits de l'amplification 91
7.2.4.2 Comparaison des séquences d'ADN obtenues 91
7.3 Test des aptitudes technologiques des souches lactiques 92
7.3.1 Cinétique d'acidité 92
7.3.2 Activité protéolytique des isolats lactiques 93
7.3.3 Activité lipolytique 93
7.3.4 Production d'acetoïne (Acétyl methyl carbinol) 93
7.3.5 Production de dextrane 93
7.3.6 Désamination de l'arginine (ADH) 94
7.3.7 Activité inhibitrice 94
8 Essai de fabrication du j'ben *Elgafs* avec un levain contrôlé 94
9 Analyse sensorielle 96
10 Analyses statistiques 96
Chapitre 3 : Résultats et discussion 98
1 Analyses physico-chimiques du lait **98**
1.1 Température 98
1.2 pH 98
1.3 Densité 99
1.4 Point de congélation 99
1.5 Teneur en minéraux 100

1.6 Teneur en eau 100
1.7 Teneur en matière sèche 101
1.8 Teneur en matières grasses 101
1.9 Teneur en matières protéiques 102
1.10 Lactose 103
2 Analyses physico-chimiques des j'bens 105
2.1 pH 105
2.2 Teneur en eau 106
2.3 Teneur en matière sèche 108
2.4 Teneur en matières grasses 108
2.5 Teneur en protéines 109
2.6 Teneur en lactose 111
2.7 Rapport G/S 112
3 Évaluation microbiologique 114
3.1 Numération de la flore contaminante 115
3.1.1 Flore aérobie mésophile totale 115
3.1.2 Coliformes totaux et fécaux 116
3.1.3 Levures et moisissures 117
3.1.4 Streptocoques fécaux 118
3.1.5 *Staphylococcus aureus, Salmonella* et Clostridies 118
3.2 Isolement et purification de la flore lactique 120
4 Détermination de la concentration en cellules viables "Bactéries lactiques" 121
4.1 Cellules viables des BAL du lait 121
4.1.1 Sur le milieu MRS 121
4.1.2 Sur le milieu M17 121
4.1.3 Sur le milieu MSE 121
4.1.4 Sur le milieu MSA 122
4.2 Cellules viables des BAL du j'ben *Elgafs* 123
4.2.1 Caillé de lait 123
4.2.1.1 Sur le milieu MRS 123
4.2.1.2 Sur le milieu M17 123
4.2.1.3 Sur milieux MSE et MSA 123
4.2.2 J'ben *Elgafs* au cours de la maturation 124

4.2.2.1 Sur le milieu MRS 124
4.2.2.2 Sur le milieu M17 125
4.2.2.3 Sur le milieu MSE 125
4.2.2.4 Sur le milieu MSA 126
5 Caractérisation physiologique et biochimique des isolats purifiés **128**
5.1 Répartition des souches caractérisées par des tests phénotypiques 140
5.2 Approche moléculaire de l'identification des isolats sélectionnés 142
6 Etude des aptitudes technologiques des isolats sélectionnés **148**
6.1 Pouvoir acidifiant 148
6.2 Pouvoir protéolytique 151
6.3 Pouvoir lipolytique 153
6.4 Pouvoir aromatisant 155
6.5 Pouvoir texturant 156
6.6 Activité antibactérienne 157
7 Essai de préparation d'un j'ben affiné à pâte molle avec un microbiote "contrôlé" 159
Conclusion générale et Perspectives 164
Références bibliographiques 169
Annexes 201

Résumé

La diversité de la communauté microbienne indigène est étudiée pendant la production et la maturation du j'ben *Elgafs*, la variante la plus appréciée du fromage traditionnel Boussaâdien, produit à partir de lait cru de vaches locales. Afin de décrire la dynamique des cultures microbiennes, des analyses sont effectuées durant les trois saisons laitières (moyenne, basse et haute) de l'année 2019/2020 et à différents stades de la production (lait, caillé lactique et affiné). Neufs lots consécutifs sont analysés. Les résultats des analyses physico-chimiques du j'ben *Elgafs* ont permis de le classer, selon le Codex Alimentarius, parmi les fromages affinés à pâtes molles, mi- grasses, avec une teneur moyenne en eau de 68.48% et un rapport graisse/matière sèche de 24.03%. L'activité microbienne de la flore totale, des bactéries lactiques et d'altération et/ ou pathogènes est dénombrée sur des milieux sélectifs. La flore lactique s'est multipliée considérablement pendant les premiers jours et ne s'est stabilisée que vers la fin de la maturation. L'absence des germes pathogènes et la faible présence de la flore d'altération sont le résultat de la modification continue des paramètres physico-chimiques d'un stade à l'autre et du respect des bonnes pratiques de transformation. Les différentes variations en cellules viables exprimées en logarithme ufc/g sont induites par les réactions biochimiques et les interactions microbiennes qui ont lieu et qui sont responsables de la croissance séquentielle d'un groupe microbien par rapport à un autre durant toute la durée de maturation. Cent quatre-vingt-quatorze souches sont retenues et pré-identifiées selon des examens phénotypiques. Ces isolats sont regroupés en 5 genres dont *Enterococcus* (44%) qui est le plus explicitement distingué suivi de *Lactobacillus* (24%), *Leuconostoc* (17%), *Lactococcus* (11%) et de loin les bactéries d'affinage avec 4%. Vingt-cinq souches sont identifiées par une approche séquentielle par REP-PCR pour dévoiler la biodiversité intra-spécifique. L'évaluation du potentiel technologique et sensoriel du microbiote testé dans la fabrication d'un fromage de type j'ben *Elgafs* puis comparé à un j'ben témoin, a montré des performances technologiques pour une application à l'échelle industrielle, procurant aux produits fromagers une identité typique au terroir algérien.

Mots clés : identification, dynamique, Bactéries lactiques natives, fromage de terroir, vaches locales.

Abstract

The diversity of the indigenous microbial community is studied during the production and maturation of j'ben *Elgafs*, the most appreciated variant of the traditional Boussaâdian cheese, produced from raw milk of local cows. In order to describe the dynamics of microbial cultures, analyzes are carried out during the three dairy seasons (medium, low and high) of the year 2019/2020 and at different stages of production (milk, lactic curd and ripened). Nine consecutive batches are analyzed. The results of the physico-chemical analyzes of j'ben *Elgafs* have made it possible to classify it, according to the Codex Alimentarius, among soft, semi-fat ripened cheeses, with an average water content of 68.48% and a fat ratio / 24.03% dry matter. The microbial activity of the total flora, lactic and spoilage bacteria and/or pathogens is counted on selective media. The lactic flora multiplied considerably during the first days and only stabilized towards the end of maturation. The absence of pathogenic germs and the low presence of spoilage flora are the result of the continuous modification of physico-chemical parameters from one stage to another and of compliance with good processing practices. The different variations of viable cells expressed in logarithm cfu/g are induced by the biochemical reactions and the microbial interactions which take place and which are responsible for the sequential growth of one microbial group relative to another throughout the duration of maturation. One hundred and ninety-four strains are retained and pre-identified according to phenotypic examinations. These isolates are grouped into 5 genera including *Enterococcus* (44%) which is the most explicitly distinguished followed by *Lactobacillus* (24%), *Leuconostoc* (17%), *Lactococcus* (11%) and by far ripening bacteria with 4%. Twenty-five strains are identified by a sequential REP-PCR approach to reveal intra-specific biodiversity. The evaluation of the technological and sensory potential of the microbiota tested in the manufacture of a j'ben *Elgafs* type cheese then compared to a control j'ben, showed technological performances for an application on an industrial scale, giving products cheesemakers a typical identity to the Algerian terroir.

Keywords: identification, dynamics, native lactic acid bacteria, local cheese, local cows.

الملخص

تمت دراسة تنوع المجتمع الميكروبي الأصلي أثناء إنتاج ونضج جبين القفص، وهو النوع الأكثر شيوعًا للاجبان التقليدية لبوسعادة ، المنتج من حليب الأبقار الخام. من أجل وصف ديناميكيات الميكروبية ، أجريت التحليلات خلال مواسم الألبان الثلاثة (المتوسطة ,المنخفضة والعالية) لعام 2020/2019 وفي مراحل الإنتاج المختلفة (الحليب ، الخثارة الطازجة والناضجة). تم تحليل تسع دفعات متتالية. أتاحت نتائج التحاليل الفيزيائية والكيميائية لجبن القفص تصنيفها ، حسب الدستور الغذائي ، بين الأجبان الناضجة الطرية متوسطة الدسم ، بمتوسط محتوى مائي يصل إلى 48.68٪ ونسبة دهون / جافة 24.03٪ .تم حساب النشاط مجموع البكتيريا ، وبكتيريا حمض اللاكتيك ، وبكتيريا التلف و / أو مسببات الأمراض على وسائط انتقائية. تضاعفت البكتريا اللبنية بشكل كبير خلال الأيام الأولى واستقرت فقط في نهاية عملية النضج. إن غياب الجراثيم المسببة للسموم وانخفاض وجود البكتريا التلف هو نتيجة التعديل المستمر للمعايير الفيزيائية والكيميائية من مرحلة إلى أخرى واحترام ممارسات المعالجة الجيدة. يتم تحفيز الاختلافات المختلفة في الخلايا القابلة للحياة التي يتم التعبير عنها في شكل سجل ufc / g عن طريق التفاعلات الكيميائية الحيوية والتفاعلات الميكروبية التي تحدث وهي مسؤولة عن النمو المتسلسل لمجموعة ميكروبية واحدة على أخرى خلال عملية النضج. تم اختيار مائة وأربعة وتسعين سلالة وتحديدها مسبقًا وفقًا لفحوصات النمط الظاهري. جمعت هذه العزلات في 5 أجناس كانت البكتريا المعوية (44 %) هي الأكثر تميزًا بوضوح تليها *Lactobacillus* (24 %)، *Leuconostoc* (17 %)، *Lactococcus* (11 %) وبكتيريا النضج بنسبة (4 %). تم تحديد خمسة وعشرين سلالة من خلال نهج REP-PCR متسلسل للكشف عن التنوع البيولوجي الداخلي المحدد. تقييم الإمكانات التكنولوجية والحسية للميكروبات المختبرة في تصنيع الجبن القفص ثم مقارنته بجبن تحكم ،أظهر اداء تكنولوجي لتطبيق على نطاق صناعي ، مما أعطى منتجات الجبن هوية نموذجية للتراب الجزائري.

الكلمات المفتاحية : التعريف ، الديناميكيات ، بكتيريا حمض اللاكتيك الأصلية ، الجبن المحلي ، الأبقار المحلية.

Liste des illustrations

Liste des tableaux

Tableau 1 : Répartition du cheptel bovin sur le sol Algérien. 8
Tableau 2 : Evolution du cheptel bovin en Algérie entre 2003 et 2013. 10
Tableau 3 : Composition du lait de différentes espèces. 19
Tableau 4 : Performances moyennes chez les principales races laitières étrangères. 23
Tableau 5 : Diversité microbienne du lait cru de vache. 26
Tableau 6: Caractérisation de genres importants de BAL 34
Tableau 7: Étapes des principales méthodes de typage moléculaire. 40
Tableau 8 : Classification suivant le type d'affinage. 51
Tableau 9 : Présentation sommaire de quelques produits laitiers locaux du Maghreb. 57
Tableau 10 : Propriétés physico-chimiques de la kemaria de chèvre et de vache. 62
Tableau 11: Milieux et conditions d'incubation des contaminants considérés. 81
Tableau 12 : Séquence des amorces spécifiques utilisées en PCR. 90
Tableau 13 : Souches de référence en fonction de leurs gènes DNAr 16S. 92
Tableau 14 : Souches sélectionnées pour l'essai de fabrication de j'ben *Elgafs*. 95
Tableau 15: Caractéristiques physico-chimiques des laits utilisés. 105
Tableau 16: Composition chimique moyenne des échantillons de j'bens. 114
Tableau 17 : Synthèse des résultats des examens microbiologiques 120
Tableau 18 : Comptage de la flore lactique isolée des j'bens au cours de leur maturation en fonction des milieux d'isolement et des stades de maturation. 127
Tableau 19: Caractérisation morphologique, culturale, physiologique et biochimique des bactéries lactiques isolées. 128
Tableau 20 : Résultats des tests physiologiques et biochimiques des BAL isolées. 136
Tableau 21 : Détermination biochimique des isolats en forme de coque. 136
Tableau 22 : Caractérisation des souches lactiques selon le critère de la fermentation des hydrates de carbone. 137
Tableau 23 : Distribution des souches lactiques suivant les tests phénotypiques. 142
Tableau 24: Identification des isolats lactiques par analyse REP-PCR de l'ADN. 144
Tableau 25: Représentation du comportement inhibiteur des souches lactiques sur les indicateurs pathogènes et d'altération. 158
Tableau 26: Évaluation sensorielle après 15 jours de maturation des deux j'bens. 160

Liste des figures

Figure 1 : Zones géographiques de l'Algérie. 6
Figure 2: Importance des races bovines nationales par type d'élevage. 7
Figure 3: Troupeau de la brune de l'Atlas. 11
Figure 4 : Races bovines locales. 13
Figure 5 : Guelmoise. 13
Figure 6 : Cheurfa 14
Figure 7: Sétifienne. 14
Figure 8 : Chélifienne. 15
Figure 9 : Différents réservoirs de contamination du lait cru 25
Figure 10 : Métabolisme glucidique des bactéries lactiques. 32
Figure 11 : Aspect microscopique des lactobacilles 33
Figure 12 : Dendrogramme présentant les liens phylogénétiques de l'ordre des "Lactobacillales" dans la classe des "bacilles ". 35
Figure 13: Principaux facteurs intervenant dans les caractéristiques finales du fromage 46
Figure 14 : Les différentes voies de coagulation. 49
Figure 15 : J'ben *Elgafs* dans sa cage El halfa "*Stipa tenacissima*" 61
Figure 16 : Localisation de la commune El Ouldja (W. de Relizane). 73
Figure 17: Diagramme de la production du j'ben *Elgafs* et les étapes de dénombrements microbiens recherchés. 77
Figure 18: Evolution du pH au cours la maturation des j'bens *Elgafs*. 106
Figure 19 : Evolution de la teneur en eau au cours de la maturation des j'bens *Elgafs*. 107
Figure 20 : Teneur en matières grasses et en matière sèche au cours de la maturation des j'bens *Elgafs*. 109
Figure 21 : Teneur moyenne en matières protéiques au cours de la maturation. 110
Figure 22 : Evolution du lactose durant la maturation des j'bens *Elgafs*. 111
Figure 23 : Observations Macroscopique (A) et Microscopique (B) après coloration de Gram (X100) des isolats purifiés. 120
Figure 24 : Comptage des principaux groupes bactériens à partir du lait cru 122
Figure 25 : Variations bactériennes isolées de leurs milieux de culture à partir du lait cru et du caillé. 124
Figure 26: Répartition du premier groupe en sous-groupes en fonction d'ADH et la production d'acétoine. 129
Figure 27 : Catabolisme de l'arginine sur le milieu BPC M16. 130

Figure 28: Noircissement sur la gélose au tellurite (-1-) et sur la gélose à l'esculine (-2-). 131
Figure 29 : Répartition en pourcentage des souches isolées des échantillons du j'ben *Elgafs*..... 139
Figure 30 : Dynamique des bactéries lactiques isolées au cours des divers stades de production. 140
Figure 31: Profils de dendrogrammes des lactocoques (à gauche) et des entérocoques (à droite) représentatifs et des souches de référence des produits de la (GTG) 5-PCR. 145
Figure 32: Profils de dendrogrammes des lactobacilles représentatifs et des souches de référence des produits de la (GTG) 5-PCR..... 146
Figure 33 : Profils de dendrogrammes des leuconostocs représentatifs et des souches de référence des produits de la (GTG) 5-PCR..... 147
Figure 34 : Evaluation et comparaison du pH et de la quantité d'acide lactique produite par les souches de *Lactococcus* TR7, TR4, TR2 et d'*Enterococcus* MR1, MR7, MR8 et KA5 après 24 heures. 149
Figure 35 : Evaluation du pH et de la concentration d'acides lactiques générés par les souches *Leuconostocs. mesenteroides* (HW4, HW6, HW3) après 24 heures d'inoculation..... 150
Figure 36 : Cinétique de l'activité acidifiante des lactobacilles produite après 24 heures. 150
Figure 37 : Pouvoir protéolytique de certaines espèces lactiques sur milieu PCA-lait à 10%. 152
Figure 38: Diamètres d'hydrolyse de la caséine par les souches sélectionnées (a, b, c et d). 153
Figure 39 : Pouvoir lipolytique de certaines bactéries lactiques sur milieu aux triglycérides..... 154
Figure 40 : Illustration des diamètres de lyse des souches lactiques testées en fonction de leur aptitude lipolytique..... 155
Figure 41 : Métabolisme du citrate de certaines souches lactiques. 156
Figure 42 : Appréciation des colonies larges et gluantes de lactobacilles sur milieu hypersaccharosé. 157
Figure 43: Visualisation des zones d'extension de certaines souches lactiques contre les bactéries indicatrices sélectionnées. 159
Figure 44 : Aspect visuel des deux j'bens après le démoulage (1), pendant l'affinage (2) et avant la dégustation (3). 162

Liste des annexes

Annexe 1 : Composition des principaux milieux de culture et diluants ……201
Annexe 2 : Table de Mac Grady ……..…… 205
Annexe 3 : Tests culturels et physiologiques des isolats …… .206
Annexe 4 : Resultats des tests biochimiques……..207
Annexe 5 : Méthodologie adoptée pour l'identification moléculaire…….209
Annexe 6 : Activité technologique du microbiote contrôlé……....211
Annexe 7 : Correspondance des souches codifiées selon le stade d'étude …….212
Annexe 8 : Préparation du lait épuré ……..213
Annexe 9 : Fiche d'analyse sensorielle des fromages …….214

Liste des abréviations

ADNr : Acide désoxyribonucléique ribosomique

AFNOR : Association Française de Normalisation

A.O.P : Appellation d'origine protégée

ARN : Acide ribonucléique

ARNr : Acide ribonucléique ribosomique

ARNr 16S : ARN ribosomique 16S

BAL : Bactéries lactiques

CNIEL : Centre National Interprofessionnel de l'Economie Laitière

EPS : Exopolysaccarides

E.S.T : Extrait sec total

F.A.O : Food and Agriculture Organisation : Organisation Mondiale pour l'Alimentation et l'Agriculture

FIL : Fédération Internationale de Lait

G+C : Guanine + Cytosine

H.R : Humidité relative

INATAA : Institut National de Nutrition & Technologie Alimentaire

Kcal : Kilocalorie

Lb : *Lactobacillus*

Lc : *Lactococcus*

MGES : Matière Grasse dans Extrait Sec

N.S.L.A.B : Non Starter Lactic Acid Bacteria

OMS: Organisation Mondiale de la Santé

REP-PCR : Repetitive element polymerase chain reaction (pour l'empreinte ADN)

SCC : Somatic cell counts

Spp : Espèce

Sp : Sous éspèce

TEFD : Pourcentage de la teneur en eau dans le fromage dégraissé

THI : Temperature Humidity Index

UFC: Unité Formant Colonie

UGB : Unité Gros Bovin

W : Wilaya

Introduction

Introduction

L'immensité de son territoire et la complexité de son biotope font de l'Algérie un pays aux grandes richesses naturelles, dont la valeur ajoutée peut lui assurer un développement économique et rural indéniable. En dépit de cette envergure, ces ressources ne sont ni exploitées ni valorisées à leur plein potentiel. Le cheptel bovin local, avec tous ses types, illustre la multiplicité des paysages et constitue un patrimoine à part entière. Malgré tous ses défauts, sa rusticité en a fait le bovin de choix des paysans aux moyens limités, où il rivalise avec les autres ruminants domestiques, tout en continuant à approvisionner la population rurale. Le troupeau local contribue à environ un tiers de la production laitière nationale (**Soukehal, 2013**). Les produits laitiers traditionnels, en revanche, représentent un héritage matériel intimement ancré dans l'histoire et la culture autochtone de certaines régions (**Licitra, 2010**). Contrairement à ce qui se passe ailleurs, les fromages traditionnels algériens, en particulier, sont peu nombreux, mal répertoriés et également peu étudiés (**Leksir et Chemmam, 2015**). Une dizaine de types de fromages différents sont connus dans plusieurs régions du pays (**Boudalia et *al*., 2020**), dont les caractéristiques sont liées au lait cru servant de matière première, qui dépend lui-même de la race des animaux, de leur type d'alimentation (**Poznanski et *al*., 2004**), des conditions environnementales et des procédés utilisés. En fait, la consommation du lait et de ses dérivés est encore limitée au cadre familial et repose pour la majorité sur des méthodes de transformation et de conservation traditionnelles (**Benyagoub et *al*., 2016**). Pour autant, la revendication d'aliments fermiers traditionnels commence à émerger, malgré les aléas de fabrication que les consommateurs peuvent encourir. Or, la contamination des produits en cours de production par des bactéries pathogènes et/ou d'altération est signalée comme un risque sanitaire. De plus, aucun contrôle officiel du respect des normes réglementaires n'est mis en place dans cette communauté rurale (**Benkerroum, 2004**). J'ben *Elgafs* est un fromage de terroir, largement fabriqué dans la Wilaya de M'sila, essentiellement dans la région de Boussaâda dans le Nord-Est de l'Algérie. Ce fromage est fabriqué à partir de lait cru de vache sans ajout de ferments, ce qui signifie que la flore dénombrée provient exclusivement de la microflore naturelle et le processus d'affinage est effectué uniquement par cette flore indigène (**Saidane et *al*., 2021**) qui est constituée essentiellement de bactéries lactiques. Ces micro-organismes sont de type alimentaire

et jouent un rôle clé dans la fermentation des matières premières animales et végétales. Leur aptitude à fermenter les glucides et, à moindre mesure, à dégrader les protéines et les lipides conduit à la synthèse d'une série de composés, tels que des acides organiques, des peptides, des composés antimicrobiens et aromatiques et des exopolysaccharides. Ces métabolites peuvent être impliqués dans les caractéristiques technologiques, organoleptiques et nutritionnelles des aliments fermentés. Une meilleure appréciation de cette microflore lactique indigène permet une meilleure gestion de la production, en termes d'homogénéité et de stabilité du produit sur toute l'année (**Lavoix, 2011**). La flexibilité de la microflore indigène fait qu'elle ne peut pas être identique d'un troupeau à l'autre et varie dans le temps et dans l'espace. En effet, La répartition de ces souches au cours de la maturation est en perpétuelle évolution, de telle sorte que certaines souches sont constantes, tandis que d'autres sont amenées à évoluer dans le temps (**Dahou, 2017**). Le développement de la production de lait cru ne peut se poursuivre que si la flore d'intérêt technologique peut être maintenue et la flore nuisible éliminée. C'est dans cette optique que s'inscrit cette étude et mire en place les objectifs suivants :

- Identifier la composition en bactéries lactiques autochtones de la culture de départ qui permet de standardiser la production du j'ben *Elgafs* ;
- Suivre l'évolution de cette microflore lactique au cours de la maturation et en fonction des saisons laitières : Moyenne, Basse et Haute ;
- Déterminer la concentration en cellules viables ;
- Sélectionner un microbiote adapté à la production d'un fromage industriel "à caractère artisanal", se distinguant par sa capacité d'acidification, sa production de diacétyle et sa capacité à inhiber la croissance des bactéries nuisibles.

Il est important d'étudier et de vulgariser les produits laitiers artisanaux algériens afin de préserver l'identité régionale et d'acquérir une notoriété au-delà des limites nationales. Une connaissance plus approfondie de la composition et de la qualité du lait cru des vaches locales de la zone de prélèvement dans la région El Ouldja est nécessaire car aucune information n'est disponible sur sa flore d'importance technologique.

L'originalité de cette étude peut être rapportée comme suit :

- Définition d'un nouveau produit local "j'ben *Elgafs*" par une approche scientifique exhaustive,
- Effet géographique : une nouvelle dimension spatiale de la microbiologie du lait de vaches locales de zone de rusticité inaccessible "El Ouldja W. de Relizane" au Nord-

Ouest algérien, car au meilleur de notre connaissance aucun projet d'étude n'est accompli dans cette zone.

- L'augmentation exceptionnelle de la période des vagues de chaleur que le pays a connu en cette année 2019/2020, avec l'absence de pluie pendant au moins 10 mois de la dernière pluie en 2018, fait qu'il y a un changement dans l'importance et la diversité de l'écosystème microbien de la zone.

Face à cet état de fait et après avoir défini les objectifs de la thématique et les démarches expérimentales mises en œuvre, nous envisageons de réaliser une étude qui vise dans une première partie à fournir une synthèse bibliographique centrée sur trois chapitres, dont l'élevage de bovins en Algérie, le lait et enfin le fromage. La deuxième partie est consacrée à l'étude expérimentale, structurée en trois chapitres. Le premier chapitre présente la problématique, le protocole et la zone d'étude. Le deuxième chapitre porte sur le matériel et les méthodes adoptés dans cette étude, et dans le dernier chapitre nous discutons les résultats obtenus. Enfin, la conclusion se termine par une série de perspectives ouvertes par cette étude.

Partie I : Synthèse bibliographique

CHAPITRE

1

Elevage de bovins en Algérie

Chapitre 1 : Elevage de bovins en Algérie

1 Elevage de bovins en Algérie

1.1 Steppe algérienne

Du Nord au Sud, l'Algérie est répartie en trois grands domaines (**figure 1**) délimités par les principales chaînes de montagnes (**Lounes. Saharaoui, 2017)** : le domaine maghrébin du Sud du Tell, le domaine maghrébin de la steppe et le domaine saharien-méditerranéen.

Physiquement, la steppe algérienne, définie par l'Atlas tellien au Nord et l'Atlas saharien au Sud, se prolonge sur une longueur de 1 000 km de la frontière marocaine à la frontière tunisienne, avec une largeur de 300 km à l'Ouest à 150 km à l'Est et une altitude de 400 à 1200 m (**Bencherif, 2001)**. Elle occupe 20 millions d'hectares sur l'ensemble du territoire algérien. La steppe est bordée au Nord par la ligne isohyète 400 mm avec l'extension des cultures céréalières sec et au Sud par la ligne isohyète 100 mm qui représente la limite Sud de l'extension de l'alfa (*Stipa tenacissima*) **(Nedjraoui et Bedrani, 2008**). Cette zone se caractérise également par une désertification accrue et l'érosion de la biodiversité.

Les habitants de cette zone, qui représentent environ 12% de la population totale, sont des agro-pasteurs (**Mesly, 2007**).

Source : **Lounes Saharaoui (2017).**

Figure 1 : Zones géographiques de l'Algérie.

1.2 Types d'élevage bovin identifiés en Algérie

Le cheptel bovin algérien, dans toute sa diversité, évoque la richesse du pays et représente un réel patrimoine. Son ancrage territorial s'explique par la nature du sol, le climat, les qualités des parcours et la détermination de l'éleveur.

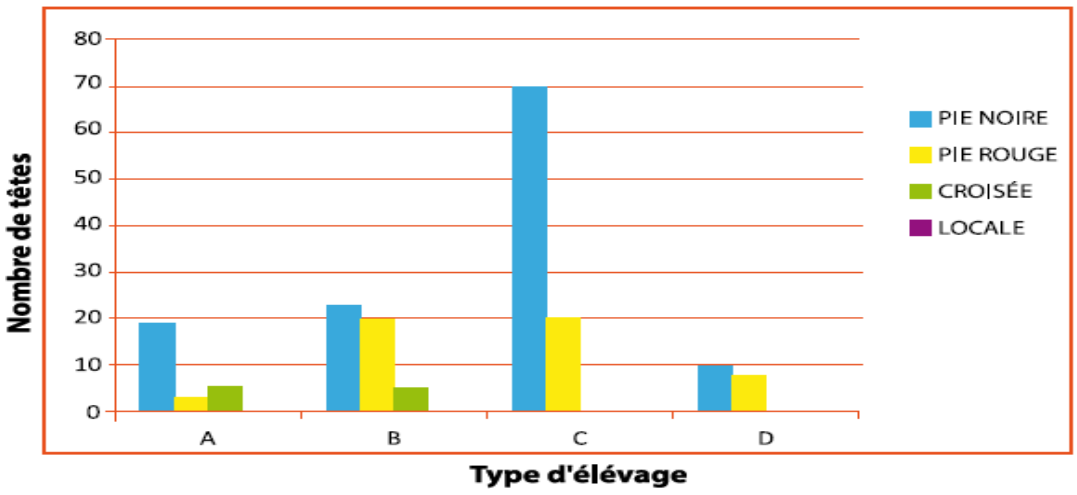
Quatre types d'élevage peuvent être observés (**figure 2**) :

Type A : L'élevage bovin laitier sans terre, majoritairement des exploitations familiales périurbaines. La location des superficies est plus ou moins importante.

Type B : L'élevage bovin laitier de taille réduite avec terre, les terres étant attribuées en fonction des besoins de l'exploitation.

Type C : L'élevage bovin laitier de taille éminente avec terre, la dotation en terre de ces exploitations ne suffit pas les besoins de l'élevage. La location des terres représente en moyenne plus de 50% des superficies cultivées par an.

Type D : Elevage de bovins laitiers dans de grandes exploitations agricoles ou chez de grands propriétaires terriens.



Source: Agro ligne N° 90 - Mai / Juin 2014.

Figure 2: Importance des races bovines nationales par type d'élevage.

Le caractère racial des exploitations recensées en 2014, tel que rapporté par le magazine Agro ligne, montre une domination franche des races améliorées (plus de 95% du nombre total d'exploitations) contre moins de 5% de bovins croisés présents seulement dans quelques exploitations de type A et B. Les grandes exploitations de type C représentent plus de 90% des troupeaux en UGB (Unité Gros Bétail) qui regroupent les races pie rouge (Montbéliarde)

et largement pie noire, résultant de l'importation de la race Prim' Holstein ces dernières années. L'élevage de la population locale est encore très extensif et peu productif, ce qui explique sa faible importance dans les chiffres.

1.3 Répartition géographique du cheptel bovin algérien

La terre des bovins est principalement le Tell (**Bencherif, 2011**), où le fourrage et l'eau sont disponibles, même sur la steppe et sur la chaine de l'Atlas saharien, l'élevage bovin était, et reste encore pratiqué.

Dans les années 60, les bovins étaient classés en trois catégories : les races importées appelées Bovin Laitier Moderne (BLM), les races autochtones appelées Bovin Laitier Local (BLL) et les produits croisés appelés Bovin Local Amélioré (BLA).

À partir des années 70, seules les collectivités BLM et BLA subsistent. Les bovins sont principalement localisés dans la frange Nord du pays, dans le Tell et les hautes plaines (**tableau1**) avec un effectif qui varie entre 1.2 et 1.6 millions de têtes. Le cheptel local représente environ 78% du total, tandis que les bovins importés et les croisements avec la population autochtone sont estimés à environ 22%, dont 59% sont situés au Nord-Est, 22% au Centre, 14% au Nord-Ouest et 5% au Sud du pays (**MADR, 2003**).

Tableau 1 : Répartition du cheptel bovin sur le sol Algérien.

Aires écologiques	Effectifs	%
Littoral et sublittoral	397.485	31.4
Atlas tellien	503.135	39.7
Hautes plaines telliennes	213.004	16.8
Hautes plaines steppiques	128.135	10.1
Atlas saharien et Sahara	23.932	1.8

Source : **AnGR (2003).**

1.4 Systèmes d´élevage bovin

Il existe trois systèmes en fonction du matériel génétique utilisé et la quantité d'intrants consommés (**Adamou et *al*., 2005**) :

1.4.1 Système intensif

Les races laitières à haute productivité (bovin laitier moderne), sont importées principalement d'Europe : Montbéliarde et Prim' Holstein (**Amellal, 1995**). Celles-ci sont réparties dans les plaines côtières et dans le Nord du Tell. Elles fournissent plus de 40% de la production laitière totale. On compte en moyenne une cinquantaine de vaches laitières par étable (**Feliachi, 2003 ; Kharzat, 2006**).

1.4.2 Système semi intensif

Localisé dans les zones montagneuses et forestières, particulièrement dans les zones de piémont de l'Est et du Centre du pays. Le BLA représenté par la race améliorée résultant de croisements entre la population locale et des races importées, ou entre les races importées elles-mêmes. Ce type de bétail est orienté plus vers l'abattage, et sa production laitière est non négligeable, destinée à l'autoconsommation. Le surplus est vendu aux riverains. Le BLA est jugé peu performant par apport aux autres types génétiques importés (**Kali et *al.*, 2011**). L'élevage, de petite taille et à caractère familial, est généralement conduit en pâturage (parcours, jachère, résidus de culture) complété par du foin, de la paille et du concentré.

1.4.3 Système extensif

Il s'agit des races locales et les races croisées (BLL), dont l'effectif moyen est de 5 à 6 têtes/ foyer. L'alimentation est assurée par l'exploitation de l'offre libre de fourrage. Les races locales sont peu productives, généralement présentes dans les aires montagneuses où elles passent de longues périodes à pâturer en forêt, loin des villages, et sont surtout réputées pour leur rusticité. Ce type de bovin est rarement élevé en système spécialisé (**Bekhouche-Guendouz, 2011**), lié aux autres activités agricoles au sein des exploitations et sa production laitière ne nécessite pas beaucoup d'investissements dans les fermes (**Madani et Mouffok, 2008**). La production nationale de viande 78% provient surtout de taurillons. Les bovins locaux 34.73% constituent à eux seuls 50% du cheptel total d'après un recensement effectué en 2011 et leur contribution laitière de 1000L/an, soit environ 1/3 de la production nationale, semble décliner à côté des autres types de bovins. Ce recul est apparemment dû à la priorité donnée par le gouvernement aux races améliorées (**Soukehal, 2013**). Dans la wilaya de Tarf, les races bovines locales et améliorées ont une grande part dans le secteur agricole, soit

47 459 têtes ou 95% du cheptel total de 550 208 animaux (**Matallah et *al*., 2019**).

1.5 Evolution de l'effectif bovin national

Le cheptel bovin, local et amélioré, est passé de 640 860 en 2003 à 714 719 vaches en 2013, soit une hausse de 7 3859 têtes (10.33%) en dix ans (**tableau 2**), et une hausse de 1 01492 soit 34.53% pour les vaches laitières importées, pour un total de 1 008 575 têtes durant cette même décennie.

D'après l'Office National Interprofessionnel du Lait (ONIL), les Algériens consomment près de 148 litres par habitant et par an, ce qui est largement supérieur aux 90 litres par habitant et par an recommandés par l'OMS (**Agro ligne, 2014**). L'Algérie produit une quantité de 3.1 milliards de litres par an pour un besoin de 5.5 milliards de litres, ce qui la contraint à importer de la poudre de lait pour couvrir ses pénuries de lait et cela lui a coûté 8 milliards de dinars en 2013 pour 40 000 tonnes et 600 millions de dollars en 2021 pour environ 200 000 tonnes de poudre de lait. En guise d'indication, l'ONIL importe 46% des besoins nationaux en poudre de lait, contre 54% importés par les industries privées (**Agro ligne, 2022)**.

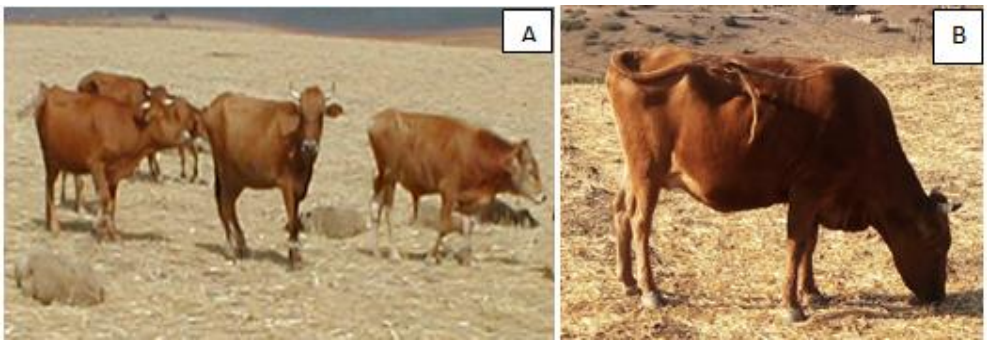
Tableau 2 : Evolution du cheptel bovin en Algérie entre 2003 et 2013.

	VACHES LAITIERES		
ANNEES	BLM	BLA+BLL	TOTAL
2003	192 364	640 860	833 224
2004	199 165	645 335	844 500
2005	204 240	624 590	828 830
2006	207 740	639 900	847 640
2007	216 340	643 630	859 970
2008	214 485	639 038	853 523
2009	229 929	652 353	882 282
2010	239 776	675 624	915 400
2011	249 990	690 700	940 690
2012	267 139	698 958	966 097
2013	293 856	714 719	1 008 575

Source : Agro ligne N° 90 - Mai / Juin 2014.

1.6 Présentation de la race locale en Algérie

L'élevage algérien est caractérisé par des pratiques et des systèmes de production extensifs, des cultures fourragères peu développées et l'exploitation de races locales (**MADR, 2012**).
Le bovin laitier local (BLL) est attribué à une seule race parentale : la Brune de l'Atlas comme le montre la **figure 3** avec ses sous- races, selon l'appellation que chacune lui désigne, occasionne beaucoup de controverses quant à son origine (**Sanson, 1888**).



Source : **A /** https : //fr.wikipedia.org/wiki/wikipp **B/** Photo prise dans la région El Ouldja " W. de Relizane " **Saidane (2019**).

Figure 3: Troupeau de la brune de l'Atlas.

1.6.1 Son origine

En Algérie, la race locale "Brune de l'Atlas " ou Blonde du Cap Bon d'origine ibérique **Geoffroy** (**1919**), est répartie en sous-races rustiques selon **Aissaoui et al.** (**2002**) : Cheurfa, Guelmoise, Sétifienne, Chélifienne, Kabyle qui puisent leur dénomination dans la région où elles vivent comme la "Guelmoise" et la "Cheurfa" dans l'Est du pays. Son principal ancêtre serait le Bos mauritanicus découvert par Thomas au quaternaire en Afrique du Nord.

Les bovins indigènes sont souvent remarqués pour leur endurance, qui est due à leur grande résistance aux rudes conditions climatiques et à leur capacité à optimiser une alimentation pauvre. Ils sont en effet capables de brouter et de transformer des fourrages grossiers de faible qualité et sont également appréciés pour leur facilité à se déplacer sur des terrains accidentés ainsi que leur résistance aux infections et aux infestations.

La "Brune de l'atlas" ne demeure plus en tant que race pure, suite à des croisements récurrents avec d'autres races (Zébu, Mont Béliarde, Tarentaise, Schwytz, Pie-noire, Prim'Holstein) qui sont adoptées durant la période du protectorat, et notamment après l'indépendance, donnant lieu à un " amalgame génétique" dans lequel on ne retrouve plus les caractéristiques de la race locale initiale, hormis quelques poches qui sont demeurées fidèles à leur authenticité, sans intrusion de races étrangères.

L'effectif total était environ 1 404 000 têtes dont 764 000 femelles reproductrices et 19.000 mâles reproducteurs, occupant des aires difficiles (montagnes et parcours). Prés des deux tiers de la population totale est localisée dans l'Est du pays (**MADR, 2003**). Le cheptel local constitue 80% de la production de viande bovine et 22 % de la production globale de viande (**Bouzebda-Afri, 2007**).

1.6.2 Description phénotypique

Selon le professeur Le Roy, la race est un groupe d'individus vivants appartenant à la même espèce et ayant en commun un certain nombre de gènes qu'ils transmettent à leurs descendants. Des investigations sur la barymétrie de la Brune de l'Atlas sont menées par plusieurs auteurs afin de comparer les performances des bovins autochtones par leur couleur de robe, ce qui semble être un critère essentiel de diagnostic différentiel depuis longtemps dans toutes les documentations. La robe est brune avec différentes intensités et nuances, les muqueuses sont noires, les oreilles sont recouvertes à l'intérieur de poils blancs, le profil céphalique est rectiligne et la production est mixte (**Geoffrroy, 1919**).

Le poids vif du mâle adulte peut atteindre 420 kg et celui de la femelle 335 kg. Le poids moyen à la naissance est de 18 kg (**Madani et *al.*, 2003**). Dans une autre étude, ils ont constaté que les mâles de la Brune de l'Atlas sont caractérisés par une petite taille comparativement aux races améliorées, mais sont morphologiquement satisfaisants par rapport aux autres races de taureaux africains, c'est-à-dire 121 cm de hauteur au garrot, 122 cm de hauteur au sacrum, 169 cm de circonférence thoracique et 218 cm de circonférence abdominale (**Rahmani et *al.*, 2020**).

Pratiquement tous les bovins autochtones ont des cornes. Cinq types de cornes sont répertoriés, dont celle en forme de croissant 64.50% qui prédomine dans la population du Nord-Est de l'Algérie, suivie de 10% de celle en forme de roue (**Aissaoui et *al.*, 2003**).

Les robes sont brunes, cependant la fixation de leur intensité et de leur nuance vers le fauve, le gris très clair presque blanc, et le gris foncé presque noir ; font que la robe prend la dénomination de gris, rouge, blanc et noir rapportée par plusieurs descriptions bibliographiques comme le montre la **figure 4**.

Source : 1- **Boujenane. Smail (2002**). 2- Photos prises dans la région El Ouldja "w. de Relizane" **Saidane (2019).**

Figure 4 : Races bovines locales.

Les différentes populations qui constituent la Brune de l'Atlas se distinguent nettement d'un point de vue morphologique :

1.6.2.1 **Guelmoise**

Elle est de pelage gris foncé, vivant en zones forestières (**Kali et *al.*, 2011**). Cette population est identifiée dans les régions de Guelma et de Jijel, elle constitue la majorité de l'effectif national (**figure 5**).

Source : **A / Canalblog. (2014)**. **B/** Photo prise dans la région El Ouldja "w. de Relizane" **Saidane (2019).**

(

Figure 5 : Guelmoise.

1.6.2.2 **Cheurfa**

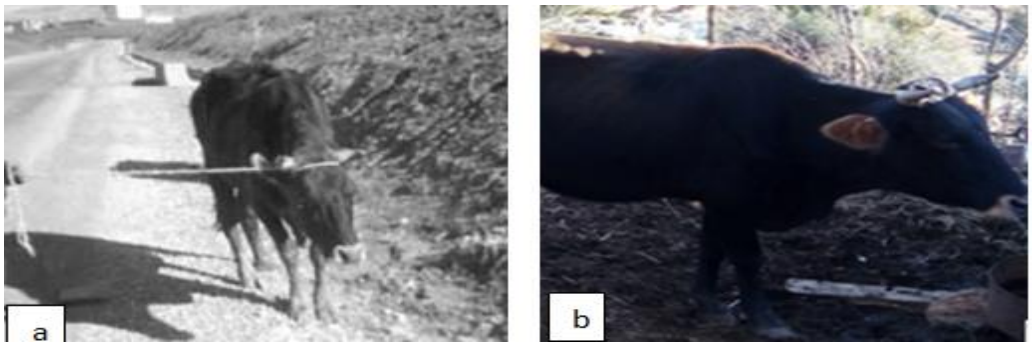
Ce groupe de bovins au pelage gris clair presque blanc est localisé à la lisière des forêts dans les régions de Jijel et de Guelma (**figure 6**).

Source : A / **ANGR. (2003)** ;
B/ Cheurfa dans les Pâtures naturels (**ITELV, 2012**) ;
C/ Photo prise dans la région El Ouldja "w. de Relizane" **Saidane** (**2019**).

Figure 6 : Cheurfa.

1.6.2.3 **Sétifienne**

Vêtue d'une robe uniforme de couleur noirâtre (**figure 7**), la Sétifienne est de bonne conformation, de poids et de taille variable selon la région où elle vit. La queue longue de couleur noire, traîne sur le sol. Ce type de bovin est caractérisé par une ligne brune sur le dos. Le poids des femelles est voisin de celui des femelles importées, conduites généralement en semi- extensif dans les hautes plaines céréalières. La production laitière atteint parfois 1500 Kg/an.



Source : a / **ANGR. (2003)** ;
b/ Photo prise dans la région El Ouldja " w. de Relizane" **Saidane** (**2019**).

Figure 7: Sétifienne.

1.6.2.4 **Chélifienne**

Sa robe est fauve avec une longue queue noire qui traîne sur le sol. Sa tête est courte, avec des cornes en crochues, et des orbites saillantes entourées de lunettes marron foncé (**figure 8**).

Source : A / **ANGR. (2003**) ;
B/ Photo prise dans la région El Ouldja " w. de Relizane" **Saidane** (**2019**).

Figure 8 : Chélifienne.

Il existe d'autres sous-races mais avec des effectifs plus réduits comme :

1.6.2.5 **Djerba**

Cette sous-race peuple la région de Biskra et se caractérise par une robe brune foncée, une tête étroite, une croupe arrondie et une longue queue. La taille très petite, adaptée aux environnements difficiles du Sud.

1.6.2.6 **Kabyle et Chaouia**

Elles dérivent respectivement de la Guelmoise et de la Cheurfa après des mutations successives dans l'élevage bovin.

Conclusion partielle

La diversité du cheptel bovin local algérien incarne à la fois la richesse du pays et un patrimoine original. La nature du sol, le climat, les qualités des pâturages et la détermination de l'éleveur sont autant d'éléments qui justifient son ancrage territorial. Le bovin local est accordé à une seule race parentale : la Brune de l'Atlas.

En Algérie, les bovins locaux sont élevés dans des systèmes sylvo-pastoraux extensifs, et si leurs performances ne sont pas, a priori, améliorées, ils n'en sont pas moins très économiques et ont une forte capacité d'amélioration. Cependant, la précarité de tout système de gestion du cheptel autochtone en matière de recensement, de contrôle des performances, de sélection des reproducteurs et de leur exploitation, ainsi que le manque de moyens pour leur gestion alimentaire et sanitaire et l'absence de base réglementaire pour leur exploitation, font que, si l'on se fie aux quelques études réalisées et aux documents officiels du ministère de l'Agriculture, ledit cheptel reste parqué dans des descriptions itératives et sans aucune amélioration de son potentiel zootechnique !

En complément de cette étude phénotypique, qui représente un critère important pour le diagnostic différentiel, servant de support à la sauvegarde de cette frange du cheptel bovin, l'appréciation de la qualité nutritionnelle et microbiologique de son lait utilisé pour la préparation d'un fromage local " j'ben *Elgafs* " nous paraît aussi intéressante afin de participer à l'enrichissement des quelques indications sur ses performances.

CHAPITRE

2

Lait

Chapitre 2 : Lait

1 Généralités sur le lait

1.1 Définition du lait cru

Le lait cru est un lait qui n'est pas chauffé à plus de 40°C ou soumis à d'autres traitements pour réduire sa concentration en micro-organismes. Il s'agit d'un aliment biologique hautement nutritionnel et énergétique (700 Kcal/l) en raison de sa forte concentration en nutriments. Il est considéré comme une source majeure de protéines animales ayant une place importante dans l'alimentation humaine. Néanmoins, il est recommandé de le réfrigérer et de le consommer dans les 24 heures qui suivent la traite (**Fredot, 2006**). Le lait des vaches est moins visqueux que celui des monogastriques. Il est dit caséineux (**Biatcho, 2006**).
L'appréciation du lait cru passe par des analyses physico- chimiques et microbiologiques. En effet, elles font partie des indicateurs de qualité.

1.2 Composition chimique du lait

La composition du lait diffère d'une espèce à l'autre et traduit les exigences nutritionnelles de chaque espèce. Toutefois, il existe des similarités dans la composition du lait au sein d'une même espèce. La composition chimique du lait est un élément clé de l'acidification du lait par les ferments lactiques, tout particulièrement sous l'influence des minéraux (**Masle et Morgan, 2001**).

Les constituants majeurs des laits figurant dans le **tableau 3** sont l'eau, les lipides (phospholipides, β-carotène, triglycérides et cholestérol), les protéines (caséines, albumines, globulines), les glucides, notamment le lactose, et les minéraux. Les autres composants sont présents dans des proportions infimes, mais sont tout aussi importants comme les enzymes : peroxydase, catalase, phosphatase et les vitamines : facteurs A, D, B1, B2, B6, B12, etc.
Il y a environ 38 oligo-éléments qui sont trouvés dans le lait cru provenant de différentes régions du monde (**Dobrzański et *al.*, 2005**). La composition du lait cru de vache varie en fonction de plusieurs facteurs intrinsèques et extrinsèques dont : la lactation, l'état de santé

des animaux, la composition des aliments, les saisons, les conditions climatiques, les pratiques agricoles, et les conditions environnementales (**Licata et *al*., 2004 ; Yahaya et *al*., 2010**). Les conditions de transformation du lait peuvent aussi affecter la composition minérale du lait (**Salah et *al*., 2013**).

Tableau 3 : Composition du lait de différentes espèces.

Animaux	Eau %	M. grasses %	Protéines %	Glucides %	Minéraux %
Vache	87,5	3,7	3,2	4,6	0,8
Chèvre	87	3,8	2,9	4,4	0,9
Brebis	81,5	7,4	5,3	4,8	1
Chamelle	87,6	5,4	3	3,3	0,7
Jument	88,9	1,9	2,5	6,2	0,5

Source : Amiot et *al*., 2002.

1.3 Caractéristiques physico-chimiques

Les principales propriétés physico-chimiques exploitées dans l'industrie laitière sont la densité, le point de congélation et l'acidité.

1.3.1 Peroxyde d'hydrogène du lait

L'acidité évaluée par le pH renseigne sur la fraîcheur du lait. A la traite, le pH du lait est compris entre 6.6 et 6.8 et reste à ce niveau pendant une période ne dépassant pas les 24 heures. Toute valeur dépassant ces limites indique une anomalie.

1.3.2 Acidité titrable du lait

L'acidité titrable globale mesure à la fois le pH initial du lait normal et l'acidité développée après la traite par la fermentation lactique qui ramène le pH à 4 ou 5. L'acidité titrable indique donc le niveau d'acide lactique formé à partir du lactose. Le degré DORNIC (°D) est le

nombre de dixièmes de millilitre de soude utilisé pour titrer dix millilitres de lait en présence de phénolphtaléine.

1.3.3 Densité

La densité du lait n'est pas une valeur constante, elle est proportionnelle à la concentration des éléments dissous, en suspension et à la proportion de matière grasse. La densité du lait de vache est comprise entre 1030 et 1033 à une température de 20°C (**Alais, 1984**). La densité du lait augmente avec l'écrémage et diminue avec le mouillage (**Vignola, 2002**).

1.3.4 Point de congélation

Le point de congélation du lait ou la cryoscopie est l'une des caractéristiques physiques les plus constantes. Un lait de qualité normale gèle à - 0.520°C alors que le lait humide a un point de congélation d'environ 0°C. La mesure de ce paramètre permet d'évaluer la quantité d'eau que l'on peut ajouter au lait, ainsi un mouillage de 1% entraîne une augmentation d'environ 0.0055°C.

2 Facteurs affectant la qualité du lait cru pour la fabrication du fromage

La microflore du lait étant très diversifiée, elle ne peut être la même d'un troupeau à l'autre et varie dans le temps. Une grande variété de facteurs entre donc en jeu. Ils peuvent être liés à l'animal ou à son environnement. Nous pouvons en évoquer quelques-uns :

2.1 Nutrition animale

Les systèmes de nutrition animale utilisés pour l'élevage des bêtes varient en fonction de l'environnement et d'autres facteurs (la disponibilité d'herbes pour le libre pâturage, les conditions climatiques, la race de l'animal). Quel que soit le système utilisé, intensif, semi-extensif ou extensif, l'objectif est de veiller au bien-être de l'animal et de maximiser la production de lait. La qualité du lait est influencée par l'alimentation des animaux, et aussi bien le lait que le fromage qui en est issu seront altérés si les vaches sont nourries avec des fourrages inappropriés (oignons, feuilles de choux, navets, etc.). L'ensilage de mauvaise

qualité peut favoriser le développement de bactéries anaérobies (*Clostridium tyrobutyricum*) dans le lait et dans le fromage, provoquant un gonflement tardif des fromages extra-matures (**Aureli et *al*., 2011**). Les stratégies d'alimentation des animaux pourraient également conduire à un enrichissement du lait en acides gras utiles tels que l'acide linoléique conjugué (ALC).

Des auteurs comme **Amigo et Fontecha** (**2011**) ont rapporté les effets de l'alimentation en fourrages frais et des changements saisonniers des pâturages naturels sur les acides gras ω3. En outre, un régime alimentaire basé sur le libre pâturage des animaux a un impact positif sur le profil de saveur du lait, et donc sur les fromages (**Papademas et Robinson, 2002**).

2.2 Saison et conditions climatiques

La production et la composition du lait demeurent homogènes dans une marge de confort de 5 à 28°C. En fait, la production diminue avec la chaleur et vice versa (mécanisme de thermorégulation). Au printemps, avec l'abondance de fourrages verts, la couverture énergétique des vaches est suffisante grâce à l'apport suffisant de protéines, précurseur de lactogène, et donc la quantité de lait se maintient beaucoup mieux au printemps et au début de l'été. La teneur en protéines et en matières grasses passe par deux minima : l'un à la fin de l'hiver et l'autre au milieu de l'été et par deux maxima au moment et à la fin du pâturage. Il est logique de penser que la durée du jour peut influencer la composition du lait (contrôle photopériodique). Certes, il est délicat de tirer des conclusions définitives sur la microflore du lait, mais on peut supposer qu'il existe une relation cohérente dans chaque saison entre le niveau de bactéries psychrophiles et mésophiles et un niveau plus élevé de coliformes dans la saison chaude (**Elmoslemany et *al*., 2008**). Cependant, l'effet saisonnier pourrait également être dû à des changements dans les pratiques de gestion au cours des saisons (**Hantsis-Zacharov et *al*., 2007**).

2.3 Conditions de stockage et de transport du lait

Le lait, après la traite, doit être refroidi aussitôt à une température ne devant pas dépasser 8°C s'il est collecté quotidiennement ou à une température ne dépassant pas 6°C s'il n'est pas collecté quotidiennement. En effet, une température de stockage basse stabilisera le niveau de micro-organismes dans son ensemble. Pendant le transport, la chaîne du froid doit être

maintenue et, à l'arrivée dans l'établissement de destination, la température du lait ne doit pas être supérieure à 10°C.

Les exigences de température susmentionnées ne s'appliquent pas si le lait est transformé dans les 2 heures suivant la traite ou si une température élevée est nécessaire pour des raisons technologiques liées à la fabrication de certains produits laitiers.

2.4 Facteur génétique

La génétique animale influe sur les performances du lait et par conséquent sur la fabrication du fromage. En effet, le polymorphisme de la caséine dans le lait (les variantes génétiques de κ-caséine et de la β-Lg) pourrait affecter les propriétés d'emprésurage, la composition en protéines et en matières grasses du lait et le rendement laitier (**Dettori et *al.*, 2015**). La race est également un facteur génétique majeur qui détermine la production et la composition du lait de vache. De grandes variations, même entre individus d'une même race, sont observées (**Saidou, 2004**).

Les races les plus laitières donnent des taux protéiques et butyreux les plus faibles et donc la quantité de lait est défavorablement liée à ces taux (**tableau 4**).

On peut dire pour résumer que les performances de l'animal sont le reflet de son potentiel génétique et des conditions dans lesquelles il est élevé.

Par ailleurs, pour les vaches locales algériennes, nous ne disposons pas de données indicatives et constantes pour établir une correspondance précise. Néanmoins, l'étude de l'auteur **Boubezari** (**2007**) a donné une moyenne de TB et TP allant de 43.65 à 44.12 g et de 31.97 à 32.12 g respectivement chez les 77 vaches locales expérimentées dans l'Est de l'Algérie.

En comparant les données recueillies, il apparaît que les performances nutritionnelles des vaches algériennes locales "Brune de l'Atlas" sont plus ou moins proches de celles des races françaises : croisé, Brune et Simmental France avec un TB et un TP de 40-42 et 32-34 respectivement.

Tableau 4 : Performances moyennes chez les principales races laitières étrangères.

Race	Production moyenne (kg)	TB (g/kg)	TP (g/kg)
Prim'Holstein	9226	40	32.1
Montbéliarde	7157	38.9	33.1
Normande	6643	42.5	34.8
Croisé	7515	40.3	32.6
Abondance	5408	36.4	33
Brune	7380	42.1	34.3
Simmental France	6352	40.3	33.8
Jersiaise	5037	55.9	38.6
Tarentaise	4267	36.8	32.4

Source : Web-AGRI (2020) ; Idele (2019).

2.5 Stade de la lactation

La fin du stade de la lactation a un effet sur la qualité du lait et, par conséquent, sur la qualité du fromage. En effet, le lait de lactation tardive contient moins de caséines, que le lait des vaches en début de lactation. Autrement dit, l'évolution des principaux composants du lait est inversement proportionnelle à l'évolution de la quantité produite pendant toute la période de lactation.

2.6 Statut sanitaire de l'animal

Le lait cru doit provenir d'animaux sains (pas d'inflammation ou de blessure du pis, sans entérite et sans fièvre) et indemnes de toutes maladies infectieuses transmissibles à l'homme par le lait (zoonoses), entre autres la brucellose et la tuberculose. Les critères de production du lait cru de vaches d'après **Djuricic et al. (2014**) sont une numération totale sur plaque à 30°C $\leq 10^5$ ufc/ml et le nombre des cellules somatiques (SCC) en absence d'infection est à $\leq 4.10^5$ (ml). Sur ce point, le SCC élevé a un impact sur la dégradation de la caséine αs1, pendant l'affinage du fromage, et sur le rendement (formation de gel). Pour éviter un tel problème, le lait doit être éliminé du processus de fabrication du fromage lorsque leur rendement laitier diminue de manière significative (**Guinee et O'Brien, 2010)**. Il semble aussi que le stress et les émotions perturbent le reflexe d'éjection du lait. En effet, traire de la même manière, avec le même trayeur, selon une routine bien définie, réduit le stress des animaux et augmente significativement la production de lait.

3 Activité biologique du lait cru au fromage

3.1 Définition de l'écosystème microbien

Le lait cru répond à la notion d'écosystème dans la mesure où il s'agit d'un système fonctionnel composé d'une communauté de micro-organismes (biocénose) en perpétuelle interaction avec un environnement (biotope) sur lequel agissent des facteurs physiques, chimiques ou biologiques. Le fonctionnement des écosystèmes microbiens est la pierre angulaire du concept multidimensionnel (risque sanitaire, sensoriel, bien-être) de la qualité des produits laitiers au lait cru.

3.2 Lait cru entre intérêt/risque

Le lait cru a un effet à double tranchant, entre bienfaits et méfaits. À ce titre, le microbiote du lait peut améliorer les propriétés organoleptiques et texturales des produits laitiers (**Montel et *al*., 2014**), mais il peut aussi écourter la durée de conservation du lait en chambre froide, ce qui est donc défavorable (**Capodifoglio et *al*., 2016**). Des retombées sur la santé des consommateurs sont aussi alléguées. Elles sont soit délétères par la consommation de lait cru

contaminé occasionnant une intoxication alimentaire (entérotoxines), soit bénéfiques par le renforcement du système immunitaire grâce aux micro-organismes (probiotiques) présents dans le lait cru (**Fernández et *al.*, 2015**).

3.3 Microflore naturelle du lait cru " La qualité hygiénique"

Le lait qui sort de la mamelle d'un animal sain est pratiquement stérile de germes pathogènes. En tant que substance biologique complexe, le lait cru est un remarquable milieu de croissance pour de nombreux micro-organismes. C'est ce qui explique qu'il soit contaminé par des germes provenant de l'animal en lui-même principalement de germes saprophytes du pis et des canaux galactophores, ou de son environnement pendant la production (**figure 9**), ainsi sa qualité s'en ressent **(Angelides, 2014**). Bien que la pasteurisation ait pour but de détruire les germes pathogènes et ou d'altération dans le lait, sauf que la charge initiale peut être réduite.

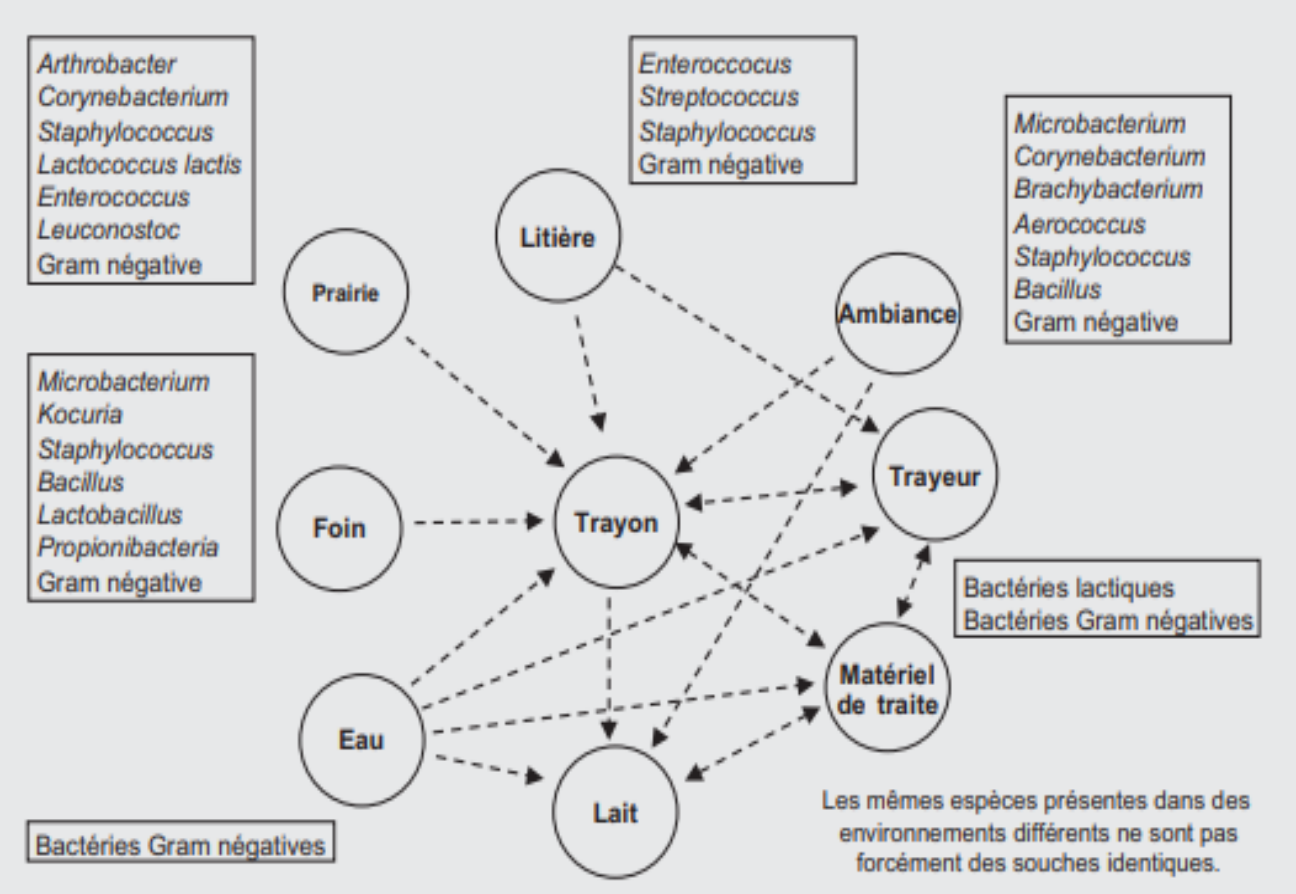


Figure 9 : Différents réservoirs de contamination du lait cru (**Vacheyrou et *al.*, 2011**).

3.4 Description des communautés microbienne

L'écosystème microbien du lait cru est une composante majeure du microbiote de nombreux fromages traditionnels (**Montel et *al.*, 2014**). Une attention particulière est accordée à l'évaluation bactériologique du lait cru, axée sur la recherche de germes le plus souvent ubiquistes (**tableau 5**). La flore microbienne aérobie mésophile totale (FAMT) dénombrée lors des analyses de lait représente une image non exhaustive de l'ensemble des micro-organismes viables présents dans le lait. Néanmoins, ce bilan permet de mettre en évidence la flore lactique (utile), la flore d'altération et les germes pathogènes (nuisibles). Cette répartition microbienne reflète donc la diversité écologique du lait cru.

Tableau 5 : Diversité microbienne du lait cru de vache.

flore constante		flore accidentelle	
bactéries des canaux galactophores	bactéries contaminant le lait pendant et après La traite	bactéries d'origine Fécale	bactéries présentes sur l'animal malade
Lactobacillus Streptocoques lactiques	*Pseudomonas* *Flavobacterium* Enterobactéries micrococques Corynebacteries *Bacillus* *Streptococcus faecalis* *Clostridium*	*Clostridium* Coliformes fécaux *Salmonella* *Yersinia* *Campylobacter*	*Streptococcus agalactiae* *Staphylococcus aureus* *Brucella* *Listeria*

Source : Leyral et Vierling (2007).

3.4.1 Flore pathogène

Les intoxications alimentaires dues à la multi-résistance des bactéries pathogènes sont signalées et constituent un sujet de grande préoccupation. C'est le cas des germes suivants :

3.4.1.1 *Staphylococcus aureus*

C'est un micro-organisme mésophile à Gram positif et à coagulase positive. Cette bactérie est à l'origine de mammites chez les vaches laitières (**Meskini et *al.*, 2021**). En effet, la contamination du lait par des staphylocoques constitue un défi sanitaire et économique de taille pour l'industrie laitière. En Algérie, la quantité maximale de *Staphylococcus aureus* tolérée dans le lait cru et le fromage au lait cru, est respectivement de 10^3 ufc/ml et 10^4 ufc/g (**JORA, 2017**).

Les entérotoxines produites par ces staphylocoques appartiennent à la famille des toxines pyrogènes, ou entérotoxines thermostables. Ces antigènes provoquent une immunosuppression et une prolifération non spécifique des cellules T. D'autres espèces du genre *Staphylococcus* produisant des entérotoxines sont également trouvées dans le lait, telles que *S. cohnii, S. epidermidis, S. xylosus et S. haemolyticus*. Les niveaux de *S. aureus* ont tendance à diminuer pendant l'affinage du fromage (**Cretenet et *al.*, 2011**).

3.4.1.2 **Coliformes**

Ces entérobactéries sont des bactéries à Gram négatif, anaérobies facultatives, en forme de bâtonnets, qui colonisent le tractus intestinal des mammifères et libèrent des toxines. L'absorption systémique de la toxine peut entraîner une colite hémorragique, des diarrhées et une urémie, voire la mort. Il s'agit d'*Escherichia coli* (productrice de shigatoxines),

E. intermedium, freudii, Citrobacter, Enterobacter et Klebsiella. Leur croissance est réduite par la baisse du pH, mais ils résistent à la chaleur (**Le Minor et Richard, 1993**).

Escherichia coli est l'indicateur de contamination fécale qui reflète la salubrité du produit. La concentration maximale acceptée pour les coliformes dans le lait cru est de 5.10^3 ufc/ml, alors que pour le fromage fabriqué à partir de lait non pasteurisé, la limite autorisée est de 10^5 ufc/g (**JORA, 2017**).

3.4.1.3 *Salmonella*

Les salmonelles appartiennent à la famille des *Enterobacteriaceae.* Ce sont des bactéries à Gram négatif, anaérobies facultatives, mobiles, capables de se multiplier à des températures comprises entre 5 et 45°C et à des valeurs de pH de 4.5 à 9. Elles sont à l'origine de salmonellose qui est l'une des toxi-infections alimentaires les plus courantes. Les sérovars *Enteritidis* et *Typhimurium* de *Salmonella enterica ssp. enterica* sont parmi les agents causaux les plus communément répertoriés dans les toxi-infections alimentaires collectives (TIAC).
La salmonelle pénètre dans le tube digestif, se développe dans l'intestin grêle et provoque une entérocolite : douleurs abdominales, diarrhée, nausées, vomissements, frissons et fièvre apparaissent généralement 12 à 36 heures après la consommation d'aliments contaminés et durant 2 à 6 jours (**Gravani, 1984**). Les porteurs sains (asymptomatiques) représentent la plus importante voie de propagation des bactéries dans l'environnement et dans les aliments. Au regard des critères microbiologiques, *Salmonella* doit être absente dans 25 ml/g de lait cru et de fromage au lait cru (**JORA, 2017**).

3.4.1.4 **Streptocoques fécaux**

Les Streptocoques fécaux appartiennent aux Streptocoques du groupe D qui peuvent contaminer le lait. Ils sont plutôt typiques des déjections animales et donc meilleurs indicateurs de la qualité hygiénique du lait, tels que *S. bovis, S. equinus, S. gallolyticus et S. alactolyticus*. Ces germes sont parmi les plus résistants aux conditions hostiles (pH, température, etc.) et sont néanmoins considérés comme pathogènes du point de vue sécurité alimentaire (**CUQ, 2007**).

3.4.2 Flore d'affinage

Il s'agit de *Micrococcus*, des staphylocoques à coagulase négative (*S. equorum, S. xylosus et S. carnosus*) et des bactéries corynéformes (*Arthrobacter, Brachybacterium, Brevibacterium, Corynebacterium, Microbacterium* et *Rhodococcus spp* et bien d'autres. Le genre *Micrococcus* est très hétérogène et plus proche phylogénétiquement d'*Arthrobacter* que de *Staphylococcus*. *Micrococcus luteus* et *Micrococcus lylae* sont deux des espèces les plus fréquemment isolées du lait et du fromage (**Irlinger et Bergère, 1999**). La flore d'affinage est principalement présente, et en grand nombre, à la surface des fromages affinés par frottis

bactérien, après désacidification de la surface du fromage par les moisissures et les levures (**Corsetti et *al.*, 2001**). Cette flore contribue de manière importante à déterminer les caractéristiques finales de ces variétés de fromage. Elles favorisent l'affinage du fromage par leurs activités enzymatiques.

3.4.3 Bactéries propioniques

Dans le lait cru, les propioni-bactéries sont présentes en quantité suffisante, mais elles sont ajoutées au lait pasteurisé. Elles survivent à la température de cuisson élevée (~54°C) lors de la fabrication du fromage et atteignent des niveaux de 10^8-10^9 ufc/g après la période de maturation à chaud. Elles métabolisent l'acide lactique en acide acétique et propionique et en CO_2, et jouent un rôle clé dans la formation d'acides gras libres et d'acide iso valérique, contribuant à la saveur et à la formation des ouvertures (**Thierry et *al.*, 2004**). Le séquençage du génome entier de *Propionibacterium. freudenreichii*, notamment, a révélé sa résistance au stress, à l'attaque des phages et à synthétiser des vitamines et des acides aminés, ainsi que plusieurs gènes codant pour des protéines de surface impliquées dans l'activité immuno-régulatrice (**Falentin et *al.*, 2010**).

3.4.4 Moisissures et levures

Ces micro-organismes sont de moindre importance que les bactéries dans le bilan microbiologique du lait et des produits laitiers. Leur présence à la surface du lait et des produits laitiers est un indice de pollution qui dévalorise l'aspect et le goût des produits. Les levures et les moisissures tolèrent des valeurs de pH de 3 à 8, avec un optimum de 4.5 à 6.5, ce qui explique leur présence dans le lait cru ainsi que dans le lait caillé (**Vignola, 2002**). Cependant, durant la maturation des fromages affinés, les moisissures jouent un rôle important où un amalgame de levures, de bactéries et de champignons filamenteux se forme pendant la phase de maturation (**Addis et *al.*, 2001**). Leur contribution à la protéolyse et à la lipolyse améliore la texture, la saveur et la qualité nutritionnelle des fromages selon **Fox et McSweeney (2004**). En revanche, une lipolyse importante peut conduire au rancissement (**Molimard et *al.*, 1997**), tout comme un fromage allégé ou maigre en matière grasse peut développer un goût avarié (**Milo et Reineccius, 1997**). Dans les fromages affinés à cœur (Roquefort), le *Penicillium roqueforti*, se développe et forme des veines bleues à l'intérieur du

fromage. Le *Penicillium camemberti* quant à lui se développe à la surface des fromages affinés, comme le Camembert et le Brie.

Les levures, en outre, sont une indication de mauvaises pratiques de contrôle de l'hygiène (**Vignola, 2002**). Elles peuvent provoquer des fermentations gazeuses et des goûts indésirables dans plusieurs produits laitiers. Toutefois, dans de nombreux fromages, en particulier ceux au lait cru, les levures ont un intérêt majeur dans les fermentations laitières en raison de leur capacité à fermenter le lactose ou le galactose et à se développer à basse température et à des concentrations élevées en sel. Leurs activités protéolytiques et/ou lipolytiques élevées contribuent de manière significative aux caractéristiques de texture et de saveur du fromage. Des défauts de saveur se traduisant par des arômes fruités et amers sont attribués à l'activité des levures (**Beresford et Williams, 2004**). Les espèces de levures couramment détectées dans le lait cru comprennent *Geotrichum candidum, Pichia fermentans, Candida sake, Trichosporon lactis* et celles que l'on trouve dans le fromage appartiennent aux genres *Candida, Geotrichum, Kluyveromyces, Pichia, Rhodotorula, Saccharomyces, Trichosporon, Torulospora, Yarrowia et Zygosaccharomyces spp* (**Delavenne et *al*., 2011**). Dans les variétés de fromage affiné par frottement, les levures métabolisant le lactate contribuent à la désacidification de la surface du fromage et permettent la croissance de bactéries aérobies et acido-sensibles dans le consortium de frottement (naturel et/ou dirigé).

Les interactions entre levures et bactéries peuvent générer des profils volatils plus complexes aux notes fruitées (**Arfi et *al*., 2005**).

3.5 Flore d'intérêt technologique "Bactéries lactiques"

3.5.1 Définition

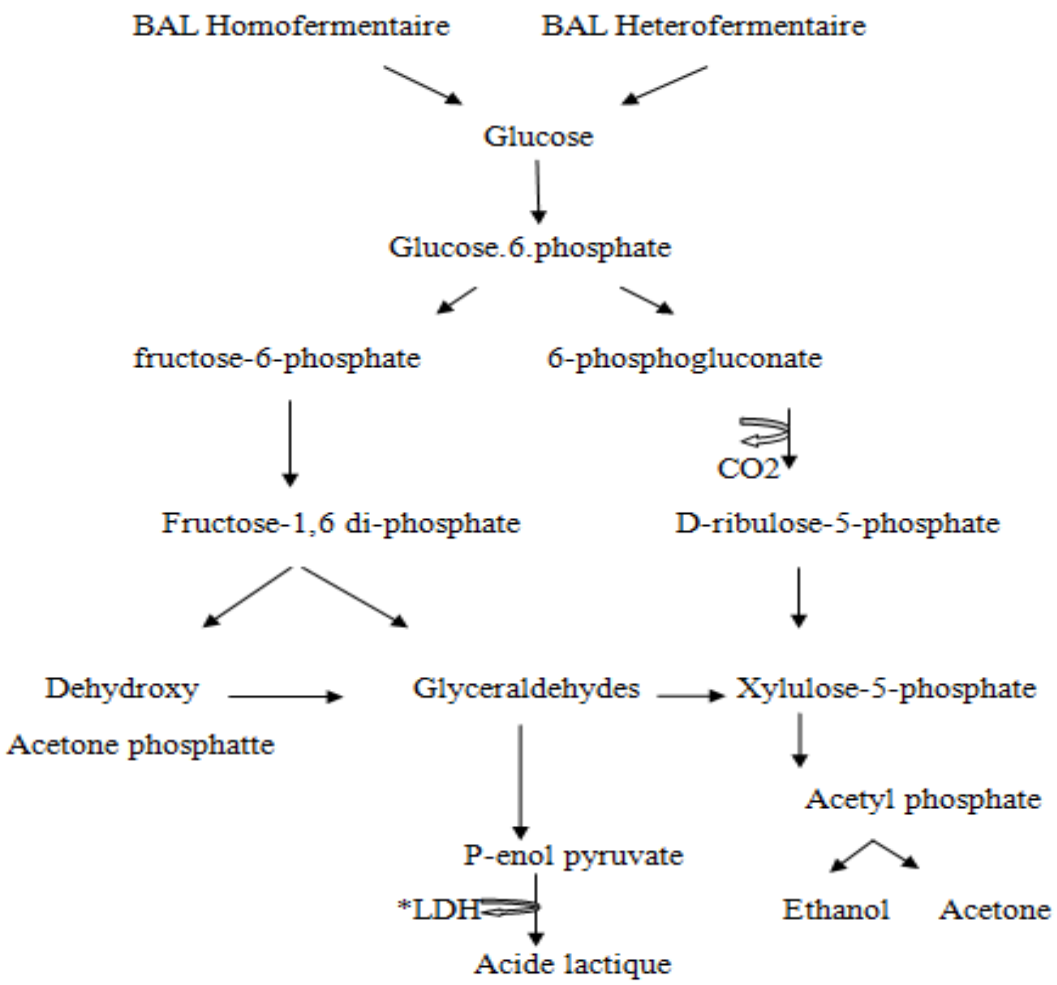
Les bactéries lactiques (BAL) sont des microorganismes unicellulaires procaryotes, hétérotrophes et chimio-organotrophes. Elles sont à Gram positif, peuvent être de forme coccoïdes, coccobacillaires, ou bacillaires, non pigmentées, immobiles et non sporulantes. Les bactéries lactiques ont un catalase négative, dépourvues de cytochromes, tolérantes aux acides et facultatives, possèdent un métabolisme anaérobie strict ou aérotolérant (**Hardie et Whiley, 1997**). Ce qui confirme leur prévalence dans les produits laitiers (**Stiles et Holzapfel, 1997**).

3.5.2 Connaissances générales sur les bactéries lactiques

Les bactéries lactiques sont omniprésentes dans la nature, ainsi que dans le système digestif humain (**Hammi, 2016**) et se sont depuis longtemps révélés utiles à l'homme. Actuellement, les bactéries lactiques occupent une place importante parmi les auxiliaires agroalimentaires. Elles sont surtout réputées pour leur rôle dans le secteur laitier pour leur activités antimicrobiennes (**Moraes et *al*., 2010**), organoleptiques et d'amélioration de la durée de conservation. Les bactéries lactiques sont employées classiquement dans la fermentation de produits laitiers ou carnés, de végétaux et en panification (**Carr et *al*., 2002**). Ce groupe de bactéries bénéficie généralement d'un statut GRAS (Generally Recognized As Safe) ce qui certifie leur inoffensivité. Toutefois, certaines espèces du genre *Streptococcus*, quelques *Lactobacillus* et *Enterococcus* sont considérées comme des pathogènes opportunistes ou des marqueurs de contamination fécale pouvant provoquer des maladies nosocomiales (**König et Fröhlich, 2009 ; Aguilar-Galvez et *al*., 2012**).

Les BAL produisent de l'acide lactique comme principal résultat de la fermentation des sucres. Selon le métabolisme des glucides (**figure 10**), les BAL peuvent être soit homofermentaires en générant principalement de l'acide lactique via la voie de la glycolyse (Embden-Meyerhof), soit hétérofermentaires en produisant de l'acide lactique, du dioxyde de carbone, de l'éthanol et/ou de l'acide acétique via la voie de la 6-phosphogluconate/phosphokétolase (**Garvie, 1984**).

Le matériel chromosomique des BAL a un pourcentage de G + C entre 30 et 60% (**Stiles et Holzapfel, 1997**) et une taille génomique entre 1.8 et 3.3 Mbp. Elles sont caractérisées par de faibles capacités lipolytiques et protéolytiques et sont très exigeantes, auxquelles elles sont auxotrophes en vitamine B (**Monnet et *al*., 2008**), en acides aminés puisqu'elles sont inaptes à les synthétiser à partir d'une source d'azote simple selon **Caplice et Fitzgerald** (**1999**) et en oligo-éléments (Mg^{2+} ,Mn^{2+} , Na^{+}, K^{+} et Cl^{-} …) car ces derniers participent de manière significative à la croissance des BAL notamment aux activités enzymatiques des bactéries (**Zhang et *al*., 2009 ; Wegkamp et *al*., 2010**), en glucides fermentescibles et en acides gras (**Edima, 2007**).



*** LDH :** Lactate déshydrogénase

Figure 10 : Métabolisme glucidique des bactéries lactiques **Bulut** (**2003**).

3.5.3 Classification taxonomique des BAL

La classification des bactéries lactiques est pratique selon des critères phylogénétiques en utilisant une approche moléculaire. Cependant, la caractérisation morphologique, physiologique (**tableau 6**) et la composition de la paroi des BAL en acides gras restent pratique et utile pour l'identification préliminaire des micro-organismes (**Alexandre et *al.*, 2008**). En effet, sur la base de leur structure morphologique et de leur métabolisme glucidique, les BAL sont classées en trois groupes :

Groupe I : La majorité des espèces appartenant aux genres *Enterococcus*, *Lactococcus* et *Streptococcus* sont homofermentaires et en forme de cocci.

Groupe II : Les bactéries sont ovoïdes et hétérofermentaires. Elles comprennent les espèces des genres *Leuconostoc, Oenococcus et Weissella*, ainsi que certaines espèces appartenant au genre *Lactobacillus*.

Groupe III : Il s'agit de bacilles longs et fins (parfois incurvés) souvent groupés en chaînes (**figure 11**). Ce dernier groupe occupe une position intermédiaire entre les groupes I et II, abritant ainsi des espèces capables d'être homo- ou hétéro-fermentaires en suivant les conditions environnementales (**Guiraud et Rosec, 2004 ; McLeod et *al.*, 2008**). On peut citer :

a/ Thermobacterium : Inclut les lactobacilles homofermentaires thermophiles qui se développent à 45°C mais jamais à 15°C. Les espèces les plus fréquentes dans les produits laitiers sont *Lb. helveticus, Lb. delbrueckii, Lb. acidophilus*.

b/ Streptobacterium : Comprend les lactobacilles mésophiles homofermentaires et peut parfois être hétérofermentaire en fonction du substrat. Les espèces les plus fréquentes dans l'alimentation sont *Lb. casei, Lb. curvatus, Lb. sake* et *Lb. plantarum*.

c/ Betabacterium : Comprend les lactobacilles hétérofermentaires tels que *Lb. fermentum, Lb. brevis* et *Lb. sanfransisco.*

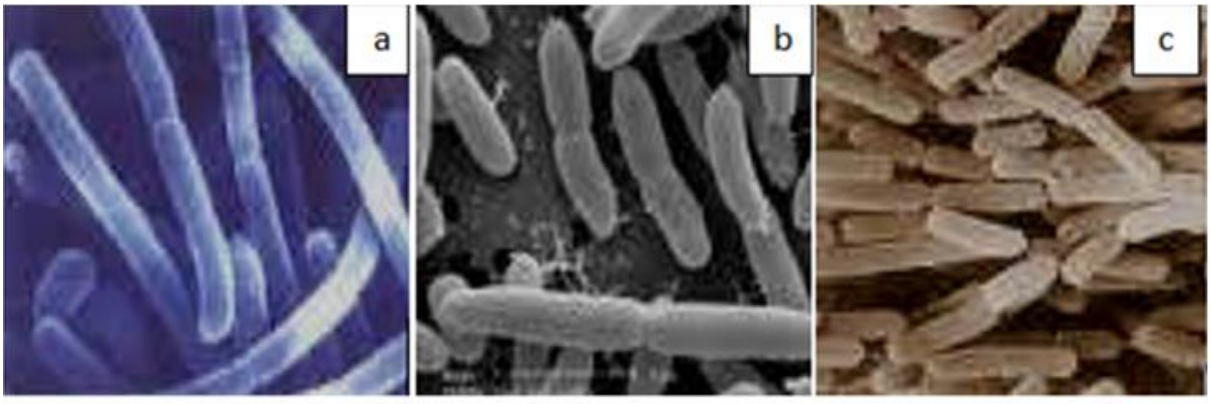


Figure 11 : Aspect microscopique des lactobacilles (**Kandler et Weiss, 1986**).

Tableau 6: Caractérisation de genres importants de BAL

Famille	Genre	Forme	CO2 à partir du glucose	Croissance à 10°C	Croissance à 45°C	Croissance à 6.5 % Na Cl	Croissance à 18 % Na Cl	Croissance à pH 4.4	Croissance à pH 9.6	Acide lactique
Aerococcaceae	*Aerococcus*	cocci	-	+	-	+	-	-	+	L
Coronobacteriaceae	*coronobacterum*	bâtonnet	-	+	-	ND	-	ND	-	L
Enterococcaceae	*Enterococcoccus*	cocci	-	+	+	+	-	+	+	L
	Tetragenococcus			+	-	+	+	variable	+	
	Vagococcus	cocci		+	-	-	-		-	
Lactobacillaceae	*Lactobacillus*	bâtonnet	variable	variable	variable	variable	-	variable	-	D, L, DL
	Pediococcus	cocci	-	variable	variable	variable	-	+	-	L, DL
Leuconostococaceae	*Leuconostoc*	cocci	+	+	-	variable	-	variable	-	D
	Oenococcus		+	+	-	variable	-	variable	-	D
	Weissella			+	+	-	-	variable	-	D
Streptococcaceae	*Lactococcus*	cocci	-	+	-	-	-	variable	-	L
	Streptococcus		-	-	variable	-	-	-	-	L

ND : Non Déterminé ; D(–) acide lactique ; L(+) acide lactique.

Source : Von Wrighe et Axelsson (2012).

Selon édition II de Bergey's manual of systematic bacteriology (**Vos *et al.*, 2009**), les BAL sont classées dans le phylum des Firmicutes comme l'indique la **figure 12** et sont réparties en six familles : *Carnobacteriaceae, Aerococcaceae, Enterococcaceae, Lactobacillaceae, Leuconostocaceae et Streptococcaceae.*

Seuls douze genres sont utilisés en technologie alimentaire, il s'agit de : *Aerococcus, Carnobacterium, Enterococcus, Lactobacillus, Lactococcus, Leuconostoc Oenococcus, Pediococcus, Streptococcus, Vagococcus, Tetragenococcus et Weissella* (**Vandamme et *al.*, 1996**).

Des genres apparentés tels que *Bifidobacterium, Macrococcus, Brevibacterium* et *Propionibacterium* peuvent aussi être inclus et sont utilisés dans la fabrication de produits fermentés (**Pfeiler et Klaenhammer, 2009**).

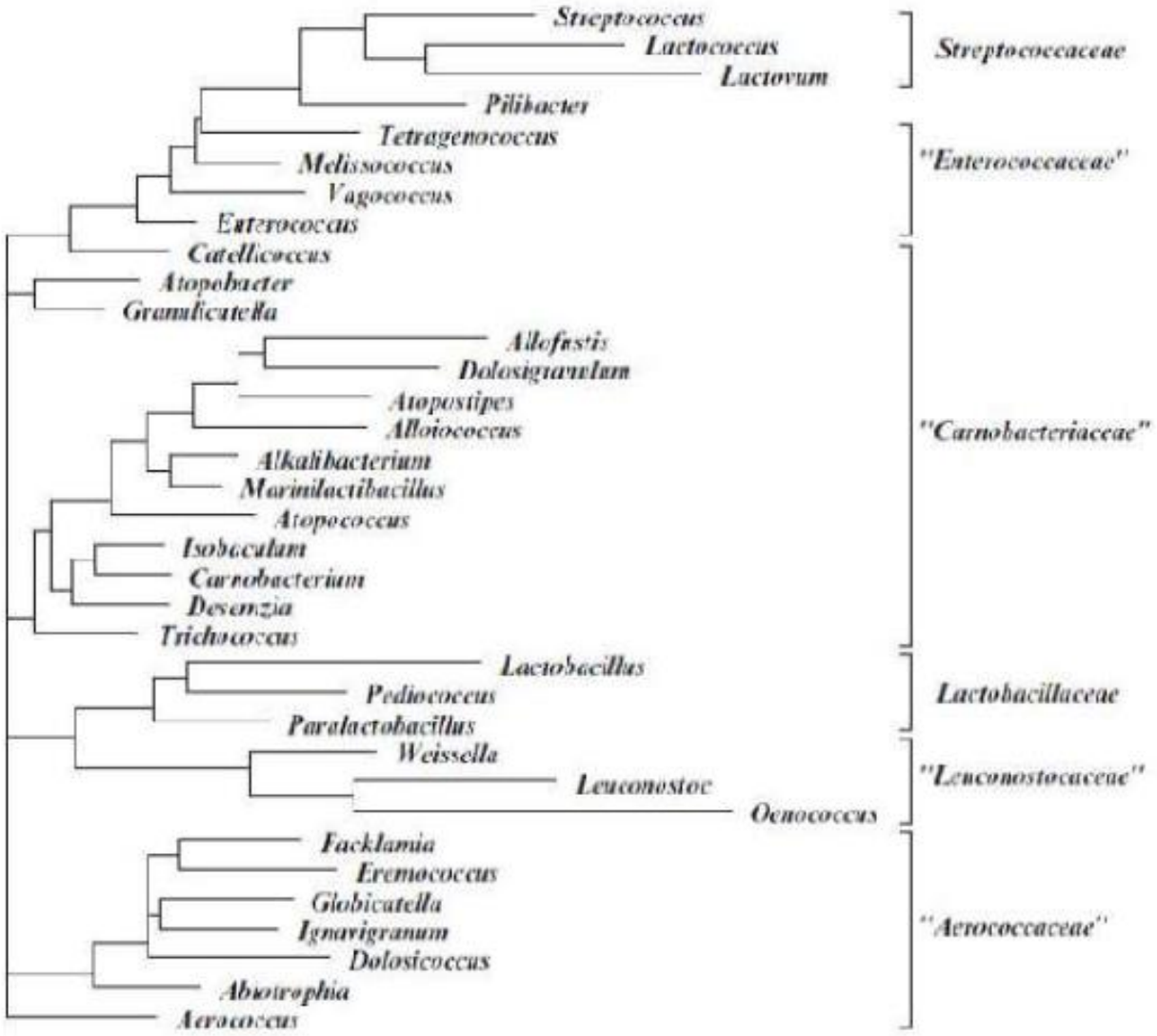


Figure 12 : Dendrogramme présentant les liens phylogénétiques de l'ordre des "Lactobacillales" dans la classe des "bacilles "(**Vos et *al*., 2009**).

3.5.4 Caractéristiques des principaux genres des bactéries lactiques

3.5.4.1 **Lactobacilles**

Les lactobacilles sont acidophiles et assurent un pH de 4,0 dans les aliments contenant des sucres fermentables. Il s'agit de bacilles longs et fins (quelque fois incurvés) souvent groupés en chaînes. Ce type de bactérie tient un rôle dans la fermentation et la préservation des

aliments, ainsi qu'un rôle probiotique. Les lactobacilles confèrent un caractère aromatique aux aliments fermentés en produisant du diacétyle et des amines (**Kassas, 2017**).

3.5.4.2 **Entérocoques**

Les entérocoques sont des hôtes naturels du transit intestinal de l'homme et des animaux (**Hassaine, 2013**). Les sous espèces les plus fréquemment observées dans le fromage sont *E. faecium, E. faecalis* et *E. durans* (**Giraffa, 2003**), aussi bien les fromages à base de lait cru que de lait pasteurisé. Les entérocoques participent à la fermentation et à la maturation de certains produits en favorisant le développement de caractéristiques organoleptiques comme le goût et l'arôme (**Kranenburg et *al*., 2002**). En plus, ils sont susceptibles de produire des substances antimicrobiennes, notamment des bactériocines (**Alomar, 2007**) et témoignent d'effets probiotiques pour la santé de leur hôte (**Champagne et Mollgaard, 2008**). Néanmoins, ce genre d'espèces qualifiées comme sûres et n'ont pas le statut GRAS car elles disposent de gènes codant pour des facteurs de virulence (**Elsner et *al*., 2000**).

3.5.4.3 **Lactocoques**

La prévalence des *Lactococcus* dans les produits laitiers peuvent représenter 38% des isolats de bactéries lactiques identifiés dans des fromages européens. Elles sont largement utilisées comme ferment en fabrication fromagère, seule ou en association avec d'autres bactéries lactiques (**Beresford et *al*., 2001**). Leur niveau peut être supérieur à 10^8 ufc/g dès les premiers Jours de fabrication des fromages. La souche *Lactococcus.raffinolactis* n'est qu'occasionnellement isolé dans les laits et le fromage (**Lopez et *al*., 2000**) et *Lactococcus garvieae* est identifié dans des laits crus (**Zamfir et *al*., 2006**), dans différents fromage au lait cru, fromage AOC Salers (**Callon et *al*., 2005**), fromages égyptiens (**El-Baradei et *al*., 2005**), fromage de Jben marocain (**Ouadghiri et *al*., 2005**) et de fromages italiens du Piemontese PDO Toma (**Fortina et *al*., 2003**).

3.5.4.4 **Streptocoques**

Les cellules sont immobiles et sphériques ou ovoïdes avec une disposition en paires ou en longues chaînettes. La principale espèce de streptocoques utilisée en technologie alimentaire

est *S. thermophilus*, qui est considérée comme le deuxième ferment industriel le plus important. Il est traditionnellement utilisé en combinaison avec *Lb. delbrueckii ssp*. *bulgaricus* ou *Lb. helveticus* pour la fabrication de yaourts et de fromages à pâte dure cuits à haute température. Il est également utilisé seul ou en combinaison avec des lactobacilles pour la production de fromages Mozzarella et Cheddar (**Mills et *al*., 2010**).

La taille de leur génome est proche de 1.8 Mb dans la plupart des souches. Il a perdu les déterminants pathogènes les plus importants lors de son adaptation à l'environnement du lait (**Bolotin et *al*., 2004**). Contrairement aux plasmides des lactocoques, les plasmides de *S. thermophilus* jouent un rôle relativement insignifiant.

3.5.4.5 *Leuconostoc, Weissella et Oenococcus*

Ils se présentent sous forme de coques ovoïdes appariées ou enchaînées à vocation hétérofermentaire. L'hydrolyse de l'esculine, la formation de dextrane, la capacité à se développer à différents pH et températures, et l'absorption de citrate et/ou de malate permettent de séparer les genres *Leuconostoc* et *Weissella* (**Ho et *al*., 2007**). Ces bactéries sont associées au matériel végétal et se trouvent également dans le lait et les produits laitiers.

Malgré leur faible croissance dans le lait, leur capacité à co-métaboliser le lactose et le citrate en produisant du lactate, de l'acétate, du CO_2, de l'éthanol, de l'acétaldéhyde, du diacétyle, de l'acétoïne et du 2,3-butanediol, elles concourent aux propriétés organoleptiques des variétés de fromages frais et à pâte semi-dure : Edam et Gouda (**McSweeney et Sousa, 2000**). Ces micro-organismes synthétisent de dextrane à partir du saccharose, ou des α-gluco-oligosaccharides (GOS) à partir du maltose, qui servent comme épaississants ou texturants dans les laits de culture ou comme stabilisants dans les crèmes glacées. Le genre *Leuconostoc* compte à lui seul 24 espèces et 7 sous-espèces (**www.bacterio.net**).

3.5.5 Identification moléculaire des bactéries lactiques

L'identification phénotypique des bactéries lactiques semble être une approche classique, ardue et peu fiable qui doit être renforcée ou même remplacée par des procédures de typage moléculaire plus avancées et plus précises. Cela permettrait de fournir de nouvelles données de référence pour étudier la diversité génomique et la structure de l'écologie microbienne réelle au fil du temps (**Kamra, 2005**).

Le séquençage total du génome des BAL est actuellement disponible en différentes tailles, y compris : *Oenococcus oeni*, *Lb.brevis, Lb. casei, P. pentosaceus* et *Ln. mesenteroides*.
On peut citer comme exemples de méthodes génomiques disponibles : séquençage de l'ADNr, le profil plasmidique, le ribotypage, les méthodes des empreintes digitales (fingerprinting) : RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA), REP-PCR fingerprinting, AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism), et l'électrophorèse en champ pulsé (PFGE) de l'ensemble de l'ADN chromosomique digéré.

3.5.5.1 **Profil plasmidique**

Le typage plasmidique est l'une des méthodes de génotypage les plus anciennes et les plus simples, dans laquelle seul l'ADN extra-chromosomique est analysé. Dans l'application la plus élémentaire, les plasmides sont isolés à partir de chaque isolat bactérien, puis séparés électrophorétiquement dans un gel d'agarose pour déterminer leur nombre et leur taille.
Cependant, ce typage n'est pas vraiment sûr en raison de la capacité de certains organismes à acquérir ou à délecter des plasmides d'après **Ouadghiri** (**2009**) et parfois peuvent avoir des plasmides de la même taille.

3.5.5.2 **Ribotypage**

Cette méthode consiste à coupler l'ADN chromosomique à analyser par des enzymes de restriction avec des sondes d'ADN recombinant. Ces dernières permettent d'identifier des hétérogénéités entre des souches de faible homologie (**Lyhs et *al.*, 1999**). Cependant, cette technique est un peu fastidieuse et longue. Elle n'est pas aussi discriminante que certaines des méthodes moléculaires les plus récentes. Elle peut aussi, être inutile pour certaines bactéries qui ne contiennent qu'un ou deux loci.
La description des étapes de la procédure fingerprinting sur le **tableau 7** facilite la compréhension de leur principe.

3.5.5.3 **RAPD (ADN polymorphe amplifié de façon aléatoire)**

RAPD est une mesure génotypique très simple et rapide, fondée sur la réaction en chaîne par polymérase. Elle fait référence à l'ADN polymorphe amplifié de façon aléatoire. Dans la PCR, deux amorces oligo-nucléotidiques synthétiques sont nécessaires pour initier la synthèse d'un

nouveau brin d'ADN. La PCR utilisée pour la RAPD diffère de la PCR commune par certains aspects : les amorces utilisées sont très courtes, les séquences sont choisies au hasard et la température de sédimentation pour la RAPD est inférieure à celle d'une PCR normale (**Farber, 1996**).

3.5.5.4 **Ribotypage par PCR**

Les trois gènes codant pour l'ARNr (ARNr 16S, 23S et 5S) des procaryotes sont séparés par une région intercalaire. Si l'on pense que la plupart des genres bactériens contiennent des copies multiples de l'opéron de l'ARNr, les régions intercalaires d'une même souche peuvent donc différer en longueur et/ou en séquence.

3.5.5.5 **PCR –RFLP**

Des séquences nucléotidiques apparentées peuvent être comparées en les exposants aux mêmes endonucléases de restriction. L'électrophorèse et la coloration des fragments d'une séquence donnée confèrent une empreinte caractéristique, de telle sorte que différentes séquences peuvent être comparées à leurs empreintes digitales.

3.5.5.6 **REP-PCR**

La PCR est utilisée pour générer des empreintes digitales en copiant des séquences précises dans le chromosome (plutôt que des séquences aléatoires). La REP-PCR fait référence à une séquence répétitive extra-génique palindromique qui apparaît dans différentes souches. La REP-PCR produit des molécules d'ADN de différentes tailles. Lorsqu'elles sont séparées par électrophorèse sur gel, ces molécules donnent une empreinte digitale caractéristique.

3.5.5.7 **Electrophorèse sur gel à champ pulsé**

L'ADN génomique est coupé avec une enzyme de restriction et les fragments sont séparés sur un gel d'agarose. Cela permet une estimation des sous-espèces et des souches. Tout d'abord, les cellules vivantes sont noyées dans l'agarose, puis une lyse est effectuée. Ensuite, l'ADN génomique est digéré avec des enzymes de restriction peu communes. Cette méthode fournit

un champ électrique alternatif à des intervalles prédéterminés. La direction du champ électrique est modifiée à ces intervalles appelés temps d'impulsion. Ainsi, grâce à cette propriété, des fragments d'ADN de poids moléculaire élevé peuvent être séparés avec cette méthode.

Tableau 7: Étapes des principales méthodes de typage moléculaire.

RAPD	PFGE	REP-PCR	AFLP	DNA Sequencing
PCR Amplification with a single primer ↓ Gel Electrophoresis ↓ Gel Staining ↓ Interpretation	Embed organisms in agarose plug ↓ Protease Digestion ↓ R.E. Digestion ↓ Electro-phoresis ↓ Interpreta-tion	PCR Amplification with REP or ERIC primers ↓ Gel Electrophoresis ↓ Gel Staining ↓ Interpretation	R.E. Digestion ↓ Linker Ligation ↓ Selective PCR ↓ Gel E. Through an Automated DNA Sequencer ↓ Gel Interpretation	PCR Sequencing Reactions ↓ Gel Electrophores ↓ Computer aided sequence analysis ↓ Interpretation

Source : Bulut (2003).

3.5.6 Usages industriels des bactéries lactiques

Les BAL ont une importance considérable dans bon nombre de secteurs. A juste titre, dans l'industrie alimentaire et la biotechnologie, qui est le secteur ayant le plus d'applications pour les bactéries, et aussi dans celui de la protection sanitaire.

3.5.6.1 **Dans la filière alimentaire**

Les BAL, dont *Lactobacillus bulgaricus, Sterptococcus thermophilus* (**Yateem et *al.*, 2008**), sont couramment exploitées dans l'industrie alimentaire en tant que starters pour la fermentation et pour la valorisation des saveurs et des qualités nutritionnelles des produits fermentés. Elles sont également adoptées pour la bio-conservation des aliments " technologie douce " en raison de leurs propriétés antimicrobiennes (**Dortu et Thonart, 2009 ; Moraes**

et *al.*, 2010) telles que le peroxyde d'hydrogène, le diacétyle, la reutérine, les acides organiques et les bactériocines (**Abee et *al.*, 1995**). Pour y parvenir, les BAL doivent être atoxiques (sûres) et compétentes.

Le concept de ferments lactiques sélectionnés et naturels doit aussi être nuancé et défini ainsi :

- Les ferments lactiques naturels sont tirés d'un lait qui n'a pas subi de traitement thermique et présentent une formulation qui varie selon la région dont ils sont originaires.
- Les ferments lactiques sélectionnés sont dérivés d'une souche pure ou d'un jeu de souches pures. Ces ferments sont des espèces à part entière et leur fonctionnement global (acidification, protéolyse, formation d'arômes) définit le ferment.

Les souches mises sur le marché sont isolées à partir de lait ou de dérivés du lait et en particulier de levains artisanaux (**Wouters et *al.*, 2002**).

3.5.6.2 **Dans la filière de la sécurité sanitaire**

Les bactéries lactiques bénéfiques pour la santé sont citées comme faisant partie du patrimoine humain (**Rodríguez et *al.*, 2003**). En effet, les nouveau-nés acquièrent leur microbiote principalement lors de l'accouchement puis de l'environnement. Grâce à leur potentiel bactéricide, les BAL sont désormais envisagées comme une alternative naturelle aux antibiotiques pour pallier le souci de l'antibiorésistance (**Albano et *al.*, 2007 ; Smaoui, 2010 ; Mkrtchyan et *al.*, 2010**).

Parmi les bactériocines libérées figurent les nisines et les lactostrepcines produites par *Lc. lactis,* les diplosines par *Lc. cremoris,* les plantaricines par *Lb. plantarum,* les mésentérocines et les leucocines produites par *Ln. mesenteroides* (**Corbier et *al.*, 2001**). Étant elles-mêmes probiotiques, les bactéries lactiques assurent l'équilibre de la flore endogène (**Vieira da Silva et *al.*, 2016**) et favorisent la maturité immunitaire en augmentant le nombre de phagocytes et de lymphocytes de la microflore intestinale et génitale (**Uehara et *al.*, 2006**). Dans une autre étude réalisée en **2011, El-Ghaish et ses collaborateurs** signalent que les BAL peuvent également remédier à certains cas d'allergies grâce à leur activité protéolytique. Les antioxydants, les lysozymes, les lactoperoxydases et la lactoferrine libérés par les BAL agiraient à leur tour efficacement sur les radicaux libres responsables du développement des cellules tumorales (**Jouan, 2002 ; Commane et *al.*, 2005**).

Conclusion partielle

Le lait est une matière première simple en apparence, complexe dans sa composition, mais qui contient des ressources considérables provenant de la mamelle d'un animal en lactation. Il remplit une fonction nutritionnelle élémentaire en procurant des protéines animales à une population croissante qui s'oriente vers des produits de meilleure qualité. En tant que denrée alimentaire peu acide et très humide, le lait se détériore donc rapidement si aucune mesure de conservation n'est appliquée. Ainsi, le nombre total de flore mésophile dans le lait cru est une indication de sa qualité. Il peut être conservé plus longtemps sous diverses formes concentrées à savoir le beurre ou le fromage. En cela, ses dérivés peuvent être consommés sur une durée prolongée.

La qualité du lait est également influencée par l'alimentation des animaux, et aussi bien le lait que le fromage qui en est issu seront altérés si les bêtes sont nourries avec des fourrages inappropriés ou de mauvaise qualité. La microflore du lait étant très diversifiée, elle ne peut être la même d'un troupeau à l'autre et varie dans le temps. Une grande variété de facteurs entre donc en jeu. Ils peuvent être liés à l'animal ou à son environnement.

Pour faire face aux exigences naturelles du lait, qui se traduisent par des variations tant quantitatives que qualitatives, le secteur laitier a investi dans une démarche qualité au plus près de la production, lui permettant une meilleure gestion des propriétés physico-chimiques, sanitaire et organoleptiques. Les propriétés nutritionnelles des produits laitiers dépendent toujours des caractéristiques du lait cru. Ainsi, le beurre dépendra toujours du MG, les yaourts du lactose et les fromages du MP.

Les bactéries lactiques sont exploitées dans l'industrie alimentaire comme levains pour la fermentation et pour améliorer la saveur et les qualités nutritionnelles des produits fermentés. Elles sont aussi utilisées pour la bio-conservation des aliments en raison de leurs vertus antimicrobiennes.

Les bovins algériens locaux sont accordés à la race "Brune de l'Atlas". La race de l'animal conditionne ses performances ; la composition de son lait en matières grasses et en protéines et son rendement laitier, reflétant ainsi ses potentialités génétiques et les conditions de son élevage. De là, la nécessité de déterminer et d'évaluer la qualité nutritionnelle et microbiologique de son lait de manière à enrichir les peu d'indications sur ses performances.

CHAPITRE

3

Fromage

Chapitre 3 : Fromage

1 Définition du fromage

Le fromage est une denrée alimentaire fermentée riche en protéines, en minéraux et à haute valeur biologique selon **Cholet** (**2006**). Il résulte de la coagulation du lait en un produit stable par la précipitation isoélectrique des caséines sous l'action de la flore native du lait ou par l'action enzymatique de la chymosine fournie par la présure. L'évolution du procédé a donné naissance à une large palette d'attributs visuels, physiques et gustatifs et son élaboration relève d'un savoir-faire qui s'est enrichi au fil des siècles. Ces modifications sont le résultat des caractéristiques géographiques, climatologiques et environnementales de la région dans laquelle chaque fromage est apparu.

2 Histoire du fromage

Dès que l'homme a commencé à sculpter la pierre et à écrire sur du papyrus, il a illustré son mode de vie. Des bas-reliefs sumériens datant de 3 500 ans avant J.C dépeignent la traite des vaches et le caillage du lait. En Suisse, près de Neufchâtel, on a retrouvé des moules de caillage datant de 5 000 ans. La fabrication du fromage dans l'Égypte ancienne, était plutôt un signe de prestige car dans la tombe d'un pharaon, parmi les bijoux et les talismans entourant la momie, ils ont trouvé des urnes contenant du fromage. Toutefois, le plus ancien fromage connu serait originaire de la ville d'Uruk, à Babylone, datant de la fin du 4ème millénaire avant J.C. Selon **Fox et McSweeney** (**2004**), ce sont les Romains qui ont développé l'art de fabriquer différentes variétés de fromage, qui faisait obligatoirement partie de la ration du soldat romain inspirés par la culture grecque et leur engouement pour le fromage. D'ailleurs étymologiquement parlant, le mot caseus, dont la racine est à l'origine du mot caséine, signifie protéine de lait coagulable (**Katz et Weaver, 2003**).

Au fil du temps, les gens se sont civilisés et le fromage s'est démocratisé. C'est au Moyen Âge que les moines ont mis au point des recettes de fromage et inventé les premières techniques d'affinage. Au XIIIe siècle, les femmes des campagnes développent de nouvelles variétés pour valoriser leur production de lait, puis des coopératives se forment pour mettre en commun le

lait. Dans l'ère moderne du fromage, de nombreuses régions fromagères ont continué avec ténacité à produire des fromages artisanaux, à petite échelle et selon des pratiques traditionnelles, même si les industries ont gagné du terrain ailleurs (**Kindstedt, 2012**).

3 Bilan du fromage dans le monde

Le fromage est le produit laitier le plus consommé, utilisant 40% de la production mondiale de lait. Plus de 20 millions de tonnes de fromage sont ainsi produites par an, soit une croissance de la production de 2% par an. Les États-Unis sont le premier producteur mondial de fromage, suivis par l'Allemagne et l'Italie. Les Français occupent la quatrième place mais sont les premiers exportateurs. En 2011, selon les données du CNIEL, la production européenne de fromage de lait de vache est estimée à 8.4 millions de tonnes. La France est le plus grand consommateur de fromage (23.7 kg/hab), devant l'Italie (20.6 kg), la Suède (16.6 kg), les Pays-Bas (16.6 kg), les États-Unis (14 kg), l'Allemagne (12.8 kg) et le Canada (11.6 kg).

4 Bilan du fromage en Algérie

Le secteur du fromage en Algérie est en plein essor, avec un volume de production de 84 600 tonnes pour une hausse de 9% et une valeur de production de 77.3 milliards de dinars, soit une hausse de 15% en 2014 (**source : cefam- persevert (2015**))

Les fromages fondus, les moins coûteux en Algérie, sont les principaux fromages produits et consommés dans le pays. Ils représentent l'essentiel des ventes de fromages, soit 79% du volume global des ventes et 74% de la valeur des ventes. Ils ont enregistré la hausse la plus significative en 2014, avec un volume et une valeur de 10% et 16% respectivement.

Les fromages fondus et les préparations fromagères représentent en termes de volume de production en tonnes et de valeur de production en millions de dinars respectivement 18103.34 et 20054.55.

Les fromages frais non transformés, à pâte molle et à pâte dure représentent 57249.85 tonnes et 57249.85 millions de dinars.

Cependant, la remise en cause de la croissance conduira à l'augmentation des charges de production, des prix des matières premières, telles que la poudre de lait, et à la suppression des subventions en vigueur dont profite l'industrie locale. De même, les frais d'importation

vont continuer à réduire la production des fromages haut de gamme, tels que les fromages importés à pâte molle et dure non transformée.

5 Processus de fabrication du fromage

5.1 Schéma de la fromagerie en étape

Il y'a environ 4000 variétés de fromages dans le monde, rien qu'en France on recense environ 1000 types de fromages toutes élaborées selon un même procédé :
Standardisation du lait ; Acidification ; Caillage ; Égouttage ; Salage et Affinage.

La composition du caillé est déterminée pendant les deux jours de la fabrication du fromage, et le degré de synérèse est le phénomène le plus important que le fromager doit réguler, en contrôlant les conditions de chaque étape. Les caractéristiques organoleptiques de chaque fromage seront déterminées par l'ensemble du processus de fabrication du fromage et, enfin, par le processus complexe de la maturation (**figure 13**).

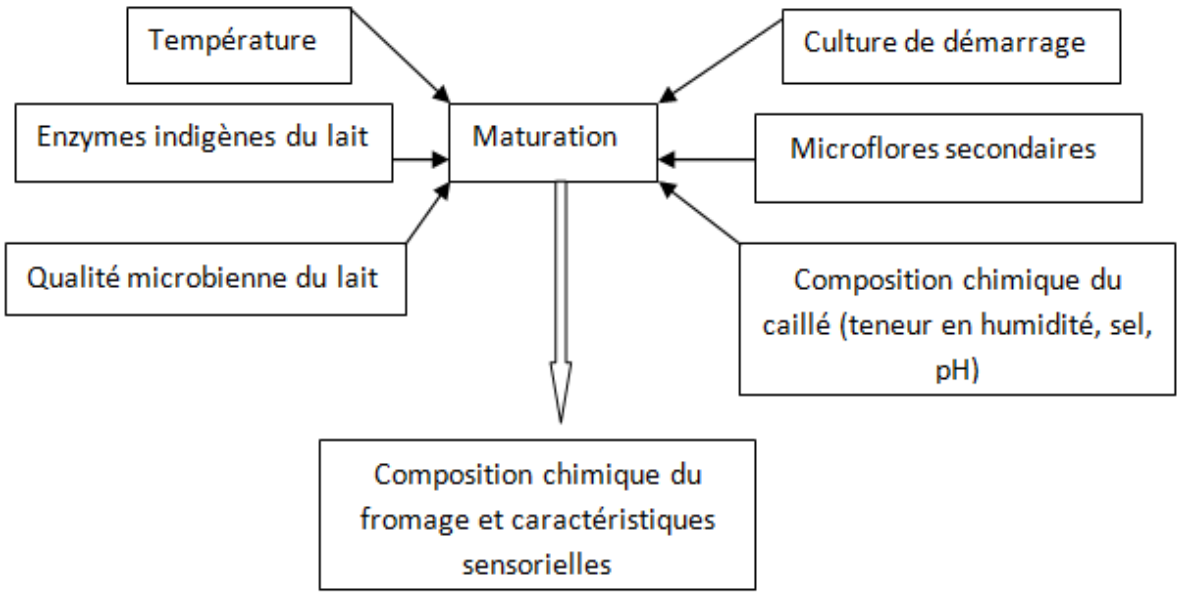


Figure 13: Principaux facteurs intervenant dans les caractéristiques finales du fromage (**Bintsis et Papademas, 2002**).

5.1.1 Standardisation

Si dans le fromage, la teneur en protéines, la teneur en matières grasses et la teneur en eau sont déterminées par le procédés de fabrication du fromage, le rapport MG/ MP du fromage est déterminé par celui du lait utilisé. Étant donné que la composition des composants du lait varie, le fromager doit standardiser le lait. Après une simple filtration, dans la plupart des pratiques artisanales, on procède à un écrémage partiel, en prélevant la crème qui se trouve à la surface. Dans les petites unités industrielles, la standardisation peut être obtenue en incorporant du lait écrémé au lait entier pour alléger la teneur en matières grasses ou en écrémant partiellement le lait du fromage, exceptionnellement, et pour les variétés de fromage très gras (Manouri), en ajoutant de la crème pour augmenter la teneur en matières grasses. La standardisation garantit que les fabricants fournissent les niveaux de matière sèche (MS) requis par les normes légales ou les critères d'identité pour des variétés spécifiques.

5.1.2 Acidification

Le lait destiné à la fabrication du fromage peut être acidifié par ses BAL indigènes ou en utilisant une culture "backslop" (culture de lactosérum retenu de la fabrication du fromage de la veille). Dans ce cas, le taux d'acidification est inopiné, et la croissance de bactéries d'altérations conduit souvent à des fromages imparfaits. L'ajout de cultures starter sélectionnées est désormais mondialement utilisé dans la fabrication industrielle du fromage (**Bintsis et Athanasoulas, 2015**) et peuvent être des starters à souches mixtes (combinaisons de souches inconnues de BAL) ou des cultures à souches définies (combinaisons de souches connues de BAL). L'acidification commence avec l'ajout du levain et la vitesse d'acidification dépend de la quantité, du type de levain ajouté et des conditions environnementales. L'acidification, à la vitesse et au temps approprié, est probablement l'étape la plus critique dans la fabrication du fromage (**McSweeney, 2007**) car elle :

- Contrôle la croissance des micro-organismes d'altération et ou pathogènes ;
- Influence l'activité des enzymes pendant la maturation et donc la saveur et la qualité du fromage ;
- Aide à déterminer le niveau de calcium dans le caillé du fromage et le rapport entre le calcium soluble et le calcium colloïdal, ce qui influence grandement la texture du fromage ;

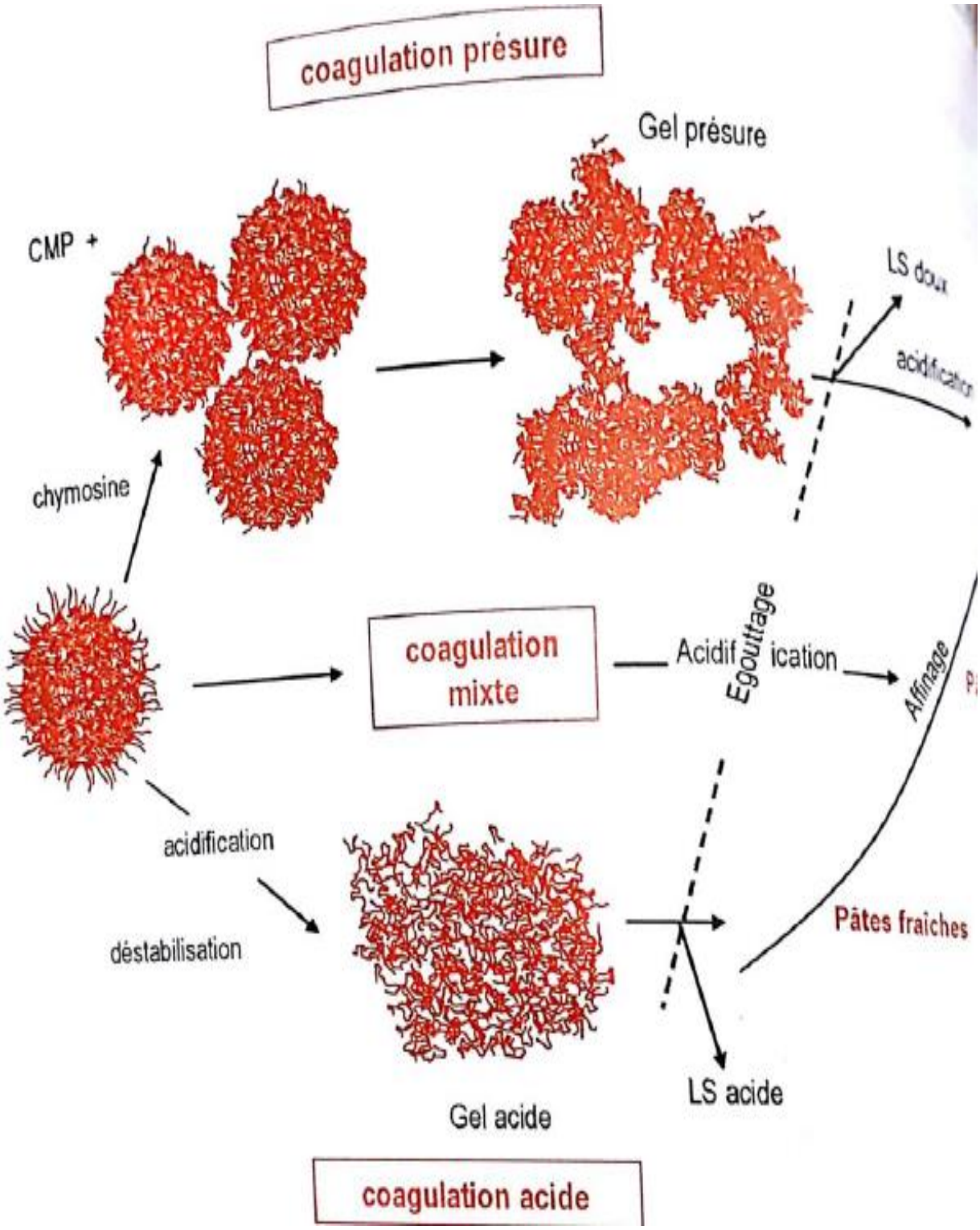
- Favorise la synérèse et aide ainsi à déterminer la composition du fromage (en particulier la teneur en eau du fromage) et donc le rendement et la croissance des microflores ;
- Influe sur l'activité coagulante pendant la fabrication et sur le maintien de l'activité coagulante dans le caillé du fromage, agissant ainsi sur le taux de protéolyse pendant la maturation.

L'acidification par un acide peut être utilisée comme culture alternative à l'acidification par les ferments lactiques ou par les BAL indigènes. Il s'agit d'une pratique courante dans la fabrication des fromages à pâte molle. L'acidification directe est plus facile à contrôler que l'acidification biologique et, contrairement aux cultures de démarrage, elle n'est pas sensible à l'infection par les bactériophages, ce qui est un gage de sécurité (**Fox et Guinee, 2013**). L'application limitée de l'acidification directe est principalement due à l'absence d'effets supplémentaires des cultures starter sur la biochimie de la maturation.

5.1.3 Coagulation

Le caillage est un transfert irréversible d'état physique au cours duquel un lait initialement liquide se transforme en un état semi-solide appelé gel ou coagulum.

La coagulation peut avoir lieu soit par acidification biologique à l'aide de ferments lactiques formant un coagulum lactique, et la conversion du lactose en acide lactique entraîne une baisse du pH qui conduit à une solubilisation du phosphate de calcium colloïdal qui stabilise les micelles de caséine à leur point isoélectrique (pHi = 4.6). Soit par un procédé enzymatique sous l'action de la présure. Cette procédure, à travers ses deux étapes : la première (hydrolyse de la κ-caséine) et la seconde (agglomération), forme des liaisons hydrophobes qui emprisonnent toute la phase aqueuse, que l'on appelle coagulum enzymatique. Les deux techniques de coagulation peuvent être aussi combinées pour produire un caillé dit mixte (**figure 14**).



CMP : CaseinoMacroPeptide
LS acide : LactoSérum acide

Figure 14 : Les différentes voies de coagulation (**Jeantet et *al.*, 2007**).

5.1.4 Egouttage

L'égouttage est une étape qui permet d'expulser naturellement le lactosérum (synérèse) du caillé, préalablement formé, par découpage et brassage. On obtient ainsi un caillé séparé dont la consistance dépend de la technique d'égouttage utilisée, de la quantité de lactosérum extraite et du fromage souhaité. En général, avec une faible proportion de matière sèche (40-45%), une faible minéralisation (0.3 à 0.5 % de Ca), et un pH relativement bas (4.6 à 4.9) au démoulage (**cholet, 2006**).

5.1.5 Salage

Le salage consiste à saupoudrer le caillé de sel, ou à le plonger dans une saumure ou à le frotter avec un linge salé. Le salage permet au caillé de s'égoutter et contribue à la formation de la croûte. La croûte empêche le développement de micro-organismes nuisibles et dirige l'activité enzymatique pendant le processus de maturation pour donner plus de saveur et d'arôme au fromage.

5.1.6 Affinage

Au cours de l'affinage du fromage, le caillé subit une série de transformations primaires sous l'action d'enzymes endogènes (plasmine, lipoprotéine lipase, cathepsine D) présentes dans le lait ou le caillé et responsables de la glycolyse, de la protéolyse et de la lipolyse, tandis que d'autres transformations secondaires se produisent simultanément sous l'action d'enzymes de la flore d'affinage (bactéries, levures et/ou moisissures) qui sont principalement responsables des aspects plus fins de la saveur du fromage (Eck et Gillis, 2006), y compris la formation d'une croûte qui protège la surface des contaminants qui peuvent s'y déposer et un rôle dans l'alcalinisation de la pâte du fromage, et participent au phénomène de protéolyse et de lipolyse (**tableau 8**). Selon la variété et les qualités sensorielles souhaitées, l'affinage peut prendre de quelques semaines à quelques mois. Les fromages affinés en surface doivent être affinés dans un environnement à forte HR, et la plupart des fromages à pâte dure se conservent dans des conditions sèches pour éviter la croissance microbienne en surface.

Tableau 8 : Classification suivant le type d'affinage.

Type de fromage affiné	Conditions d'affinage	Ferment spécifique et caractéristiques des fromages
Croûte fleurie	Pâte humide, pouvant être acide. Température d'Affinage entre 8 et 12 °C. Temps d'affinage de 3 à 5 semaines. Humidité relative de la salle entre 85 et 90 %.	*Pénicillium camemberti* Duvet blanc en surface Lipolyse et protéolyse qui débute en surface Pâte devenant coulante en fin d'affinage Saveur de champignon et de noisettes devenant ammoniacal en fin d'affinage
Croûte lavée	Humidité intermédiaire et pâte peu acide. Température d'affinage entre 10 et 15 °C. Temps d'affinage de 6 semaines ou plus. Humidité relative entre 90 et 95 % Lavage régulié de la surface avec une solution saline.	*Brevibacterium linens* et *Geotrichum candidum*. Croûte de couleur jaune paille à orangé. Protéolyse qui débute en surface Saveur marquée de noix, de pommes, devenant putride en fin d'affinage. Sensible au développement de l'amertume.
Pâte persillée	Humidité intermédiaire de la pâte Pâte aérée. Température d'affinage comprise entre 3 et 8 °C. Temps d'affinage supérieur à 4 semaines. Humidité du hâloir supérieur à 85 %.	*Pénicillium roqueforti*, pâte veinée de bleu. Protéolyse et lipolyse dans l'ensemble de la meule. Saveur franche et prononcée de champignon devenant piquante en fin d'affinage.
Dans la masse avec ouverture	Pâte ferme et élastique. Température d'affinage entre 16 et 22 °C les premières semaines et entre 5 et 10°C par la suite. Temps d'affinage minimum 8 semaines.	*Propionibacterium spp.* Présence d'ouvertures spheriques et lisses dans la pâte. Saveur typique de noisettes, légèrement sucrée devenant piquante avec l'affinage.

Source : St-Gelais et *al*., 2002.

6 Microflore des fromages

L'écosystème du fromage ne fonctionnerait pas sans la vie microbienne. Effectivement, la microflore du fromage peut être native ou dite "indigène", c'est-à-dire présente dans le lait au départ, ou bien introduite de l'environnement. Cette microflore comprend deux types de bactéries : les bactéries primaires regroupent la flore de démarrage, définie comme les

bactéries lactiques, et les bactéries secondaires regroupent les bactéries lactiques non starters (NSLAB), aussi appelées bactéries "adventices", y compris les bactéries de l'acide propionique (*Propionibacterium*), les bactéries de surfaces (Micrococques et bactéries corynéformes), les moisissures et les levures.

Deux sortes de ferments "mésophiles et thermophiles" sont communément employés dans l'industrie laitière.

Les levains mésophiles sont faits d'espèces issues de deux genres : *Lactococcus* (produisant de l'acide) et *Leuconostoc* (produisant de l'arôme), ont une température optimale de croissance de 30 °C et sont donc utilisés dans les fromageries où la température ne dépasse pas 40 °C pendant la phase d'acidification. En revanche, les *Lactobacillus* et *Pediococcus* mésophiles, qui sont capables de se reproduire dans les conditions hostiles d'affinage, comptent parmi les bactéries lactiques non starters.

Les levains thermophiles, dont *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus delbrueckii* notamment, conviennent le mieux aux variétés de fromage pour lesquelles la température excède 40°C au début de la production (**Parente et Cogan, 2004**).

7 Aptitudes métaboliques et implications technologiques

La principale fonction des bactéries lactiques est de produire de l'acide lactique et/ou des précurseurs d'arômes dans la production de fromage. Elles sont principalement impliquées dans : la glycolyse, la protéolyse et la lipolyse avec la participation des enzymes endogènes du lait et de la flore secondaire. L'environnement hostile de la maturation provoque la lyse des cellules de départ par la muraminidase (**Beresford et williams, 2004**). Cela induit à la libération d'enzymes intracellulaires dans le fromage et entraîne la production d'acides aminés libres qui contribuent au développement de l'arôme des fromages (**Collins et *al*., 2003**).

7.1 Glycolyse

La décomposition du lactose en lactate par les BAL entraîne une baisse du pH par la production d'acide lactique à la suite de la coagulation du lait avec expulsion du lactosérum "synérèse". De plus, la production d'acide a un impact bénéfique sur la définition de la texture, de l'arôme et du goût (**Marth et Steele, 2001**). En effet, à partir du pyruvate,

plusieurs composés, diacétyle, acétone, 2,3-butanediol, α-acétolactate peuvent également être formés (**Ross et *al.*, 2000 ; Atlan et *al.*, 2008**). L'acidification des aliments permet de prolonger leur durée de conservation en limitant la prolifération des microorganismes d'altération.

7.2 Protéolyse

La protéolyse contribue à l'adoucissement de la texture et de la saveur du fromage pendant la maturation en raison de l'hydrolyse des caséines dans le caillé en petits peptides, d'une diminution de l'activité de l'eau et du métabolisme des acides aminés par les bactéries de démarrage, les cultures secondaires, le NSLAB (Non-starter lactic acid bacteria), les levures et les moisissures.

La protéolyse est la plus importante des trois voies biochimiques impliquées dans la maturation du fromage, compte tenu de la diversité des réactions enzymatiques et chimiques mises en œuvre. En simplifiant, la protéolyse est enclenchée en premier lieu par l'action du coagulant sur la caséine, suivie par l'action des protéases de la paroi cellulaire des bactéries lactiques et par l'activité enzymatique intracellulaire. Le lait renferme par ailleurs des enzymes protéolytiques indigènes (plasmine et cathepsine D), qui peuvent également jouer un rôle actif dans la protéolyse primaire. Ces protéinases natives et le coagulant ont une activité étroitement dépendante du pH.

Les grands peptides générés lors de la protéolyse primaire n'influencent pas directement le goût du fromage, mais ils constituent les principaux substrats des protéases de la paroi cellulaire, des aminopeptidases et de l'activité métabolique intracellulaire en vue de produire des composants essentiels à la plupart des arômes du fromage. Le goût du fromage est corrélé aux petits peptides et aux acides aminés libres, ainsi qu'aux saveurs indésirables telles que l'amertume (**Pripp et *al.*, 2006**). L'amertume du fromage est due à la concentration de petits peptides dont les séquences terminales sont hydrophobes à la suite de la présence de certains acides aminés à l'extrémité carboxy ou amino.

7.3 Lipolyse

La lipolyse est l'hydrolyse des acides gras libres des tri-, di- et mono-acylglycérides par deux enzymes hydrolytiques (les estérases et les lipases) pour donner un acide gras et glycérol. La répartition et la concentration des acides gras sont influencées par la race, le stade de la lactation et le régime alimentaire (**Kilcawley et O'Sullivan, 2018**).

Les enzymes lipolytiques dans le fromage peuvent avoir plusieurs sources de provenance :
La lipase indigène du lait (lipoprotéine lipase), les estérases prégastriques et ou de présure, les bactéries de démarrage, les bactéries de démarrage auxiliaires, les NSLAB, les levures et les moisissures et l'ajout de lipases exogènes (**McSweeney et Sousa, 2000**).

La lipoprotéine lipase est inactivée dans des conditions de pasteurisation à haute température et de courte durée (**Hickey et *al*., 2007**), mais joue un rôle important dans les fromages au lait cru ou produits avec du lait thermisé. Les estérases prégastriques sont produites par les glandes sous-maxillaires du veau et sont transférées vers l'estomac pendant la tétée. Les bactéries de démarrage ont une activité estérase importante et influencent l'abondance de la lipolyse pendant la maturation (**Lopez et *al*., 2006**).

Le regime de la lipolyse varie selon le type de fromage, de lait et du temps d'affinage. Le seuil d'arôme des acides gras libres est considérablement influencé par le pH et la composition du fromage. Dans le camembert et certains fromages à pâte persillée, la perception de la saveur est réduite, et les acides gras ne sont pas immédiatement associés à des saveurs rances, en raison de leur pH plus élevé, bien que cela puisse être un problème si le pH est plus faible (**Alewijn, 2006**).
Les seuils de saveur des acides gras dépendent également de la composition du fromage (effet de matrice). En effet, les SCFA (Short-Chain Fatty Acids) résultant de l'hydrolyse de la matière grasse laitière sont relativement faciles à hydrolyser en raison de leur position sur le squelette de la glycéride (principalement Sn-3) et de leur solubilité dans l'eau. Ces SCFA sont décrits comme ayant un arôme de fromage, mais aussi comme rance, selon la variété de fromage en particulier dans les fromages de chèvre et de brebis (**Markiewicz-Keszycka et *al*., 2013**).

7.4 Pouvoir texturant

Certaines souches de bactéries lactiques ont la propriété de synthétiser des exopolysaccharides (EPS), qui présentent un grand intérêt technologique dans la mesure où ils peuvent réduire la synérèse, améliorer la texture, et augmenter la viscosité et l'onctuosité des produits.

Les bactéries lactiques produisent deux types d'EPS (**Cerning, 1994**) :

Les homopolysaccharides et les hétéropolysaccharides.

Les dextranes et les glucanes produits par *Leuconostoc mesenteroides* et *Streptococcus mutans* respectivement sont des homopolysaccharides de glucose tandis que les levanes produites par *Streptococcus salivanus* sont des homopolysaccharides de fructose.

Les hétéropolysaccharides contenant deux ou plusieurs types d'hydrates de carbone forment un groupe très hétérogène de polysaccharides produits par différentes bactéries lactiques thermophiles et mésophiles.

7.5 Pouvoir aromatisant

La production de composés aromatiques est liée à l'activité microbienne. Plusieurs espèces de bactéries lactiques, telles que *Lc. lactis ssp. lactis biovar. diacetylactis* et *Lc. mesenteroides ssp. cremoris*, sont capables de synthétiser le diacétyle, l'acétoïne et l'acétate à partir du citrate, qui sont responsables de l'arôme des produits laitiers fermentés (**Leveau, 1991**). D'autres bactéries lactiques transforment les acides aminés en molécules aromatiques, ce qui permet de diversifier les arômes des produits dans lesquels ces bactéries se développent (**Tanous et *al*., 2005**).

8 Produits laitiers du terroir algérien

8.1 Notion de "Terroir"

Un terroir est un ensemble de terres d'une contrée, valorisées par leurs capacités agraires et offrant un ou plusieurs produits dits typiques (**source Larousse**). Le concept d'appellation d'origine peut renvoyer au terroir. Il désigne les attributs naturels de la région du produit, tels que le climat, le terrain, le microbiote et le savoir-faire. L'appellation d'origine, qui sous-entend une corrélation étroite entre les propriétés du produit et son environnement, en fait un

produit singulier. Pour le lait et ses dérivés, la localisation spatiale, la race animale exploitée et les pratiques d'élevage expliquent en partie l'effet terroir, car ils agissent à la fois sur la qualité et la composition du lait. La notion de terroir peut aussi être liée à la composition de la microflore native du lait, qui favorise la maturation du fromage et la production d'arômes.

Le terroir est donc le reflet fidèle de la région d'origine, avec ses ressources naturelles et ses traditions.

8.2 Produits laitiers locaux algériens

Loin des clichés, l'Algérie a des traditions bien ancrées dans la transformation traditionnelle du lait cru (**tableau 9**) :

Rayeb, Lben, crème, Smen, Zebda beldia, y compris les fromages, même si cela reste cantonné à la vie domestique. Ces produits sont généralement fabriqués à la main par les femmes, et seul l'excédent est vendu dans la région officieusement.

Une part non négligeable des produits lactés est incorporée dans toutes sortes de préparations culinaires pour en améliorer le goût, la texture, la qualité nutritionnelle ou encore l'aspect (**Guetouache et Guessas, 2020**).

La qualité des produits laitiers est étroitement liée à la région de production et à ses traditions. L'interaction entre les conditions pédoclimatiques, la variation génétique du cheptel indigène et la composante anthropique (humaine) crée des ambiances spécifiques qu'il serait infiniment difficile de les reproduire ailleurs (**Caridi et *al*., 2003**).

La reconnaissance de ces produits locaux permet la pérennisation d'un savoir-faire séculaire, participe à la durabilité des zones rurales et à la conservation du lait pendant la période hivernale, étant donné la précarité des pâturages, qui pèse sur la productivité du lait pendant cette saison. Nonobstant les accidents de fabrication que peuvent ressentir les consommateurs, la demande d'aliments fermiers traditionnels est en réelle expansion en raison de leurs propriétés organoleptiques, nutritionnelles et même thérapeutiques grâce à sa microflore indigène.

Tableau 9 : Présentation sommaire de quelques produits laitiers locaux du Maghreb.

Dénomination traditionnelle	Description
Rayeb	Caillage acide du lait dans un délai de 24 à 72 heures suivant la saison. Il se consomme tel quel ou écrémé.
Lben	Lait fermenté ou babeurre obtenu par barattage du lait fermenté pour en extraire le beurre.
Zebda beldia	Beurre frais avec une odeur de diacétyle prononcée, obtenu à la suite du barattage du lait fermenté.
Smen	Beurre rance réalisé en salant du beurre frais (8% à 10%) et affiné dans un endroit sombre et aéré pendant un an maximum.
Jben	Ce fromage est produit à partir de lait cru que l'on obtient par acidification spontanée à température ambiante après séparation du lactosérum.

Source : Benkerroum (2013).

8.3 Variétés de fromages traditionnels algériens

En Algérie, il n'existe pas de classification ou de labellisation officielle des variétés de fromages artisanaux visant à les rendre conformes de façon permanente à un cahier des charges, à l'exception du fromage Bouhezza qui est admis comme produit d'origine agricole (**JORA, 2020**) à la demande de l'association IMESSENDA d'Oum El Bouaghi.

Par ailleurs, les dénominations de ces variétés de fromages et leurs procédés de fabrication selon **Meribai et al.** (**2017**) diffèrent d'une région à l'autre en fonction de certains critères tels que la méthode de coagulation, la texture, l'affinage mais aussi en fonction des indices technologiques pour **Leksir et al. (2019**). Toutefois, la classification des fromages selon la teneur en eau, la teneur en matières grasses et les critères d'affinage sont définis en accord avec le **Codex Stan (1978**).

En effet, les fromages artisanaux sont marqués par une riche biodiversité de bactéries technologiques qui dépend de l'exploitation, de la région, des pratiques courantes et des modes de production (**Ouadghiri, 2009**). Il est vrai que les fromages locaux algériens sont

peu visibles et peu étudiés, néanmoins, ces dernières années, la communauté scientifique a ressuscité son intérêt pour cette question.

En référence à la bibliographie consultée, quelques fromages sont identifiés dans les différentes régions du pays, à l'exception du j'ben *Elgafs*, qui jusqu'à présent n'a fait objet d'aucune étude approfondie.

La plupart des fromages entrent dans la catégorie des fromages frais. Les plus connus sont la " Klila " et le " jben ". On les trouve dans tout le territoire algérien et même au Maghreb (**Lahsaoui, 2009 ; Leksir et Chemam, 2015**). Ces variétés de fromages peuvent être réparties comme suit :

8.3.1 Fromages frais

8.3.1.1 **Jben (Aguissi)**

C'est un fromage frais consommé dans les zones rurales pastorales de toute la steppe (**Mechai et *al*., 2014**). Il est fabriqué à partir de lait cru de vache, de brebis ou de chèvre obtenu par acidification spontanée à température ambiante pendant 24 heures (**Benkerroum et Tamine, 2004**). Selon les régions, le lait acidifié est coagulé soit par l'ajout d'un coagulant d'origine végétale (**Nouani, 2009**) provenant des fleurs de cardon (*Cynara cardunculus*) ou d'une plante épineuse sauvage (*Cynarahumilis*) ou d'artichaut (*Cynara scolymus*), ou de graines de courge. Soit par de la présure animale (un morceau de proventricule de poulet ou de veau/agneau dit en arabe ou en Chaoui "Hakk", à la fois salé et séché). L'ajout de ces coagulants permet d'obtenir des produits aux saveurs très variées. Le caillé est ensuite égoutté et salé ou saumuré dans une solution saline (25 à 30 g de sel /100 ml d'eau) dans un endroit tempéré pendant 2 à 15 heures. Parfois, il est laissé tel quel sans salage, selon les préférences de chacun, présentant une moyenne de 62.5 % d'humidité, 16.5 % de MG, 15.8 % de MP, 4.1 % de lactose et un pH de 4.1 (**Leksir et *al*., 2019**). Quelquefois même, de l'ail, du persil ou du poivre sont ajoutés pour donner plus de punch au fromage. À ce stade, il devient un peu comme la Jibnah Beida du Proche-Orient (**FAO, 1990**). Le Jben est très consommé dans les pays du Maghreb : dans les régions montagneuses du Rif, au Nord du Maroc, en Algérie et en Tunisie (**Benkerroum et Tamime 2004 ; Mennane *et al.*, 2007**).

8.3.1.2 **Ighounane**

C'est un fromage frais préparé avec du colostrum dans les Monts du Djurdjura. Le lait est salé puis chauffé dans des cuves en argile enduites d'huile d'olive. Le caillé ainsi obtenu est égoutté puis consommé frais (**Lahsaoui, 2009**).

8.3.1.3 **Aghoughlou**

Fromage fabriqué en Kabylie, préparé à partir de lait de vache ou de chèvre coagulé par le la sève du figuier (*Ficus carica*), le caillé obtenu est consommé frais dans la journée (**Hallal, 2001 ; Mahamedi, 2015**).

8.3.1.4 **Mechouna "Chnina"**

La Mechouna est un fromage à pâte molle très populaire dans la région de Tébessa, fabriqué à l'origine avec du lait de chèvre, mais rien n'empêche de la préparer avec du lait de vache. Pour le faire, le lait bouilli et refroidi est mélangé à une demi-mesure de Lben, salé puis chauffé jusqu'à ce que le lactosérum soit exsudé de son coagulum. Le caillé sera filtré et pressé pour éliminer le maximum du lactosérum (**Derouiche et Zidoune, 2015**). Le fromage ainsi récupéré se conserve environ une semaine. Il a un pH de 5.85±0.15 et un extrait sec de 41±1. La Mechouna peut être mangée avec du pain ou des galettes, ou avec des pâtes et même avec du couscous. Pour améliorer son goût, elle peut être épicée selon le gré du consommateur, dans ce cas la Mechouna est appelée "Chnina" (**Lemouchi, 2007**).

8.3.1.5 **Oudiouan Oulli**

Il s'agit d'un fromage touareg proche du fromage blanc, proposé en petites bouchées et consommé frais ou sec.

8.3.2 Fromages à pate molle affiné

8.3.2.1 **J'ben *Elgafs***

J'ben *Elgafs* est un fromage traditionnel à pâte molle mi-grasses affinée, largement produit dans la région des steppes, en l'occurrence dans la Wilaya de M'sila, principalement dans la région de Boussaâda au Nord-Est de l'Algérie. Le fromage est fabriqué à partir de tout type de lait (de vache ou de lait de petits ruminants). Il est d'abord filtré pour éliminer les impuretés, puis versé dans une bassine et laissé reposer à température ambiante sans y ajouter de la présure. En fonction de la saison, entre 24 et 72 heures plus tard, le lait fermenté est ensuite chauffé doucement pendant 20 minutes jusqu'à la formation du coagulum. Le caillé est alors salé, égoutté dans un tissu de type "mousseline" et suspendu pour éliminer le maximum de lactosérum. La durée de l'égouttage dépend de la consistance du fromage souhaité. Le coagulum est moulé à la main en une forme ovale, puis enroulé sur une couche de tiges tressées d'une plante locale appelée "El halfa" (*Stipa tenacissima*), attendrie par de l'eau salée bouillante, et recouverte de deux plantes aromatiques locales : Chih "*Artemisia vulgaris*" et Tgouft "*Artemisia campestris*" utilisées pour leurs propriétés médicinales et leur côté astringent. La nappe de l'alfa est directement fermée et serrée des deux côtés, d'où le nom "Elgafs". Cela contribue au développement des caractéristiques et des saveurs typiques de ce type de j'ben et à sa conservation qui peut durer de plusieurs jours à plusieurs mois. L'alfa est un support naturel de moisissures. Il régularise le processus de maturation en évitant le dessèchement du j'ben, en améliorant son onctuosité et en lui procurant une texture à la fois fine et agréable en bouche.

Enfin, j'ben *Elgafs* est transféré dans une pièce où il est maintenu à une température de 12-15°C et une humidité de 90-95% pendant une certaine période. Le temps de maturation peut varier d'un producteur à l'autre et aussi à la convenance du consommateur.

En fin de maturation, j'ben *Elgafs* a la forme d'un fuseau, mesure de 13 à 18 cm de haut et pèse de 0.8 à 1.5 kg (**figure 15**).

A/ j'ben *Elgafs* en plein maturation dans sa cage El halfa "Stipa tenacissima"

B/ j'ben *Elgafs* en fin de maturation

Figure 15 : J'ben *Elgafs* dans sa cage El halfa "*Stipa tenacissima*" (**Saidane et *al*., 2021**).

8.3.2.2 **Bouhezza**

Ce type de produit traditionnel est très répandu dans la vallée des Aurès, dans l'Est de l'Algérie, principalement dans les Wilayas d'Oum El Bouaghi, Batna, Khenchela et Tébessa, où il est encore appelé Malh Dh'ouab ou Bou mellal ou même Bouaâza à Hammamet et Chréa (W. Tébessa). Il s'agit d'un fromage à pâte molle affinée, au goût acide et piquant, avec une odeur et un arôme typiquement lactique et animal (**Aissaoui et *al*., 2011**). La fabrication de Bouhezza exige de faire appel à une peau animale (peau de chèvre ou de mouton) confectionnée en guise de chekoua qui est perméable (**Belbeldi, 2013**). Bouhezza est préparé à partir de lait cru de brebis ou de chèvre ou d'un mélange selon les préférences des ménages, mais de nos jours, il est fabriqué avec du lait de vache pour des raisons de disponibilité. Pour le préparer, on utilise du Lben peu acide, auquel on ajoute des quantités successives de Lben écrémé, faiblement acide ou de lait cru tout au long de la période de production, en fonction du rythme d'égouttage. La pâte du fromage est ensuite salée et épicée par l'ajout de piment doux ou fort, selon les goûts. Le fromage est affiné dans sa baratte (chekoua) dans un endroit ombragé et aéré. L'affinage dure de quelques semaines à plusieurs mois (**Belbeldi, 2013**).

Bouhezza est classé dans le codex alimentaire (**Aissaoui Zitoun, 2004**) avec un TEFD de 71.9%, une teneur en matière sèche d'environ 36% et un MG/ES de 30%. Sa microflore lactique est dominée avant tout par les lactobacilles et les lactocoques, qui sont de 10^6 à 10^7 ufc/g (**Saoudi, 2012**).

8.3.3 Fromages à pâte dure

8.3.3.1 **Kemariya (Takemmérite)**

Le Takemmérite est très populaire auprès des riverains du M'zab. Initialement, il est produit avec du lait cru de chèvre mais il peut aussi être préparé avec tout type de lait. La coagulation se fait avec de la présure végétale et/ou animale. Le salage se fait avec du sel de table ou de l'alun. Sinon, il s'agit d'une production fromagère classique. La particularité de ce type de fromage est qu'il peut être consommé enrobé de miel, parsemé de cacahuètes et servi avec du thé lors des festivités. Voilà qui explique sa popularité (**Bousnane et Djadi, 2009**). Le **tableau 10** ci-dessous décrit la composition physico-chimique de ce type de fromage. Il ressort de ces données que le fromage Kemariya fabriqué à partir de lait de vache est plus riche en nutriments que celui fabriqué à partir de lait de chèvre.

Tableau 10 : Propriétés physico-chimiques de la kemaria de chèvre et de vache.

Paramètres	Kemariya de chèvre en g/100 g de poids	Kemariya de vache en g/100 g de poids
pH	5.2	5.09
Acidité	0.19	0.17
EST	36.46	37.11
MG	21.05	23.07
MP	4.08	4.86
Nacl (mg/L)	10.7	12.05
MG/ES (%)	53.54	62.89
TEFD (%)	77.52	76.89

Source : Khoualdi (2017).

8.3.3.2 **Ioulsân "Aoules"**

L'ioulsân est un fromage à pâte dure de la région de Tamanrasset, fabriqué à partir de lait de chèvre. Le lait obtenu est écrémé puis chauffé dans une marmite en terre cuite jusqu'à ce que les caséines précipitent. Le caillé est ensuite malaxé et façonné en petites galettes de 2 cm d'épaisseur et de 8 cm de diamètre, puis séché au soleil. Les mottes de fromage représentent

92% de matière sèche. Elles peuvent être broyées et mélangées à de la pâte de dattes ou à des boissons (**Benkerroum, 2013**).

8.3.3.3 **Klila**

La Klila est un fromage à pâte dure, allégé en matières grasses et riche en protéines, fabriqué dans les zones rurales de plusieurs régions d'Algérie, surtout dans les hauts plateaux pour optimiser la conservation du lait pendant de longues périodes. Elle peut être consommée fraîche ou séchée et devient de plus en plus populaire auprès des consommateurs. La Klila est préparée à partir de lait cru de chèvre ou de tout autre lait, ce qui permet d'obtenir un produit avec une teneur élevée en matière sèche > 90% des valeurs d'Aw < 0.5 et de pH < 4.5 très faibles permettant de mieux la préserver des germes pathogènes (**Benamara et *al.*, 2016**).
Pour la préparer, le lait est livré à lui-même pour une fermentation lactique, le caillé est écrémé puis baraté pour une petite demi-heure dans une outre. Une fois que les mottes de beurre sont retirées, le petit- lait est chauffé modérément de 55 à 72 °C jusqu'à la séparation du lactosérum. L'égouttage dépend de la consistance désirée soit fraîche soit sèche. Pour cela, le caillé est encore pressé puis réduit en miettes sur un tissu propre, ensuite placé dans un endroit ombragé et bien aéré pendant quelques jours où il restera jusqu'à ce qu'il soit complètement sec. Une fois durcis, les morceaux de klila sont stockés et conservés pour être consommés en hiver en guise de source de protéines (**Mennane et *al.*, 2007 ; Guetouache et Guessas, 2020**). Au-delà des propriétés technologiques relatives à l'arôme et au goût, Klila est un produit fromager dont les propriétés gastronomiques répondent aux exigences thermo-fonctionnelles des sauces qui sont souvent consommées chaudes. La Klila sèche se dissout dans la sauce et agit en tant qu'épaississant.

8.3.3.4 **Takammart**

Ou Tamahaq en dialecte touareg qui signifie fromage. Le Takammart est un fromage de la contrée désertique du Hoggar (Tamanrasset). Il est élaboré en incorporant un morceau de présure d'un chevreau. Le caillé ainsi obtenue est prélevé à l'aide d'une louche et placé en tas sur une nappe, puis malaxé pour évacuer le petit lait et placé sur une natte faite de tiges de fenouil qui lui confère des saveurs spécifiques. Les nattes sont ensuite exposées au soleil pendant 48 heures puis mises en retrait à l'ombre jusqu'à ce qu'elles se raffermissent

(**Mahamedi, 2015**). Ce fromage est similaire à l'Ahaggar. C'est un fromage dur et sec produit en Inde " Tikkamarin ", en Afghanistan et au Niger.

8.3.4 Autres produits au titre du fromage

En dehors des produits précités, il existe des préparations locales limitées à certaines régions d'Algérie, comme :

8.3.4.1 **Tchoukou**

Le terme est originaire de la langue haoussa (Niger, Mali et et à l'extrême sud de l'Algérie) et se dit aussi "Tikomart" en langue touareg. C'est un fromage sec traditionnel, fabriqué avec du lait entier de chamelle, de vache ou de chèvre, ou encore d'un mélange des trois. Il se présente sous la forme une galette sèche ronde ou rectangulaire à couleur jaune clair. Le Tikomart est apprécié tel quel, trempé dans du thé chaud, ou écrasé et mélangé à de la bouillie de mil.

8.3.4.2 **Imadhghass (Medghissa, Zerrigua)**

Un fromage fondu de consistance élastique de la région des Aurès, fabriqué en mélangeant du Klila fraiche ou semi-séchée avec du lait entier. La Klila ne doit pas être ajoutée au lait avant qu'il n'ait bouilli. Après une cuisson à feu doux de quelques secondes, la Klila fonde jusqu'à l'obtention d'une pâte molle, viscoélastique et humide, qui représente le fromage Medeghissa avec un petit-lait clair et blanchâtre. L'aspect du fromage Medeghissa dépend du temps de cuisson, des propriétés du Klila (humidité) et des additifs. Il est généralement consommé en guise de collation. La production de Medeghissa repose avant tout sur la disponibilité du lait cru et sur la Klila utilisée à titre de ferment pour activer le caillage du lait (**Mahamedi, 2015**). Selon les usages des familles, la Medeghissa peut être relevée avec différents produits (sel, sucre, beurre...). Les oeufs peuvent aussi être incorporés en fin de cuisson. La pâte de dattes solubilisée dans du lait bouilli avant d'ajouter la Klila peut également être utilisée (**Khoualdi, 2017**).

8.3.4.3 **Ibakhbakhane**

Il est également un produit de la région des chaouia qui est obtenu à partir d'un mélange de Frik d'orge et de Lben, fermenté à des conditions inférieures à 20 °C en l'immergeant dans un puits pour une durée de 2 à 5 jours (**Mahamedi, 2015**).

8.3.4.4 **L'Adhghass**

En Chaoui ou "Lbaa", ce fromage est nommé sous les deux appellations chez 100% des femmes de la région des Aurès, réputée pour ses pratiques pastorales, dont l'élevage des ovins. C'est un fromage fabriqué par chauffage du colostrum (le lait des ruminants après la mise bas) et ce, jusqu'à ce que le lactosérum soit séparé. Du sel et des œufs sont ajoutés et mélangés au caillé obtenu sous un feu doux. L'Adhghess se déguste seul ou accompagné de la galette. Ce fromage est fabriqué par 41% des femmes enquêtées dans la Wilaya d'Oum El-Bouaghi (**Khoualdi, 2017**).

En réalité, il y a bien peu de références et de recherches approfondies pour confirmer les données de ces fromages et encore, s'ils existent de nos jours.

Conclusion partielle

Dans la plupart des pays du continent africain, la demande de lait et de fromage est en pleine expansion en raison de la croissance démographique, de l'urbanisation massive, d'une rémunération satisfaisante, du changement des modes de consommation et le manque de ressources fourragères. Le fromage a longtemps été, dans les villages et les zones rurales, un procédé traditionnel de conservation des aliments. L'Algérie possède, entre autres, des traditions bien enracinées en matière de produits laitiers, qui sont perpétuées de plusieurs générations et les femmes rurales sont systématiquement les protagonistes du procédé de transformation.

Les quelques fromages locaux algériens relevés dans cette synthèse bibliographique témoignent d'une diversité dans leur diagramme de fabrication artisanale à base de lait ou de mélange de lait de différentes espèces et qui divergent d'une région à l'autre, ainsi que dans leur mode de conservation. Ces productions présentent également des variations et des richesses de goût et de consistance. Selon les coutumes des familles, certains fromages sont édulcorés en ajoutant différents additifs (sucre, œufs, dattes, etc.) afin de renforcer et d'exalter les saveurs.

J'ben *Elgafs*, parmi les produits traditionnels, demeure très prisé, notamment dans la région de M'sila et plus particulièrement dans la commune de Bousaâda, malgré la mouvance de l'industrie agroalimentaire, du fait de la patrimonialité de cette pratique chez les habitants locaux. Ce type de j'ben se caractérise surtout par l'utilisation d'une couche de tiges d'alfa nattées (*Stipa tenacissima*) recouverte de deux plantes odorantes locales, Chih "*Artemisia vulgaris*" et Tgouft "*Artemisia campestris*" pour leurs vertus médicinales et leur propriété astringente.

Un fromage local ne saurait subsister en tant que tel et ne pourrait être répertorié si les connaissances techniques et scientifiques, les mécanismes ancestraux, les valeurs et les représentations sociales qui conditionnent sa production n'étaient pas également mobilisés.

Ce bien a les caractéristiques d'un bien collectif et constitue de véritables ressources économiques. La préservation et la valorisation du patrimoine fromager algérien nécessitent au préalable une reconnaissance, une définition, un contrôle et une démocratisation. En effet, ce bien patrimonial a besoin d'une renaissance et d'un regain d'intérêt pour la recherche technologique afin de trouver le juste équilibre entre qualité, garantie et productivité, sinon il

risque de disparaître, pour finir comme un produit exotique au beau milieu de son berceau, incapable de révaliser les produits insipides de l'industrie laitière aux visées totalement opposées. Par ailleurs, la labellisation constitue une opportunité pour valoriser l'éco-tourisme et les exportations. Le lien entre les notions de patrimoine et de territoire est particulièrement important car il nous invite à penser dans une perspective de long terme : un patrimoine se construit, s'entretient et se perpétue par succession.

À travers cette recherche, nous essayons de contribuer à un projet commun pour l'avenir, qui est beaucoup plus passionnant qu'une simple considération sur la technologie laitière, car aucun bien culturel n'est éternel, la meilleure préservation réside dans l'étude...

Partie II: Etude expérimentale

CHAPITRE

1

Problématique, protocole et zone d'étude

Chapitre 1 : Problématique, protocole et zone d'étude

1 Problématique

Des études sporadiques sont menées soit sur le phénotype du bovin local soit sur l'amélioration de sa capacité laitière par des croisements avec des races importées. Mais qu'en est-il de la dimension qualitative de son lait ?

Par ailleurs, le recours au lait cru dans le secteur fromager artisanal est controversé, aussi bien en termes de qualité gustative que de sécurité alimentaire, et ce, depuis la fabrication du fromage jusqu'à la fin de sa maturation.

Sa flore lactique native intervient de manière significative dans la réussite du fromage et de sa maturation. Peut-on penser que le fromage est un produit homogène qui évolue sous la seule et étroite dépendance des conditions d'affinage ?

Paradoxalement, le j'ben *Elgafs*, qui est une spécialité fromagère typique de la région de Boussaâda, est peu connu et très peu étudié malgré son importance économique et culturelle !

Afin de préserver et de promouvoir notre potentiel fromager, il est décidé d'utiliser j'ben *Elgafs* comme modèle pour une étude approfondie. Dans cette perspective, nous avons avancé les objectifs qui suivent :

- Déterminer la composition physico-chimique et microbiologique du lait et du j'ben *Elgafs* préparé au laboratoire ;
- Identifier la composition de la microflore lactique autochtone de la culture de départ qui permet la standardisation de la production de j'ben *Elgafs* ;
- Suivre la dynamique des BAL pendant la production et tout au long de la maturation de ce j'ben.
- Sélectionner un microbiote adapté à la production d'un fromage industriel à caractère artisanal, se distinguant par sa capacité technologique et son aptitude à inhiber la croissance des bactéries indésirables.

2 **Protocole**

Pour étayer la réponse à cette problématique, nous avons adopté une démarche visant d'abord à réaliser une enquête sur le territoire et les animaux des systèmes d'élevage laitier de la région El ouldja (W. de Relizane) auprès de trois fermes. Il s'agit de recueillir des indications permettant d'identifier et de caractériser les composantes de base et le fonctionnement de ces micro-élevages.

Ensuite, une étude expérimentale sera réalisée en effectuant des tests de laboratoire consistant, d'une part, en des analyses physico-chimiques et microbiologiques des échantillons de lait collectés et des j'bens *Elgafs* produits au laboratoire en fonction de :

1/ Saisons laitières, c'est-à-dire :

- **Saison basse :** Octobre à Janvier ;
- **Saison haute :** Février à Mai,
- **Saison moyenne :** Juin à Septembre.

Un échantillon de lait est prélevé par ferme, soit trois échantillons par saison.

2/ Stade de production :

- **S1** : lait ;
- **S2** : caillé de lait au démoulage ;
- **S3** : après 5 jours ;
- **S4** : après 10 jours ;
- **S5** : après 15 jours de maturation.

Et, d'autre part, en des tests biochimiques, moléculaires et technologiques des isolats lactiques sélectionnés. Enfin, un test expérimental sur la préparation d'un j'ben *Elgafs* affiné de 15 jours sera réalisé pour être évalué par un panel de dégustation.

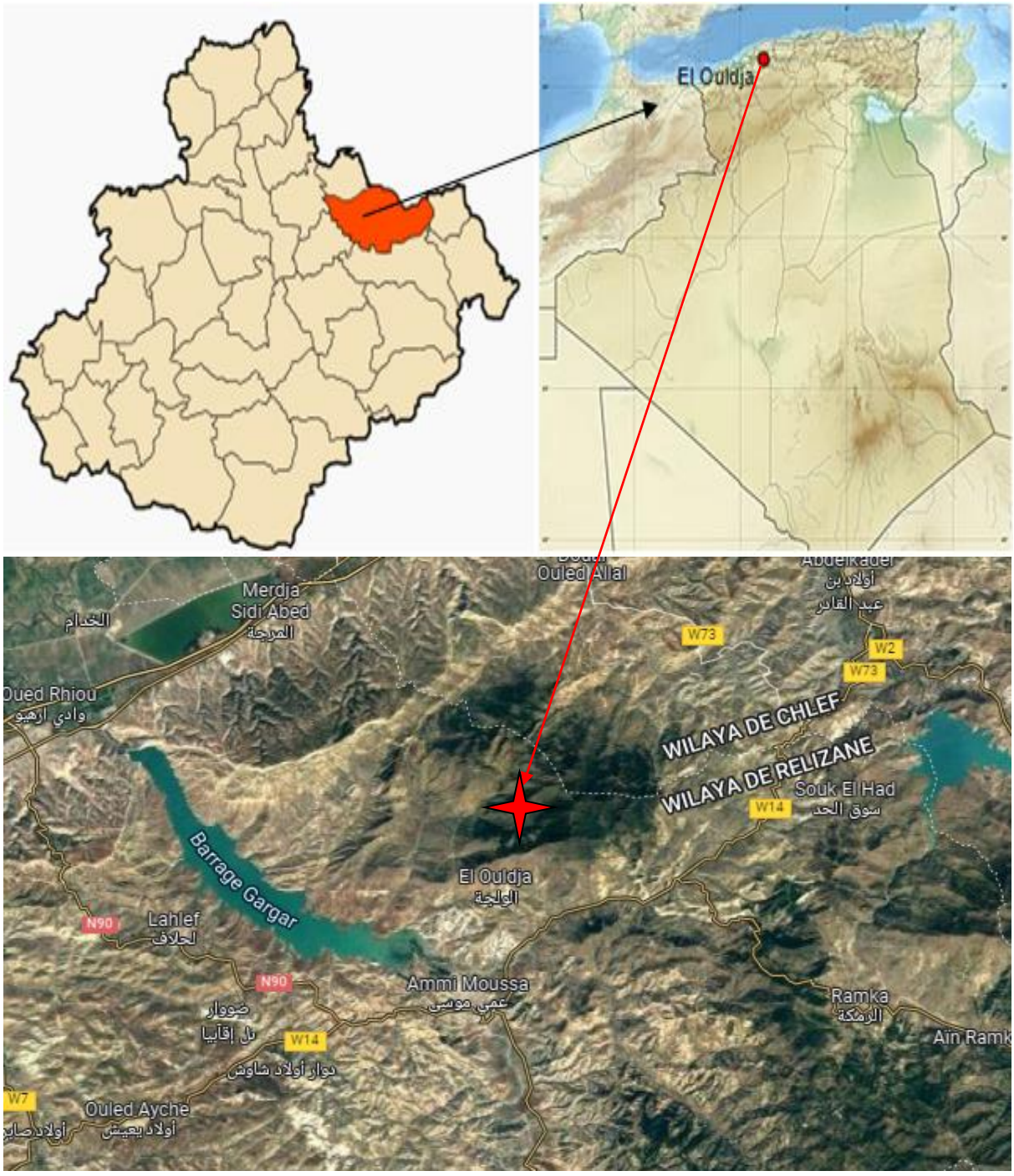
L'étude est conduite au Laboratoire des Sciences et Techniques des Productions Animales (LSTPA), Hassi Mamméche, Université Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem, Algérie. Seule l'analyse génomique est réalisée au Laboratoire de Biotechnologie Alimentaire de l'INATAA à Constantine.

3 Zone d’étude

L'élevage bovin dans la région de Relizane, existe depuis fort longtemps. Une enquête de terrain est réalisée auprès de trois éleveurs dans la commune El Ouldja, illustrée par la **figure 16**, qui est une localité septentrionale située à 6 km de la Daïra d’Ammi Moussa, à 72.2 km du chef-lieu de la wilaya de Relizane (Ouest de l’Algérie), à 55.9 km du chef-lieu de la wilaya de Chelf (Ouest de l’Algérie) et à 25.6 km du barrage Gargar. Elle est positionnée à 35° 54′ 39″ Nord et à 1° 07′ 15″ Est soit 35.9108 de latitude et 1.12072 de longitude.

Une aire montagneuse aux sols pauvres (13957 hectares) où 80% des pentes sont supérieures à 12.5%, et une activité agricole sylvo-agro-pastorale dominée par de petites exploitations avec des troupeaux de petite taille : 6850 têtes ovines dont 2550 brebis, 3800 têtes caprines dont 2000 chèvres, 400 bovins, tous âges confondus, dont 50 BLA et 100 BLL. En revanche, le BLM ne figure pas dans cette zone conformément aux données 2019/2020 communiquées par la subdivision d’Ammi Moussa.

Tributaire des conditions climatiques dont une pluviométrie annuelle moyenne de 400 mm, une température moyenne hivernale et estivale de 4°C et 38°C respectivement, l’élevage dans cette zone présente un faible potentiel de production. Dans son fonctionnement global, le système de culture, dont les jachères, procure des services à l’élevage et inversement.



Source : http://wikimonde.com/article/El Ouldja ; www.google.dz › maps

Figure 16 : Localisation de la commune El Ouldja (W. de Relizane).

CHAPITRE

2

Matériel et méthodes

Chapitre 2 : Matériel et methodes

1 Diagnostic du territoire et des animaux

L'étude a débuté en septembre 2019. Les bovins concernés par la présente synthèse sont tous de race locale "Brune de l'Atlas", élevés en élevage extensif. Ce sont des animaux de taille moyenne avec un pelage dense de différentes couleurs (fauve, gris, blanc et noir), reflétant l'hétérogénéité de cette population dans la zone d'étude, et avec une production laitière moyenne.

Le parcage des animaux se fait de 7 heures du matin à 18 heures. Le soir, le bétail est regroupé et confiné deci-delà prés des habitations dans des locaux vétustes et non entretenus. Ils sont associés à quelques moutons et chèvres, qui sont aussi amenés au piquet et voués à la production de viande et de lait. L'alimentation est basée sur la végétation des pâturages (Diss "*Ampelodesma mauritanica* ", Doum " *Chamaerops humilis*", rameaux d'olivier, Darw "*Pistacia lentiscus*", Semar "*Juncus arabica*", Sedra "*Ziziphus lotus*", parcours, jachères, résidus de culture, etc.) complétée par du foin, de la paille et du concentré (mélange de son et de maïs), parfois pas du tout, selon la trésorerie de l'éleveur.

La traite est effectuée deux fois par jour et la quantité moyenne de lait trait fluctue selon les saisons (maximum 3 à 4 litres de lait par vache et par jour). Dans l'ensemble, les vaches ont totalisé entre 1 et 7 lactations et à des stades différents (du 1er au 10ème mois).

Les performances de ce bétail sont conditionnées par les vicissitudes du fourrage et du climat. Ainsi, la vache locale donnait en moyenne un veau tous les deux ans. Ces micro-élevages, compte tenu du nombre d'animaux qu'elles contiennent, tractent vers le bas la moyenne des exploitations locales.

Sur le plan sanitaire, un vétérinaire est assigné à la zone pour assurer la prophylaxie obligatoire contre les principales endémies, tandis que les consultations privées sont occasionnelles.

2 Procédure d'échantillonnage

Au total, neuf collectes de lait sont effectuées au cours des trois saisons laitières de la période 2019/2020. La traite des vaches se fait manuellement le matin. Le lait qualifié pour l'analyse

bactériologique est prélevé directement du pis de la vache. Le lait est récupéré dans une cuvette soigneusement nettoyée, dans laquelle un échantillon de 100 ml est retiré pour une analyse physico- chimique du lait. Les échantillons sont ensuite transportés dans une glacière réfrigérée (4°C) et maintenus à cette température pendant 12 heures maximum avant d'être analysés. L'échantillonnage est mené simultanément auprès de trois fermes situées dans la région et représentatives de l'ensemble de la zone de production. Les prélèvements sont programmés en fonction de la saison laitière : Moyenne, Basse et Haute. Trois j'bens pour chaque exploitation sont préparés au laboratoire dans des conditions de travail contrôlées.

Des échantillons de lait, de caillé de lait au démoulage et de j'ben des jours 5, 10 et 15 sont prélevés sur chaque lot et sont aussitôt soumis à des analyses microbiologiques et physico-chimiques au laboratoire.

3 Traite et diagramme de fabrication du j'ben *Elgafs*

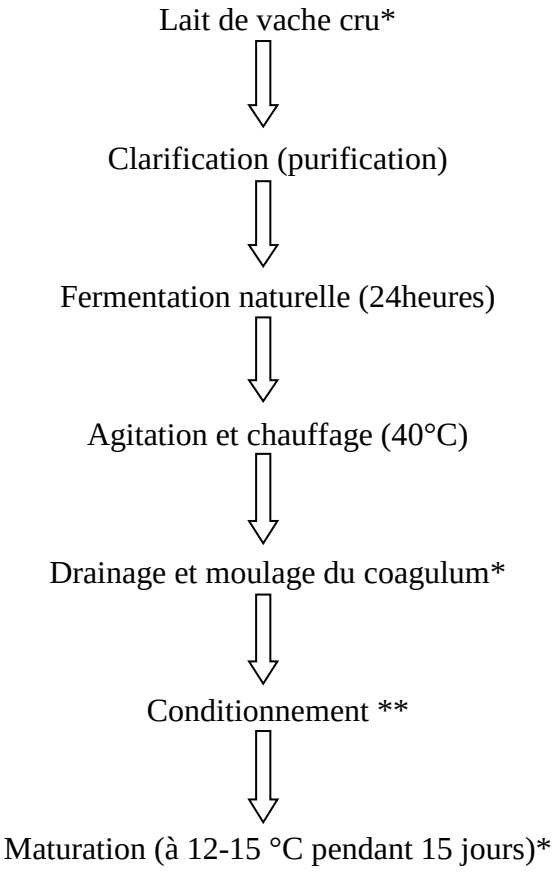
Après un nettoyage minutieux des mamelles, le lait est trait à la main. Il est ensuite mis dans une bassine après être filtré pour ôter les impuretés puis abandonné à température ambiante pour une fermentation naturelle. Entre 24 et 72 heures plus tard, selon la saison, le lait fermenté est chauffé doucement pendant 20 à 25 minutes à 35- 40°C pour simuler la pratique traditionnelle, jusqu'à la formation du coagulum. Le caillé est ensuite égoutté dans un tissu de mousseline et suspendu pendant 24 heures pour éliminer le maximum de lactosérum.

Le coagulum est moulé à la main puis enroulé sur une nappe de l'alfa attendrie par l'eau salée bouillante (280g de sel par litre d'eau) qui est ensuite tressée. La nappe est directement fermée et serrée des deux côtés.

Enfin, j'ben *Elgafs* est transféré dans une pièce où il est maintenu à une température de 12-15°C et une humidité de 90- 95% pendant 15 jours.

Des échantillons de lait, de caillé de lait démoulé et de j'ben des jours 5, 10 et 15 de la maturation sont prélevés dans chaque lot et sont immédiatement soumis à une analyse microbiologique pour isoler et dénombrer la flore totale, les contaminants et la flore lactique.

Le diagramme de fabrication de j'ben *Elgafs* et les étapes de dénombrements sont présentés dans la **figure 17**.



* Les étapes des dénombrements microbiens (lait, caillé après le démoulage, et aux 5 ; 10 et 15e jours de maturation**.**
****** *Stipa tenacissima*

Figure 17: Diagramme de la production du j'ben *Elgafs* et les étapes de dénombrements microbiens recherchés.

4 Analyses physico-chimiques

L'appréciation du lait et du fromage passe par des analyses physico-chimiques puisqu'elles représentent les critères de performance.

Immédiatement après la traite, la température du lait est mesurée avec un thermomètre et le potentiel hydrogène par des bandelettes indicatrices de pH. A l'arrivée au laboratoire, les analyses physico-chimiques sont effectuées conformément à la norme F.I.L (**ISO 707/F.I.L 2018**).

4.1 Potentiel hydrogène

Le pH est une mesure de l'activité chimique des hydrons (protons ou ions hydrogène). Il est mesuré à nouveau à l'aide d'un pH mètre type Orion Reseach model (PHSU-3F) après

étalonnage à pH 7,02 et 4,00 en le trempant dans un petit cubage de lait prélevé dans un Becher.

4.2 Densité

Elle est mesurée à l'aide d'un thermo-lactodensimètre (Gerber Standard 081.006610.00) contenant un thermomètre et une grille de correction, et gradué en 0.0005 unités calibrées par rapport à l'eau. Elle est ramenée à 20°C par la formule suivante :

Densité corrigée = densité lue + 0.2 (température du lait ± 20°C).

4.3 Teneur en matières grasses

Pour déterminer la teneur en matières grasses, on applique la méthode acido-butyrométrique de Gerber (**AFNOR, 1993**) à l'aide Butyromètre Gerber A Lait 0-6% MG 249780 et pour le fromage Butyromètre Van Gulik MG 994678. Cette méthode prévoit d'attaquer l'échantillon à tester par l'acide sulfurique et à récupérer la matière grasse dégagée par centrifugation en présence d'alcool iso amylique (**AFNOR, 2001**).

4.4 Détermination de la teneur en matières protéiques

La teneur en azote total est déterminée par la méthode de Kjeldahl à l'aide d'un Kjeldatherm KT M040649. Cette méthode consiste en la minéralisation de l'échantillon (lait ou fromage) par chauffage en présence d'un mélange d'acide sulfurique concentré, de sulfate de potassium et de sulfate de cuivre, pour convertir l'azote organique de l'échantillon en sulfate d'ammonium. De la soude est ensuite ajoutée au produit de la réaction pour libérer de l'ammoniac, qui est titré avec une solution d'acide chlorhydrique en présence d'acide borique.

Cette opération permet de mesurer l'azote total du lait par la méthode formelle de Kjeldahl, puis de le multiplier par un facteur de 6.38 pour obtenir la teneur en protéines du lait ou du fromage.

4.5 Teneur en matière sèche

La matière sèche est appréciée premièrement par évaporation au bain marie à 70°C puis par dessiccation de l'échantillon (ml/g) pendant 3 heures dans une étuve (Memmert UF30)

à 103 ± 2°C (**AFNOR, 1980**).

4.6 Teneur en lactose

Celle-ci est déterminée par spectrophotomètre de paillasse DR 3900.

À 1 ml de lait on ajoute 1 ml d'eau phénolée et 5 ml d'acide sulfurique et le tout est homogénéisé mécaniquement sur vortex (Cadillac) puis porté à ébullition pendant cinq petites minutes. L'absorbance est lue à 490 nm par rapport à un témoin préparé avec de l'eau distillée. Une courbe standard est réalisée à partir d'une solution mère contenant 1 g/l de lactose (**AFNOR, 1993**).

4.7 Point de congélation et la teneur en minéraux

Ils sont déterminés à l'aide d'un LACTOSCAN Ultra Sonic (Série N°16/68). Le contrôle du premier paramètre permet d'évaluer la quantité d'eau que l'on peut ajouter au lait, un mouillage de 1% se traduit ainsi par une augmentation d'environ 0.0055°C.

Les sels minéraux présents dans les aliments ont une utilité à la fois nutritionnelle et fonctionnelle. Le phosphore, à titre d'exemple, est nécessaire pour retenir l'eau et modifier la texture du fromage fondu. Le calcium contribue à la prise en masse (gélification) des protéines et des gommes.

5 Analyses microbiologiques

A côté des échantillons de lait, des échantillons de la surface et du cœur des j'bens, d'environ 1 à 2 cm d'épaisseur, prélevés aseptiquement avec un bistouri inséré en différents points du fromage, font chacun l'objet d'une analyse microbiologique.

5.1 Techniques de préparation et d'analyses microbiologiques

L'analyse microbiologique est pratiquée selon le protocole usuel, qui peut être résumé comme suit : préparation des dilutions, ensemencement sur des milieux de culture sélectifs et enfin dénombrement des micro-organismes.

5.1.1 Préparation des dilutions

La solution mère est préparée en effectuant une dilution au dixième (**ISO 8261, 2001**). Pour chaque échantillon (lait et/ou j'ben), un millilitre et/ou un gramme de celui-ci est complété par 9 ml d'eau physiologique stérile à 0.9% (**Annexe 1**). On obtient ainsi une dilution mère de 10^{-1} à partir de laquelle sont effectuées les dilutions décimales. La plage de dilution varie en fonction des germes ciblés.

Pour la détection et le dénombrement des bactéries mésophiles aérobies totales et des germes révélant des défauts de qualité sanitaire, des dilutions décimales jusqu'à 10^{-4} sont réalisées.

En revanche, pour l'isolement et le dénombrement de la flore lactique, des dilutions jusqu'à 10^{-10} sont réalisées.

5.1.2 Isolement et identification des contaminants

Un millilitre de chaque dilution est inoculé en profondeur dans les milieux sélectifs pour chaque germe d'intérêt. La composition des milieux de culture adoptée pour la présente étude est détaillée dans l'**annexe 1**. La recherche des micro-organismes marqueurs de contamination et leurs conditions d'incubation sont décrites dans le **tableau 11**.

Après 24 heures d'incubation sur VRBL (Violet Red Bile Lactose Agar), les colonies de lactose (+) "rouge" avec un diamètre d'au moins 0.5 mm sont définies comme des coliformes.

Dans les tubes contenant de la viande de foie (VF), les grandes colonies noires produisant des sulfites, qui ont précipité avec des ions de fer, sont à prendre en compte comme des *clostridies sulfito-réductrices* (**Desmasures et *al.*, 1997**).

Pour la recherche des streptocoques du groupe D, une culture présomptive avec des dilutions décimales jusqu'à 10^{-3} est effectuée sur milieu de Rothe, dont la composition est indiquée à l'**annexe 1**, et incubée à 37°C pendant 48 heures.

Le contenu des tubes, présentant une opacité, est ensuite ensemencé dans milieu de Litsky avec une anse de platine et soumis à une incubation à 37°C pendant 48 heures rapporté par **Maury (1987**). L'apparition d'un trouble homogène et d'une pastille violette ou blanchâtre au fond des tubes indique la présence de streptocoques fécaux. La lecture finale est exécutée selon les prescriptions de la table de Mac Grady (**Annexe 2**) en tenant compte uniquement des tubes d'Eva Litsky positifs.

Tableau 11: Milieux et conditions d'incubation des contaminants considérés.

Germes à rechercher	Milieux de culture	Température	Temps d'incubation	Référence
FTAM	PCA	30°C	72 H	**NF V 04-016, 1985**
Entérobactéries **Totaux** **Fécaux**	Gélose VRBG Gélose VRBL	37°C 44°C	24 H 24 H	**ISO 4832, 1978, JORA, 2004**
Salmonelles	Eau peptonée tamponnée -Bouillon sélénite cystine - Gélose SS (Institut Pasteur, Algérie) - Gélose Hektöen (Institut Pasteur, Algérie)	37°C 37°C 37°C 37°C	18 H 24 H 24 H 24 H	**ISO 6785, 2001 JORA, 2005**
Staphylocoques	Gélose Chapman Baird Parker (100ml) + (5 ml d'une solution de jaune d'oeuf + tellurite de potassium à 1 %)	37°C 37°C	24 à 48 H 24 à 48 H	**ISO 5944, 2001** **Maury, 1987**
Les clostridies	(7 ml) Viande de foie (Institut Pasteur Algérie) + (0.5 ml de citrate de fer à 5 % + 3 gouttes de sulfite de sodium à 5 %)	37°C	48 H	**Guiraud et Rosec, 2004** **NF T 90-415, 1985**
Streptocoques fécaux	Milieu de Rothe Eva Litsky	37°C 37°C	48 H 24 H	**Lebres et *al.*, 2002**
Levures et champignons	OGA (Institut Pasteur, Algérie) + Oxytétracycline à 1 mg/ml	25°C	3-5 jours	**ISO 6611, 2004** **IDF 94, 2004**

Vu que la flore fongique étale une croissance rapide, les colonies sont comptées après 2 jours et à nouveau après 5 jours. Les colonies de moisissures et de levures sont respectivement filamenteuses et lisses.

Les souches présumées pathogènes et d'altération isolées dans les milieux sélectifs, VRBL, VRBG, SS et Hecktoen sont identifiées par plusieurs tests biochimiques : Coloration de Gram, test à la catalase et par des tests classiques de galerie : Mobilité du mannitol, milieu TSI (Triple Sugar Iron), Citrate de Simmons, ODC, LDC (lysine décarboxylase), ONPG (dosage de la β-galactosidase), production d'indole et tests sur milieu de Voges-Proskauer (VP). Cette approche classique permet l'identification de certaines espèces et sous-espèces, grâce aux caractères métaboliques des bactéries isolées. Les résultats obtenus sont traités avec le logiciel Api-web (**Joffin, 2007**).

L'examen de la pathogénicité sur le milieu de Baird Parker se fait par examen microscopique, test à la catalase et test à la coagulase sur plasma de lapin (**Isiri, 2007**).

Le dénombrement des boîtes de Pétri contenant entre 30 et 300 ufc est conforme à la norme édictée par la législation (**AFNOR, 1980 ; JORA, 2004**).

5.2 Approche de l'isolement des bactéries d'acide lactique

5.2.1 Préparation des échantillons

Après homogénéisation des échantillons et la réalisation des dilutions décimales séquentielles en double séries, une aliquote d'un ml des dilutions de (10^{-4} à 10^{-10}) est inoculée en profondeur dans des boîtes de Pétri contenant 15 ml de ces milieux :

-Gélose MRS (**De Man et *al*., 1960)** ajustée à un pH de 5.4-5.8. Ces boîtes sont incubées dans l'obscurité **(Cheriguene et *al*., 2007)** et dans des conditions microaérophiles à l'aide d'une jarre pendant 3 jours à 25-30°C et 42 ºC afin de fournir un environnement optimal pour la croissance et l'énumération des Lactobacilli.

- M17 agar (**Terzaghi et Sandine, 1975**) à un pH de 6.8-7.15, où les boîtes sont incubées dans des conditions aérobies à 37-42 ºC pendant 18-24 heures pour isoler et dénombrer les Streptocoques, les Entérocoques, les Pédiocoques et les Lactocoques.

-MSE agar (**Mayeux et *al*., 1962**) à un pH de 6.8. Les boîtes sont incubées à 30°C dans des conditions aérobies pendant 24-72 heures pour isoler et dénombrer les Leuconostocs.

-Agar au Sel de Mannitol (MSA) selon **Chapman (1945**) adapté à un pH de 7± 0.2. Les boîtes sont incubées pendant 48 heures à 37°C pour isoler les *Micrococcaceae* et les bactéries corynéformes.

Dans chaque milieu de culture, 20 mg/l d'amphotéricine B est ajouté, pour contrer et inhiber la croissance fongique (**Kalavrouzioti, 2005 ; Castelluci, 2010**). De la cystéine (50 mg) est insérée à la gélose MRS pour accélérer la croissance des *Streptococcus* et des *Lactobacillus* (**Dave et Shah, 1996**). Il est démontré que l'ajout de cystéine réduit le stress oxydatif (**Wegkamp et *al*., 2010 ; Kassas, 2017)**.

5.2.2 Isolement, purification et conservation des Bactéries Lactiques (BAL)

Le choix de milieux de culture sélectifs, en adoptant une température et un pH d'incubation adéquats, permet d'obtenir une diversité microbienne assez proche de celle rencontrée dans la nature. En effet, de récentes études ont confirmé que la combinaison de ces deux paramètres détermine la composition bactérienne au cours de la fabrication du fromage (**Jonnala et *al*., 2018 ; Choi et *al.*, 2020**).

Les échantillons analysés (laits et j'bens à différents âge de maturation) ont permis de repiquer et de purifier constamment, par la méthode d'épuisement en stries (**Guiraud, 1998**) sur leurs milieux d'isolement, des isolats présentant des caractères présumés des BAL.

Toutes les souches sont vérifiées pour la production de catalase, d'oxydase, la coloration de Gram, la morphologie cellulaire et les caractéristiques macroscopiques des colonies sur les géloses MRS et M17. Les colonies pures (taille, forme et pigmentation) sont retenues et conservées à -18°C dans des tubes eppendorf auxquels on a additionné 30% (p/v) de glycérol "cryoprotecteur" (**Champagne et *al*., 2000 ; Mathara et *al*., 2004**) et codifiées pour une étude ultérieure.

6 Détermination de la concentration en cellules viables

Le dénombrement des bactéries viables se fait classiquement en comptant les colonies développées sur gélose solide après une série de dilutions (**Bensalah et *al*., 2004**). En d'autres termes, seules les colonies adaptées aux conditions de culture en laboratoire sont comptées (**Millet, 2001**). Les dénombrements sont effectués en fonction des saisons lactées et des stades de maturation. La plage de dilution est de 10^{-2} à 10^{-8}. L'ensemencement en masse de 1ml de

la suspension est effectué sur des milieux sélectifs préalablement refroidis et coulés dans des boîtes de 90 mm de diamètre. L'incubation se fait à 25-30°C pendant 3 jours. Cette méthode permet de dénombrer le nombre d'unités formant colonies (ufc) sur la totalité de la boîte (**Guiraud, 2003**). La concentration en cellules viables est calculée par la moyenne pondérée de deux dilutions décimales, en utilisant l'équation ci-dessous:

$$Cv(\mathbf{ufc/g}) = \frac{\sum N}{(n1+0{,}1n2)Vxd}$$

Cv : la concentration en cellules viables en unités formant colonies (ufc) par gramme

∑N : nombre total de colonies comptées sur les boîtes de dilutions gardées;

n1 : nombre de boîtes comptées à la plus faible dilution retenue ;

n2 : nombre de boîtes comptées à la seconde dilution ;

V : volume d'inoculum ensemencé en ml ;

d : facteur de la dilution initiale.

7 Procédés d'étude des bactéries lactiques

Pour pouvoir identifier les bactéries lactiques (BAL), on recourt à une étude phénotypique qui s'appuie essentiellement sur une caractérisation morphologique, physiologique et biochimique et à une étude chimio-taxonomique (**Temmerman et *al.*, 2004 ; Luquet et *al.*, 2005 ; Delbès, 2015**).

7.1 Etude phénotypique

7.1.1 Caractérisation morphologique des BAL purifiées

Les observations macroscopiques et microscopiques sont parmi les premiers critères qui fournissent des indications sur le genre et la pureté des micro-organismes (**Garvie, 1984**).

7.1.1.1 **Examen macroscopique**

Les propriétés culturales des isolats sur gélose sont observées directement à l'œil nu.
Les bactéries lactiques sont lenticulaires, blanchâtres, de petite taille avec un pourtour régulier.

7.1.1.2 **Examen microscopique**

Au microscope et sur la base de la réaction à la coloration de Gram sur des frottis fixés, les BAL révélent une coloration violette montrant la nature Gram positive. Elles se présentent sous plusieurs formes : sphériques (cocci), bâtonnets (bacilles), ovoïdes (cocobacilles) et en tétrades appelées tétracocci.

7.1.2 Etude biochimique des souches lactiques

7.1.2.1 **Recherche de la catalase**

Chaque colonie bactérienne isolée est mise en contact avec une goutte d'eau oxygénée à 10 Volume. Aucune bulle d'air (effervescence) à observer (**Annexe 3**), car les BAL sont des catalases négatives (**Larpent, 1997**), c'est-à-dire qu'elles ne peuvent pas décomposer H_2O_2 pour produire de l'oxygène.

7.1.2.2 **Recherche de l'oxydase**

Dans le test de l'oxydase, une colonie bactérienne est plaquée sur le disque (OX) imbibé d'eau distillée. Les BAL sont incapables d'oxyder le réactif incolore, le dihydrochlorure de tétraméthyl p-phénylène diamène, pour produire le composé violet (**Annexe 3**). Ceci explique l'absence du cytochrome c qui leur permet d'utiliser l'oxygène libre dans leur métabolisme énergétique (**Jurtshuk et McQuitty, 1976**).

7.1.2.3 **Profil fermentaire**

Les bactéries hétérofermentaires (*Leuconostocs* et *Lactobacillus)* libèrent du CO_2, de l'acide lactique, de l'éthanol et de l'acétate en dégradant les glucides nécessaires pour leur développement (**De Roissart et Luquet, 1994**). En revanche, les bactéries homofermentaires (*Enterococcus*, *Lactococcus* et *Streptococcus)* ne produisent pas de CO_2. Pour mettre en évidence la production de gaz (CO_2), les isolats à tester sont implantés par piqûre centrale dans le milieu Gibson-Abdelmalek (**Annexe 1**) puis un bouchon de gélose blanche stérile est versé à la surface. Au bout d'une semaine d'incubation à 37°C, la production de gaz dégagée

du métabolisme hétérofermentaire décolle la gélose blanche vers le haut du tube (**Larpent, 1997**). Pour les isolats homofermentaires, aucun changement ne se produit, le bouchon d'agar blanc reste attaché au milieu.

7.1.2.4 **Action sur le bleu de méthylène**

Des tubes de 10 ml de lait écrémé stérilisé avec 0.1% et à 0.3% de bleu de méthylène (BM) sont ensemencés avec des isolats purs et incubés à 30°C durant 24 à 48 heures. D'autres tubes témoins non inoculés sont placés dans les mêmes conditions. L'activité réductrice de la souche se manifeste par une décoloration du milieu (**Devriese et Pot, 1995)**. Sauf les entérocoques, ont la faculté de proliférer dans le lait à 0.3% de bleu de méthylène **(Rabah, 2010)**.

7.1.2.5 **Hydrolyse de l'esculine**

L'hydrolyse de l'esculine se traduit par le noircissement du milieu gélosé dépourvu de glucose. La lecture du test est opérée après incubation de 24 à 48 heures à 30°C en comparaison avec un témoin non ensemencé (**Devoyod et Poullain, 1988 ; Larpent-Gourgaud et *al.*, 1997**).

7.1.2.6 **Profil fermentaire des hydrates de carbone**

L'étude de la fermentation des sucres est évaluée de 24 à 48 heures sur le milieu MEVAG (**Annexe 1**) avec ajout de rouge phénol comme indicateur de pH (**Leveau et *al.*, 1991 ; Joffin et Leyral, 1996)**. Le glucose du milieu est remplacé par le sucre à tester à raison de 1% (**Belarbi, 2011)**. Toutes les souches sont testées pour la fermentation près de 10 sucres :
L-Arabinose, D-Xylose, Galactose, Mannitol, Cellobiose, Maltose, Lactose, Mélibiose, Saccharose et D-Raffinose. Pour ce faire, des microplaques stériles de 96 puits avec 12 colonnes et 8 rangées sont utilisées à cet effet. Un millilitre de la solution sucrée, stérilisée par tyndallisation, est ajouté à 10 ml du milieu MEVAG (**Guessas, 2007**). Chaque puits a reçu 50 µl de ce mélange. Pour garantir les conditions anaérobies, une goutte de paraffine liquide stérile est déposée dans chaque puits après inoculation d'une colonie bactérienne.

Le virage de l'indicateur coloré interprète la fermentation du sucre testé (**Hariri et *al.*, 2009**). Dans chaque microplaque utilisée, un témoin sans sucre ensemencé avec les souches expérimentées est effectué.

7.1.3 Tests physiologiques

7.1.3.1 **Test de mobilité**

Une colonie bactérienne est ensemencée par piqure centrale à l'aide d'une anse de platine dans le tube de mannitol-mobilité puis incubée à 37 °C pour une journée. Aucun envahissement du milieu ne devrait être observé autour de la piqure puisque les bactéries lactiques sont immobiles en l'absence de flagelles (**Annexe 3**).

7.1.3.2 **Test de développement à différentes températures**

Grâce à ce test, les bactéries lactiques thermophiles peuvent être distinguées des bactéries mésophiles. La croissance est évaluée après 24-72 heures d'incubation à 25, 30, 37 et 45°C par la turbidité du bouillon MRS inoculé avec une culture bactérienne. La comparaison est faite en présence d'un tube témoin non inoculé (**Alaoui et *al.*, 2016**).

7.1.3.3 **Test de thermorésistance**

Ce test est appliqué dans le but de sélectionner des souches résistantes à la chaleur.
Les bouillons de MRS inoculés avec une jeune culture sont soumis, en premier temps, à un traitement thermique de 60 °C pendant 90 min. Seuls les tubes présentant un trouble seront soumis à un second traitement de 63°C pendant 30 min en vue d'écarter toutes les formes végétatives. Les souches qui ont pu résister à ce test seront incubées à 30°C pendant 24 heures **(Hardie et Whiley, 1997 ; Morrison et *al.*, 1997)**.

7.1.3.4 **Développement à différentes concentrations de NaCl**

La capacité des isolats lactiques à pousser dans des bouillons de MRS riches en chlorure de sodium à 4%, 6.5% et 18% pendant 24 heures à 30°C, atteste de la croissance cellulaire, en

comparaison avec un bouillon MRS non ensemencé servant de témoin. Cet essai permet de différencier les lactocoques, les leuconostocs, les entérocoques et les *Brevibacterium*.
Selon **Stiles et Holzapfel (1997) ; Bissonnette et al. (2000)** et **Guessas et Kihal (2004)**, la croissance dans un bouillon MRS avec 4% et 6.5% de NaCl est bien adaptée pour différencier entre les genres *Streptococcus, Lactococcus et Enterococcus.*

7.1.3.5 **Développement à différents niveaux de pH**

Les tests sont réalisés dans un bouillon MRS dont le pH est ajusté en fonction du genre recherché. La croissance est estimée par l'aspect trouble du bouillon après 24 heures à 30°C à différents niveaux de pH à svoir : 4.5 et 6.5. Pour différencier les genres *Lactococcus* et *Enterococcus,* les cultures bactériennes sont ensemencées en bouillon hyperalcalin à pH 9.6 (**Devriese et *al.*, 1993)**.
La comparaison se fait en présence d'un bouillon MRS témoin à pH 6.5 **(Carr et *al.*, 2002)**.

7.1.3.6 **Résistance à la tellurite**

La tolérance à la tellurite est testée pour séparer *Streptococcus, Lactococcus* et *Enterococcus.* Les isolats lactiques examinés sont ensemencés sur une gélose contenant 0.04% de tellurite de potassium (K_2TeO_3). Après une période d'incubation de 24 heures à 37°C, les souches résistantes présentent une couleur noire, due à l'amoncellement de tellurite élémentaire **(Rathgeber et *al.*, 2002 ; Bekhouche et Boulahrouf, 2005)**.

7.2 Identification génotypique des isolats purifiés

Cette partie de l'étude est réalisée au Laboratoire de Biotechnologie Alimentaire **(INATAA)** de Constantine, en expédiant les souches pures en vue d'une analyse REP-PCR ciblant ADN génomique. Pour révéler la biodiversité microbienne de notre sélection lactique, nous avons appliqué le protocole suivant

- Extraction de l'ADN génomique des isolats bactériens,
- Détermination de la concentration et de la pureté de l'ADN par spectrophotométrie,
- Amplification d'ADN par PCR,

- Électrophorèse sur gel d'agarose.

7.2.1 Extraction de l'ADN génomique

L'ADN bactérien total prélevé selon la méthode d'extraction développée par les laboratoires BIO-RAD, conformément à **Gevers et al. (2001) ; Cholet (2006) ; Koenraad et al. (2008)** est contrôlé comme suit :

- ✓ A partir d'une colonie spécifique, une suspension de 1 ml est préparée dans 1ml d'eau distillée stérile ensuite une centrifugation est établie à 3000 tours pendant 10 minutes. Le culot obtenue de la centrifugation est stocké à -20°C pendant une heure.
- ✓ Un lavage du culot obtenu est assuré avec 1ml de tampon TES (50 Mm Tris-Base, 1Mm EDTA et 6.7% Sacharrose, pH= 8.0) avec sa remise en suspension dans 300 µl de tampon STET (50 Mm Tris-Base, 50 Mm EDTA, 80% Sacharrose et 5% Trifon-X-100, pH= 8.0).
- ✓ Un volume de 75 µl de tampon de lyse est ajouté à la suspension obtenue avec une incubation à 37°C pendant une heure.
- ✓ Un ajout de 40 µl d'une solution SDS (solution de dodécylsulfate de sodium) à 20% d'un tampon TE composé de 10 Mm Tris-HCL et de 1 Mm EDTA, pH= 8.0
- ✓ Une agitation est menée au vortex pendant 60 secondes avec une incubation à 37°C pendant 10 min.
- ✓ L'incubation est prolongée pour une durée de 10 min à 65°C avec l'ajout de 100 µl du tampon TE.
- ✓ L'extraction du lysat est réalisée avec un volume égal réparti entre du phénol du chloroforme et de l'alcool iso amylique.
- ✓ Une séparation des phases est réalisée par une centrifugation à 3000 tours pendant 20 min. Un mixage de la phase aqueuse est mené avec 70 µl de Nacl 5 M et 1 ml d'isopropanol. De cela l'ADN est précipité dans la glace pendant 15 à 20 min.
- ✓ Le précipité de l'ADN est collecté par une centrifugation à 3000 tours pendant 15 à 20 min. Le culot obtenu est lavé dans de l'éthanol à 70% refroidi à 8 ±2°C.
- ✓ Une autre centrifugation est menée pendant 10 minutes afin de pouvoir collecter l'ADN purifié du culot obtenu.
- ✓ En dernière étape de l'extraction, le culot d'ADN pure est dissout dans l'eau distillée stérile et préparé ainsi pour la REP-PCR.

7.2.2 Détermination de la concentration et de la pureté de l'ADN

La concentration et de la pureté de l'ADN sont vérifiées par le spectrophotomètre

Thermo Scientific™ 840-210600. L'ADN pure donnera un pic d'absorption spécifique aux procaryotes à 260 nm.

7.2.3 Amplification de l'ADN par réaction PCR

L'amplification des fragments d'ADN par la technique de la PCR est réalisée dans un cycler de Biorad (Biorad, USA), par l'utilisation des amorces spécifiques qui permettent d'amplifier le fragment d'ADN génomique. Les séquences spécifiques des amorces utilisées sont du laboratoire **Qbiogène Research Service Germany**.

Cette technique consiste à introduire un volume de 4 µl de l'ADN génomique, obtenu par extraction dans un microtube, ensuite un volume de 20 µl de mixture réactionnelle est ajouté.

Pour diminuer les risques d'erreurs et de contamination nous avons préparé une solution mixte contenant tous les composants de la PCR (**Annexe 5**).

Les amorces spécifiques utilisées pour l'amplification en PCR sont dressés sur le **tableau 12**.

Tableau 12 : Séquence des amorces spécifiques utilisées en PCR.

Amorce	Séquence	Sens
Lactobacillus acidophilus	5'-GTAAATCTGTTGGTTCCGCT-3' 3'-ATGGCTGCTCGCGTCTTTAA-5'	Sens Anti-sens
Lactobacillus fermentum	5'-GCGACCAAAATCAATCAGGC-3' 3'-AAGTGTTATGGGCCTAGTCA-5'	Sens Anti-sens
Lactobacillus casei	5'-TGTTGAAATCAAGTGCAAGG-3' 3'-CGCACCACTTTTGCTTTAAT-5'	Sens Anti-sens
Lactocoques	5'-GCTGCCTCCCGTAGGAGTTG-3' 3'-TCGCCTCATGTAGGATCCAT-5'	Sens Anti-sens
Lactococcus lactis ssp diacetylactis	5'-CTGGTCCTGGTGGAGGTCAA-3' 3'- TCATGTTGTAAATCATGGGT-5'	Sens Anti-sens
Enterococcus	5'-TGTAGTTTGTCATCAACCAT-3' 3'-CCTTATGCGGTAGTCACCTC-5'	Sens Anti-sens
Leuconostoc mesenteroides	5'-CCGTTACCCCTAAACCCCGA-3' 3'-CAACTCCTTCAGACCACATG-5'	Sens Anti-sens

Source : La firme Qbiogène Research Service Germany **Octobre** (**2020**).

7.2.4 Électrophorèse sur gel d'agarose

Afin de visualiser les amplicons, une Electrophorèse sur gel d'agarose à 1.2% des produits de PCR est réalisée de la façon suivante :

7.2.4.1 **Dépôt des produits de l'amplification**

Une fois qu'on a mixé 7 µl d'ADN amplifié avec 5 µl de la solution de charge représentée par le bleu de bromophénol, les puits sont remplis avec le mélange obtenu en faisant attention à ne pas perforer le gel.

Après la migration des produits de l'amplification (**annexe 5**), la visualisation de l'ADN sur le gel d'agarose est réalisée grâce à un colorant fluorescent le bromure d'Ethidium (BET). Le gel est visualisé dans l'obscurité par un appareil photo numérique incorporé CSL15 traité avec un logiciel d'analyse des gels CSL 030.

7.2.4.2 **Comparaison des séquences d'ADN obtenues**

Les séquences de l'ADN génomique obtenues par la REP-PCR sont comparées sont comparées d'une part avec ceux obtenues des souches de références et d'autre part avec celles de la banque de données GeneBank par l'utilisation du Programme blast de NCBI.

(https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi).

Dans le cas ou le rapprochement de la séquence obtenue avec une séquence d'une espèce référentielle a rapporté des pourcentages de similitude ≥ à 99%, l'isolat testé sera accordé à cette espèce. Les souches de référence ATCC utilisées en fonction des séquences sont indiquées dans le **tableau 13**.

Tableau 13 : Souches de référence en fonction de leurs gènes DNA génomique (Fab **:** 11/02/2020 DLU : 10/02/2022).

Nom de la souche	Référence du gène DNA
Lactobacillus fermentum	ATCC 9338
Lactobacillus acidophilus	ATCC 4356
Lactobacillus casei	ATCC 393
Lactococcus lactis	ATCC 49032
Enterococcus faecalis	ATCC 14506
Leuconostoc mesenteroides	ATCC 19254

7.3 Test des aptitudes technologiques des souches lactiques

La sélection de souches lactiques dites "performantes" repose essentiellement sur l'étude de leurs aptitudes technologiques (**Cogon et *al*., 1997**) qui peut être résumée par la recherche de :

7.3.1 Cinétique d'acidité

Afin de déterminer l'activité acidifiante des bactéries lactiques, des méthodes potentiométriques (mesure du pH) et titrimétriques sont appliquées simultanément :

- Suivi de l'évolution du pH de jeunes cultures bactériennes au cours du temps ;
- Détermination de l'acidité titrable par la soude (NaOH, N/9) en présence de 1% de phénolphtaléine (un indicateur de pH coloré).

La procédure consiste à ensemencer des cultures pures et jeunes à 1% dans des tubes contenant 10 ml de lait écrémé stérile reconstitué à 10%. Après incubation à 30°C, la croissance est estimée par des mesures prises à des intervalles de temps de 2, 4, 6, 8 et 24 heures.

L'acide lactique libéré par les souches lactiques est mesuré par le pH-mètre puis titré avec l'hydroxyde de sodium Dornic (N/9) en présence de 5 gouttes de phénolphtaléine jusqu'à ce que la couleur vire au rose pâle pendant au moins 10 secondes (**Sarantinopoulos et *al*., 2001; Herreros et *al*., 2003 ; Rahli et *al*., 2015**).

L'acidité est calculée par la formule :

Acidité (°D) = V_{NaOH} x 10.

V_{NaOH}: Volume de NaOH utilisé pour titrer l'acide lactique contenu dans les 10 ml de lait.
1°D (degré dornic) = 0.1 g/L de lait.

7.3.2 Activité protéolytique des isolats lactiques

L'activité protéolytique des bactéries lactiques est testée sur une gélose PCA- lait complétée par 10% de lait écrémé stérile figurant dans **Annexe 1** (**Van Den Berg et *al.*, 1993 ; Pisano et *al.*, 2015**). Les bactéries à analyser, issues d'une culture jeune, sont ensemencées et incubées pendant 18-24 heures à 30°C dans des conditions aérobies. Des zones claires autour de la colonie indiquent une activité caséinolytique (**Hassaine, 2013**).

7.3.3 Activité lipolytique

Cet épreuve est testé sur une gélose aux triglycérides préalablement coulée dans des boîtes de Pétri. Des disques de papier Wattman stériles sont appliqués sur la surface. Chaque disque recevra 20 µl d'une jeune culture. L'ensemble est incubé à 30°C pendant 24 à 48 heures. La lipolyse se traduit par la présence de zones opaques (**Kondrotiene et *al.*, 2018**). Le diamètre de ces zones translucides est alors mesuré (**Thapa et *al.*, 2006)**.

7.3.4 Production d'acetoïne (Acétyl methyl carbinol)

Le présent test identifie les souches aromatiques qui catalysent l'acétoïne en diacétyle par l'action de la soude en présence d'oxygène (**Harrigan et Mc Cane, 1976**). Dans le milieu de Clarck et Lubs (**FIL, 1996**), les isolats à tester sont ensemencés et incubés à 30°C pendant 24 heures. Après incubation et ajout de 2 à 3 gouttes de (VP1) et (VP2), les tubes sont agités pendant 15 à 20 min à température ambiante. Selon **Mami** (**2013**) une coloration rouge cerise révèle une réaction positive (VP).

7.3.5 Production de dextrane

Le milieu saccharosé (MSE) est utilisé pour identifier la production d'exopolysaccharides (EPS) par la formation de larges colonies gluantes (**Kheddid et *al.*, 2006**). Les souches à évaluer sont étalées sur la gélose et incubées à 30°C toute une nuit. La production d'EPS peut

également être décelée à vue sous forme de longs brins au moment de l'expansion des colonies à l'aide d'une anse d'inoculation.

7.3.6 Désamination de l'arginine (ADH)

L'hydrolyse de l'arginine est réalisée sur le milieu BPC M16 d'après **Thomas** (**1973**) par ensemencement en stries d'une jeune colonie (**Annexe 1**). Après 24 à 48 heures d'incubation à 30°C, les bactéries possédant l'enzyme (Arginine dihydrolase) vont acidifier le milieu (virant au jaune) en fermentant le lactose et après 24 heures au violet suite à l'action de l'enzyme qui va dégrader l'arginine en libérant de l'ammoniac (NH_3). Ceci conduit à une alcalinisation du milieu. Si le milieu reste jaune, cela signifie que les bactéries sont ADH négatives (ADH^-).

7.3.7 Activité inhibitrice

Le pouvoir inhibiteur des isolats lactiques contre les souches indicatrices est démontré par quatre souches indicatrices : *Escherichia coli* **ATCC 25922**, *Salmonella* prélevée sur des organes de poulet (Laboratoire Vétérinaire Régional de Mostaganem), *Staphylococcus aureus* **ATCC 25923** et *Pseudomonas aeruginosa* **ATCC 27853**.

La technique consiste à inonder la surface du milieu Mueller-Hinton avec une suspension de la souche indicatrice définie par turbidimétrie à 650 nm à l'aide d'un spectrophotomètre. Après une période d'incubation d'environ 18 heures à 30°C, des puits de 5 mm de diamètre sont creusés aseptiquement dans la gélose. Chaque puits obtenu a reçu 20 µl de suspension de culture lactique jeune. Les boites sont refroidies à 4°C pendant une heure, puis incubées à 30°C pendant 24 heures. Une zone nette d'inhibition d'au moins 2 mm de rayon est enregistrée comme positive (**Washington et *al.*, 2015**). L'expérience est testée en triplicata.

8 Essai de fabrication du j'ben *Elgafs* avec un levain contrôlé

Les vingt-cinq souches retirées du lait cru de vaches et des j'bens pendant leur maturation, sont sélectionnées en fonction de leurs performances biochimiques et technologiques (**Annexes 6**) pour une température et un temps donnés.

Les ferments préparés sont réalisés en réactivant la souche dans un milieu de culture puis en la transférant dans 250 ml de lait purifié, dont le mode de préparation est décrit dans

l'**annexe 8**, à raison de 3% et en l'incubant à 37°C pendant 24 heures (**Martinović et *al.*, 2005 ; Eck et *al.*, 2006 ; Dahou, 2017**) .

La préparation du microbiote contrôlé " multi-souches " est procédée juste avant l'inoculation dans le lait fromager. Les proportions sont définies selon la formule présentée dans le **tableau 14** proposé par le fromager **Dr Dahou. A**, spécialiste des fromages à caillé lactique et à caillé mixte. Elles sont de 50% de ferment lactocoques, 30% de ferment lactobacilles, 10% de ferment leuconostocs, 5% de ferment entérocoques et 5% de ferment d'affinage.

Un j'ben témoin, pour comparaison, est préparé en parallèle au début de la saison de pâturage (saison haute) avec du lait cru provenant d'un troupeau de race Prim' Holstein vivant en stabulation entravée et se nourrissant de son et d'orge de blé, de concentré et de foin (Gdyel, W. d'Oran). Le lait est livré à une fermentation spontanée sans aucun ensemencement exogène.

Les deux fromages sont affinés pendant une quinzaine de jours.

Tableau 14 : Souches sélectionnées pour l'essai de fabrication de j'ben *Elgafs*.

Composition	Proportion (%)
Lactocoques	50
Lactobacilles	30
Leuconostocs	10
Entérocoques	5
Ferments d'affinage	5

Source : Proportions en pourcentage selon l'**IFS** (**International Food Standard Dairy and cheese**).

9 Analyse sensorielle

Les deux j'bens préparés et de même âge sont évalués par un jury de dégustation au niveau de laboratoire de Hassi Mammèche (LSTPA). Les panélistes sont composés d'enseignants universitaires, des étudiants non entrainés et de personnel du laboratoire. La dégustation s'est déroulée dans des espaces éclairés par la lumière du jour afin d'éviter toute interaction éventuelle entre les critères sensoriels et la couleur des j'bens testés.

L'évaluation sensorielle, à caractère analytique descriptive, est accomplie selon le système de notation recommandée par la Fédération Internationale du Lait "**FIL**". Cette fiche consiste à octroyer à chaque test d'évaluation (texture, aspect, flaveur) une note maximale (1) lorsque celui-ci est jugé normal. Dans le cas d'une anomalie affectant la surface, la couleur, l'élasticité, l'arôme, l'homogénéité et la saveur, les attributs sont notés selon le défaut repéré de 0 à 0.5 comme indiqué dans l'**annexe 9**.

Les deux échantillons à tester sont servis, incognito, dans des assiettes avec des couverts jetables. Le pain et l'eau minérale sont proposés pour enlever le goût après dégustation.

10 Analyses statistiques

Les analyses statistiques sont réalisées à l'aide du programme d'analyse de variance multiple (ANOVA) sous le logiciel R version 4.0.5 (**R core team, 2021**). Nous avons testé la corrélation entre les différentes variables en utilisant le coefficient de corrélation de Pearson ainsi que les comparaisons de moyennes par l'analyse de variance ANOVA. Le niveau de signification est défini à $P < 0.05$.

CHAPITRE

3

Résultats et discussion

Chapitre 3 : Résultats et discussion

1 Analyses physico-chimiques du lait

Les valeurs moyennes des neuf collectes de lait destinées à la préparation du j'ben *Elgafs* au cours des trois saisons de production laitière (moyenne, basse et haute) sont présentées dans le **tableau 15**. Le recours aux analyses physico-chimiques permet d'analyser la matière première et le produit fini en mesurant les paramètres qui suivent :

1.1 Température

La température du lait, mesurée immédiatement après la traite, varie entre 26 et 28°C.
La température la plus basse est observée pendant la saison moyenne 26°C et les deux autres saisons laitières présentent la même valeur 28°C (**tableau 15**). Cette différence peut être attribuée soit au volume de lait au moment de la prise de température, soit au temps séparant la traite de la mesure.

1.2 pH

Le pH obtenu est en moyenne de 6.64 ± 0.04. Il est plus faible en saison haute 6.58 et légèrement élevé en saison basse 6.72 comme le montre le **tableau 15**. Le lait de vache fraîchement trait a un pH de 6.60 et 6.80.

D'après **Micari et al. (2002**), le pH du lait est un révélateur de l'état sanitaire de l'animal et de l'hygiène de la traite. En effet, les écarts de pH entre les saisons laitières sont liés à l'hygiène de la traite comme cela fut rapportté par **Vita Marino et al. (2012**), à l'état de santé de l'animal et aux infections microbiennes (**Araba, 2006**). Lors de l'infection mammaire, il y a un appel important de leucocytes qui se traduit par une augmentation du nombre de cellules induisant une dégradation de la caséine et du lactose et donc une baisse du pH. Ce phénomène est également confirmé par **Alais (1984**). De même, certaines maladies métaboliques comme la cétose provoquent des modifications du lait dont le pH (**Pacheco, 2016**). Le pH est par ailleurs lié au stade de la lactation et à l'alimentation. Il est un paramètre important qui agit

sur l'aptitude du lait à la transformation. La valeur du pH affecte l'équilibre minéral et la stabilité de la suspension colloïdale de caséine (**Alais et Linden, 2004**). En conséquence, les protéines sont étirées pour s'entremêler et forment un gel, faisant ainsi chuter le pH.

Nos résultats sont similaires à ceux décrits par **Callon et al. (2005) ; Mansour (2015**) et supérieurs à ceux obtenus par **Labioui et al. (2009) et Matallah et al. (2019)** qui sont en moyenne de 6.50.

1.3 Densité

La densité du lait jaugée à 20°C dévoile une moyenne de 1.028 suivant le **tableau 15**. Cette valeur est inférieure aux normes **AFNOR** 1.030-1.032. Néanmoins, et suivant **Luquet** (**1985**), la densité des échantillons de la saison haute 1.029 est cohérente. Les valeurs ainsi obtenues sont similaires à celles rapportées par **Debouz et al.** (**2014**).

L'étude de **Le Mens (1985)** a montré que la densité du lait varie avec la teneur en matière sèche en général et la teneur en matières grasses en particulier du lait. **Vignola (2002**), quant à lui, affirme que plus la teneur en matières grasses du lait est élevée, plus la densité du lait est élevée et plus significative. Autrement dit, la densité diminue lorsque le lait est humide, ce qui n'est pas le cas dans la présente étude puisque les échantillons sont prélevés directement du pis. La faible densité de notre lait pourrait être due à la faible teneur en matière sèche et en matières grasses, au changement climatique, soit la hausse des températures en 2019/2020 et à l'alimentation. Le même phénomène fut observé par **Labioui et al. (2009**).

1.4 Point de congélation

L'examen du point de congélation du lait révèle que les valeurs les plus élevées sont observées pendant la saison basse -0.508°C et les plus faibles sont obtenues en saison haute -0.528°C. Ces résultats nous conduisent à considérer que les variations du point de congélation sont dues aux variations de la production de lait produite et de réfrigération comme le souligne **Parcuel et al. (1994**). Des résultats similaires à nos observations sont rapportées par **Packard et a1.** (**1990**).

En principe, le lait a un point de congélation entre -0.520 et -0.525 °C. Il n'est pas exclu qu'un lait d'un troupeau puisse avoir un point de congélation inférieur à -0.525°C pour différentes

causes, en l'occurrence, l'influence de l'affouragement (l'alimentation) en saison chaude souvent par un manque d'énergie et de fibres, le stade de lactation, le stress thermique à partir de 24°C, mauvaise fermentation dans le rumen et réduction de la prise alimentaire.

La teneur en lactose influence le point de congélation à 80% (**Suisselab Office, 2020**).

Le point de congélation inférieur de l'eau (1) résulte des éléments dissous dans le lait. Il s'agit du lactose, des sels et des minéraux. Plus la concentration est importante, plus le point de congélation est faible.

1.5 Teneur en minéraux

La teneur en matières minérales du lait est similaire à la fois pour la saison moyenne et haute 4.6 g/l contre 3.9 g/l pour la saison basse laitière (**tableau 15**). Ces valeurs sont bien inférieures de celle trouvée par **Boubezari et al. (2010**) qui est de 7.8 g/l. Il est certain que Jijel est l'une des régions les plus irriguées d'Algérie, assurant ainsi d'importantes ressources en eau. Cette abondance de précipitations confère à la région une sylviculture et une arboriculture dans les piémonts et les montagnes, favorisant ainsi l'élevage bovin. Les plaines alluviales, pour leur part, occupent 18% de la surface totale et constituent une richesse pour la Wilaya, étant donné qu'elles sont très fertiles et assurent une importante production fourragère et maraîchère (**Direction des Services Agricoles de Jijel**). Il a été publié par **Cosentino et al. (2018**) que la richesse minérale du lait est relativement liée à la nature et à la quantité d'herbe pâturée par animal. Si la ration alimentaire en P et Ca est insuffisante, l'animal épuise ses réserves osseuses pour compenser le manque. En revanche, en cas de carence sévère, la production et la qualité du lait diminuent systématiquement.

1.6 Teneur en eau

Elle se situe entre 88.4 et 89.2 g/l avec une moyenne de 88.86±0.24 pour les trois saisons expérimentées tel que repris dans le **tableau 15**. Nos résultats se rapprochent à ceux obtenus par **Boubezari et al. (2010**) qui sont de 89 g/l chez la vache locale dans la région de Jijel dans l'Est algérien mais bien au-delà de ceux de la race Pie rouge 85.81 g/l dans la même région.

Le lait est un fluide aqueux constitué d'une émulsion de globules gras dans un liquide

lui-même une suspension colloïdale de matière protéique dans un sérum contenant principalement du lactose et du sodium. Ces deux éléments, ainsi que d'autres minéraux dont le potassium et le chlore, ont une activité osmotique. Leur importance dans la sécrétion de la mamelle conditionne ainsi l'écoulement de l'eau des cellules dans la lumière des acini sécrétoires, soit le niveau de production du lait. Il est donc clair que l'activité de l'eau intervient dans le contrôle de l'activité métabolique et du développement des micro-organismes dans le substrat, plus le volume d'eau libre est important, plus le développement des micro-organismes est important.

1.7 Teneur en matière sèche

Elle varie entre 108 et 116 g/l pour les saisons basse et haute respectivement, tel que décrit dans le **tableau 15**. **Vérité et al. (1970)** ont noté que la quantité de matière sèche ingérée (herbe verte ou sèche) est proportionnelle de manière significative et positive à la teneur en matière sèche de la plante et que le temps de consommation diminue considérablement avec l'herbe déshydratée. Les valeurs de matière sèche ainsi obtenues sont réduites avec l'augmentation du niveau de stress thermique inhabituel en cette année 2019/2020 occasionnant un fourrage sec par manque de pluie. Certaines études font également état d'une diminution de la proportion de matières grasses et de protéines dans le lait avec l'augmentation de l'indice température-humidité : THI (**Lambertz et *al.*, 2014**). Le stress thermique diminue la consommation de matière sèche, qui à son tour diminue la consommation d'énergie et donc cette réduction de l'apport énergétique affecterait le contenu des composants du lait.

Nos résultats sont proches de l'intervalle de 113 à 115 g/l obtenue par **Boubezari et al. (2010**) et **Zoghlami et al. (2022**).

1.8 Teneur en matières grasses

En ce qui concerne la teneur en matières grasses, la saison haute se distingue avec une teneur de 32 g/l, alors que les deux autres saisons ont une valeur pratiquement identique de 27 g/l.

La valeur moyenne en matières grasses 28.5±1.75 g/l est inférieure aux normes algériennes

34 g/l et à la moyenne 36.70 g/l rapportée par **Boubezari et al.** (**2010**) dans la région de Jijel. La teneur en matières grasses varie en fonction de la saison, l'alimentation, la race, le stade de lactation (**Siboukeur, 2007 ; Lerch et *al*., 2015**) et du niveau de production. En effet, la ration alimentaire détermine les proportions d'acides gras volatils lors de la fermentation ruminale, qui sont des précurseurs notables de la lipogenèse mammaire. De tant plus, les performances des vaches sont le produit de leur potentiel génotypique et des conditions d'élevage. Les vaches se trouvent en début de lactation dans une situation de déficit énergétique négatif, ce qui implique l'hydrolyse des lipides du tissu adipeux. La production de matières grasses du lait constitue donc un besoin énergétique conséquent pour la plupart des mammifères et implique un effort métabolique important pour l'animal, du moins pendant une partie de la lactation.

1.9 Teneur en matières protéiques

La valeur protéique du lait est similaire pour les saisons : moyenne et basse 25.80 g/l et sans différence significative. Cependant, la haute saison montre la teneur la plus élevée 27.80 g/l. Cette valeur est conforme à celle trouvée par **Boubezari et al.** (**2010**) pour la même race qui est en moyenne de 27.90 g/l mais bien en dessous du standard cité par **Alais (1984**) qui est de 33 g/l et de la valeur obtenue par **Tadjine et al.** (**2019**) qui est de 30 g/l à partir de lait cru de vaches de race moderne.

L'apport en protéines varie manifestement en fonction du stade de lactation, aux facteurs génétiques, à l'état sanitaire de l'animal, de l'apport énergétiques et des conditions climatiques. Evidemment, la proportion de caséine diminue systématique avec la progression du stade de la lactation. L'effet génétique est souligné par **Boujenane** (**2003**) sur la composition du lait en précisant que si le potentiel génétique de l'animal est faible, ses performances seront également faibles, même si les conditions d'élevage sont très élaborées.

Il semble dès lors que les performances d'un animal soient constamment inférieures ou égales à son potentiel génétique.

Les mammites, surtout en hiver en début de lactation, les boiteries en période de pâturage, l'acidose, les infestations parasitaires et la rétention placentaire sont parmi les pathologies les plus redoutées sur la production laitière en raison du dérèglement de la glande mammaire qui se traduit par une diminution de la sécrétion du MG, de la caséine et du lactose par les cellules de l'épithélium mammaire et par une augmentation des éléments provenant du lymphe et du

sang (cellules somatiques, sels minéraux, protéines solubles) suite à la perméabilité du tissu mammaire atteint.

Selon la littérature, l'apport énergétique de la ration influe fortement sur la teneur en protéines. Ainsi, une augmentation de l'apport énergétique mène à une augmentation de la teneur en protéines et de la production laitière. De plus, l'apport de concentré dans la ration induit une baisse de la TB (-0.30 g/kg) et une hausse de la teneur en protéines (+0.24 g/kg) du lait pour chaque kg de MS consommé (**Delaby et *al*., 2003**). Une complémentation en concentré permet de pallier la baisse de la production laitière due aux aléas climatiques et à la disparité des ressources fourragères.

A partir des résultats obtenus sur la teneur en protéines du lait des vaches locales de la région El Ouldja dans l'Ouest de l'Algérie et ceux obtenus dans l'Est de l'Algérie, on peut en déduire que le lait des vaches locales algériennes est peu protéiné et que son utilisation dans l'industrie fromagère paraît discutable.

1.10 Lactose

Suivant les résultats compilés dans le **tableau 15**, les valeurs de lactose diffèrent largement entre les échantillons au cours des trois saisons laitières. La saison haute affiche la valeur la plus élevée 47 g/l et la saison basse, la valeur la plus faible 40.5 g/l.

Nos résultats se situent dans la fourchette de 40 à 50 g/l proposée par **Labioui et al.** (**2009**) et **Longwah et al.** (**2017**) pour le lait cru et sont plus importants que ceux du lait étudié par **Sissao et al. (2015)** et **Matallah et al.** (**2019**) qui sont en moyenne de 42.16 g/l et 35.90 g/l respectivement.

Il est probable que la race ait un impact sur les taux de lactose comme le rapportent **Kadim et Mahgoub** (**2013**). Le lactose étant un constituant osmotique important du lait, tout changement dans le régime alimentaire et dans le volume d'eau dans le lait s'accompagnent d'un changement de la synthèse du lactose (**squires, 2010 ; Rahli, 2015**). Par ailleurs, La teneur en lactose dépend du stade de la lactation selon **Bakheit (1999**). Elle est plus importante au cours du premier trimestre (4.7%) succédant au vêlage et décroît en fin de lactation (3.2%). Le lactose est le substrat de fermentation des bactéries lactiques (*Streptococcus, Lactobacillus, Enterococcus et Leuconostoc*). Ces bactéries sont en effet caractérisées par leur capacité à fermenter le lactose avec production d'acide lactique. Dans la présente étude, les échantillons sont analysés 12 heures après la traite, ce qui aurait entraîné le

développement des bactéries lactiques, d'où cette faible teneur en lactose face à la valeur de référence de 48 - 49 g/l (**Alais, 1984**). Néanmoins, en raison de la valeur élevée en lactose de 47 g/l de ce lait par rapport aux valeurs comparées ci-dessus, on peut considérer que le lait des vaches locales de la région El Ouldja peut être exploité et valorisé dans l'industrie de transformation des laits fermentés.

Les écarts dans la composition du lait des vaches locales peuvent être liées à plusieurs facteurs tels que la gestion du troupeau, la localisation géographique comme le rapportent **Barron et al. (2005)** ou par l'alimentation et la production laitière tel que confirmé par **Bir et al. (2015)**. Cette différence dans la composition du lait est susceptible d'influencer la qualité et le rendement des fromages fabriqués à partir de ces laits (**Lejaouen, 2004**).

Selon **Jenness** (**1980**) **et Voutsinas et al. (1990**), le lait des races à faible potentiel laitier des zones méditerranéennes et tropicales est généralement plus concentré en MG, MS et Protéines. Or, les résultats de nos échantillons donnent l'impression inverse de ce constat. Effectivement, **Kassa et al.** (**2016**) s'accordent à reconnaître que la production du lait dépend également de facteurs intrinsèques liés à l'animal auxquels s'ajoutent des facteurs non génétiques tels que le mode d'élevage, la saison et le rang du vêlage, le stade de la lactation, la durée et le nombre de traites par jour, ainsi que le stress généré lors de la traite qui amène la vache à retenir le lait.

Il ressort de cette étude que la concentration du lait cru en MG, MP et lactose est significativement faible en saison basse. Effectivement, la concentration en MP est de 25.80 g/l en saison basse contre 27.80 g/l en saison haute et en MG de 27 g/l en saison basse contre 32 g/l en saison haute. Le lactose est de 40.50 g/l en saison basse à 47 g/l en saison haute et la MS est de 108 g/l en saison basse à 116 g/l en saison haute.

Koussou et al. (2007) et **Bassbasi et al. (2013)** ont également observé une variation de la concentration des paramètres nutritionnels du lait en fonction de la saisonnalité climatique. Ces variations s'expliquent principalement par la qualité et la disponibilité de l'alimentation. Quand on sait que cette année 2019/2020 la saison chaude a duré plus de 10 mois depuis la dernière pluie en 2018, où l'on constate un amenuisement des pâturages tel que le stipulent les propriétaires des fermes.

Tableau 15: Caractéristiques physico-chimiques des laits utilisés (g/l).

Paramètres	Saison moyenne	Saison basse	Saison haute	Moyenne	Erreur type
T (°C)	26	28	28	27.33	0.66
pH	6.64	6.72	6.58	6.64	0.04
Dst	1.028	1.027	1.029	1.028	0.0005
P.C (°C)	-0.514	-0.508	-0.528	-0.516	0.005
M.M	4.64	3.90	4.60	4.38	0.24
Eau	89	89.20	88.4	88.86	0.24
M.S	110	108	116	111.33	2.40
M.G	26.5	27	32	28.50	1.75
M.P	25.85	25.80	27.80	26.48	0.65
Lct	46.50	40.50	47	44.66	2.08

T : Température ; Dst : Densité ; P.C: Point de congélation ; M.M : Matières Minérales ; M.S : Matière sèche ; M.G : Matières Grasses ; M.P : Matières Protéiques ; Lct : Lactose.

2 Analyses physico-chimiques des j'bens

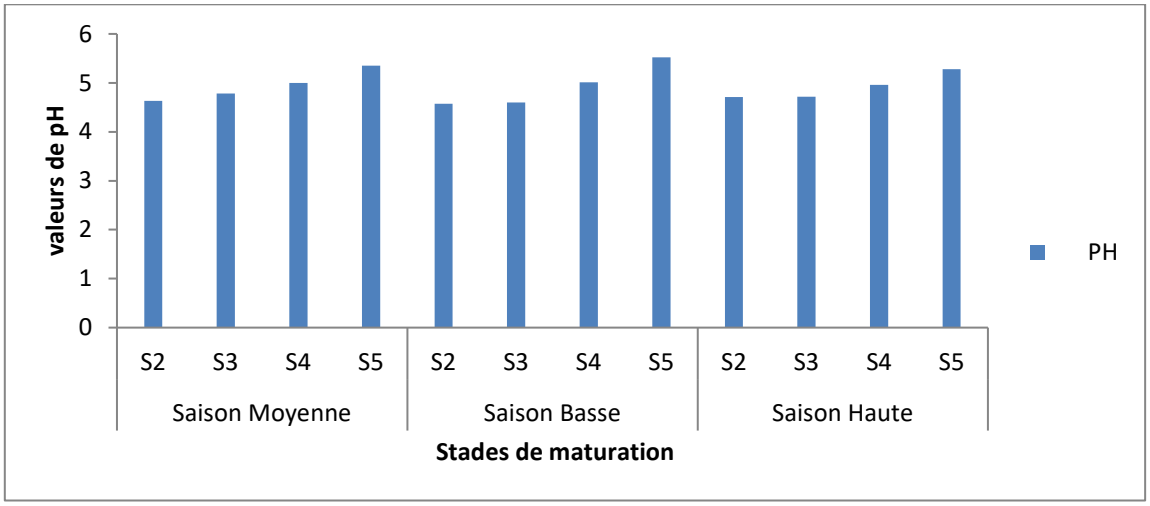
Les résultats des analyses physico- chimiques de 45 échantillons de préparations contrôlées de j'ben *Elgafs* de différents âges sont présentés dans le **tableau 16**. Ces valeurs sont les moyennes de 3 essais expérimentaux pour chaque saison étudiée.

2.1 pH

Le potentiel hydrogène moyen du j'ben durant la maturation est légèrement inférieur en saison haute de 4.91±0.08 à celui des deux autres saisons (**tableau 16**). La saison basse montre un pH moyen de 4.92±0.11 et la saison moyenne un pH moyen le plus élevé de 4.94±0.08. On constate aussi que le pH des formes fraîches au début est plus bas à celui des formes matures (**figure 18**). Il s'agit en effet d'une fermentation lactique liée à l'activité métabolique de la flore indigène au début et à la prolifération de moisissures bénéfiques lors de la maturation des j'bens *Elgafs* apportée par le matériel végétal " *Stipa tenacissima* " qui les revêt. Effectivement certains auteurs témoignent que les variations de pH du fromage pourraient être attribuées à la diversité et l'activité microbienne (**Vladimír et *al.*, 2020**) et aux variations saisonnières et alimentaires (**Sánchez-Gamboa et *al.*, 2018**).

Le test ANOVA montre que la saison ne présente aucun effet significatif sur le pH ($p > 0.05$).

Les valeurs de pH obtenues se situent dans la fourchette de 4.35 à 5.51 enregistrée par **Queiroga et al.** (**2013**) et **Benyagoub et al.** (**2016**) dans le fromage traditionnel brésilien " Coalho " et la klila de la région de Béchar respectivement, et au-delà de celles données par **Lahssaoui et al. (2009) ; Meribai et al. (2017); Dahou et al. (2015)** dont les mesures vont de 4 à 4.80 pour les échantillons de fromage Klila et j'ben respectivement.



S2 : Caillé ; S3 : Caillé +5j ; S4 : Caillé +10j ; S5 : Caillé +15j

Figure 18: Evolution du pH au cours la maturation des j'bens *Elgafs*.

2.2 Teneur en eau

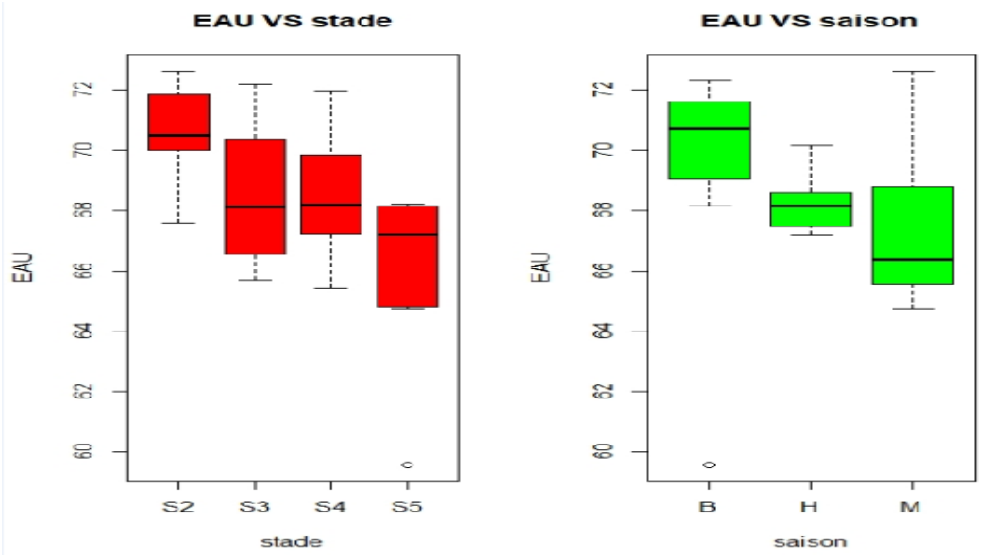
En fonction des résultats rassemblés sur le **tableau 16**, une diminution de la teneur en eau se produit pendant la période de maturation. La teneur en eau au premier jour de maturation (S2) pour les deux saisons moyenne et basse est de 71.40 % et 71.35 % respectivement, contre 68.90 % pour la saison haute. Elle diminue ensuite à une valeur plus faible de 67.80% pour la saison haute après 15 jours de maturation.

Suivant **Cogan et al.** (**1997**), la capacité de produire des acides rapidement est sans doute la principale propriété des BAL comme cultures de démarrage. Il en découle une diminution du pH, ce qui accentue l'expulsion du lactosérum du caillé et réduit par conséquent la teneur en eau. En effet, cette teneur dans les j'bens est liée à la fois à la teneur en eau libre qui se dissipe pendant les 15 jours de maturation des fromages et à leur teneur en matière sèche, en d'autres termes, un fromage à taux de matière sèche élevé contient moins d'humidité.

Tous les échantillons matures du stade (S3) au stade (S5) présentent une hétérogénéité de composition due à la teneur en eau, qui est systématiquement inférieure à celle des

échantillons frais ($p<0.05$). En particulier pour les échantillons matures de la saison moyenne ($p<0.01$) comme le montre la **figure 19**. Probablement cela soit lié aux épisodes de canicule que le pays a connu en 2019/2020 et par conséquent à la teneur en humidité relative dans la salle d'affinage. Ce phénomène facilité par la taille réduite des fromages, a augmenté sensiblement la surface de contact avec l'atmosphère et donc la perte d'eau. **Fox et al.** (**1993**) ; **Ramet** (**1997**), **Franco et al. (2003)** et **Bekada (2007**) ont également souligné ce même constat. Pour **Fredot** (**2009**), la teneur en eau finale est aussi dépendante du degré d'égouttage du caillé.

La diminution de la teneur en eau du j'ben *Elgafs* au cours de sa maturation est également due à son utilisation par les micro-organismes pour leur croissance et leur métabolisme, principalement la flore lactique. Effectivement, **Tzanetaki et al.** (**1995**) corroborent cette constatation dans les fromages blancs matures. Pour **Beev et al. (2019)**, une molécule d'eau est, en effet, utilisée pour chaque liaison peptidique ou ester lors de l'hydrolyse des protéines, peptides et triglycérides au cours du processus d'affinage.



S2 : Caillé ; S3 : Caillé +5 j ; S4 : Caillé +10 j ; S5 : Caillé +15 j
B : saison Basse ; H : saison Haute ; M : saison Moyenne

Figure 19 : Evolution de la teneur en eau au cours de la maturation des j'bens *Elgafs*.

2.3 Teneur en matière sèche

A partir du graphique ci-dessous (**figure 20**) et les données affichées dans le **tableau 16**, nous constatons que les valeurs de la matière séche pendant toute la période de maturation pour les trois saisons laitières sont de 28.60% à 32.20%. Elles croissent de 11% dans le lait à 28.60% pour la saison moyenne, de 10.80% à 26.65% pour la saison basse et de 11.60% à 31.10% pour la saison haute. Cette hausse résulte du volume d'eau perdu lors de l'égouttage du caillé.

Une teneur moyenne de 31.26 g ± 0.25 figure pendant la saison haute, contre une teneur moyenne égale de 29 g pour les deux autres saisons.

La teneur en matière sèche augmente à mesure que le fromage mûrit ($p < 0.001$). Cette augmentation est consécutive à la perte progressive d'humidité durant le procès de maturation. Les observations faites par **Delgado et al. (2011)** et **Fresno et Alvarez (2012)** consolident notre hypothèse.

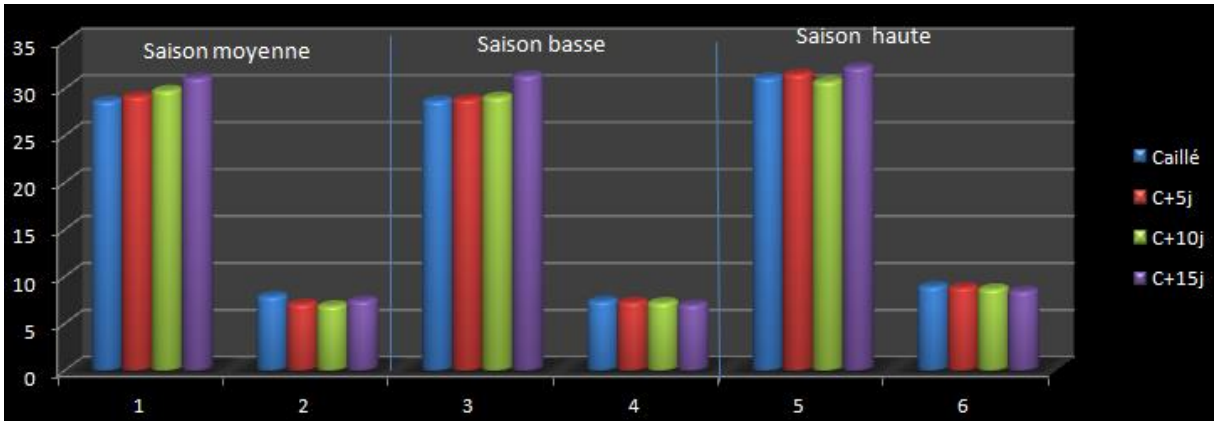
A la lumière de ce constat, on peut avancer que nos résultats sont supérieurs à ceux proposés par **Saoudi (2012**) sur un fromage Bouhezza agé de 3 semaines et affiné dans sa baratte avec un taux de 23.30% qui tient à la vitesse d'égouttage et à des ajouts continus et réguliers de lait cru et de babeurre .

2.4 Teneur en matières grasses

La teneur en matières grasses ($p> 0.05$) est plus élevée dans le caillé après le démoulage (S2) et ensuite diminue avec la durée de maturation (**tableau 16**). Elle passe de 7.85 g après le démoulage à 7.40 g en fin de maturation pour la saison moyenne, de 7.35 g à 6.95 g pour la saison basse et de 8.90 g à 8.40 g pour la saison haute. La teneur moyenne en matières grasses est toujours élevée en saison haute par rapport aux deux autres saisons, avec une moyenne de 8.69 g ± 0.06 comme le montre la **figure 20**. Cependant, la moyenne la plus faible est enregistrée en saison basse 7.18 g ± 0.11.

Nos résultats sont en revanche opposés à ceux communiqués par **Saoudi** (**2012**) et **Aissaoui ZITOUN.** (**2004**) sur le fromage Bouhezza où la matière grasse augmente avec la maturation du fromage passant de 6.70% à 10.80% en fin d'affinage en raison des quantités de lait cru ou de Lben additionnées en continu jusqu'à la fin de l'affinage.

En fait, la disponibilité de fourrage grossier en saison haute aide à la digestion des fibres, ce qui augmente l'acide acétique dans le rumen. En tant qu'un précurseur de la matière grasse du lait, son augmentation est proportionnellement liée à l'augmentation de la teneur en matières grasses du lait, donc le fromage (**Guo et *al.*, 2013**). La teneur en graisses peut fortement varier suivant la saison, la race, le stade de la lactation et le régime alimentaire, mais aussi d'une région à l'autre, en effet, **Benamara et al.** (**2016**) ainsi que **Kilcawley et O'Sullivan** (**2018**) appuient cette observation.



1: Tx de MS en saison Moyenne; 3: Tx de MS en saison Basse ; 5 Tx de MS en saison Haute;

2: Tx de MG en saison Moyenne; 4: Tx de MG en saison Basse ; 6: Tx de MG en saison Haute.

Tx : Taux

Figure 20 : Teneur en matières grasses et en matière sèche au cours de la maturation des j'bens *Elgafs*.

2.5 Teneur en protéines

Les résultats rapportés dans le **tableau 16** et représentés dans la **figure 21** montrent une diminution de la teneur en protéines à tous les stades de maturation du j'ben *Elgafs* et pour les trois saisons laitières étudiées. La teneur en protéines du caillé diminue de 11.17 g à 9.80 g en fin de maturation en saison moyenne, de 9.85 g à 8.85 g en saison basse et de 12.05 g à 11.35 g en saison haute. Le taux moyen le plus bas est enregistré en saison basse 9.36%. Cette diminution de la teneur en protéines au cours de la maturation va de pair avec une diminution de la teneur en matières grasses et une réduction de la teneur en eau. La valeur protéique présente le même profil que la valeur en matière sèche ($p < 0.001$).

Abd El-Salam et al. (1993) ont démontré que les écarts dans la teneur en protéines des fromages pendant la maturation sont dus à l'hydrolyse des protéines en composés azotés hydrosolubles et que le taux élevé d'hydrolyse contribue à la diminution de la teneur en protéines, car la fuite de ces composés du fromage est déterminée par la taille et l'hydrophobie des composés azotés hydrosolubles (**Michaelidou et *al.*, 2005**).

La protéolyse de nos j'bens est réalisée uniquement par la flore indigène et par les protéases endogènes apportées par les micro-organismes du milieu puisqu'aucun ensemencement exogène n'a eu lieu, de plus la teneur en eau qui est un important facteur influençant le taux de protéolyse, sont autant de paramètres qui permettront de justifier la faible activité protéolytique de nos fromages. En effet, les résultats de **Calvo et al.** (**2007**) sur une étude réalisée sur le fromage affiné Majorero, d'Espagne au lait de chèvre et de **Saoudi.** (**2012**) sur le fromage affiné Bouhezza au lait cru de vache dans la région d'Oum El Bouaghi sont conformes et appuient notre démonstration.

Les résultats obtenus sont inférieurs à ceux avancés par **Medjoudj et al.** (**2016**) dans le fromage de chèvre Bouhezza et encore plus bas que ceux obtenus par **Aissaoui Zitoun et al.** (**2011**) dans le fromage Bouhezza au lait de vache où une augmentation des protéines de 7.89% à 14.44% de la valeur initiale est observée en fin d'affinage.

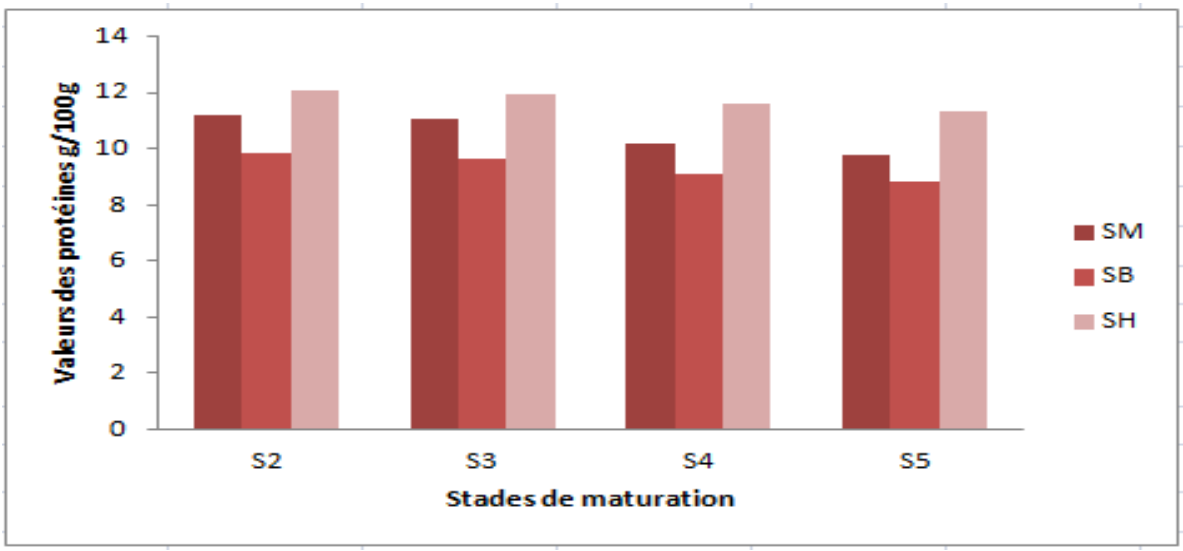


Figure 21 : Teneur moyenne en matières protéiques au cours de la maturation.

2.6 Teneur en lactose

Les résultats de nos observations sont présentés dans le **tableau 16** pour les différents stades de maturation. On peut constater que la fermentation du lactose fonctionne différemment selon les saisons. Les valeurs de lactose diminuent avec le temps de maturation de 8.65 g à 8.10 g en saison basse et de 8.85 g à 8.10 g en saison haute sauf qu'en saison moyenne, on observe le contraire, où le lactose augmente de 8.70 g à 11.50 g en fin de maturation (**figure 22**). La fermentation du lactose se fait lentement et différemment et même après 15 jours, le lactose n'a pas encore disparu dans les trois saisons. Cela dépend manifestement de la composition de la flore microbienne du lait et des j'bens dont ils sont issus ainsi qu'à l'effet des conditions environnementales sur leur activité.

D'après **Franco et al.** (**2003**), la présence de lactose pendant la période de maturation dépend de la quantité et la vitesse d'élimination du lactosérum, de l'activité glycolytique des microorganismes, principalement des bactéries lactiques présentes. Il a été constaté par **Castro et al.** (**2016**) que les valeurs en protéines et en lactose du lait et du fromage sont moins influencées par les facteurs extrinsèques. Aussi bien la teneur moyenne en lactose 8.85 ± 0.15 que celle en protéines 10.48±0.18 montrent des différences hautement significatives au cours de la maturation du j'ben *Elgafs*.

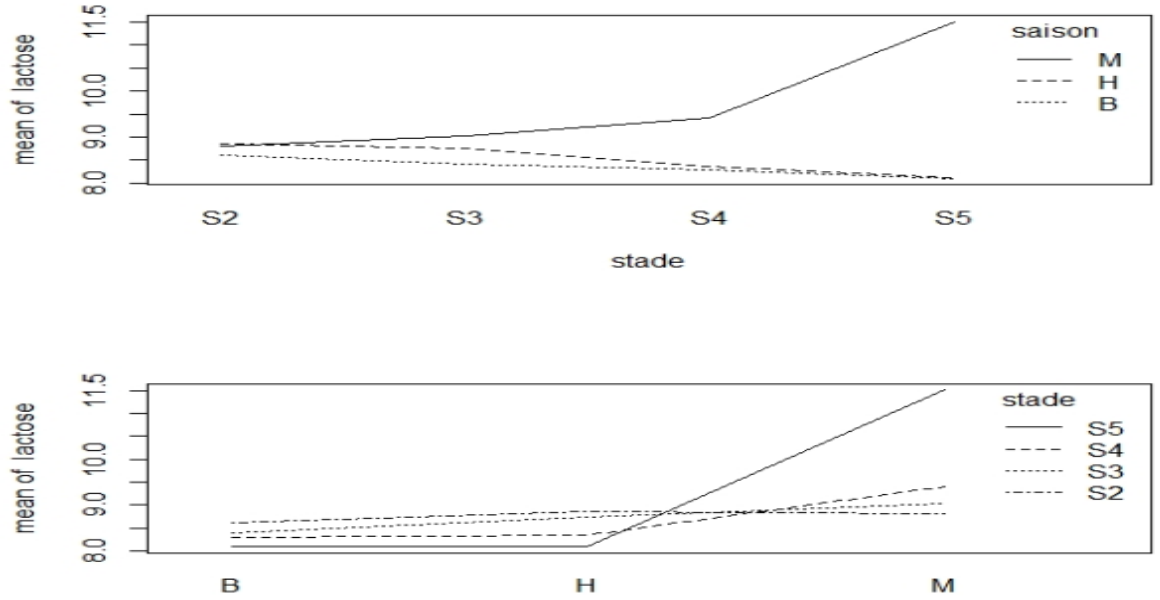


Figure 22 : Evolution du lactose durant la maturation des j'bens *Elgafs.*

2.7 Rapport G/S

Les résultats obtenus dans le **tableau 16** révèlent que les valeurs du rapport G/S en pourcentage du j'ben *Elgafs* préparé avec du lait cru, après le démoulage, sont plus élevées durant la saison haute 28.61% et plus faibles durant la saison basse 25.65%. Ces valeurs s'amenuisent au fur et à mesure que le fromage mûrit.

Le ratio moyen en pourcentage est plus élevé pendant la saison moyenne avec 3.65% et plus faible pendant la saison haute avec 2.52%. Cette différence peut être due à des facteurs non génétiques, tels que le régime alimentaire, la saison, le stade de la lactation, les conditions d'affinage, etc., ou encore à des facteurs intrinsèques propres à l'animal.

Les taux obtenus pour les trois saisons étudiées sont inférieurs à ceux du fromage " Bouhezza ", dont le ratio est de 30% (**Aissaoui Zitoun et *al*., 2011**), mais se situent dans la fourchette proposée par **Medjoudj et al. (2016**) dans une étude réalisée sur le même type de fromage traditionnel au lait cru de chèvre, soit 10.58 à 31.77 %.

La teneur en matières grasses dans l'extrait sec détermine explicitement les propriétés organoleptiques du produit, en particulier l'onctuosité, qui est marquée par la sensation de gras. Le bon choix de la matière première et le respect de la technique de fabrication permettent d'obtenir des dérivés avec une palette de textures très variée : de liquide à pâte ferme et de tartinable à tranchable (**Eck et Gillis, 2006**).

Conformément au **codex alimentarius, 1978** révisé en **1999** et amendé en **2021**, le fromage étudié, soit j'ben *Elgafs,* est classé en fonction de trois critères:

Le premier critère est la fermeté, traduite par la teneur en eau du fromage dégraissé (TEFD) avec un intervalle de 69 à 51% de la pâte extra-molle à dure (pâte molle = TEFD > 67%). j'ben *Elgafs* a une TEFD en moyenne de 68.48%.

Le deuxième critère permet de classer les fromages par le rapport de la matière grasse sur la matière sèche (G/S). La valeur du G/S obtenue pour le j'ben *Elgafs* est en moyenne de 24.03% (Mi-gras = 24 % >G/S < 45%).

Le troisième critère exprime l'affinage du fromage soit en surface, à l'intérieur de la pâte, affiné en surface ou en masse avec des moisissures, et fromage frais.

Selon le codex susmentionné, ces résultats accordent la classification du j'ben *Elgafs* parmi les fromages affinés à pâtes molles, mi-grasses. Cet aboutissement se rapproche des résultats de **Medjoudj et al. (2016)** et **Kaminarides et al. (2019**) pour le fromage affiné "Bouhezza"

et le fromage de chèvre expérimental produit au laboratoire sur la base du fromage traditionnel grec "Kopanisti" respectivement.

Rappelons que Bouhezza est un fromage algérien fait de lait de chèvre et affiné dans une outre en peau de chèvre, dite Chekoua. Selon les résultats communiqués par **Medjoudj et ses collaborateurs en 2016**, le fromage présente une valeur de matière grasse dans la matière sèche de 28.87% après 72 jours d'affinage. Un apport de Lben chaque 4 jours durant 7 semaines et un recours au lait cru entier du jour 54 jusqu'à la fin de son affinage lui permet de dégager cette valeur.

Sa teneur en humidité dans la matière dégraissé (TEFD) est d'environ 67.55%.

L'auteur ajoute que le fromage Bouhezza est classé, selon la **FAO, 2007** dans la catégorie des fromages à pâtes molles, mi-grasses.

Le fromage Kopanisti, quant à lui, est un fromage grec traditionnel à appellation d'origine protégée (AOP) produit dans les îles Cyclades de la mer Égée. Il se caractérise par son goût salé intense et fortement piquant et sa texture molle semblable à celle du Roquefort.

D'après les résultats de **Kaminarides et al. (2019**) sur le fromage Kopanisti expérimental.

Le taux d'humidité, exprimé en % dans les matières dégraissées (TEFD) est de 66.34 % après 14 jours de maturation. Le fromage est caractérisé par une valeur G/S de 30.96 %.

Selon le **Codex Alimentarius grec (2014)**, ce fromage est classé comme un fromage à pâte molle réduit en matières grasses.

Tableau 16: Composition chimique moyenne des échantillons de j'bens (g/100 g).

Saisons	Saison Moyenne				Saison Basse				Saison Haute			
Paramètres	S2	S3	S4	S5	S2	S3	S4	S5	S2	S3	S4	S5
pH	4.63	4.78	5	5.35	4.57	4.6	5.01	5.52	4.71	4.72	4.96	5.28
Eau	71.4	71	70	69	71.35	71.2	70.95	68.65	68.9	68.5	68.3	67.8
M. sèche	28.6	29	29.77	31.09	28.65	28.8	29.05	31.35	31.1	31.5	31.7	32.2
M. Grasse	7.85	7.05	6.85	7.4	7.35	7.25	7.18	6.95	8.9	8.8	8.65	8.4
M. Protéique	11.17	11.09	10.2	9.8	9.85	9.65	9.1	8.85	12.05	11.95	11.6	11.35
Lactose	8.7	9.02	9.4	11.5	8.65	8.4	8.28	8.1	8.85	8.75	8.35	8.1
G/S	27.45	24.31	23	23.8	25.65	25.17	24.71	22.17	28.61	27.93	27.28	26.09

S2 : Caillé ; S3 : Caillé +5j ; S4 : Caillé +10j ; S5 : Caillé +15j

La composition des j'bens analysés reflète les caractéristiques chimiques telles que le pH, la teneur en eau, la matière sèche, les protéines et le lactose, montrant une différence hautement significative durant la période de maturation du stade (S2) jusqu'au stade (S5). Quant à la teneur en matières grasses, elle ne montre aucune différence significative ($p > 0.05$) ni entre les saisons de production ni au cours du processus de maturation pendant les saisons.

3 Évaluation microbiologique

L'étude des micro-organismes ciblés est justifiée par leur potentiel à générer des maladies d'origine alimentaire susceptibles de porter atteinte à la santé publique (**Kouame.Sina et *al.*, 2010**).

3.1 Numération de la flore contaminante

Les boîtes présentant des unités formant de colonies (ufc) sont sélectionnées pour le dénombrement. Les chiffres sont exprimés en échelle logarithmique (log ufc/ ml ou /g). L'évolution des numérations des différents groupes microbiens au cours des différents stades de production est présentée dans le **tableau 17**. L'analyse des données ressort les variations entre les échantillons (lait et fromage) au cours des trois saisons considérées pour les germes visés.

3.1.1 Flore aérobie mésophile totale

La charge microbienne de FAMT dans le lait cru pour les trois saisons est assez faible de 3.94 à 3.97 log ufc/ml. Ces niveaux sont intimement associés aux bonnes conditions d'hygiène de la traite en dépit de la vétusté des locaux, au statut sanitaire de l'animal et à l'isolement du site d'étude, qui a pour conséquence de réduire les vecteurs de contamination. En effet, une concentration supérieure à 5 log ufc/ml indique une contamination sérieuse (**JORA, 1998 ; Srairi et *al*., 2006**).

Nos résultats sont relativement inférieurs à ceux obtenus dans des travaux similaires par **Matallah et al. (2019)** ; **Boudalia et al. (2020)** pour le lait cru provenant de vaches de la même race dans le Nord-Est de l'Algérie en système extensif qui sont respectivement de 5.99 et 4.05 log ufc/ml et dont la cause est liée au non-respect des mesures d'hygiène pendant la traite et à l'environnement dans lequel les vaches sont élevées.

Le niveau de FMAT sur le milieu PCA après le démoulage et à la fin de la maturation des lots de productions contrôlées révèle une charge microbienne élevée dans les lots frais par rapport aux lots matures avec une moyenne de 5.14 log ufc/g. Ce constat est déjà rapporté dans le fromage affiné Bouhezza au lait cru (**Aissaoui Zitoun, 2014**).

La charge des échantillons de la saison basse est en moyenne de 5.07 log ufc/g en comparaison avec les saisons moyenne et haute qui sont respectivement de 5.13 et 5.20 log ufc/g. Cette faible charge, y compris entre les saisons, peut être liée à la charge initiale de la matière première et aux conditions d'hygiéne depuis la traite. Elle peut être attribuée, entre autres, au stress hydrique inhabituel qu'a connu le pays en 2019/2020, en raison des fortes chaleurs, d'un manque de pluie à raison de 10 à 20% (**Yerou et *al.*, 2021**) et d'une d'humidité relativement faible, qui sont défavorables à la croissance bactérienne (**N. Ferdous et *al.*,**

2017). Certainement, la perte d'eau due à l'environnement hostile contribue à la diminution du nombre de bactéries par la plasmolyse et la lyse cellulaire qui s'ensuivent (**Hickey et *al.*, 2013 ; Gatti et *al.*, 2014**).

Les résultats dégagés sont supérieurs aux moyennes rapportées par **Rhiat et al.** (**2013**) suite à l'étude des fromages Jben et Klila expérimentaux, qui sont respectives de 4.47 et 4.95 log ufc/g. Cet aboutissement tient au traitement thermique contrôlé auquel le lait est soumis : pasteurisation à une température de 65°C pendant 30 minutes avant la transformation qui a fait baisser la charge. Contrairement à notre étude, nous avons utilisé du lait cru pour la préparation du j'ben *Elgafs*, ce qui explique probablement la différence.

Nos résultats sont néanmoins significativement inférieurs à ceux rapportés par **Mutwedu et al.** (**2018**) et **Benamara et al.** (**2016**) qui sont respectivement de 5.75 et 5.24 log ufc/g pour un fromage congolais " Mashanza " et algérien " Klila " préparés avec du lait cru de vache. Cependant les dénombrements de la FMAT signalés par **Guetouache et Guessas (2015) ; Meribai et al. (2017) ; Leksir (2018**) sont en deçà de la moyenne fixée à 3.61 log ufc/g.

Les propriétés physico-chimiques hostiles de Klila (fromage dure et acide) sont défavorables à la croissance microbienne, mais on peut penser que les pratiques d'hygiène, la contamination de départ du lait et la durée de conservation expliquent ces écarts entre les études.

3.1.2 Coliformes totaux et fécaux

Les résultats de l'étude montrent l'absence de coliformes totaux et fécaux dans tous les échantillons des laits testés (**tableau 17**). L'absence de coliformes fécaux est une performance essentielle du point de vue de la qualité hygiénique, compte tenu de l'utilisation de lait cru.

Pour les échantillons de j'bens, une augmentation des coliformes totaux et fécaux de 3 à 4 unités logarithmiques apparaît sur les formes fraîches (S2). Les numérations maximales obtenues sur VRBG et VRBL sont respectivement de 4.42 et 3.73 log ufc/g. En fin de maturation (S5), le nombre d'entérobactéries décline, sauf pour la saison basse qui accuse une légère augmentation de plus de 0.5 log ufc/g. Les coliformes fécaux quant à eux, ont complètement disparu dans tous les lots testés. Cette régression pourrait s'expliquer par les conditions défavorables à leur développement, notamment le pH et la teneur en eau.

Les résultats obtenus glissent dans la limite des résultats annoncés par **Petróczki et al. (2018)** de 3.42 à 4.60 log ufc/g et s'éloignent de ceux relevés par **Benlahcen et al. (2017**) de 3.10 à 3.43 log ufc/g, travaillant sur des fromages artisanaux gomolya de Hongrie et Klila d'Algérie respectivement. Les coliformes, présents dans l'environnement, peuvent être considérés comme une indication d'hygiène car ils peuvent signaler une contamination fécale directe ou indirecte, de par leur origine (tractus intestinal). En effet, **Altalhi et Hassan (2009) ; Mhone et al. (2011)** et récemment **Martin et al. (2016)** attestent que la mise en évidence de coliformes dans les aliments est significative d'une contamination environnementale. Nous pouvons donc supposer que nos échantillons sont contaminés soit lors du traitement du lait, soit lors de la manipulation des échantillons de j'ben à tester.

3.1.3 Levures et moisissures

Les résultats ressortis du milieu OGA sur le **tableau 17**, montrent des variations notables de la charge fongique. Cette hétérogénéité est bien illustrée par les saisons et les stades de production. L'abondance de levures et de moisissures dans le lait apparaît à chacune des trois saisons, avec une prédominance en saison moyenne de 4.36 contre 4.17 log ufc/ml dans les deux autres saisons laitières. Cette flore peut se filer par la suite dans le caillé après le démoulage ou lors des manipulations tel que le rapporte **Valkaj et al. (2013**) ou par le contact direct avec l'ambiance selon **Bekada (2007**), dont la valeur la plus élevée est de 4.41 log ufc/ g en saison basse, alors que la valeur la plus faible est de 2.84 ufc/g en saison haute. Il apparaît bien que la flore fongique ne soit pas perturbée par le pH du caillé qui se situe entre 4.57 et 4.71 et qu'elle s'est adaptée aux conditions de transformation.

La flore fongique est toujours présente et plus importante dans les échantillons mûrs surtout en saison basse de 5.81 log ufc/g contre 4.04 ufc/g en saison haute comme valeur la plus basse. Cette permanence fongique jusqu'à la fin de la maturation est due à leur résistance à l'activité antimicrobienne de la flore lactique et à leur caractère acidophile selon **Benkerroum et al. (1984**). Cette évolution substantielle des levures est aussi observée après la stabilisation des bactéries lactiques et est due au recours aux acides organiques produits par les BAL.

La contamination du j'ben *Elgafs* peut être aussi véhiculée par le matériel végétal (l'alfa) qui le revêt.

Les résultats dégagés par les auteurs **Casalta et al. (2009)** sont en deçà de nos moyennes à raison de 1.19 log ufc/g dans le fromage de chèvre et de 2.45 log ufc/g dans le fromage de brebis. Cette différence est sûrement due aux soins fréquents apportés à la croûte (élimination

de la microflore superficielle par lavage à l'éponge) pendant le processus de maturation du fromage Calenzana, ce qui empêche le développement des levures et des moisissures.

Mais, nos résultats sont en accord avec ceux de **Aissaoui Zitoun (2014) ; Sedecka et al. (2016)** et **Medjoudj (2018**) avec une charge de 4 - 6 log ufc/g. Ces chiffres témoignent de la participation majeure de la flore à la maturation et notamment à la dégradation de la matière azotée. Les conditions de maturation entraînent et expliquent cette composition quantitative de la flore de maturation.

3.1.4 Streptocoques fécaux

D'après les résultats du **tableau 17**, le lait présente une charge streptococcique fécale nulle à toutes les saisons étudiées. En revanche, dans les échantillons du caillé (S2), cette charge est élevée surtout en saison haute avec une moyenne de 3.54 log ufc/g face à 1.84 log ufc/g en saison moyenne. Cela pourrait être dû à une contamination soit lors de la préparation soit durant la maturation du j'ben. A ce niveau, il est bien de signaler que, le métabolisme fermentaire et l'aptitude de germes à entrer en compétition avec les autres microflores leur permettent de proliférer. Ensuite, cette charge microbienne régresse en fin de maturation avec une moyenne similaire de 1.60 log ufc/g pour les deux saisons susmentionnées. Néanmoins, la saison basse ne ressort aucune contamination dans aucun des lots testés. Il convient toutefois de noter que les entérocoques constituent un groupe important de bactéries lactiques natives dans le lait et les produits fermentés.

Les moyennes obtenues sont en dessous de celles communiquées par **Di Cagno et al.** (**2003**) à raison de 5.10 log ufc/g en fromage de brebis affiné et au dessus de celles fournies par **Labioui et al.** (**2009**) qui est de 2.60 log ufc/g dans du lait cru venant de deux fermes de Mnasra, Maroc. La numération des streptocoques est liée au statut sanitaire des vaches et à une éventuelle contamination pendant la maturation. Même à des niveaux faibles, ils témoignent de mauvaises conditions d'hygiène pendant la traite ou le transport.

3.1.5 *Staphylococcus aureus, Salmonella* et Clostridies

Au vu des résultats du **tableau 17**, on note l'absence totale de *Staphylococcus aureus*, de *salmonella* et de clostridies réduisant les sulfites dans les échantillons de lait et de j'bens *Elgafs* de production contrôlée et ce malgré le mauvais entretien des locaux abritant les

troupeaux. Par ailleurs, les conditions hostiles du fromage, et en particulier la compétition nutritionnelle avec les bactéries lactiques et la baisse importante du pH, peuvent toutefois justifier l'absence de *S. aureus* au cours de l'affinage (**Casalta et *al*., 2009**). Il en va de même pour les deux autres genres étudiés (*Salmonella* et Clostridies).

Les échantillons du lait cru analysés sont exempts d'agents pathogènes et d'altération visés, ce qui peut être qualifié de très bonne qualité compte tenu des critères biologiques et de la valeur sanitaire du lait cru selon **Geay** (**1998**). Cet aboutissement est de près lié aux conditions générales d'hygiène d'après **Beuvier et Buchin.** (**2004**) **; Millogo et al.** (**2018**), à l'état sanitaire de l'animal **Michel et al.** (**2001**) **; Aggad et al.** (**2009**) et au type d'alimentation. Effectivement une alimentation riche en foin mènera à des bouses plus sèches et donc moins contaminantes (**Lavoie, 2011**).

Yang et ses collaborateurs en 2012, affirment que les BAL peuvent produire des bactériocines ou des substances proches des bactériocines qui inhibent la croissance des agents pathogènes d'origine alimentaire. Cela prouve que le lait utilisé pour préparer nos j'bens est trait d'animaux sains. Le faible niveau de flore indicatrice d'hygiène isolée conforte ce constat. **Guetouache et Guessas (2015) ; Leksir (2018**) soulignent aussi les mêmes observations dans des études menées sur le fromage Klila. De leur coté, **D'amico et al.(2008**) précisent d'après les résultats de tests comparant le potentiel de croissance de *Listeria monocytogenes* inoculé en surface dans des fromages fabriqués à partir de lait cru et pasteurisé et conservés pendant 60 jours à 4°C démontrent nettement que ni la pasteurisation ni 60 jours d'affinage ne suffisent à garantir la sécurité des fromages à pâte molle affinés en surface puisque les populations de Listeria atteignent des maximums de 2.5 % après 60 jours de conservation.

La sécurité des fromages est mieux assurée par la combinaison d'une production de lait cru de qualité microbiologique stricte, de contrôles de fabrication améliorés et par des stratégies de contrôle autres que le vieillissement.

Tableau 17 : Synthèse des résultats des examens microbiologiques (log ufc/ml ou g).

	Saison Moyenne			Saison Basse			Saison Haute		
Germes	**S1**	**S2**	**S5**	**S1**	**S2**	**S5**	**S1**	**S2**	**S5**
FAMT	3.97	5.17	5.09	3.94	5.075	5.071	3.95	5.24	5.17
C.T	ABS	4.42	4.25	ABS	3.76	4.53	ABS	4.24	3.98
C.F	ABS	3.73	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	3.61	ABS
LEV/ CHAM	4.36	4.23	5.38	4.17	4.41	5.81	4.17	2.84	4.04
S.F	ABS	1.84	1.6	ABS	ABS	ABS	ABS	3.54	1.6
STA	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS

S1 : Lait ; S2 : Caillé ; S5 : Caillé+15jours.
FAMT : Flore Aérobie Mésophile Totale ; C.T : Coliforme Totaux ; C.F : Coliforme Fécaux ; LEV/CHAM : Levures et champignons ; S.F : Streptocoques fécaux ; STA : *Staphylococcus aureus.*

3.2 Isolement et purification de la flore lactique

A partir de 45 échantillons analysés (lait et j'bens à différents âges de maturation), 239 isolats sont isolés et purifiés sur des milieux de culture MRS, M17, MSE et MSA, mais seules 194 souches sont retenues et identifiées. Des tests préliminaires montrent que ces colonies représentent les caractéristiques des bactéries lactiques à savoir : catalase, oxydase négative et immobilité des isolats (**Annexe 3**). L'observation à l'œil nu met en évidence des colonies rondes, convexes, lisses blanchâtre avec un contour régulier distinct (**figure 23**).

L'examen au microscope optique révéle une coloration Gram positif, de forme (coques - cocci-ovoïdes et des bacilles) et leurs modes d'arrangements (diplo, en chaîne, tétrade et amas).

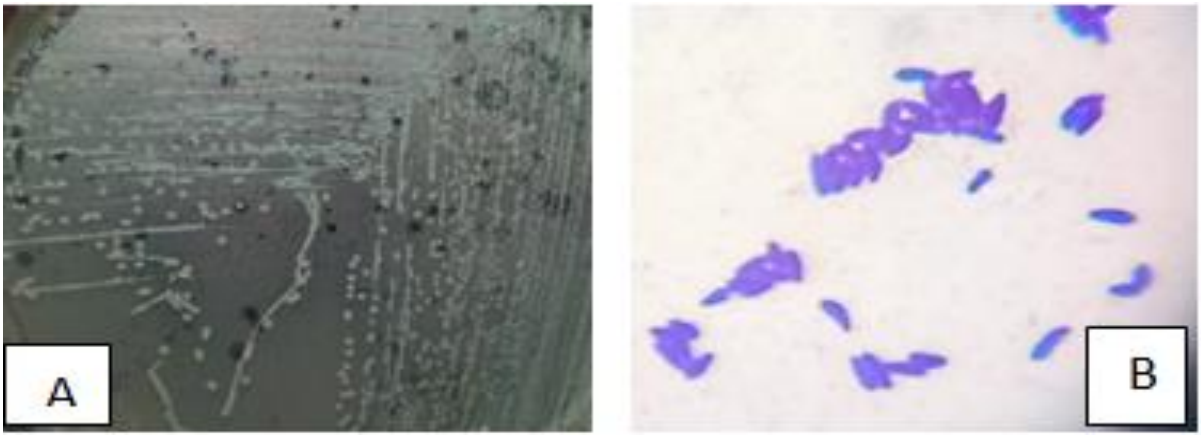


Figure 23 : Observations Macroscopique (A) et Microscopique (B) après coloration de Gram (X100) des isolats purifiés.

4 Détermination de la concentration en cellules viables "Bactéries lactiques"

La détermination de la concentration moyenne en cellules viables des bactéries lactiques isolées du lait et selon les saisons laitières de l'année est illustrée dans la **figure 24**. L'étude de l'écosystème microbien caractéristique de la transformation du lait en j'ben nous amène à identifier les espèces microbiennes les plus représentatives de cette production contrôlée.

4.1 Cellules viables des BAL du lait

Le lait cru, utilisé pour la fabrication de ce type de j'ben, présente initialement une microflore nombreuse et hétérogène, avec une prévalence de bactéries lactiques en fonction des milieux étudiées.

4.1.1 Sur le milieu MRS

Sur ce milieu de culture la charge en BAL est plus importante en saison moyenne avec 8.15 log ufc/ml, suivie de 8.02 log ufc/g en saison basse et de 6.63 log ufc/ml en saison haute. Cela représente une moyenne de 7.60±0.48 log ufc/ml pour les trois saisons laitières (**figure 24**).

4.1.2 Sur le milieu M17

Les BAL dénombrées sur le milieu M17 sont plus élevées en saison basse et haute avec 8.32 et 7.13 log ufc/ml respectivement par rapport à une valeur basse en saison moyenne de 6.43 log ufc/ml (**figure 24**).

4.1.3 Sur le milieu MSE

La valeur moyenne découlée du milieu MSE est de 5.36±0.27 log ufc/ml avec une prédominance de 5.89 log ufc /ml en saison haute et de 4.99 log ufc/ ml en saison basse (**figure 24**).

4.1.4 Sur le milieu MSA

La plus faible numération est obtenue à partir de ce milieu, avec seulement 1.37±0.45 log ufc/ml en saison moyenne.

L'activité de la microflore lactique dépend nettement de la saisonnalité de la production laitière et presque exclusivement des variations du pH pour chaque période de l'année et des pratiques d'élevage locales de chaque ferme. Ces cinétiques microbiennes concordent avec les observations décrites par **Randazzo et al.** (**2002**) **; Khedid et al.** (**2006**) sur du lait de vache en Sicile (Italie) et du lait de chamelle au Maroc avec systématiquement une prépondérance des BAL sur le milieu M17 avec une moyenne de 8 log ufc/ml.

La prévalence des BAL, et l'absence des bactéries potentiellement pathogènes / toxinogènes et la faible présence de bactéries d'altérations indiquent que ce lait convient bien à la fabrication du fromage.

Cette analyse, fondée sur les cultures, justifie à la fois l'étendue de la variabilité mais aussi l'aptitude de croissance de l'écosystème microbien laitier impliqué dans la production d'acide lactique à travers leurs diverses activités métaboliques et les modifications majeures de la matrice du fromage. Un bon exemple est la protéolyse, qui selon certains chercheurs **O'Sullivan et al. (2013**) est essentielle au développement du microbiote du fromage et à la maturation du j'ben.

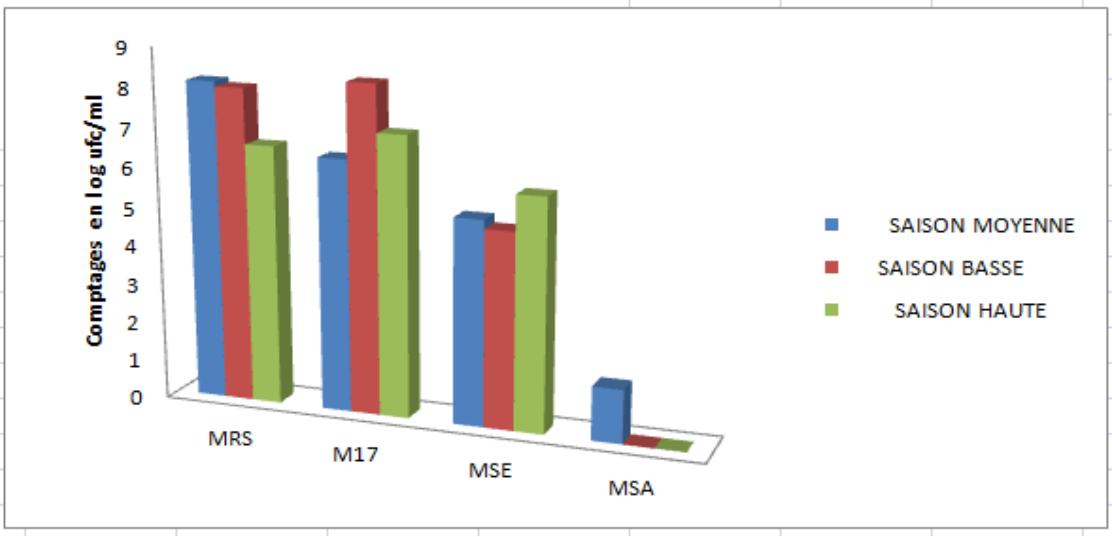


Figure 24 : Comptage des principaux groupes bactériens à partir du lait cru (log ufc/ml d'échantillon).

4.2 Cellules viables des BAL du j'ben *Elgafs*

4.2.1 Caillé de lait

4.2.1.1 **Sur le milieu MRS**

Après démoulage, le caillé (S2) présente une moyenne en cellules viables de 5.40±0.13 log ufc/g sur le milieu MRS, soit une baisse de 2.2 log unités, tandis que la saison moyenne à elle seule baisse de 3.01 log ufc/g (**figure 25**).

4.2.1.2 **Sur le milieu M17**

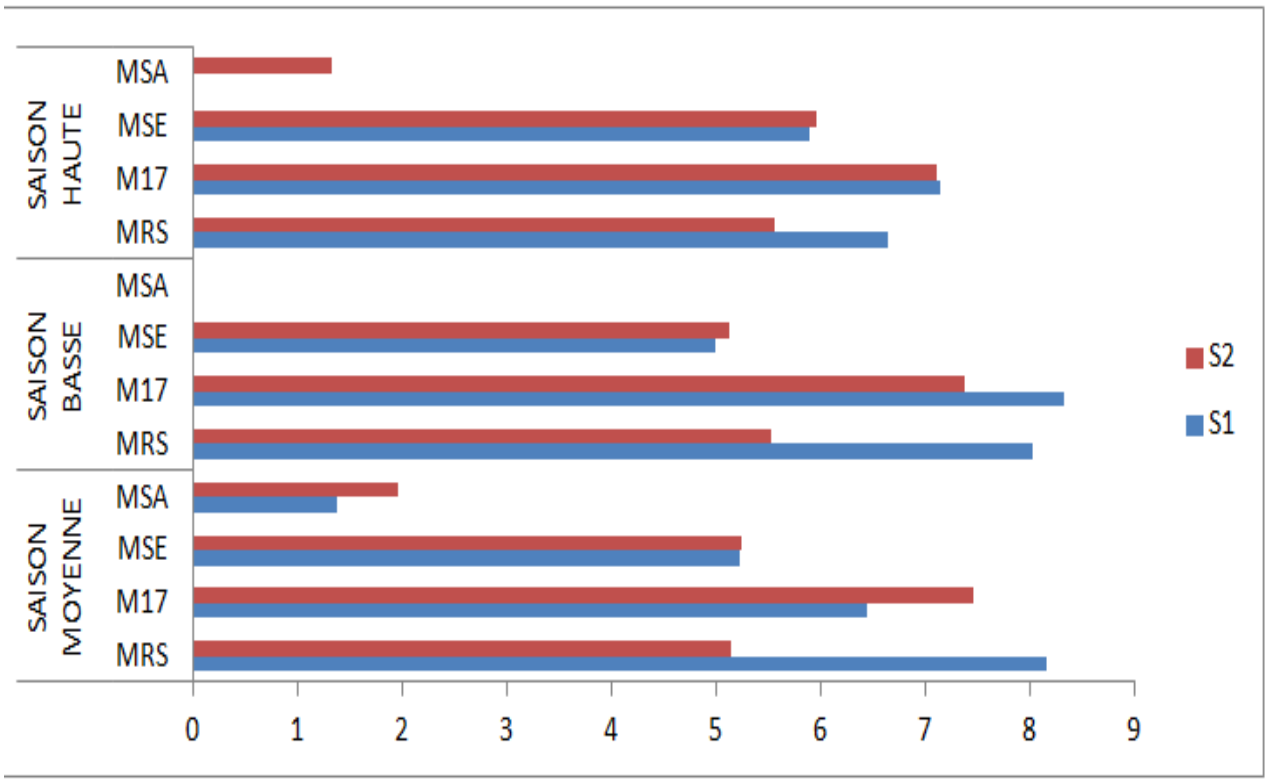
La flore lactique isolée du milieu M17 dans le caillé (S2), est en moyenne de 7.31±0.10 log ufc/g face à 6.05±0.07 log ufc/g en fin de maturation pour toutes les saisons. Une régression est également observée mais moins représentative (< 0.5 log ufc/g) en saison basse et haute, soit 7.37 et 7.11 log ufc/g respectivement. En revanche, en saison moyenne, le nombre de cellules viables croît de 1.02 log ufc/g (**figure 25**).

4.2.1.3 **Sur milieux MSE et MSA**

La même observation peut être faite pour les dénombrements sur les milieux MSE et MSA, avec une légère augmentation en moyenne de 0.07 et 0.95 log ufc/g respectivement comme le montre la **figure 25**. Sur le milieu MSE, on obtient une moyenne de 5.83±0.64 avec une prédominance de 7.11 log ufc/g en saison haute. Cependant, pour le milieu MSA, la valeur la plus élevée est obtenue en saison moyenne avec une valeur de 1.95 log ufc/g alors que la saison basse n'a enregistré aucune valeur.

Une augmentation relative du niveau de contaminants dans les échantillons frais est signalée en amont surtout en saison moyenne soit 4.42- 3.73 log ufc /g en coliformes totaux et fécaux consécutivement, ce qui pourrait être important du point de vue compétition, étant donné que notre j'ben est préparé à partir de lait cru et la croissance de la flore microbienne n'est donc conduite que par la compétition d'après **Fox et al. (2004**) et qui est caractérisée par sa capacité à se développer dans un substrat changeant. Nous pouvons en déduire que la variation du nombre de cellules actives et l'équilibre des espèces microbiennes dans le lait (S1) et dans le caillé de lait (S2) sont liés aux conditions de l'environnement de

transformation. En effet, ce temps de déploiement microbien intensif est suivi généralement d'une période au cours de laquelle les bactéries lactiques sont lysées et relâchent dans le milieu leurs enzymes intracellulaires qui sont alors susceptibles, dans des conditions de pH et de température, de participer au processus de dégradation des constituants du caillé, en particulier de la caséine.



S1 : Stade lait (log ufc/ml) ; S2 : Stade caillé après le démoulage (log ufc/g)

Figure 25 : Variations bactériennes isolées de leurs milieux de culture à partir du lait cru et du caillé.

4.2.2 J'ben *Elgafs* au cours de la maturation

4.2.2.1 Sur le milieu MRS

La gélose MRS est un milieu sélectif pour les lactobacilles. Ce sont des micro-organismes acidophiles dont le métabolisme est plus lent que celui des *Lactococcus* et des Leuconostocs. En effet, le nombre en cellules viables sur le milieu MRS en saison moyenne, basse et haute est de 6.35, 6.07 et 6.37 log ufc/g consécutivement. Après 15 jours de maturation, il est de 6.34, 6.30 et 6.37 log ufc/g en saison moyenne, basse et haute respectivement (**tableau 18**).

Après la chute du nombre des BAL dans le caillé, les numérations augmentent après une semaine (S3) pour se stabiliser pratiquement jusqu'à la fin de la maturation (S5) à une moyenne de 6.31±0.01 log ufc/g lorsque le pH atteint sa valeur optimale de 5.28. Cette dynamique est cohérente et constante pour toutes les saisons étudiées.

Les comptages logarithmiques des BAL sur MRS et les variations du pH montrent une différence hautement significative ($p < 0.01$) pendant la transformation du lait en fromage.

À l'inverse, aucune différence significative ne s'observe au cours de la maturation du j'ben *Elgafs* ($p > 0.05$).

Les observations des auteurs **Randazzo et al. (2002) ; Florez et Mayo. (2006) et Alegria et al. (2012**) rejoignent nos observations et les valeurs obtenues sont en accord avec celles rapportées par **Benamara et al. (2016**) sur le fromage traditionnel algérien Klila qui sont de 6.15 log ufc/g.

4.2.2.2 **Sur le milieu M17**

Après une semaine de maturation, la flore lactique isolée du milieu M17 est en moyenne de 6.27 log ufc/g contre 5. 95 log ufc/g au terme de la maturation en saison moyenne. Il en va de même pour les saisons basse et haute où elle décroît de 7.25 log ufc/g à 5.95 log ufc/g soit une moyenne de 6.40±0.29 et de 6.34 à 6.24 soit une moyenne de 6.27±0.02 respectivement (**tableau 18**).

La gélose M17 est un milieu sélectif pour les *Lactococcus*. Ils prolifèrent dans les premiers stades de maturation en fermentant le lactose puis régressent au fur et à mesure que les fromages vieillissent selon **Fontán et al. (2001) ; R. D. Castro et al. (2016**) car ils ont une faible capacité à concurrencer les bactéries acidophiles telles que les lactobacilles et sont moins aptes à s'adapter aux stress de transformation, tel que le révèlent **Choi et al. (2020**).

Les analyses statistiques ne révélent aucune différence significative ($p > 0.05$) entre l'énumération des lactocoques et les différents stades de production. En effet, **Coppola et ses collaborateurs en 2005**, ont rapporté une évolution similaire de la charge de coccies déterminée sur le milieu M17 dans un fromage traditionnel italien au lait cru.

4.2.2.3 **Sur le milieu MSE**

Le **tableau 18** ci-dessous montre que le nombre en cellules viables après une semaine de maturation dans la saison moyenne est de 5.31 log ufc/g, puis augmente à 6.27 log ufc/g après

10 jours de maturation et à 6.36 log ufc/g à 15 jours de maturation. Il en est de même pour les autres saisons, où le nombre moyen en cellules viables en saison basse est de 6.26 log ufc/g et en saison haute est de 6.21± 0.04 et ce, pendant trois semaines de maturation.

MSE est un milieu de culture sélectif qui favorise la croissance des Leuconostocs. Ces micro-organismes nécessitent pour leur développement l'action préalable des lactocoques.

Sur la gélose MSE, les leuconostocs se sont développées plus lentement et à des valeurs inférieures par apport aux autres milieux MRS et M17 (**tableau 18**).

La présence de leuconostocs dans le microbiote naturel de nos échantillons s'accordent non seulement à leur équipement enzymatique performant, qui leur permet d'utiliser efficacement les nutriments tel que rapporté par **Gobbetti et al. (2007**) mais aussi à leur grande tolérance aux variations physico-chimiques tout au long de la maturation du fromage, c'est-à-dire aux variations de pH, d'humidité et de température (**Crow et *al*., 2001; Montel et *al*., 2014**).

4.2.2.4 **Sur le milieu MSA**

Le nombre total en cellules viables de la flore halotolérante après le démoulage pour les trois saisons est en moyenne de 1.09 log ufc/g face à 2.78 log ufc/g en fin de maturation, soit une augmentation de 1.69 log ufc/g. Ces résultats sont similaires à ceux avancés par les auteurs **Williams et Banks** (**1997**) **; Coppola et al.** (**2000**) et presque la moitié du niveau de charge relevé par **Aisaoui** (**2014**) qui est de 4 log ufc/g.

Pour rappeler, les j'bens que nous avons préparés n'ont été ni saumurés ni salés, ce qui explique les faibles teneurs de ce genre de micro-organismes à caractère halotolérant. En outre, l'humidité en faible proportion (71.40% - 67.80%), ne favorise pas l'implantation des *Micrococcaceae* et par conséquent aucun effet significatif ne se note pour ce groupe microbien pendant la maturation pour tous les échantillons expérimentés. Etant même des germes sensibles aux acides, il semble que l'évolution du pH depuis le caillé jusqu'à la fin de la maturation ait des retentissements sur la croissance des *Micrococcaceae*. Plusieurs auteurs **Manolopoulo et al. (2003) ; Mounier et al. (2005) ; casalta et al. (2009**) ont témoigné que ce genre minoritaire a un rôle important dans le mûrissement des fromages.

Tableau 18 : Comptage de la flore lactique isolée des j'bens au cours de leur maturation en fonction des milieux d'isolement et des stades de maturation.

	Saison Moyenne				Saison Basse				Saison Haute			
	MRS	M17	MSE	MSA	MRS	M17	MSE	MSA	MRS	M17	MSE	MSA
S3	6.35	6.27	5.31	1.95	6.07	7.25	6.25	ND	6.37	6.34	6.10	ND
S4	6.34	5.97	6.27	1.99	6.31	6.01	6.26	1.98	6.36	6.23	6.20	2.49
S5	6.34	5.95	6.36	2	6.30	5.95	6.27	3.65	6.37	6.24	6.33	2.71
Moyenne	6.34	6.07	5.98	1.98	6.23	6.40	6.26	2.82	6.37	6.27	6.21	2.60
Erreur type	0.0008	0.07	0.23	0.009	0.05	0.29	0.005	0.48	0.0007	0.025	0.04	0.06

S3 : C+5jours ; S4 : C+10 jours ; S5 : C+15jours ; ND : Non Determiné.

Pendant la maturation, chaque milieu utilisé favorise la croissance des flores indigènes d'une manière différente. En effet, les bactéries lactiques, comme on le suppose, sont le principal composant de la microflore pendant la transformation et la maturation. Les cultures initiales de bactéries lactiques sont présentes à des proportions élevées pendant la transformation, atteignant des comptes allant jusqu'à 6-7 log ufc/g, puis régressant pour se stabiliser à 6-5 log ufc/g après 15 jours de maturation. En revanche, la flore secondaire, qui sont capables de se développer en utilisant des sources d'énergie autres que le lactose et qui sont plus résistantes aux stress environnementaux, se développent lentement de 1.95-3.65 log ufc/g pour devenir la microflore permanente du fromage affiné.

Il est clair que les étapes de la fabrication du fromage induisent des stress thermiques, acides, osmotiques et oxydatifs sur les microorganismes et sont responsables des altérations de la capacité thermique, du pH, de l'activité de l'eau (aw) et des gradients de potentiel redox dans la matrice (**Beresford et *al.*, 2001**) et par conséquent, la viabilité des BAL est en mutation continue.

L'évaluation quantitative de la microflore autochtone des échantillons de lait provenant des trois fermes de la zone d'étude "El Ouldja" et des j'bens expérimentaux, pour chaque saison laitière et stade de maturation, met en évidence un profil microbien spécifique qui lui est inhérent.

5 Caractérisation physiologique et biochimique des isolats purifiés

Afin d'identifier les 194 isolats retenus, les caractéristiques phénotypiques présentées dans les tableaux (**19, 20, 21**) sont utilisées. Sur la base de ces résultats, les isolats lactiques sont rassemblés en quatre groupes et chaque groupe en sous-groupes.

Le microscope optique révèle une coloration Gram positive, une forme de coque et des bacilles, cependant l'examen macroscopique montre des colonies blanches lenticulaires ou rondes, des colonies rondes transparentes et des petites colonies blanches rondes correspondant consécutivement aux groupes 1, 2, 3 et 4 et ne présentant aucune mobilité (**tableau 19**).

À l'exception des BAL du groupe 2, tous les isolats testés sont incapables de résister à un traitement thermique à 63°C pendant 30 min.

Aucun des isolats en forme de coque n'a produit de dioxyde de carbone à partir du glucose, à l'exception du groupe 3. Cela confirme les caractéristiques homofermentaires de ces isolats et les groupes qui ont dégagé du CO_2 témoignent leurs caractères hétérofermentaires.

Tableau 19: Caractérisation morphologique, culturale, physiologique et biochimique des bactéries lactiques isolées.

Aspect microscopique	Coques									Bacilles		
Aspect macroscopique	Colonies blanches lenticulaires				Colonies blanches rondes			Colonies transparentes rondes		Petites colonies blanches rondes		
Groupes	1				2			3		4		
Sous-groupes	1	2	3	4	1	2	3	1	2	1	2	3
Réaction de Gram	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Activité de catalase	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Test de mobilité	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Thermo-résistance à 63°C	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-
Production de CO2	-	-	-	-	-	-	-	±	+	-	+	+

Sur la base du profil de fermentation (**tableau 19**) et la croissance à 25°C et 45°C (**tableau 20**), les BAL étudiées sont regroupées comme suit :

- Cocci mésophiles homofermentaires, 21 isolats : groupe 1
- Cocci thermophiles homofermentaires, 92 isolats : groupe 2
- Cocci mésophiles hétérofermentaires, 34 isolats : groupe 3
- Des bacilles, 47 isolats : groupe 4.

Tous les isolats présentant une forme de cocci sont soumis à des tests supplémentaires, à savoir les tests d'esculine, de Sherman et au tellurite, afin de les distinguer les uns des autres (**tableau 21**). Pour une confirmation supplémentaire, ces bactéries sont à nouveau soumises au test classique de fermentation du sucre (**tableau 22**).

En tenant compte des exigences biochimiques et physiologiques des isolats, les 4 groupes sont divisés en sous-groupes :

Groupe 1

Selon la **figure 26**, ce groupe est divisé en quatre sous-groupes LC1, LC2, LC3 et LC4 en fonction du catabolisme de l'arginine et la production d'acetoine.

Le catabolisme de l'arginine est indiqué par une coloration violette ADH^+, tandis qu'une réponse négative ADH^- est indiquée par une coloration jaune (**figure 27**). La production d'acétoine, par contre, est caractérisée par une coloration rouge cerise révélant une réaction acétoine (+).

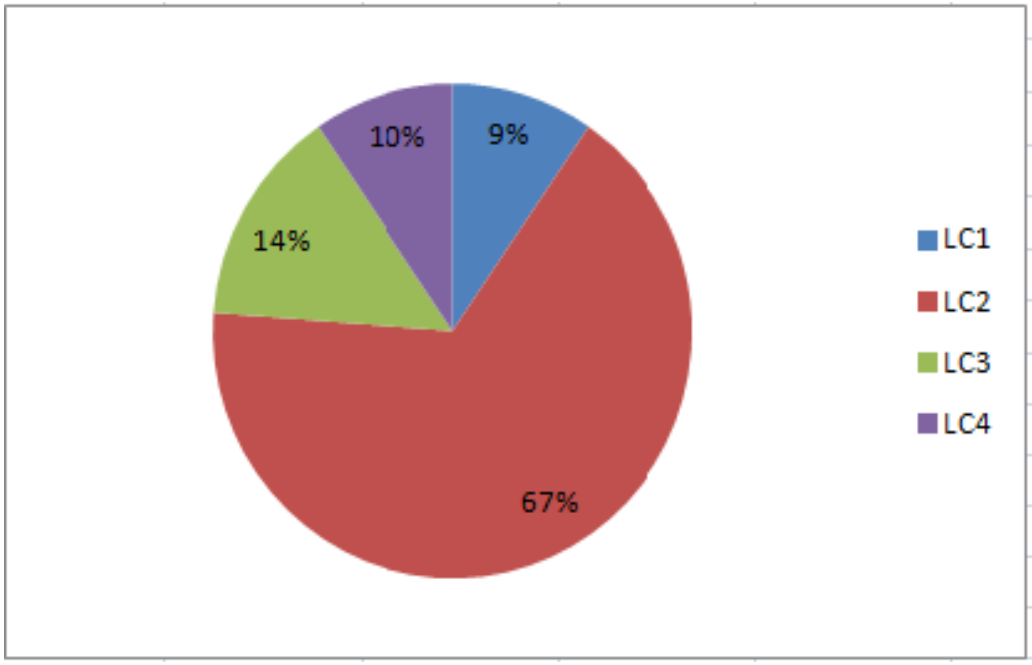


Figure 26: Répartition du premier groupe en sous-groupes en fonction d'ADH et la production d'acétoine.

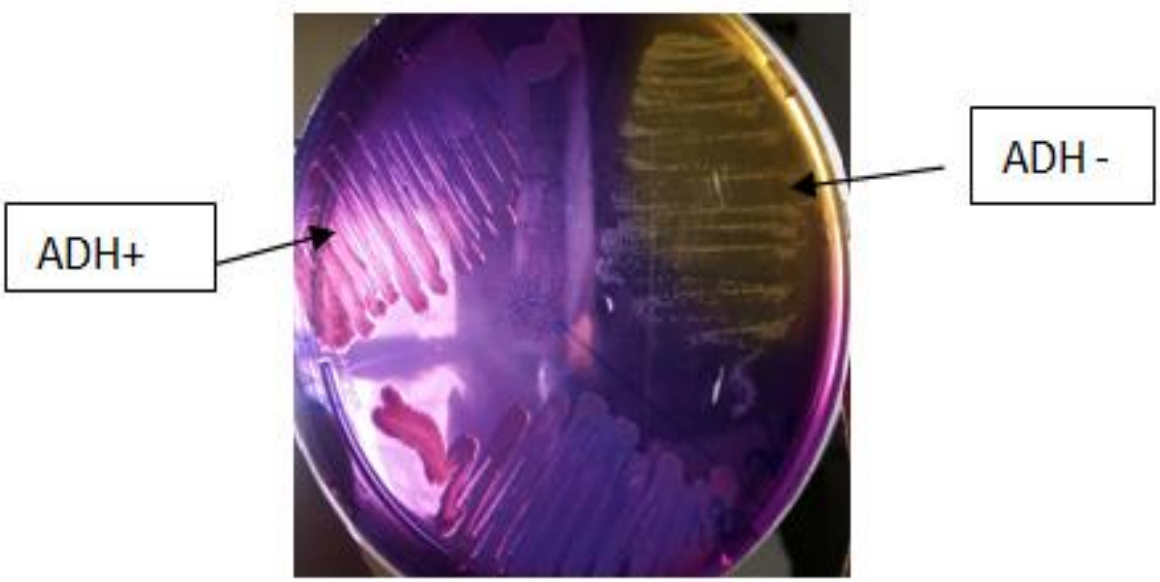


Figure 27 : Catabolisme de l'arginine sur le milieu BPC M16.

Les isolats du premier sous-groupe représentés par LC1 sont à 9% avec ADH^+, $acétoine^+$, résistantes à pH 6.5 (**figure 26**).

Les isolats du second sous-groupe LC2 à caractère dominant, sont à 67% avec ADH^+, $acétoine^-$; également résistants à pH 6.5.

Le troisième sous-groupe LC3 est à 14% avec ADH^-, $acétoine^+$;

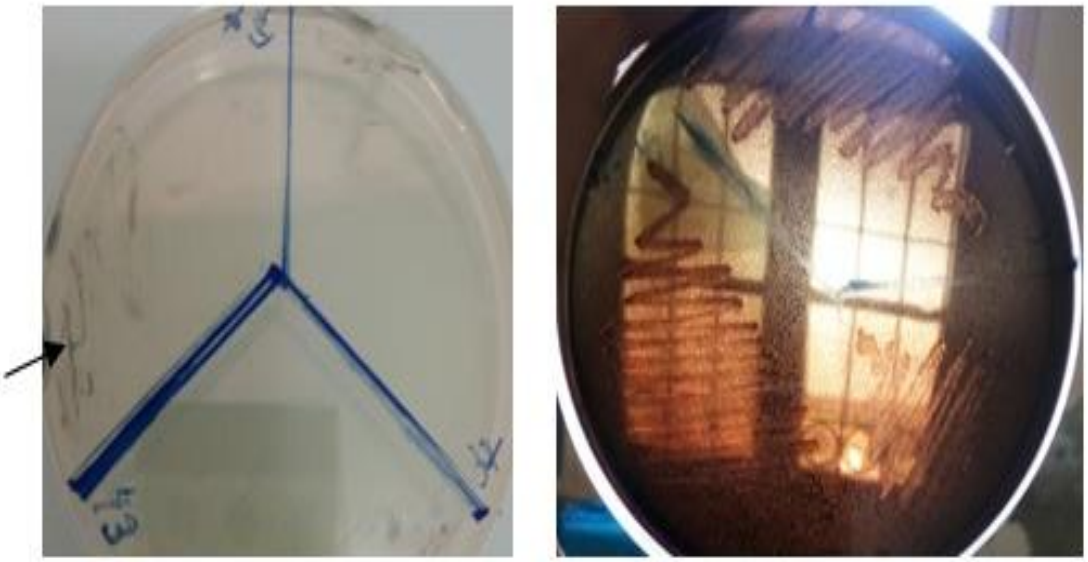
Le dernier sous-groupe LC4 est à 10% présentant un ADH^- et sans production d'acétoine.

Les deux derniers sous-groupes montrent une sensibilité aux changements de pH.

Tous les isolats du premier groupe révèlent une sensibilité à différentes concentrations de NaCl mais tous réduisent et coagulent le lait dans le milieu de Sherman avec 0.1% de bleu de méthylène.

Groupe 2

Les vingt-cinq souches appartenant à ce groupe favorisent la croissance dans des conditions thermophiles selon le **tableau 20** et se reproduisent en milieu Sherman avec 0.3% de bleu de méthylène (**Annexe 4**). Les souches restantes (72.82 %) ne se développent ni dans le milieu Sherman ni dans un milieu acide (pH 4). Par ailleurs, tous les isolats du groupe 2 présentent un noircissement sur la gélose à l'esculine et la gélose au tellurite de potassium, indiquant une réponse positive (**figure 28**).



-1- -2-

Figure 28: Noircissement sur la gélose au tellurite (-1-) et sur la gélose à l'esculine (-2-).

Groupe 3

Il est à son tour divisé en deux sous-groupes, dont le premier sous-groupe, représenté par 5.88%, n'hydrolyse pas l'arginine et ne produit pas de dextrane.

Le deuxième sous-groupe dominant 94.12%, montre une résistance à un pH de 9.6 avec production de dextrane (**tableau 20**).

Groupe 4

Les BAL représentées sous forme bacillaire, sont réparties en 3 sous-groupes :

- ✓ Sous- groupe (1) : lactobacilles homo fermentaires thermophiles 7 isolats ;
- ✓ Sous-groupe (2) : lactobacilles hétéro fermentaires, thermophiles 24 isolats ;
- ✓ Sous-groupe (3) : lactobacilles hétéro fermentaires mésophiles 16 isolats. Ces derniers révélent une sensibilité au milieu alcalin (9.6) et à une concentration de 6.5 % NaCl (**tableau 20**).

Conformément aux tests réalisés (**tabeaux 20, 21 et 22**), nous arrivons à séparer les entérocoques des lactocoques. En effet, les isolats en forme de coque sont expliqués en fonction de leur distribution en groupes :

Groupe 1

Présente, outre le profil mésophile, les caractéristiques suivantes : une sensibilité aux changements de pH et aux concentrations de NaCl, une aptitude à hydrolyser l'arginine et à utiliser le citrate. Ce qui laisse à supposer le genre *lactococcus*. Parmi les lactocoques identifiés nous citons :

- LC1 : représenté par deux isolats ne fermente pas le mannitol, le saccharose et l'arabinose mais fermente le lactose et le maltose, correspond à l'espèce présumée : *Lactococcus lactis subsp. lactis biovar diacetylactis* d'après quelques auteurs **Garvie** (**1984**) **et Devriese et al.** (**1995**).
- LC2 : quatorze isolats, relatifs à l'espèce présumée : *Lactococcus lactis subsp. Lactis* avec un profil fermentaire réduit. Selon **López-Díaz et al.** (**2000**) **; Prodromou et al.** (**2001**) et plus recemment **Pino et al.** (**2018**), cette souche est considérée comme l'espèce de *lactococcus* la plus importante dans le fromage.
- LC3: figuré par 3 isolats, est identifié et présumé être : *Lactococcus lactis subsp. Cremoris*, fermente le lactose et le mannitol sans pour autant fermenter l'arabinose et le xylose **Teuber** (**1995**) **; Rabah** (**2010**).
- LC4: 2 isolats, fermentant le maltose mais pas le lactose et mannitol, semble appartenir à l'espèce présumée : *Lactococcus plantarum.* A en croire **Alaoui Ismaili et al. (2016**) qui ont aussi mis en exergue sa présence à partir de lait de chamelle au Maroc.

Groupe 2

Représenté par les isolats de ses trois sous-groupes, dévoile leur capacité à résister et à persister dans des conditions drastiques : large envergure de température de 25°C à 45°C, milieu restrictif à forte concentration en sel, large fourchette de pH de 4 à 9.6 et survie à 63°C après 30 minutes. Ces caractéristiques sont clairement orientées vers le genre : *Enterococcus* (**Fisher et Phillips, 2009**).

Pour différencier entre les espèces présumées du genre entérocoques, on s'appuie sur la réduction du bleu de méthylène à 0.3% (**tableau 21**), la fermentation des hydrates de carbones et la production de dextrane. Il en ressort :

A/ Vingt-cinq isolats de son premier sous groupe produisent du dextrane à partir du saccharrose et réduisent et caillent le lait. Ils fermentent tous les sucres sauf le mannitol, l'arabinose et le raffinose. Ces isolats répondent aux critères de l'espèce présumée : *Enterococcus faecalis* (Ent1) d'après **Boubekri et Ohta. (1996)** et **Ghalouni et al. (2018**).

B/ Soixante souches de son deuxième sous- groupe, ne réduisent, ni coagulent le lait, ne produisent pas d'acétoine mais fermentent tous les sucres testés. Ces caractéristiques peuvent être liées à l'espèce présumée : *Enterococcus faecium* (Ent2) selon **Devriese et al. (1993**).

C/ Son troisième sous-groupe comprend sept isolats à catalase positif, rassemblés en amas avec des caractéristiques mésophiles, homofermentaires, montrant une capacité à se développer en milieu hyper-salin ~ 18% Na Cl, en milieu à pH de 6 à 9.5, ne produisant pas d'ammoniac à partir de l'arginine, fermentant tous les sucres testés à part le raffinose, le mannitol et le saccharose. Ces indications nous mènent à supposer qu'il s'agit des microcoques (MIC).

G**roupe 3**

Subdivisé en deux sous-groupes, le troisième groupe exhibe les résultats suivants :

a/ Les isolats du premier sous-groupe (Ln1), représentés par 5.88%, de forme cocci ovoïde, caractérisés par la production de gaz à partir du glucose, n'hydrolysent pas l'arginine, ne fermentent ni l'arabinose ni le raffinose et ne produisent pas de dextrane. Ces isolats montrent cependant une résistance au milieu alcalin. Cependant, ces isolats présentent une résistance aux milieux alcalins. Ils sont présumés être identifiés à *Leuconostocs mesenteroides* (**Villani et al., 1997**). En accord avec certaines publications scientifiques, les *Leuconostocs mesenteroïdes subsp cremoris* ne produisent pas de dextrane (**Milliere et al., 1989; Halzapfel, 2006**).

b/ Les isolats du deuxième sous-groupe (Ln2) sont dominants avec 94.11%, en plus du caractère mésophile et hétérofermentaire, produisent de l'EPS bien annoncé par de larges colonies, hydrolyse l'arginine et produit du dextrane. (**Garvie, 1984**). Ces isolats ne fermentent ni le raffinose, ni le mannitol ou le saccharose mais fermentent le lactose.

Ils peuvent être accordés à la sous- espèces présumée : *Leuconostoc mesenteroïdes* sp *mesenteroïdes* (**Carr et *al.*, 2002 ; Tahlaiti, 2019**).

La répartition des sous-espèces présumées du genre leuconostocs isolées de nos échantillons est en contraste avec les résultats conclus par **Khedid et al. (2009**), ou *Leuconostoc mesenteroides subsp. mesenteroides* n'est représenté que par 4.20% pour le lait de chamelle.

En accord avec la littérature, *Leuconostoc mesenteriodes* est important comme agent aromatique dans les fermentations laitières et végétales par la production de diacétyle et produit rarement assez d'acide pour provoquer la coagulation du lait (**Garvie, 1981**). *Leuconostoc mesenteriodes subsp. mesenteroides* est connu pour sa capacité à produire du

dextrane à partir de la gélose au saccharose. Ils peuvent également provoquer une altération des aliments mais sans poser de problème sanitaire (**Björkroth et *al*., 2014**).

Groupe 4

La résistance à une ample marge de températures, l'aptitude à hydrolyser l'arginine et le profil fermentaire sont les tests qui nous ont permis d'identifier l'appartenance des isolats du quatrième groupe au genre présumé *Lactobacillus*. Selon le **tableau 22**, les tests de fermentation des hydrates de carbone par la galerie classique nous guident à spécifier les espèces de *Lactobacillus* en les classant de manière préconçue en trois sous- groupes :

Sous- groupe (1) : Sept isolats (Lb1) homo fermentaires, thermophiles, présentant une sensibilité au NaCl 6.5% et au milieu alcalin, n'hydrolysent pas de l'arginine, produisent du dextrane, ne fermentent pas : le cellibiose , le mannitol, le raffinose, l'arabinose , le mellibiose , le maltose et le xylose mais fermentent le saccharose, le lactose et le galactose, ce qui nous fait penser à *Lactobacillus helveticus* dont cinq isolats soit 10.63% du nombre total des lactobacilles isolés et seulement deux isolats de *Lactobacillus Delbrueckii*. Il est rendu que *Lactobacillus helveticus* est bien adapté pour se développer activement dans le lait et les produits laitiers (**De los Reyes-Gavilan et *al*., 1992**).

Toutes les souches de *Lactobacillus helveticus* sont aptes à fermenter le galactose résiduel (**tableau 20**). Cette propriété est utilisée pour les différencier des espèces de *Lactobacillus delbrueckii*. Ces isolats sont inclus dans les cultures de démarrage pendant la production de fromage (**Hammes et *al*., 1999**), en l'occurrence, *Lb delbrueckii ssp* qui est le starter communément connu pour les produits laitiers fermentés par la production de grandes quantités d'acide dans le lait et la synthèse de vitamines (**Forssen et *al*., 2000**).

Bien que ces deux sous-espèces soient bien identifiées phénotypiquement, elles ne sont pas vérifiées et confirmées par une étude moléculaire en raison de l'indisponibilité de séquences suffisantes pour identifier un bon nombre de souches suivant le quota imposé en raison de la situation sanitaire exceptionnelle (2020/2021) qui a presque affecté toutes les activités, notamment ici en Algérie, telles que l'importation de produits de laboratoire ou l'expédition d'échantillons biologiques à l'étranger à des fins de recherche.

Sous-groupe (2) : Les vingt-quatre isolats (Lb2) obtenus sont représentés entre *Lb. acidophilus* et *Lb. fermentum.* Ils sont hétérofermentaires, thermophiles, avec une production de dextrane, résistants au sel à une concentration de 6.5% mais sensibles à l'environnement

alcalin et produisent du NH_3 à partir d'arginine. Ces isolats sont capables de fermenter tous les sucres testés, sauf le xylose et le maltose. Un test supplémentaire par l'hydrolyse de l'ADH, a permis de différencier les deux espèces. Nos résultats sont en accord avec ceux rapportés par **Guessas et al.** (**2004**).

Toutefois, **Johnson (2014**) explique que *Lactobacillus. fermentum*, présente généralement une gêne en tant que cultures secondaires (production de fromages gazeux) ce que nous avons perçu dans cette étude.

Sous-groupe (3) : seize isolats (Lb3) présentant des caractéristiques mésophiles hétérofermentaires, qui ne se reproduisent pas dans les conditions hostiles de pH et de NaCl. Ces espèces se répartissent entre *Lactobacillus. plantarum* (5 isolats) et *Lactobacillus. casei* (11 isolats). Pour cette dernière sous-espèce dominante, elle fermente tous les sucres expérimentés sauf le saccharose et l'arabinose (**tableau 22**). Cet aboutissement coïncide avec celui de **Badis et al.** (**2004**). Certaines souches de *Lactobacillus. casei*, comme l'indiquent **Herreros et al.** (**2003**), métabolisent le lactose plus lentement que les lactocoques, mais la production finale d'acide peut être similaire ou même supérieure à celle des lactocoques.

En second rang on trouve *Lactobacillus. plantarum*, qui ne fermente pas le xylose et l'arabinose comme l'indiqué **Larpent (1996) ; Khedid et al.** (**2009**) **; Bennani et al.** (**2017**) et n'hydrolyse pas l'arginine (**Guessas et *al*., 2004**).

Les souches de *Lactobacillus. plantarum* sont souvent présentes dans les fromages (**Devoyod et Muller, 1969**). Les souches de ce groupe peuvent être utilisées comme culture de départ pour accélérer le processus de maturation, produire les saveurs recherchées et éliminer les imperfections causées par des bactéries indésirables, puisqu'elles inhibent leur croissance.

Tableau 20 : Résultats des tests physiologiques et biochimiques des BAL isolées.

Formes	Coques									Bacilles		
Groupes	1				2			3		4		
Sous-groupes	1	2	3	4	1	2	3	1	2	1	2	3
Nombre d'isolats	2	14	3	2	25	60	7	2	32	7	24	16
NH_3 à partir de l'arginine	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	+	-
Croissance à Température(C°)												
25	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
37	+	+	+	+	+	+	+	+	±	+	+	+
45	-	-	-	-	+	+	±	-	-	+	+	-
Croissance en milieu salé (Nacl%)												
4	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6.5	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	+	-
18	ND	ND	ND	ND	±	±	+	ND	ND	ND	-	-
Croissance à pH												
4.5	-	-	-	-	±	-	+	-	-	+	+	+
6.5	+	+	-	-	+	+	+	+	+	±	±	+
9.6	-	-	-	-	+	+	±	+	-	-	-	-
Production de dextrane à partir du:												
Glucose	±	+	±	-	-	-	-	-	+	+	+	+
Saccharose	++	++	±	-	+	-	-	-	+	+	+	+

Tableau 21 : Détermination biochimique des isolats en forme de coque.

Formes	Coques						
Groupes	1				2		
Sous-groupes	1	2	3	4	1	2	3
Esculine	+	+	+	+	+	+	+
Lait de Sherman							
0.1%	+	+	+	+	+	+	-
0.3%	-	-	-	-	+	-	-
Résistance à la Téllurite	-	-	-	-	+	+	-

Tableau 22 : Caractérisation des souches lactiques selon le critère de la fermentation des hydrates de carbone.

Groupes	Coques								Bacilles			
Sous-groupes / Sucres	LC1	LC2	LC3	LC4	Ent 1	Ent 2	MIC	Ln1	Ln2	Lb1	Lb2	Lb3
Cellobiose	-	+	+	+	+	+	ND	+	+	-	+	+
Lactose	+	+	+	-	+	+	±	+	+	+	+	+
Mannitol	-	-	+	-	-	+	+	+	-	-	-	+
Saccharose	-	-	-	+/-	+	±	-	+	-	+	+	±
Raffinose	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	+	+
Arabinose	-	-	-	+/-	-	+	+	-	ND	-	+	-
Mellibiose	+	-	-	+	+	+	+	ND	ND	-	+	+
Maltose	+	ND	+ / -	+	+	+	+	+	+	-	+	+
Xylose	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Galactose	+	ND	+	ND	+	+	+	+	+	+	+	+

(+): Reaction positive ; (-): Réaction négative ; (±): Résultat intermédiaire ; ND : Non déterminé.

LC1 : *Lactococcus. lactis subsp lactis biovar diacetyllactis* ; LC2 : *Lactococcus. lactis subsp lactis* ; LC3 : *Lactococcus. lactis subsp cremoris* ; LC4 *: Lactococcus. plantarum* ; Ln1 : *Leuco nostoc. mensenteroides subsp. Cremoris* ; Ln2 *: Leuco nostoc. mensenteroides subsp.mesennteroides* ; Ent 1 :*Enterococcus. faecalis* ; Ent 2*: Enterococcus. faecium* ; Lb1 : *Lactobacillus spp* Lb2: *Lactobacillus spp* ; Lb3: *Lactobacillus spp*.

En évaluant les résultats illustrés dans la **figure 29**, on constate que la prévalence des souches correspond à la hiérarchie suivante :

1/ Des entérocoques à 44% dans nos échantillons confirme une fois de plus leur hôte de prédilection dans le lait cru et ses dérivés dans le bassin méditerranéen comme l'ont noté plusieurs études **Micari (2001) ; Cheriguene et *al*., (2007) ; Ouadghiri (2009) ; Hassaine (2013)** et dernièrement **Saidi (2020)** isolés du lait de brebis (Italie), du lait de chèvre (Ouest de l'Algérie), lait cru de chèvre (Maroc), du lait de chamelle (Sud de l'Algérie) respectivement. Dans L'ben, Rayeb (**Mechai et *al*., 2014 ; Ghalouni et *al*., 2018**), dans le j'ben marocain (**Ouadghiri et *al*., 2005**) où le nombre de cellules comptées varie selon le type de matrice, à titre d'exemple, dans le fromage frais, elles sont dénombrés entre 4 - 6 log ufc/g et dans le fromage affiné entre 5 à 7 log ufc/g.

Des recherches antérieures ont mis en évidence la présence d'entérocoques dans la microflore autochtone des fromages corses de la région de Bastelicaccia et de Venaco selon **Casalta et al.** (**2001**) ; **Casalta** (**2003**). Les entérocoques sont par ailleurs présents dans la microflore indigène d'autres fromages méditerranéens au lait cru, dont l'Orinotyri, un fromage grec au lait de brebis à raison de 60% (**Prodromou et *al*., 2001**), le fromage italien Pecorino Sardo d'après **Madrau et al.** (**2006**) et le Zlatar en Serbie (**Terzic-Vidojevic et *al*., 2007**).

Par ailleurs, dans une étude réalisée par **Casalta et al.** (**2009**), *Enterococcus. faecalis* est une espèce dominante dans la microflore du fromage de brebis après huit mois d'affinage, alors que dans la microflore du fromage de chèvre après huit mois d'affinage, c'est l'espèce *Enterococcus. faecium* qui est dominante. Il est vrai que les entérocoques, qui sont des bactéries commensales, contribuent de manière significative à l'affinage des fromages, grâce à leur aptitude à survivre dans des conditions d'affinage extrêmes.

Leur présence dans les fromages méditerranéens pourrait s'expliquer par les pratiques traditionnelles de traite et de fabrication qui sont encore effectuées à la main par certains éleveurs.

2/ En second lieu apparaît les lactobacilles (24%) avec leurs espèces présumées selon les tests préliminaires d'identification phénotypique. Des résultats similaires sont obtenus par **Henri-Dubernet et al.** (**2004**) et **Gaglio et al**. (**2013**). En effet, les souches de *Lactobacillus* constituent une partie importante de la flore bactérienne des fromages en cours de maturation.

Les souches *Lb. acidophilus, Lb. casei* et *Lb. fermentum* (**wang et *al*., 2009 ; Tulumoğlu et *al*., 2014**) pour leurs propriétés prophylactiques, sont désormais de plus en plus utilisés dans des applications technologiques et thérapeutiques, comme dans les fermentations laitières ou comme produit probiotique, permettant le renforcement du système immunitaire en cas d'infection, l'établissement de l'équilibre de la flore intestinale après une antibiothérapie, la réduction de la diarrhée chez l'homme, la baisse du taux de cholestérol et l'amélioration de l'intolérance au lactose.

3/ Les leuconostocs suivent ensuite avec 17%. Des travaux récents sur les effets des polysaccharides extracellulaires produits par les souches de *Leuconostocs. mesenteroides* sur la qualité des yaourts et le mode d'action pendant la fermentation et la production des yaourts constituent un point très intéressant pour le développement de starters pour l'industrie du yaourt. En tout cas, cette souche a démontré des caractéristiques de floculation équivalentes à celles de la gomme xanthane et une meilleure activité émulsifiante que la gomme de caroube. Un test rhéologique sur un échantillon de produit laitier après fermentation par cette bactérie a donné une viscosité et une élasticité plus importantes au lait fermenté et peut préserver le

pouvoir de rétention d'eau du lait fermenté et fournir un fluide thixotropique positif. Il a également été démontré que le *Leuconostocs. mesenteroides* est un additif organique naturel qui peut se substituer aux additifs chimiques dans les produits laitiers (**Wang et *al.*, 2021**).

4/ Les lactocoques se situent autour de 11% avec leurs sous- espèces pré-établies par des tests d'identification phénotypique avec une dominance de *Lactococcus. lactis* de 67%.
Sur la base de souches indigènes isolées de produits laitiers dans l'Ouest de l'Algérie, **Belarbi et al. (2022**) ont révélé que *Lc. lactis* s'est avéré sûr et a présenté des qualités biotechnologiques remarquables, telles qu'une acidification élevée, une activité protéolytique, une production d'EPS et une inhibition des bactéries indésirables, ce qui en fait de bons potentiels pour l'utilisation du levain.
5/ La flore halotolérante est de loin représentée par 4%. Cette flore d'affinage est réputée pour ses attributs protéolytiques en cours de maturation. Nos résultats sont en accord avec ceux de **Dahou (2017**) qui précise que cette flore composée de *Micrococci* et de *Brevibacterium*, évolue après le salage et devient majoritaire en fin de maturation.

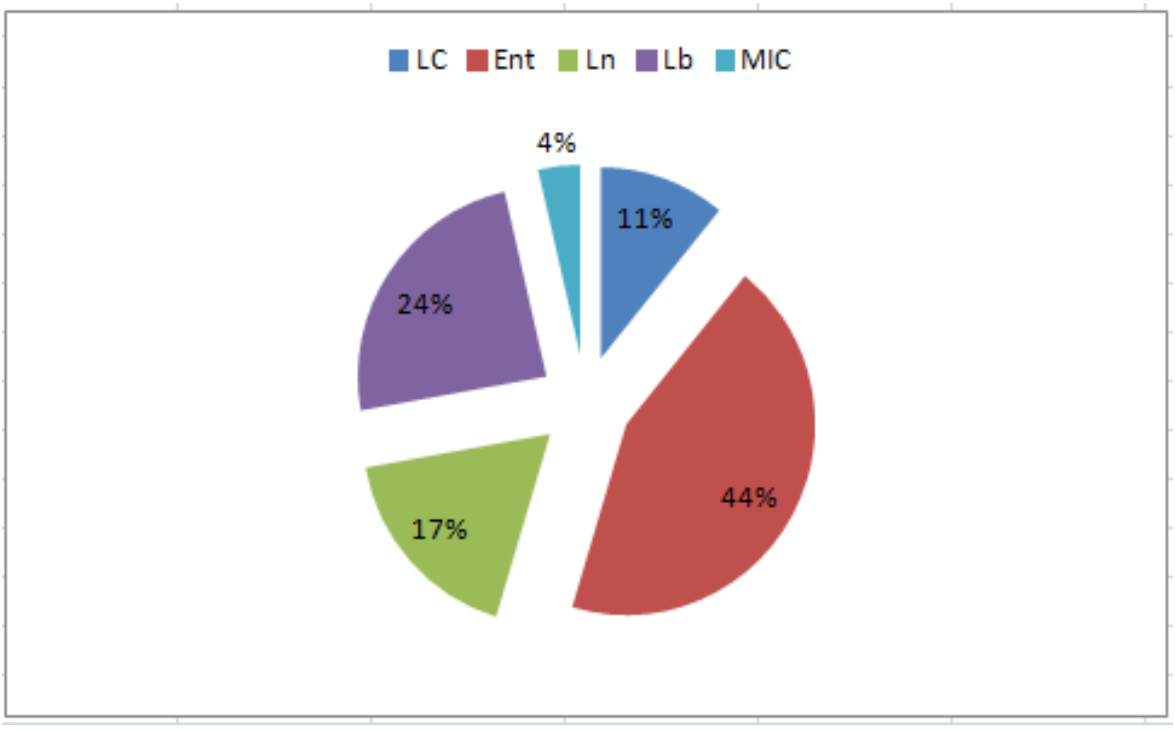


Figure 29 : Répartition en pourcentage des souches isolées des échantillons du j'ben *Elgafs*.

5.1 Répartition des souches caractérisées par des tests phénotypiques

L'étude de l'écologie microbienne réalisée sur nos échantillons fait apparaître les bactéries lactiques les plus significatives dans cette zone d'étude, la commune El Ouldja, et qui sont représentées dans le lait et le j'ben *Elgafs* préparé dans le laboratoire dans des conditions contrôlées (**tableau 23**).

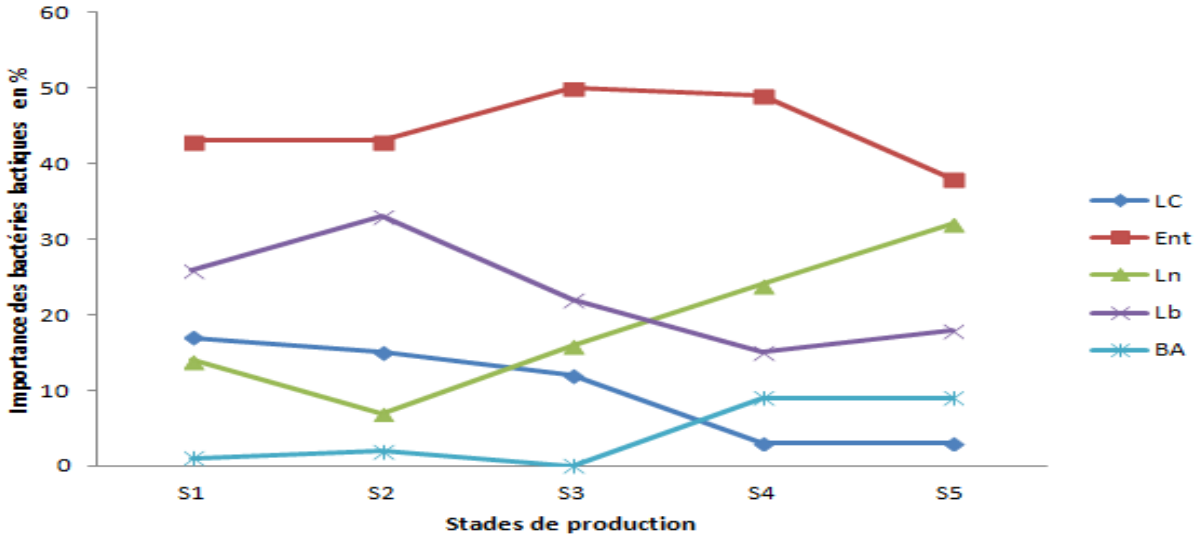
Suivant la **figure 30** ci- après, les lactocoques sont à 17% dans le lait et à 15% après le démoulage du caillé, puis diminuent à 3% à la fin de la période de maturation.

Les entérocoques sont à 43% dans le lait et le caillé, diminuant à 38% après 15 jours de maturation.

Les leuconostocs sont à 14% dans le lait et à moitié de leur charge initiale dans le caillé, puis augmentent à 32% à la fin de la période de maturation.

Les lactobacilles sont à 26% dans le lait, se concentrent à 33% dans le caillé, puis diminuent avec la maturation jusqu'à 18%.

Partant d'une faible proportion de la population dans le caillé 2%, la flore d'affinage (Micrococques) se développe faiblement puisque le fromage n'a pas été saumuré ou salé, pour atteindre 9% en fin de maturation sachant qu'elle constitue des auxiliaires protéolytiques actives au cours de l'affinage.



S1 : Stade lait ; S2 : Stade caillé (C) ; S3 : C+5J ; S4 : C+10J ; S5 : C+15J.

Figure 30 : Dynamique des bactéries lactiques isolées au cours des divers stades de production.

Le **tableau 23**, montre que les lactocoques sont caractérisés par quatre espèces avec une dominance de *Lactococcus. lactis subsp. Lactis* 14 isolats suivi par 3 souches de *Lc. lactis subsp,* tandis que *Lc. lactis subsp lactis. biovar* et *Lc. plantarum* sont au même nombre de 2 souches.

Pour les entérocoques, *Enterococcus. faecalis* représente le plus petit nombre d'isolats 25 par rapport à l'*Enterococcus. faecium* qui est en nombre 60. Cette distribution est cohérente avec celle de **Saidi** (**2020**) où l'espèce *En. faecium* est la plus fréquemment rencontrée dans le lait de chamelle : 46 % des isolats d'entérocoques sélectionnés.

Les *leuconostocs, mesenteroides sp mesenteroides* sont les espèces les plus significatives des leuconostocs avec 32 isolats contre les 2 souches de *Leuconostoc mesenteroides spp*.

Les lactobacilles sont majoritairement des *Lactobacillus fermentum* 15 isolats. La même observation est soulevée par **Cheriguene et al.** (**2007**) pour laquelle *Lactobacillus fermentum* constitue le principal groupe d'isolats de bacilles, comptant 11 isolats soit 7.18% dans le lait de chèvre collecté dans l'Ouest de l'Algérie.

Ensuite, *Lactobacillus casei* suit avec 11 isolats et de loin *Lactobacillus Delbrueckii* 2 isolats. Quant à la flore d'affinage, elle comprend 7 isolats.

En se référant aux résultats obtenus à travers cette étude phénotypique, pour la moyenne des trois saisons laitières étudiées, on peut considérer que la microflore des j'bens *Elgafs* préparés avec du lait cru de vaches locales reflète une dynamique et une complexité taxonomique (**tableau 23 et figure 30**), qui varie en fonction du temps de maturation. Autrement dit, elle est influée par la structure et la composition physico-chimique de la matrice fromagère d'après **Irlinger et Mounier** (**2009**) **; Montel et al. (2014**) **; Gatti et al. (2014**) en utilisant des sources d'énergie autres que les hydrates de carbone du lait pendant la période de maturation, et ça, malgré la diminution de l'humidité du fromage.

Tableau 23 : Distribution des souches lactiques suivant les tests phénotypiques.

Genres	Espèces	Nombre des isolats
Lactococcus	*Lactococcus lactis subsp lactis. biovar diacetylactis*	2
	Lactococcus lactis subsp. Lactis	14
	Lactococcus lactis subsp. Cremoris	3
	Lactococcus plantarum	2
Enterococcus	*Enterococcus faecalis*	25
	Enterococcus faecium	60
Leuconostocs	*Leuconostoc mesenteroïdes spp*	2
	Leuconostoc mesenteroïdes sp *mesenteroïdes*	32
Lactobacillus	*Lactobacillus helveticus*	5
	Lactobacillus Delbrueckii	2
	Lactobacillus acidophilus	9
	Lactobacillus fermentum	15
	Lactobacillus plantarum	5
	Lactobacillus casei	11
Microcoques (Flore d'affinage)	ND	7

5.2 Approche moléculaire de l'identification des isolats sélectionnés

Les treize pour cent correspondant aux vingt-cinq souches sélectionnées sont identifiés par analyse REP-PCR ciblant l'ADN génomique (**tableau 24**).

Les isolats LC1, LC2, LC3 et LC4 sont codés respectivement comme STRD2, STRD3, STRD4 et STRD7.

Les isolats SMRB1, SMRB3, SMRB6, SMRB7 SMRB8, SKAB1, SKAB4 et SKAB5 correspondent à l'isolat Ent1.

Quant à ceux de SHWI6, SHWI2, SHWI4, SHWI10 et SHWI3, ils correspondent à Ln1 et Ln2 (**annexe 7**).

Pour cette identification, des amorces d'ADN classiques sont utilisées, celles-ci ne permettant que l'identification de l'espèce (**figures 31, 33**).

Étant donné que de nombreuses espèces de lactobacilles sont physiologiquement très similaires, l'identification des lactobacilles par des méthodes phénotypiques est souvent

limitée. Par conséquent, les isolats SA25, SA2, SA3, S1R et SA9, qui représentent respectivement les isolats Lb2 et Lb3, sont identifiés à l'aide d'amorces spécifiques en vue de caractériser les espèces et les sous-espèces (**figure 32**).

Les profils GTG_5-PCR obtenus suivant le **tableau 24**, sont comparés par le logiciel Gel CSL 030 et l'identification des bandes est faite par le programme NCBI Blast en utilisant la base de données exhaustive des espèces de référence.

Le résultat de l'identification génotypique (**figures 31, 32** et **33**) confirme l'appartenance et la similarité à 100% des isolats testés aux différents genres prédits par l'identification phénotypique, dont la distribution est répertoriée dans le **tableau 24** :

Les isolats de *Lactococcus* codifiés STRD représentent l'espèce *Lactococus. Lactis* ;

Les isolats d'*Enterococcus* codifiés SKAB, SMRB correspondent à l'espèce *Enterococcus faecalis*,

Les isolats de leuconostocs codifiés SHWI représentent l'espéce *Leuconostoc mesenteroides*, et enfin les isolats de *Lactobacillus* codifiés SA9, SA25, SA2, S1R et SA3 sont représentés par trois espèces : *Lactobacillus casei ; Lactobacillus fermentum et Lactobacillus acidophilus* respectivement.

Néanmoins, un isolat que l'on supposait initialement être leuconostoc (SHWI7) se révèle être *Enterococcus faecalis*.

La diversité des isolats identifiés et évalués par REP- PCR, illustrée dans les **figures 31**, **32** et **33**, montre la présence de plusieurs clusters. Ceci dit, qu'à l'intérieur de chaque population en l'occurrance les enterocoques, les lactocoques et les leuconostocs, on aperçoit des sous-populations relativement liées aux conditions environnementales de la zone d'étude et /ou les conditions physico-chimiques du substrat, qui tendent à sélectionner les souches les mieux adaptées et qui, par conséquent, présentent des séquences proches tel que SMRB1, SMRB3, SMRB6, SMRB7 et SMRB8 pour les entérocoques et STRD2, STRD4, STRD5, STRD6 et STRD7 pour les lactocoques et pour les leuconostocs SHWI2, SHWI4, SHWI6 et SHWI10 et d'autres séquences éloignées telque SKAB1, SKAB4, SKAB5, STRD3 et SHWI3 pour les entérocoques, lactocoques et leuconostocs consécutivement.

La répartition des espèces en fonction de leurs traits phénotypiques est bien confortée par l'analyse moléculaire qui reste une méthode efficace pour la taxonomie des BAL. Cette analyse reflète donc la présence d'un consortium riche et diversifié en BAL que l'on peut trouver dans le lait de vaches locales de la commune El Ouldja (W. de Relizane).

Tableau 24 : Identification des isolats lactiques par analyse REP-PCR de l'ADN.

Code de la souche	Identification moléculaire (Pearson corrélation)	% de Conformité
STRD2	*Lactococcus lactis*	100%
STRD3	*Lactococcus lactis*	100%
STRD4	*Lactococcus lactis*	100%
STRD5	*Lactococcus lactis*	100%
STRD6	*Lactococcus lactis*	100%
STRD7	*Lactococcus lactis*	100%
SKAB1	*Enterococcus faecalis*	100%
SKAB4	*Enterococcus faecalis*	100%
SKAB5	*Enterococcus faecalis*	100%
SHWI7	*Enterococcus faecalis*	100%
SMRB1	*Enterococcus faecalis*	100%
SMRB3	*Enterococcus faecalis*	100%
SMRB6	*Enterococcus faecalis*	100%
SMRB7	*Enterococcus faecalis*	100%
SMRB8	*Enterococcus faecalis*	100%
SHWI6	*Leuconostoc mesenteroides*	100%
SHWI2	*Leuconostoc mesenteroides*	100%
SHWI4	*Leuconostoc mesenteroides*	100%
SHWI10	*Leuconostoc mesenteroides*	100%
SHWI3	*Leuconostoc mesenteroides*	100%
SA9	*Lactobacillus casei*	100%
SA25	*Lactobacillus fermentum*	100%
SA2	*Lactobacillus fermentum*	100%
SA3	*Lactobacillus acidophilus*	100%
S1R	*Lactobacillus acidophilus*	100%

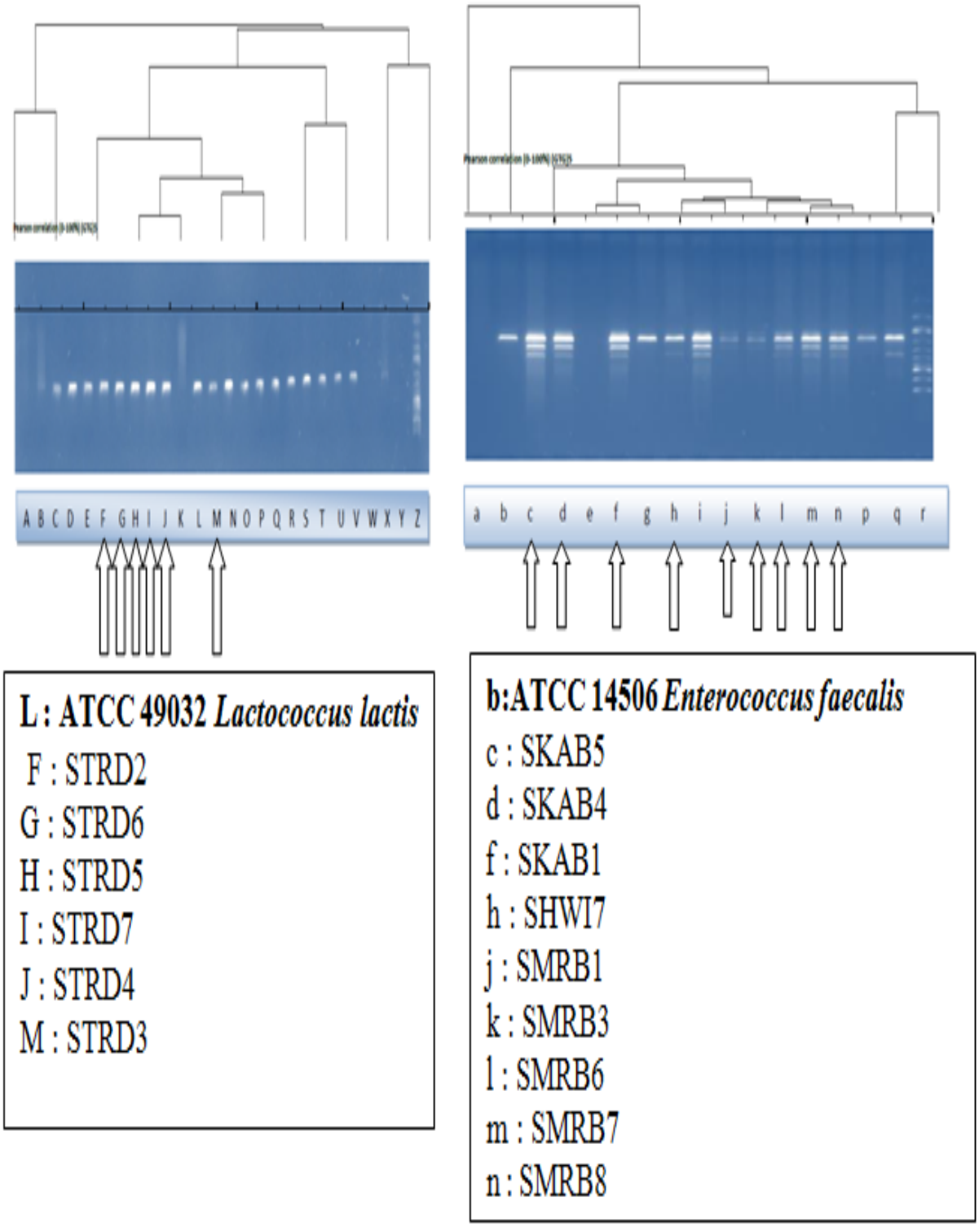


Figure 31: Profils de dendrogrammes des lactocoques (à gauche) et des entérocoques (à droite) représentatifs et des souches de référence des produits de la (GTG) 5-PCR.

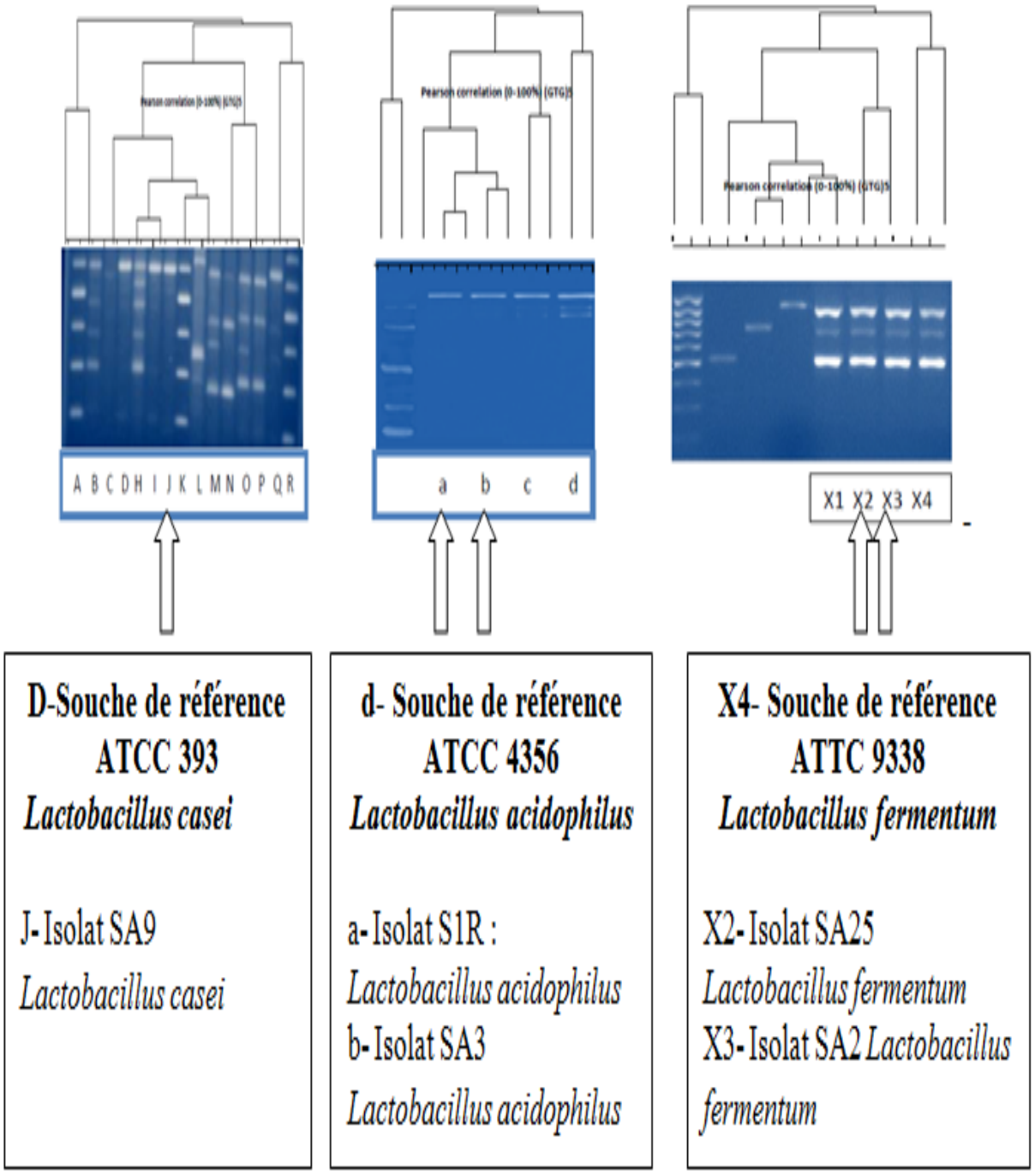
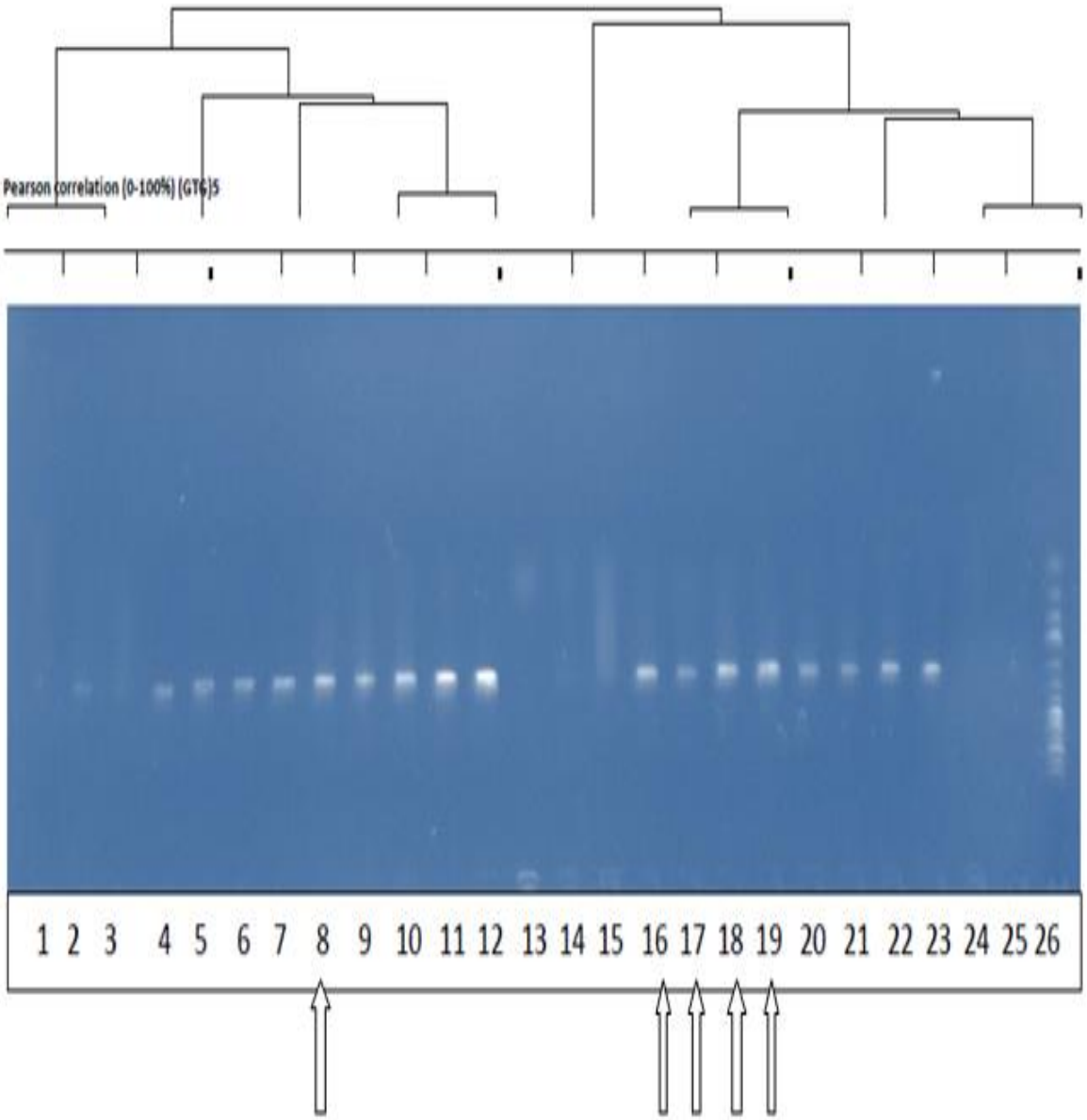


Figure 32: Profils de dendrogrammes des lactobacilles représentatifs et des souches de référence des produits de la (GTG) 5-PCR.



9 : ATCC 19254 : *Leuconostoc mesenteroides*

8 : SHWI3 ; 16 : SHWI6 ; 17 : SHWI2 ; 18 : SHWI4 ; 19 : SHWI10.

Figure 33 : Profils de dendrogrammes des leuconostocs représentatifs et des souches de référence des produits de la (GTG) 5-PCR.

6 Etude des aptitudes technologiques des isolats sélectionnés

Les principales caractéristiques technologiques des souches lactiques sélectionnées sont évaluées après 24 heures d'incubation à 30°C, afin de déterminer leur aptitude à être utilisées dans l'industrie laitière, c'est-à-dire leurs propriétés acidifiantes, protéolytiques, lipolytiques, leur goût et leur texture ainsi que leur activité antibactérienne.

Observation : Les codes de souches sont abrégés comme suit pour simplifier le traitement des résultats explicités dans l'**annexe 7** :

Les codes de souche sont abrégés comme suit pour simplifier le traitement des résultats:

Enterocoques : SMRB = MR ; SKAB = KA

Lactocoques : STDR = TR ;

Leuconostocs : SHWI = HW.

6.1 Pouvoir acidifiant

Les propriétés acidifiantes des BAL constituent les principales caractéristiques technologiques pour l'industrie laitière. En effet, le taux d'acidification du caillé au rythme et au moment appropriés est une étape clé dans la fabrication d'un fromage de haute qualité, en particulier au cours des 24 premières heures (**Pappa et *al*., 2006 ; Gatti et *al*., 2014**). A cette fin, le pH et la production d'acide lactique sont suivis pour les isolats choisis. L'acidité titrable est formulée en degré Dornic (1°D = 0.1 g/l d'acide lactique). La cinétique d'acidification, a révélé une progression en acide lactique avec une chute du pH après 24 heures de l'inoculation des souches expérimentées (**figures 34, 35** et **36**).

a/ Lactocoques et entérocoques

Tous les isolats sphériques réduisent le pH en dessous de 6.5 après 6 heures d'incubation. Seul l'isolat TR4 appartenant au *Lactococcus.lactis* montre la plus grande capacité d'acidification avec un pH proche de 5.7 et une quantité d'acide lactique de 3.5 g/l.

Vingt-quatre heures plus tard, le pH de tous les isolats testés chute visiblement pour atteindre un pH compris entre 4.72 et 5.87 équivalent à 9.1- 4.7 g/l d'acide lactique attribué aux lactocoques TR4 -TR2 respectivement. Lorsque les isolats sont comparés entre eux, une

différence dans la vitesse d'acidification est clairement visible et varie d'une espèce à l'autre. En effet, l'isolat *Enterococcus .faecalis* MR1 abaisse le pH à 4.93 avec une production de 7.2 g/l d'acide lactique. Ce résultat le fait passer à la deuxième place du classement (**figure 34**).

Les souches dites " rapides" ayant une capacité accélérée de production d'acide lactique après 6 heures d'incubation sont de bons ferments considérés pour les applications laitières (**Herreros et *al.*, 2003 ; Meghoufel, 2019**). Cette propriété est étroitement accordée à la présence de plasmide codant l'allèle Lact+ (lactose positif).

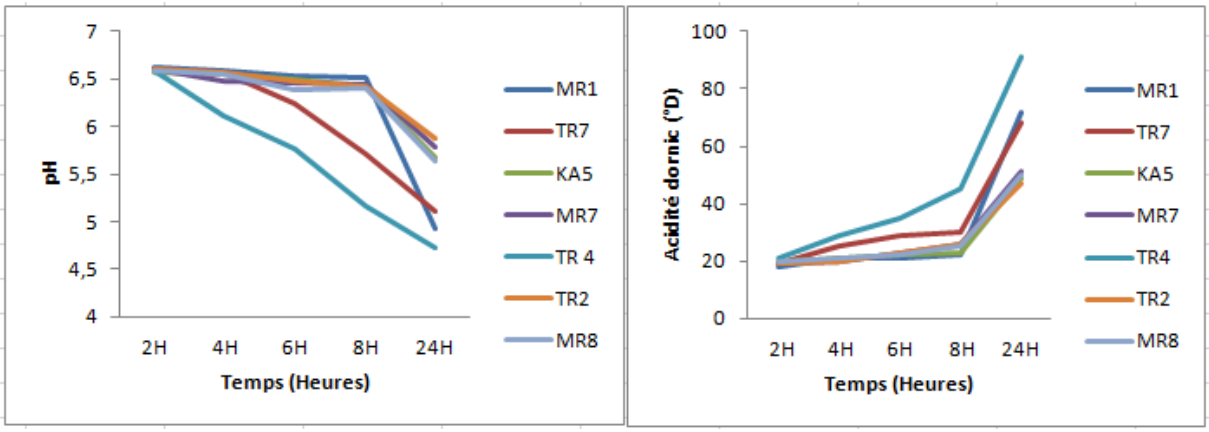


Figure 34 : Evaluation et comparaison du pH et de la quantité d'acide lactique produite par les souches de *Lactococcus* TR7, TR4, TR2 et d'*Enterococcus* MR1, MR7, MR8 et KA5 après 24 heures.

b/ Leuconostocs

L'activité acidifiante des souches de *Leuconostocs mesenteroides* après 6 heures d'incubation varie entre un pH 6.02 - 6.49 soit 2.8 - 2 g/l d'acide lactique produit (**figure 35**).

Après 24 heures, le pH se situe entre 5.73 -5.88 avec une concentration d'acide lactique de 6.1- 6.6 g/l. Ce résultat reflète le profil d'acidification de ces souches qui est moyennement efficace. Ceci est lié à leur sensibilité aux variations de pH et à leur profil hétérofermentaire (**Cogan, 1987 ; Badis et *al.*, 2004**).

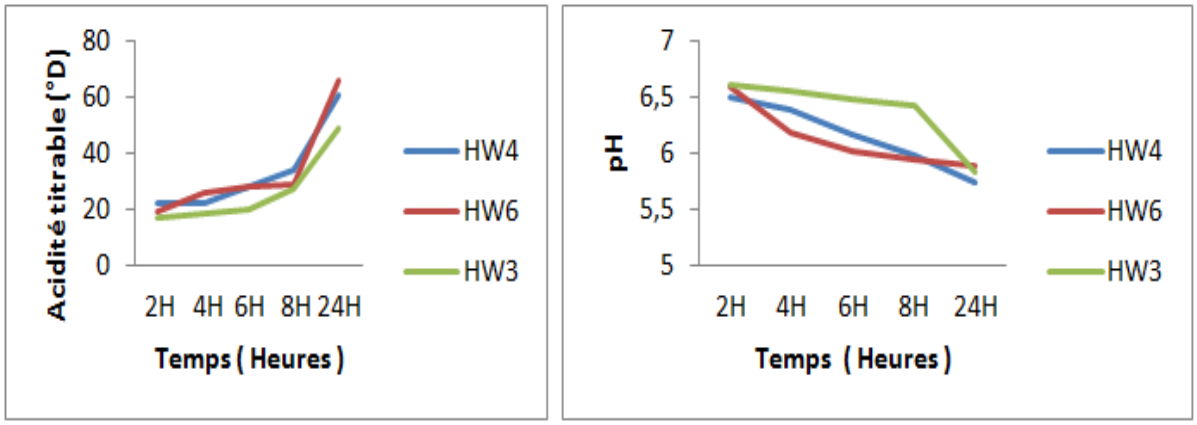


Figure 35 : Evaluation du pH et de la concentration d'acides lactiques générés par les souches *Leuconostocs. mesenteroides* (HW4, HW6, HW3) après 24 heures d'inoculation.

c/ Lactobacilles

Selon la **figure 36**, les lactobacilles : *Lacbacillus casei* A9, 2A, *Lactobacillus. acidophilus* A3, 1R, *Lactobacillus. fermentum* A25, A2 présentent une augmentation progressive de l'acidité. Toutes les souches abaissent le pH du lait à moins de 6.42 au bout de 6 heures. La souche 2A s'avère la plus performante avec un pH de 5.13 et 7.7 g/l d'acide lactique après 24 heures d'incubation. En revanche, la moins compétitive est représentée par la souche A9 avec un pH 6.3 soit 4 g/l d'acide lactique. Sur cette observation, on remarque qu'au sein de la même espèce il existe une hétérogénéité dans la production d'acide et la réduction du pH. Cet aboutissement est aussi rapporté par **Luquet et Corrieu. (2005) ; Labioui et al.** (**2005**) et le même phénomène est observé par **Zantar et al.** (**2014**) dans le lait de chèvre.

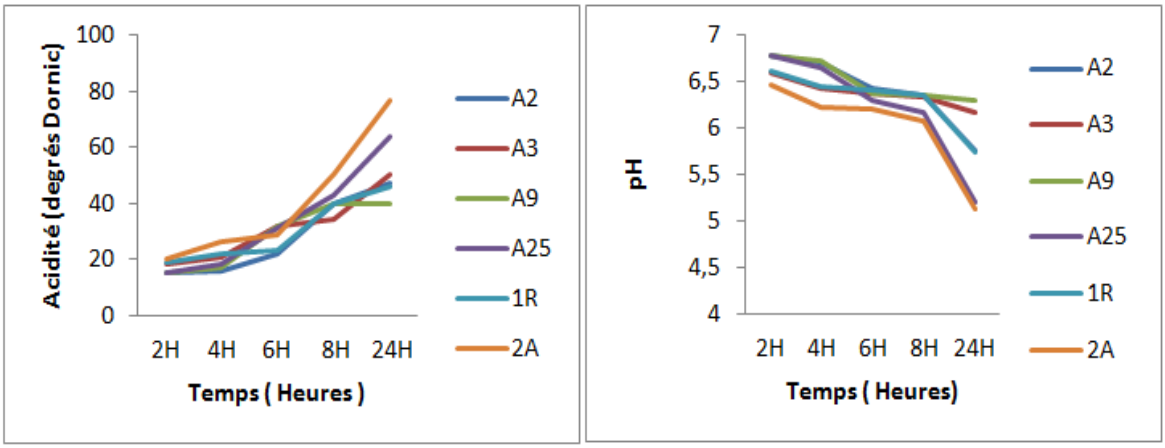


Figure 36 : Cinétique de l'activité acidifiante des lactobacilles produite après 24 heures.

6.2 Pouvoir protéolytique

L'activité protéolytique est mise en évidence par la présence d'un halo ou d'un dépôt clair autour de la biomasse résultat de l'hydrolyse de la caséine (**figure 37**). Au vu des résultats, toutes les souches testées montrent une croissance avec une activité protéolytique reproduite par des zones dont les diamètres varient entre 1 et 13.5 mm comme le montre la **figure 38**.

a- Lactocoques

Tous les lactocoques testés font preuve d'une activité protéolytique ≥ 2mm.
La souche TR2, dont l'activité est la plus faible, et la souche TR7, à l'activité la plus élevée, 7mm (**figure 38**). On a souligné l'importance des protéases ou protéinases pour les lactocoques, dont la plupart des souches sont composées de deux communautés protéolytiques bien définies, dont une variante prt^+ et l'autre variante prt^-. La variante prt^-, selon **Champagne et al. (1998)**, se sert des acides aminés libres et se reproduit plutôt bien dans le lait.
Mais la croissance de la variante prt^- est vivement favorisée par la présence des produits de la protéolyse de la variante prt^+, dont l'hydrolyse de la caséine.

b- Entérocoques

Pour les espèces *E. faecalis* (**figures 37, 38**), l'activité protéolytique maximum s'observe dans la souche MR7, et l'activité minimale s'observe dans les souches MR1 et MR6, avec des valeurs respectives de 5 et 2 mm, alors que la souche MR2 ne présente aucune activité, ce qui témoigne d'une variabilité intra-espèces.
La variabilité intra et interspécifique (polymorphisme allélique quantitative) de la protéolyse (caseine α s1), notamment chez *Lactococcus .lactis* et *Enterococcus .faecalis*, est couramment signalée pour les souches provenant de sources naturelles comme la fermentation spontanée **(Giraffa et *al*., 2004 ; Franciosi et *al*., 2008**).Toutefois, si l'on se base sur la biobliographie, les activités aminopeptidase et protéinase des entérocoques sont peu importantes.

c- Lactobacilles

Pour tous les lactobacilles testés, une activité protéolytique ≥ 1mm est notée.

Les souches A3 et A2, faisant preuve de la plus forte activité, et la souche 1R, avec la plus faible activité, 1mm. Alors que les souches A25, A9 et 2A affichent quasiment la même activité protéolytique (**figure 38**). Les lactobacilles génèrent des protéases neutres qui sont actives sur la caséine, mais leur action diffère grandement selon les espèces (**Castberg et Morris, 1976**). Grâce au temps de la maturation, au nombre de micro-organismes présents dans la masse du fromage et au potentiel enzymatique qu'ils représentent, les lactobacilles sont, outre les agents acidifiants impliqués dans le mécanisme d'égouttage, des acteurs importants dans la formation des constituants de l'arôme et de la saveur par la dégradation de la caséine en libérant des oligopeptides et des acides aminés.

d- Leuconostocs

La souche leuconostoc HW6 révéle la plus grande zone de lyse de 13.5 mm (**figure 38**). En fait, selon **Crow et *al*., (2001) ; Casalta et al.** (**2009**), les leuconostocs peuvent avoir un rôle essentiel dans la maturation du fromage car ils peuvent être engagés dans la protéolyse et d'autres mécanismes enzymatiques pendant la maturation du fromage. L'activité protéolytique des espèces du genre leuconostoc est décrite par la bibliographie comme peu protéolytique, mais la grande activité protéolytique de *Leuconostocs. mesenteroides* pourrait se justifier par la lyse cellulaire délivrant les enzymes protéolytiques indispensables (**Alegría et *al*., 2013**).

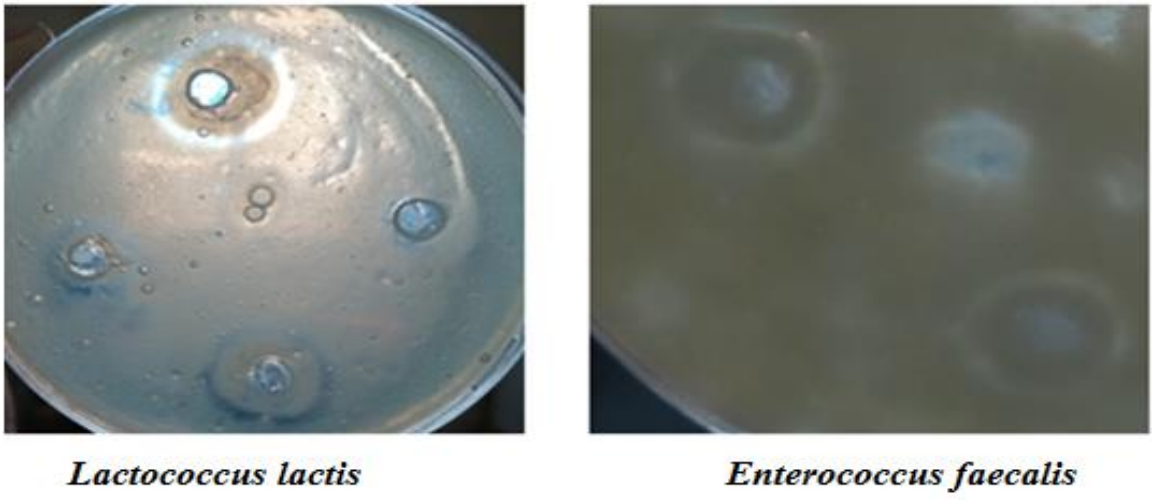


Figure 37 : Pouvoir protéolytique de certaines espèces lactiques sur milieu PCA-lait à 10%.

Bien que certaines souches présentées dans la **figure 38** ne disposent pas une activité protéolytique élevée < 4 mm, leur système protéolytique est essentiel pour une croissance optimale dans le lait et participe de manière expressive au développement du goût dans les

produits laitiers fermentés (**Lopez-Kleine et Monnet, 2011 ; Washington. Luiz Gonçalves et *al*., 2015**).

A en croire les observations de **Coppola et al. (1988)**, l'activité protéolytique et acidifiante des souches pourraient être affectées par le type de lait. Certains auteurs comme **Kaminarides et al.** (**2019**) ont signalé que les moisissures, apportées en sus par la plante l'alfa pour notre j'ben, contribuent à l'augmentation de l'activité protéolytique pendant la maturation du fromage.

Suite à nos résultats, certaines souches telles que *lactococcus lactis* TR7 (7mm), *Lactobacillus fermentum* A2 (7 mm), *Lactobacillus acidophilus* A3 (7.5 mm) et *Leuconostoc mesenteroides* HW6 (13.5 mm) font état d'une activité protéolytique digne d'intérêt, laissant supposer leur usage en tant que cultures de démarrage et susceptibles de libérer des peptides et des acides aminés, nécessaires à la formation de certaines propriétés organoleptiques (texture et la saveur) importantes dans l'industrie laitière.

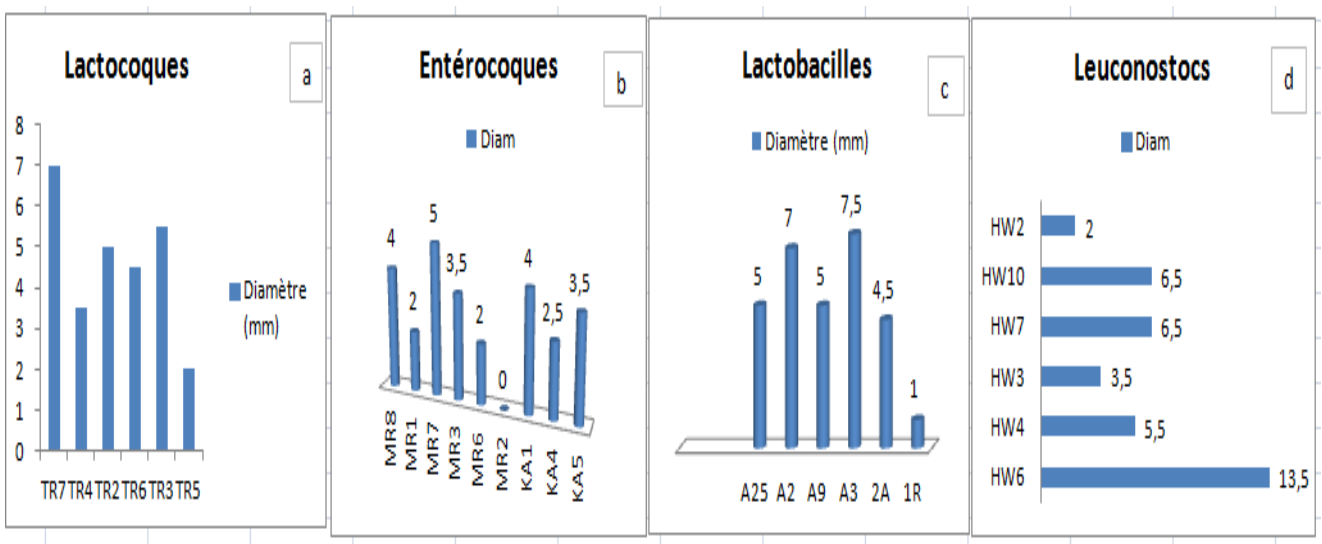


Figure 38: Diamètres d'hydrolyse de la caséine par les souches sélectionnées (a, b, c et d).

6.3 Pouvoir lipolytique

Les résultats positifs du test d'activité lipolytique des isolats lactiques sur milieu aux triglycérides illustrés dans la **figure 39**, montrent des zones translucides ou des dépôts autour des disques, dont la taille du calibre, mesurée à l'aide du pied à coulisse, dépend de l'affinité des estérases et /ou des lipases des bactéries lactiques pour les triglycérides **(Holland et *al*., 2005 ; Zantar et *al*., 2014**).

La souche *Leuconostoc. mesenteroide* HW3 affiche un meilleur score de 7 mm, suivi de *Lactobacillus casei* 2A de 6 mm, *Lactococcus lactis* TR3 de 5.5 mm et *Enterococcus .faecalis* MR8 de 4.5 mm (**figure 40**). Par contre, les autres espèces sont faiblement lipolytiques. Néanmoins, cette faible activité lipolytique des BAL offre un avantage pour leur utilisation comme cultures de démarrage, dégradant peu de composés gras du lait, juste assez pour produire les aromates sans rancir le produit résultant.

Nos résultats sont en opposé à ceux de **Karam et al. (2012)** qui ont constaté que les entérocoques ont manifesté une activité lipolytique significative en présence de 1% d'huile d'olive ; les lactobacilles ont fait preuve d'une activité lipolytique modérée et les leuconostocs ont eu une activité lipolytique faible.

D'après la littérature, les lipases sont très présentes dans les bactéries et sont produites à la fois par des bactéries à Gram positif et à Gram négatif. Les bactéries lactiques sont jugées peu lipolytiques par rapport à d'autres espèces bactériennes telles que Acinetobacter. Pourtant, leur concentration élevée dans les fromages et leur présence pendant des périodes de temps plus ou moins prolongées peuvent les faire libérer des acides gras libres en quantité importante (**Das et *al.*, 2005**).

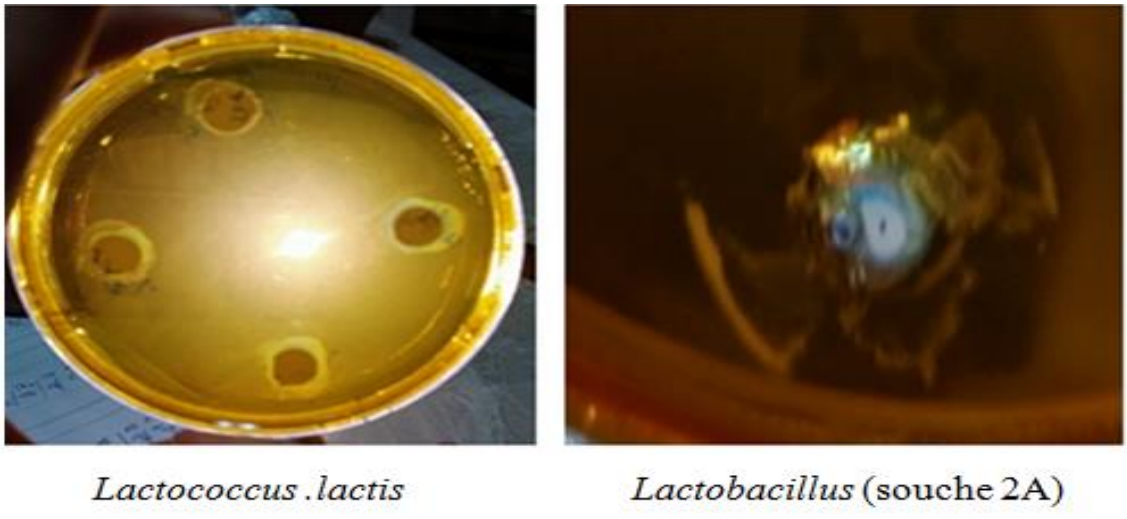


Figure 39 : Pouvoir lipolytique de certaines bactéries lactiques sur milieu aux triglycérides.

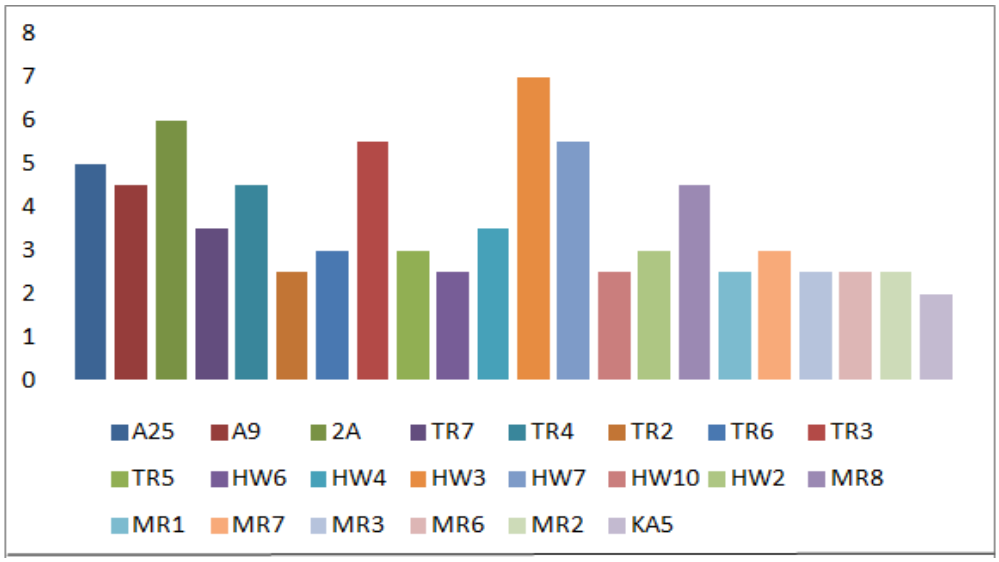


Figure 40 : Illustration des diamètres de lyse des souches lactiques testées en fonction de leur aptitude lipolytique.

6.4 Pouvoir aromatisant

La production de diacétyle ($C_4H_6O_2$), un composé volatil issu du métabolisme du citrate, confère aux produits laitiers un arôme de beurre et qui est révélé par la formation de l'anneau rouge, dépend de la souche, car il existe différents niveaux d'intensité de la couleur (élevée (+++), moyenne (+) et faible (±)). Certaines souches n'ont pas produit de diacétyle (-) comme l'indique la **figure 41**.

Il convient de souligner que les souches testées de *Lactococcus .lactis* TR7 et TR5 sont de très bonnes productrices d'acétoine, suivies par les souches de *Leuconostocs* HW1, HW2 et HW3 et tous les *Lactobacillus* sauf la souche 2A qui n'a donné aucun résultat (**figure 41**).

Ces résultats diffèrent de ceux de **Boullouf** (**2017**) qui a montré que les lactocoques isolés du fromage traditionnel Bouhezza produisaient moins d'arômes que les lactobacilles.

Les entérocoques quant à eux, montrent une production d'arômes faible (MR7) à moyenne (KA4).

La production de diacétyle et d'acétoïne dans les échantillons du j'ben mature pourrait être corrélée à l'activité des entérocoques. De plus, le métabolisme du citrate par les entérocoques est largement décrit par **Coppola et al.** (**1988**) à travers la production d'acétaldéhyde, d'éthanol et d'acétoïne (**Franciosi et *al*., 2008 ; Raynaud et *al*., 2016**). Grâce à cette aptitude

aromatique, les espèces lactiques participent aux caractéristiques organoleptiques des produits fermentés.

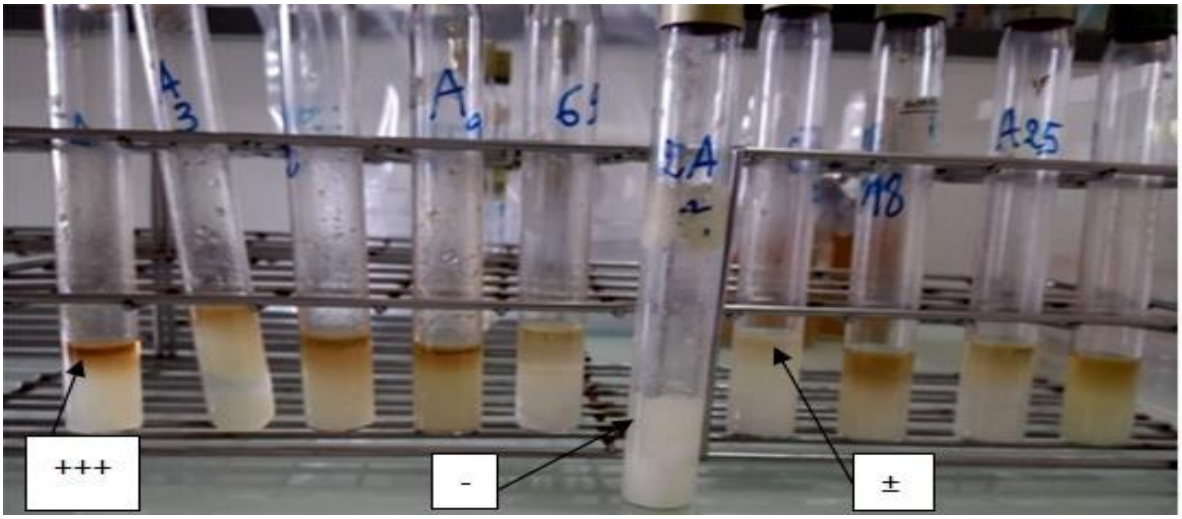


Figure 41 : Métabolisme du citrate de certaines souches lactiques.

6.5 Pouvoir texturant

La production d'exopolysaccharides (EPS), sur la gélose hypersaccharosée, a donné lieu à de grandes colonies d'aspect gluant et collant (**figure 42**). On y trouve, par ordre d'importance, *Lactobacillus. casei* A9, *Lactobacillus. acidophillus* 1R, A2, *Lactobacillus. fermentum* A3, *Leuconostocs. mesenteroides* HW10, *Enterococcus. faecalis* MR8 et *Lactococcus .lactis* TR2.

La souche *Leuconostocs. mesenteroides* HW3 ne parvient pas à produire les EPS et est donc une bonne candidate pour servir de cultures auxiliaires **(Parente et Cogan, 2004 ; Badis et *al.*, 2005**).

La production des EPS est une caractéristique importante des BAL utilisées dans les environnements laitiers, car elle confère une texture lisse et crémeuse aux produits laitiers, très appréciée des consommateurs. Ces bio-polymères ont un rôle important dans l'industrie laitière, en améliorant leur aspect et leurs propriétés rhéologiques. Ils peuvent être employés comme substitut dans l'industrie alimentaires à l'amidon, aux pectines, aux protéines de lait etc., proposant un label de qualité à un coût réduit (**Benhouna et al., 2019**).

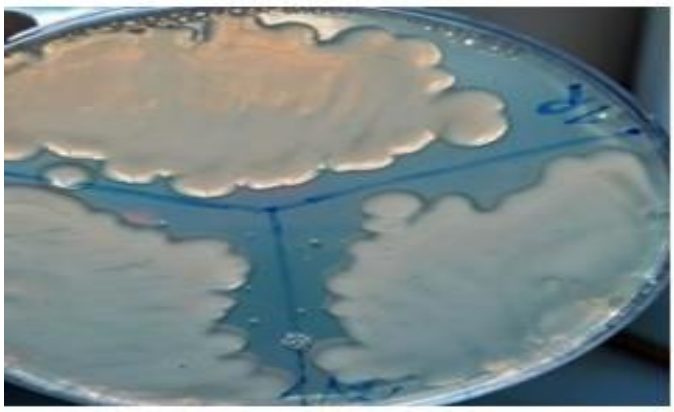


Figure 42 : Appréciation des colonies larges et gluantes de lactobacilles sur milieu hypersaccharosé.

6.6 Activité antibactérienne

L'évaluation de l'activité antibactérienne des isolats lactiques par la méthode de diffusion à partir des puits a révélé différentes activités inhibitrices contre les bactéries pathogènes. Les souches ayant une zone d'extension translucide > 0.5 mm sont jugées comme productrices de substances antimicrobiennes (**Fleming et *al*., 1975**) grâce à la présence d'une protéine dite "Bacteriocin-Like" (**Rabah, 2010**). Les résultats de l'activité inhibitrice des souches productrices d'acide lactique contre les bactéries indicatrices sont présentés dans le suivant **tableau 25**.

- ***Pseudomonas aeruginosa*** **et** ***Staphylococcus aureus*** : La souche *Enterococcus. faecalis* MR7 montre la plus forte activité antibactérienne vis-à-vis de *Pseudomonas aeruginosa* et *Staphylococcus aureus* de l'ordre de 7.5-7 mm.

Lactobacillus .casei A9 et *Enterococcus. faecalis* KA5 présentent une activité antibactérienne identique contre *Staphylococcus aureus* à 4.5 mm. Cependant, KA5 reste impuissant contre *Pseudomonas aeruginosa*.

- ***Salmonella*** : La souche *Lactobacillus acidophillus* 1R, manifeste la meilleure capacité inhibitrice contre *Salmonella* de 5.5 mm suivi par *Lactobacillus casei* A9 de 4.5 mm et *Enterococcus faecalis* KA5 de 4 mm.

- ***E.coli*** : Dans l'ensemble, toutes les souches testées exercent à des degrés divers une activité antagoniste contre les bactéries pathogènes *E.coli*, avec des zones d'inhibition ne dépassant pas 3.5 mm.

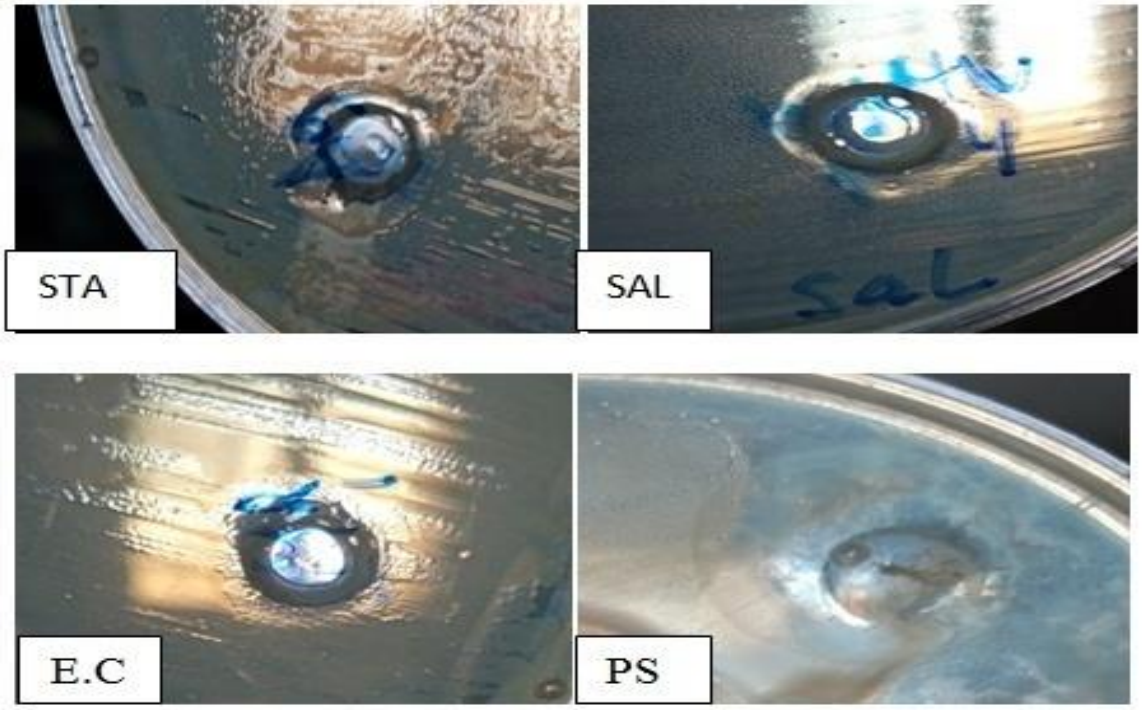
Le principal rôle des souches de démarrage est d'assurer un développement acide constant pendant la production du fromage. La production de bactériocines peut donner des avantages compétitifs à ces souches. Cette caractéristique est généralement considérée comme un critère de base dans la sélection des souches de démarrage primaires (**Parente et Cogan, 2004**). D'après **O'sullivan et al. (2002**), les BAL sont très actives sur les pathogènes Gram positives, qui se traduit par de grandes zones d'inhibition (**figure 43**). Des travaux supplémentaires devraient être effectués pour estimer leur potentiel bactériocine en tant que culture auxiliaire contribuant à la salubrité et à la conservation des aliments.

La production d'acide lactique et d'acide acétique, la chute conséquente du pH et la production d'acides organiques par les BAL sont les facteurs les plus importants dans l'inhibition des souches pathogènes. En effet, la production d'acide lactique, de H_2O_2, de bactériocines et d'autres substances antimicrobiennes par les lactobacilles contribuent, avec le maintien d'un pH acide < 4.5, à créer un véritable effet barrière qui réduit considérablement le risque d'infection (**Antonio et *al.*, 1999 ; Adams et Moss, 2008**).

Tableau 25: Représentation du comportement inhibiteur des souches lactiques sur les indicateurs pathogènes et d'altération.

	Pseudomonas aeruginosa	***Staphylococcus aureus***	***E.coli***	***Salmonella***
TR4	+	+	+	+
TR7	+	+	+	+
MR1	+	±	+	+
KA5	-	++	+	++
HW4	+	++	±	+
HW3	±	+	±	±
A9	+	++	+	++
A25	+	+	+	+
1R	++	+	+	++
MR7	+++	+++	+	±

(-) : 0 mm ; (±) : ≤ 1.5mm ; (+) : ≤ 3.5mm ; (++) : ≥ 4mm ; (+++) : ≥ 7mm.



STA : Anti- *Staphylococcus aureus* ; SAL : Anti-S*almonelles* ; E.C : Anti-*E. coli* ; PS : Anti-*Pseudomonas aeruginosa.*

Figure 43: Visualisation des zones d'extension de certaines souches lactiques contre les bactéries indicatrices sélectionnées.

7 Essai de préparation d'un j'ben affiné à pâte molle avec un microbiote "contrôlé"

Après 15 jours de maturation, deux fromages sont évalués sur des critères organoleptiques par un jury non initié à ce type de fromage " j'ben *Elgafs* "(**figure 44**). Pour rappel, les fromages sont fabriqués au laboratoire LSTPA de Hassi Maméche, Université de Mostaganem (Algérie). Les souches caractérisées que nous avons isolées, purifiées et identifiées sont utilisées dans la transformation d'un lait épuré, nécessaire pour la préparation d'un fromage à pâte molle de type j'ben *Elgafs* qu'on a nommé j'ben I (expérimental), tandis que le j'ben II (témoin) est préparé avec du lait cru prélevé sur un troupeau vivant en stabulation entravée. Tous les attributs sont notés sur une échelle de 0 à 10 dans chacun des tests d'évaluation visuelle, olfactive et gustative. Enfin, le dégustateur donne une évaluation finale du produit dégusté. Pour rappeler, les deux échantillons testés ont été servis incognito. Les résultats de l'évaluation sont présentés dans le **tableau 26**.

Tableau 26: Évaluation sensorielle après 15 jours de maturation des deux j'bens.

Propriétés	Scores	
	j'ben I	**j'ben II**
Visuel		
Aspect de la surface	8.87	8.50
Aspect de la Pâte	8.75	8.25
Olfactif		
Arômes	9.25	8.75
Intensité	4.50	2.0
Gustatif		
Saveurs	8.87	6.15
Description finale	6.80	6.35
Moyenne	7.85	6.66

J'ben I : Expérimental ; **j'ben II** : Témoin.

- **J'ben I (expérimental)** est jugé de qualité "appréciable" et caractérisé par une texture molle et homogène avec une surface lisse de couleur crème. De bonne capacité d'étalement (souple), riche en goût typique qui persiste avec une légère note fermentée. Cette sensation est due à la moisissure apportée par l'alfa. Le goût amer ne fut soulevé par aucun des membres du panel. Aucune différence significative n'est détectée. Ceci indique une bonne dynamique du levain ensemencé. Aussi, la soumission physique du fromage à un écrasement entre deux doigts (une contrainte de pression) ou à un cisaillement par la fourchette, effectuée par certains jurys, montre que le degré de dureté du j'ben I est acceptable.
- **J'ben II (témoin)** avait une couleur crème et un goût légèrement doux. Il dégageait un arôme naturel mais se révélait plutôt acide et salé en bouche. La performance finale attribuée par les membres du jury est acceptable. La diminution des notes de saveur est due à un goût légèrement vif et granuleux **(figure 44**).

Au vu de ces résultats, les dégustateurs ont attribué la meilleure appréciation au j'ben I avec une note globale de 7.85 contre 6.66 pour le j'ben II.

Cette étude montre qu'il y a un engouement et une évolution vers des produits laitiers à base de pâturage " les laits à l'herbe" par rapport à une supplémentation en concentré et en ensilage. Evidemment, le pâturage permet aux animaux d'exprimer un comportement naturel. Une conclusion similaire est rapportée et confirmée par **Getter et al.** (**2015**).

Dans une autre étude proposée par **Bekhouche-Guendouz** (**2011**) sur les composantes du bien-être animal " la promiscuité" montrent des scores faibles pour la pratique de la stabulation en l'absence de pâturage, qui sont principalement dus à des conditions d'hygiène et d'entretien insuffisantes dans les étables et qui, à priori, sont défavorables à la vocation laitière.

Les fromages artisanaux sont également appréciés pour leurs arômes et saveurs typiques, qui sont attribués à l'activité métabolique de la microflore inhérente présente dans le lait cru.

En effet, la documentation indique que l'ajout de ferments lactiques indigènes au lait pasteurisé donne lieu à des fromages typiques qui sont similaires aux produits fabriqués avec du lait cru.

Les résultats de l'évaluation sensorielle et technologique des isolats testés et l'analyse de la littérature suggèrent que ce microbiote mérite d'être exploité pour la préparation de levains locaux destinés à des essais, tout en préservant certaines des typicités des fromages traditionnels, soit le revêtement avec la plante "l'alfa" pour notre type de fromage.

La sélection de souches autochtones de bactéries lactiques et leur utilisation en fromagerie industrielle et semi industrielle permet de personnaliser les fromages et les produits ayant des propriétés organoleptiques similaires.

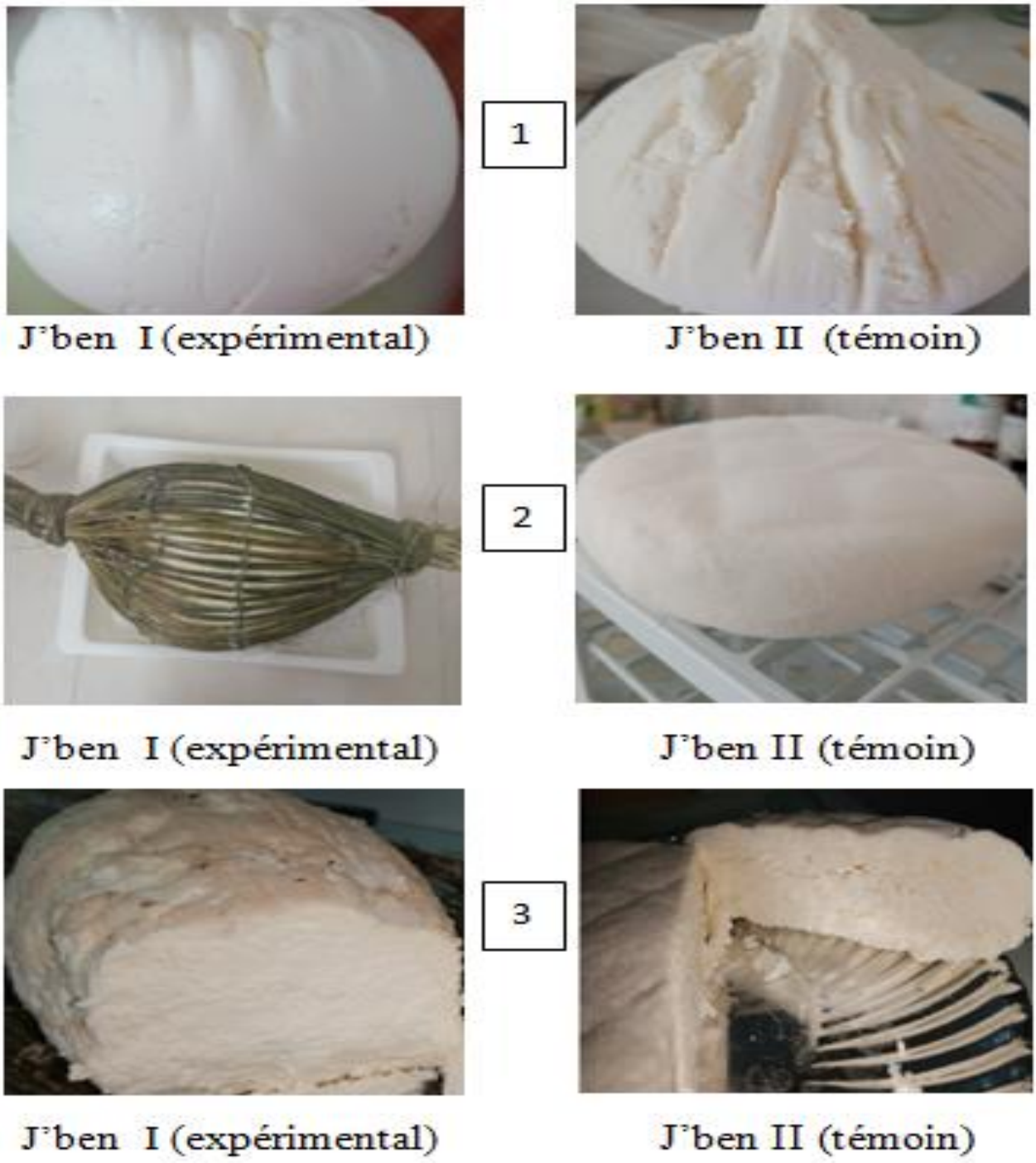


Figure 44 : Aspect visuel des deux j'bens après le démoulage (1), pendant l'affinage (2) et avant la dégustation (3).

Conclusion générale et perspectives

Conclusion générale et Perspectives

La fermentation est utilisée depuis des temps immémoriaux pour la sauvegarde des aliments. Les récents progrès technologiques dans la transformation du lait ont abouti à une modification de sa flore native. Quand le fromage est produit de lait cru selon un savoir-faire traditionnel, la microflore environnementale intervient de manière complexe dans le mécanisme de fermentation et donc dans la définition de la valeur du fromage. La race du troupeau, la zone géographique et la saison de lactation caractérisent également la flore lactique indigène du lait et du fromage.

Ce projet vise à définir et à valoriser la composition microbiologique de j'ben *Elgafs*, un nouveau produit du terroir algérien préparé à partir du lait cru de vaches locales de la zone jusqu'ici inexplorée d'El Ouldja (W. de Relizane) dans le Nord-Ouest de l'Algérie.

L'appréciation physico-chimique et microbiologique du lait cru et du j'ben *Elgafs* mesurée dans cette étude a permis de mieux comprendre les caractéristiques des lots produits en fonction de la saison laitière "moyenne, basse et haute" et du stade de production de lait, de caillé de lait au démoulage et de j'ben de 5, 10 et 15 jours de maturation.

Le lait est moins concentré en matières grasses 28.50±1.75 et en protéines 26.80. Dès lors, la teneur en matières grasses dans la matière sèche conditionne explicitement les propriétés organoleptiques de notre j'ben, qui est en moyenne de 24.03%. Conformément au Codex Alimentarius, 1978 révisé en 1999 et amendé en 2021, j'ben *Elgafs* préparé au laboratoire est classé parmi les fromages affinés à pâtes molles, mi-grasses. Néanmoins, en raison de la valeur élevée en lactose de 47 g/l de ce lait, on peut considérer que le lait des vaches locales de la région El Ouldja est susceptible d'être employé et valorisé dans l'industrie de transformation des laits fermentés.

L'évaluation bactériologique du lait cru fait état d'une flore mésophile aérobie totale assez faible pour les trois saisons, allant de 3.94 à 3.97 log ufc/ml. Ces concentrations sont intimement liées à la fois aux bonnes conditions d'hygiène de la traite malgré le délabrement des locaux et à l'isolement du site d'étude, qui a pour conséquence une limitation des vecteurs de contamination. Compte tenu des résultats obtenus, nous soulignons l'absence totale de *Staphylococcus aureus*, de salmonelles et de clostridies sulfito-réductrices dans tous les échantillons de lait testés. La qualité microbiologique du lait est non seulement importante pour la sécurité alimentaire, mais elle influence également la qualité nutritionnelle des

fromages produits. Cependant, le niveau de FAMT sur le caillé après le démoulage et les lots en fin de maturation révèle une charge moyenne de 5.14 log ufc/g. Cette faible charge est liée à la charge initiale de la matière première d'une part et aux conditions d'affinage et climatiques exceptionnelles de 2019/2020 d'autre part.

Par ailleurs, l'évaluation quantitative de la microflore lactique des échantillons de lait provenant des trois fermes de la zone d'étude "El Ouldja", et des j'bens expérimentaux, pour chaque saison laitière et chaque stade de maturation, montre un profil microbien inhérent, tant par ses espèces dominantes que par sa quantité. Ainsi, les lactocoques ne sont présents qu'en début dans le caillé à 15% puis régressent avec la maturation des j'bens à 3% car ils sont moins bien adaptés aux conditions de transformation, tandis que d'autres espèces se retrouvent de manière ponctuelle, notamment les entérocoques qui sont à 43% dans le caillé, et demeurent majoritaires à 38% après 15 jours de maturation. J'ben *Elgafs* contractent la microflore environnementale de surface à Gram positif pendant la maturation. Celle-ci part du caillé à 2%, pour atteindre 9% à la fin de la maturation. Dans de nombreux cas, les caractéristiques du fromage sont influencées par l'activité métabolique de ces microorganismes d'affinage en utilisant des sources d'énergie autres que les hydrates de carbone du lait pendant la période de maturation, et ça, malgré la diminution de l'humidité du fromage.

La caractérisation physiologique et biochimique des 194 isolats répertoriés a permis une meilleure perception de la diversité des espèces composant la microbiologie du lait des vaches locales de la zone d'étude. La prévalence des entérocoques 44% atteste une fois de plus de leur hôte de choix dans le lait cru et ses dérivés dans le bassin méditerranéen ; le genre lactobacilles est de 24%, suivi par les leuconostocs avec 17% ; les lactocoques sont autour de 11% ; et de loin, la flore halotolérante représentée par 4%. L'identification moléculaire des treize pour cent de souches sélectionnées par l'analyse REP-PCR reflète une dynamique et une complexité taxonomique : *Lactococus Lactis* (6) ; *Enterococcus faecalis* (9), *Leuconostoc mesenteroides* (5), *Lactobacillus casei* (1) ; *Lactobacillus fermentum* (2) et *Lactobacillus acidophilus* (2).

Les capacités technologiques mesurées pour l'ensemble des isolats criblés ont permis de détecter des isolats au potentiel technologique divergent. Leur distance génétique révélée par l'étude moléculaire illustre pleinement ce réflexe. En effet, après 24 heures d'incubation, les isolats TR4, MR1 et 2A présentent la plus grande capacité d'acidification avec un pH proche de 4.72, 4.93 et 5.13 respectivement, soit l'équivalent de 9.1, 7.2 et 7.7 g/l d'acide lactique. L'activité protéolytique et acidifiante des souches pourrait être affectée par le type de lait. Sur

la base de nos résultats, certaines souches telles que TR7, A2, A3 et HW6 manifestent une activité protéolytique considérable, suggérant leur utilisation comme cultures de démarrage. Globalement, toutes les souches testées présentent des activités antagonistes variables contre *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *E.coli* et *Salmonella.*

Les résultats de l'analyse sensorielle ne mettent pas en évidence de défauts dans le j'ben expérimenté, et celui-ci est jugé de bonne qualité de par sa texture douce et homogène, sa surface lisse et son goût typique qui persiste en bouche. Ceci indique une bonne dynamique du levain ensemencé issu de la zone d'étude El Ouldja (W. de Relizane) et de la race bovine autochtone. Sur la base des résultats des tests d'évaluation, les panélistes accordent au j'ben expérimental le meilleur score de 7.85 contre 6.66 pour le j'ben témoin. Les variations de la qualité sensorielle des deux j'bens, testés et comparés, sont principalement liées à la maîtrise de la cinétique d'acidification en cours de production d'une part, et d'autre part à la saison, à la nature de l'alimentation du troupeau et à son bien-être.

La recherche et la sensibilisation des consommateurs en vers les produits artisanaux ont amélioré le scénario de la technologie laitière. En effet, la production de j'ben *Elgafs* dans son lieu d'origine se fait à petite échelle avec des ferments non définies, ce qui entraîne souvent des différences de texture et de goût. La standardisation de la composition, de la qualité des matières premières et des conditions de production permet d'obtenir un produit défini de qualité constante (propriétés organoleptiques) à l'échelle industrielle. L'introduction d'un levain local contrôlé dans le lait pasteurisé permet d'obtenir et de garantir une richesse sensorielle et une diversité de fromages typiques similaires aux produits fabriqués à partir de lait cru. Effectivement, la qualité du j'ben *Elgafs* découle en majeure partie de la composition de cette microflore, la température, la durée et les conditions d'affinage.

En guise de conclusion, le maintenir in situ et la gestion de l'écosystème microbien du lait de vaches locales en Algérie permettront de consolider le lien avec le terroir en sauvegardant les caractéristiques organoleptiques des fromages au lait cru et en assurant la sécurité alimentaire et sanitaire des consommateurs.

Une nouvelle carte d'identité préliminaire pour "j'ben *Elgafs*" est élucidée et est prête à figurer dans le répertoire des fromages locaux algériens.

En termes de perspectives, le travail que nous avons mené doit être complété par :

- ✓ L'identification moléculaire des isolats restants

- ✓ L'analyse du profil des acides gras et des acides aminés libres dans le j'ben *Elgafs* serait utile pour mieux caractériser la qualité nutritionnelle de ce produit et envisager la production de produits AOP à l'avenir.
- ✓ Une étude des paramètres de production et de reproduction des races bovines locales sur lesquelles on pourrait ensuite fonder valablement une amélioration génétique pour une amélioration de leurs performances.
- ✓ La perspective de répondre à la demande de l'industrie laitière pour préparer un levain lactique local et la production des bactériocines potentiellement intéressantes.
- ✓ Le concept de terroir pourrait se fonder, du moins en partie, sur la spécificité et le rôle positif (production de composés aromatiques importants) que les levures et les moisissures de la microflore secondaire du fromage sauraient apporter, ce qui est important à étudier en profondeur.
- ✓ Une étude in vivo des propriétés probiotiques des souches lactiques isolées pour rechercher leur capacité à adhérer aux cellules épithéliales humaines.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

A

ABD EL-SALAM. M. H. (1987). DOMIATI AND FETA TYPE CHEESES. IN P. F.FOX (ED). CHEESE: CHEMISTRY, PHYSICS AND MICROBIOLOGY. VOL 2. P 277-309. LONDON: CHAPMAN AND HALL.

ABEE. T, KROCKEL.L, ET HILL.C. (1995). BACTERIOCINS: MODES OF ACTION AND POTENTIALS IN FOOD.» INT J FOOD MICROBIOL. P 28, 169-185.

ADAMOU. S, BOURENNAN. N, HADDABI. F, ET HAMIDOUCH. S. (2005). QUEL ROLE POUR LES FERMES PILOTES DANS LA PRESERVATION DES RESSOURCES GENETIQUES EN ALGERIE ? SERIE DE DOCUMENT TRAVAIL N°126, ALGERIE. P79.

ADAMS. M.R, AND MOSS. M.O. (2008). CHAPTER 7 - BACTERIAL AGENTS OF FOODBORNE ILLNESS. DANS: ADAMS. M.R, O. MOSS, M. (EDS), FOOD MICROBIOLOGY. RSC PUBLISHING, CAMBRIDGE, UK, 182-269.

ADDIS. E, FLEET. G. H, COX. J. M, KOLAK. D, LEUNG. T. (2001). THE GROWTH, PROPERTIES AND INTERACTIONS OF YEASTS AND BACTERIA ASSOCIATED WITH THE MATURATION OF CAMEMBERT AND BLUEVEINED CHEESES. INTERNATIONAL JOURNAL OF FOOD MICROBIOLOGY. P 69, 25–36

AFNOR. (1980). MILK AND MILK PRODUCTS, ANALYSIS METHODS. FRENCH STANDARDS ASSOCIATION.

AFNOR. (1980). LAIT - DETERMINATION DE LA MATIERE SECHE. NF VO4 207, IN AFNOR (ED.), RECUEIL DE NORMES FRANÇAISES. LAITS ET PRODUITS LAITIERS. METHODES D'ANALYSE. PARIS : NORMALISATION FRANÇAISE. P 33, 34

AFNOR. (1993). CONTROLE DE LA QUALITE DES PRODUITS ALIMENTAIRES : LAIT ET PRODUITS LAITIERS : ANALYSES PHYSICOCHIMIQUES. PARIS LA DEFENSE : AFNOR, 4E ED. P 581.

AFNOR. (2001). LAIT - DETERMINATION DE LA TENEUR EN MATIERE GRASSE - METHODE GRAVIMETRIQUE (METHODE DE REFERENCE). NF EN ISO 1211, DECEMBRE 2001. P 21.

AGGAD. H. F, MAHOUZ. Y, A. AMMAR, ET M. KIHAL. (2009). EVALUATION DE LA QUALITE HYGIENIQUE DU LAIT DANS L'OUEST ALGERIEN REVUE MED. VET. P 160, 12, 590-595.

AGROLIGNE N° 90 - MAI - JUIN 2014.

AGROLIGNE N°115 - JANVIER - MARS 2022.

AGUILAR-GALVEZ. A, DUBOIS-DAUPHIN. R, DESTAIN. J, CAMPOS. D, THONART. P. (2012). ENTEROCOCCUS: BIOTECHNICAL ADVANTAGES AND INCONVENIENTS. E. BIOTECHNOL. AGRON. SOC. ENVIRON. 16(1), 67-76.

AISSAOUI. C, BENAKHLA. A, BENAKHLA. S, BENOUARETH. J.E. (2002). CARACTERISATION DU BOVIN RACE LOCALE DANS L'EST ALGERIEN : ETUDE BIOMETRIQUE ET STRUCTURALE DU TROUPEAU. RENC. RECH. RUMINANTS. 9, 45.

AISSAOUI. C, BENAKHLA. A, AOUADI. H. (2003). CARACTERISATION DE LA RACE BOVINE LOCALE DANS L'EST DE L'ALGERIE : ETUDE BIOMETRIQUE ET STRUCTURELLE DU TROUPEAU. RENC. RECH. RUMINANTS. 10,111.

AISSAOUI ZITOUN. O. (2004). FABRICATION ET CARACTERISATION D'UN FROMAGE TRADITIONNEL ALGERIEN " BOUHEZZA". MEMOIRE DE MAGISTER. UNIVERSITE MENTOURI. CONSTANTINE. P 134.

AISSAOUI ZITOUN. O, BENATALLAH. L, EL HANNACHI. G ET ZIDOUNE. M. N. (2011). MANUFACTURE AND CHARACTERISTICS OF THE TRADITIONAL ALGERIAN RIPENED BOUHEZZA CHEESE. JOURNAL OF FOOD AGRICULTURE AND ENVIRONMENT. 2, 96-100.

AISSAOUI ZITOUN. O. (2014). FABRICATION ET CARACTERISATION D'UN FROMAGE TRADITIONNEL ALGERIEN BOUHEZZA. THESE DE DOCTORAT. ZIDOUN M.N. UNIVERSITE MENTOURI-CONSTANTINE. ALGERIE. P 173

ALAIS. C, LINDEN. G. ET MICLI. L. (2004). BIOCHIMIE ALIMENTAIRE. 5EME EDITION, SCIENCES SUP. P 162, 164.

ALAIS. C. (1984). SCIENCE DU LAIT, PRINCIPE DES TECHNIQUES LAITIERE, 4 EME EDITION, SEPAIC. P 818.

ALAOUI. ISMAILI. MAHA, GUILAL. JAMILA, HAMAMA. ABED, SAIDI. BOUCHTA, ZAHAR. MOHAMED. (2016). IDENTIFICATION DE BACTERIES LACTIQUES DU LAIT CRU DE CHAMELLE DU SUD DU MAROC. THE INTERNATIONAL JOURNAL OF MULTI-DISCIPLINARY SCIENCES. ISSN: 2421- 9606. ISSUE1- VOLUME 1. P 81, 94.

ALBANO. H, PINHO. C, LEITE. D, BARBOSA. J, SILVER. J, CARNEIRO. L, MAGALHÃES. R. (2009). EVALUATION OF BACTERIOCIN-PRODUCING STRAIN OF PEDIOCOCCUS ACIDILACTICI AS A BIOPRESRVATIVE FOR « ALHEIRA », A FERMENTED MEAT SAUSAGE. FOOD CONTROL. 20, 764-770.

ALEGRIA. A, SZCZESNY. P, MAYO. B, BARDOWSKI. J, KOWALCZYKA. M. (2012). BIODIVERSITY IN OSCYPEK, A TRADITIONAL POLISH CHEESE, DETERMINED BY CULTURE-DEPENDENT AND INDEPENDENT APPROACHES. APPL. ENVIRON. MICROBIOL. 78, 1890–1898.

ALEGRÍA. Á, DELGADO. S, FLÓREZ. A. B, AND MAYO. B. (2013). IDENTIFICATION, TYPING, AND FUNCTIONAL CHARACTERIZATION OF LEUCONOSTOC SPP. STRAINS FROM TRADITIONAL, STARTER-FREE CHEESES. DAIRY SCIENCE & TECHNOLOGY. 93, 657-673.

ALEWIJN. M. (2006). THE FORMATION OF FAT-DERIVED FLAVOUR COMPOUNDS DURING RIPENING OF GOUDA-TYPE CHEESE. PHD THESIS, WAGENINGEN UNIVERSITY, THE NETHERLANDS. P 59.

ALEXANDRE. H, GRANDVALET. C, GUILLOUXS-BENATIER. M, REMIZE-BARNAVON. F. ET TOURDOT-MARECHAL. R. (2008). LES BACTERIES LACTIQUES EN OENOLOGIE. LAVOISIER. P 9.

ALOMAR. JOMAA. (2007). ÉTUDE DE PROPRIETES PHYSIOLOGIQUES DE LACTOCOCCUS LACTIS ET DE LACTOCOCCUS GARVIEAE POUR LA MAITRISE DE STAPHYLOCOCCUS AUREUS EN TECHNOLOGIE FROMAGERE. THESE DE DOCTORAT. INSTITUT NATIONAL POLYTECHNIQUE DE LORRAINE, FRANÇAIS. NNT : INPL051N. P 3, 5.

ALTALHI, A. HASSAN, S. A. (2009). BACTERIAL QUALITY OF RAW MILK INVESTIGATED BY ESCHERICHIA COLI AND ISOLATES ANALYSIS FOR SPECIFIC VIRULENCE-GENE MARKERS. FOOD CONTROL. 20, 913–917.

AMELLAL. R. (1995). LA FILIERE LAIT EN ALGERIE: ENTRE L'OBJECTIF DE LA SECURITE ALIMENTAIRE ET LA REALITE DE LA DEPENDANCE. IN : LES AGRICULTURES MAGHREBINES A L'AUBE DE L'AN 2000. EDITION : LAVOISIER, MONTPELLIER, FRANCE. P 229, 238.

AMIGO. L, FONTECHA. J. (2011). GOAT MILK. IN FUQUAY, J. W., FOX, P. F., & MCSWEENEY, P. L. H. (EDS.), ENCYCLOPEDIA OF DAIRY SCIENCES, 2ND EDITION. ACADEMIC PRESS, WALTHAM, MA. 484- 493.

AMIOT. J, FOURNIER. S, LEBOUF. Y, ET AL. (2002). COMPOSITION, PROPRIETES PHYSICOCHIMIQUES, VALEUR NUTRITIVE, QUALITE TECHNOLOGIQUE ET TECHNIQUES D'ANALYSE DU LAIT. IN : SCIENCES ET TECHNOLOGIE DU LAIT, TRANSFORMATION DU LAIT. ED. PRESSES INTERNATIONALES POLYTECHNIQUE. CANADA. P 600.

ANDRIGHETTO. C, KNIJFF. E, LOMBARDI. A, TORRIANI. S, VANCANNEYT.M, KERSTERS.K, SWINGS. J,

DELLAGLIO. F. (2001).DIVERSITE PHENOTYPIQUE ET GENETIQUE DES ENTEROCOQUES ISOLES DE FROMAGES ITALIENS.J. DAIRY RES. 68, 303- 316.

ANGELIDES. A. S. (2014). THE MICROBIOLOGY OF RAW MILK. IN PAPADEMAS, P. (ED.), DAIRY MICROBIOLOGY: A PRACTICAL APPROACH. P 22, 68.

ANGR. (2003). RAPPORT NATIONAL SUR LES RESOURCES GENETIQUES ANIMALES EN ALGERIE. OCTOBRE, 2003

ANTONIO. M. A. D, HAWES. S. E, AND HILLIER. S. L. (1999). THE IDENTIFICATION OF VAGINAL LACTOBACILLUS SPECIES AND THE DEMOGRAPHIC AND MICROBIOLOGIC CHARACTERISTICS OF WOMEN COLONIZED BY THESE SPECIES. J INFECT DIS.180, 1950-6.

ARABA. A. (2006). CONDUITE ALIMENTAIRE DE LA VACHE LAITIERE. TRANSFERT DE TECHNOLOGIE EN AGRICULTURE. BULLETIN REALISE A L'INSTITUT AGRONOMIQUE ET VETERINAIRE HASSAN II, RABAT. N°136.

ARFI. K, LECLERCQ-PERLAT. M. N, SPINNLER. H. E, ET BONNARME. P. (2005). IMPORTANCE OF CURDNEUTRALISING YEASTS ON THE AROMATIC POTENTIAL OF BREVIBACTERIUM LINENS DURING CHEESE RIPENING. INTERNATIONAL DAIRY JOURNAL. 15, 883–891.

ATLAN. D, BEAL. C, CHAMPONIER-VERGES. M. C, CHAPOT-CHARTIER. M. P ET AL. (2008). METABOLISME ET INGENIERIE METABOLIQUE. IN : BACTERIES LACTIQUES DE LA GENETIQUE AUX FERMENTS (CORRIEU.G, LUQUET.F.M.). TEC & DOC, LAVOISIER. PARIS. 271- 447.

AURELI. P, FRANCIOSA. G, SCALFARO. C. (2011). AGENTS PATHOGENES DANS LE LAIT- CLOSTRIDIUM SPP. ACADEMIC PRESS.

B

BADIS. A, GUETARNI. D, BOUDJEMA. B. M, HENNI. D, ET KIHAL. M. (2004). IDENTIFICATION ET PROPRIETES TECHNOLOGIQUES DES BACTERIES LACTIQUES ISOLEES DU LAIT CRU DE CHEVRE DE QUATRE RACES ALGERIENNES. FOOD MICROBIOLOGY. 21, 579-588.

BADIS. A, LAOUABDIA-SELLAMI. N, GUETARNI. D, KIHAL, M, ET OUZROUT. R. (2005). CARACTERISATION PHENOTYPIQUE DES BACTERIES LACTIQUES ISOLEES DU LAIT CRU DE CHEVRE DE DEUX POPULATIONS LOCALES DE CHEVRES " ARABIE ET KABYLE ". SCIENCES & TECHNOLOGIE. 30-37.

BAKHEIT. S. A. (1999). STUDIES ON MILK PRODUCTION AND COMPOSITION OF CAMELS (CAMELUS DROMEDARIES) UNDER NOMADIC SYSTEM. M.SC. THESIS, FACULTY OF ANIMAL PRODUCTION, UNIVERSITY OF KHARTOUM, SUDAN. P 85.

BARRON. L. J. R, REDONDO. R, FLANAGAN. C, PÉREZ-ELORTONDO. F. J, ALBISU. M, NAJERA. A. I, DE RENOBALES. M, AND FERNÁNDEZ-GARCÍA. E. (2005). COMPARISON OF THE VOLATILE COMPOSITION AND SENSORY CHARACTERISTICS OF SPANISH PDO CHEESES MANUFACTURED FROM EWES' RAW MILK AND ANIMAL RENNET. INTERNATIONAL DAIRY JOURNAL. 15, 371- 382.

BASSBASI. M, HIRRI. A, AND OUSSAMA. A. (2013). PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERIZATION OF RAW MILK IN THE REGION OF TADLA-KELAA IN MOROCCO BY APPLICATION OF EXPLORATORY ANALYSIS. INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATION AND APPLIED STUDIES.2, 512- 517.

BEEV. GEORGI, KOLEV. TOTYO, NAYDENOVA. NIKOLINA, DINEV. TONCHO, TZANOVA. MILENA. MIHAYLOVA. UYRGA. (2019). PHYSICOCHEMICAL, SANITARY AND SAFETY INDICATORS CHANGES DURING THE RIPENING OF BULGARIAN WHITE BRINED CHEESE FROM LOCAL FARMS. BULGARIAN JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCE, 25 (SUPPL. 3).AGRICULTURAL ACADEMY.

BEKADA. AHMED. MOHAMMED. ALI. (2007). MODELISATION ET MISE EN PLACE D'UN PLAN HACCP POUR LA LUTE CONTRE LE MUCOR DANS UN FROMAGE A PATE MOLLE TYPE CAMEMBERT. THESE DE DOCTORAT EN SCIENCES BIOLOGIQUES. UNIVERSITE D'ORAN ES SENIA. P 41.

BEKHOUCHE. F, BOULAHROUF. A. (2005). ETUDES QUANTITATIVE ET QUALITATIVE DES BACTERIES LACTIQUES DE LAIT CRU PRODUITS PAR DES VACHES LOCALES APPARTENANT A SIX STATIONS D'ELEVAGE DE CONSTANTINE. SCIENCES & TECHNOLOGIE C. 23. 38-45.

BEKHOUCHE-GUENDOUZ. N. (2011). EVALUATION DE LA DURABILITE DES EXPLOITATIONS BOVINES LAITIERES DES BASSINS DE LA MITIDJA ET D'ANNABA. SCIENCES AGRICOLES. INSTITUT NATIONAL POLYTECHNIQUE DE LORRAINE. FRANÇAIS. P 129,130.

BELARBI. FATIMA. (2011).ISOLEMENT ET SELECTION DES SOUCHES DE BACTERIES LACTIQUES PRODUCTRICES DES METABOLITES ANTIBACTERIENNES. MEMOIRE DE MAGISTERE. OPTION : MICROBIOLOGIE ALIMENTAIRE ET INDUSTRIELLE. UNIVERSITE D'ORAN. P40.

BELARBI. AICHA. YASMINE, OTÁVIO. G. G. DE ALMEIDA, VERONICA. GATTO, SANDRA. TORRIANI, BEATRIZ. DEL RIO, VICTOR. LADERO, BEGOÑA. REDRUELLO, FARID BENSALAH, AND MIGUEL. A. ALVAREZ. (2022). INVESTIGATING THE BIOTECHNOLOGICAL POTENTIAL OF LACTIC ACID BACTERIA STRAINS ISOLATED FROM DIFFERENT ALGERIAN DAIRY AND FARM SOURCES. ARCH MICROBIOL 204, 220 (2022). HTTPS://DOI.ORG/10.1007/S00203-022-02828-7.

BELBELDI. ABDESSALEM. (2013). CONTRIBUTION A LA CARACTERISATION DU FROMAGE BOUHEZZA: CONTENU LIPIDIQUE ET VITAMINES. MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE MAGISTER EN SCIENCES ALIMENTAIRES .OPTION : BIOCHIMIE ET TECHNOLOGIE ALIMENTAIRE. UNIVERSITÉ CONSTANTINE 1. P 11,12.

BENAMARA. R. N, GEMELAS. L, IBRI. K, MOUSSA-BOUDJEMAA. B AND DEMARIGNY. Y. (2016). SENSORY, MICROBIOLOGICAL AND PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISATION OF KLILA, A TRADITIONAL CHEESE MADE IN THE SOUTH-WEST OF ALGERIA. AFRICAN JOURNAL OF MICROBIOLOGY. RESEARCH VOL. 10(41), 1728-1738.

BENCHARIF. A. (2001). STRATEGIES DES ACTEURS DE LA FILIERE LAIT EN ALGERIE: ETATS DES LIEUX ET PROBLEMATIQUES. OPTIONS MEDITERRANEENNES SERIE B. ETUDES ET RECHERCHES. 32, 25-45.

BENCHERIF. SLIMANE. (2011). L'ELEVAGE PASTORAL ET LA CEREALICULTURE DANS LA STEPPE ALGERIENNE EVOLUTION ET POSSIBILITES DE DEVELOPPEMENT. THESE DE DOCTORAT. L'INSTITUT DES SCIENCES ET INDUSTRIES DU VIVANT ET DE L'ENVIRONNEMENT (AGROPARISTECH).SPECIALITE : DEVELOPPEMENT AGRICOLE. P 84-55.

BENHOUNA. I. S, HEUMANN. A, RIEU. A, GUZZO. J, KIHAL. M, BETTACHE. G, CHAMPION. D, COELHO. C, AND WEIDMANN. S. (2019). EXOPOLYSACCHARIDE PRODUCED BY WEISSELLA CONFUSA: CHEMICAL CHARACTERISATION, RHEOLOGY AND BIOACTIVITY. INTERNATIONAL DAIRY JOURNAL. 90, 88-94.

BENKERROUM. N, TAMIME. A. Y. (2004). REVIEW .TECHNOLOGY TRANSFER OF SOME MOROCCAN TRADITIONAL DAIRY PRODUCTS (LBEN, JBEN AND SMEN) TO SMALL INDUSTRIAL SCALE.FOOD MICROBIOL. 21, 399- 413.

BENKERROUM. NOREDDINE. (2013). TRADITIONAL FERMENTED FOODS OF NORTH AFRICAN COUNTRIES: TECHNOLOGY AND FOOD SAFETY CHALLENGES WITH REGARD TO MICROBIOLOGICAL RISKS. COMPREHENSIVE REVIEWS IN FOOD SCIENCE AND FOOD SAFETY. HTTPS://DOI.ORG/10.1111/J.1541-4337.

BENLAHCEN. KHEIRA, MAHAMEDI. ALLA EDDINE, DJELL SADEKI. INES FERIEL. (2017). MICROBIOLOGICAL CHARACTERIZATION OF ALGERIAN TRADITIONAL CHEESE "KLILA" .JOURNAL OF PURITY, UTILITY REACTION AND ENVIRONMENT.

BENNANI. S, MCHIOUER. K, ROKNI.Y, MEZIANE. M. (2017). CHARACTERISATION AND IDENTIFICATION OF LACTIC ACID BACTERIA ISOLATED FROM MOROCCAN RAW COW'S MILK. JOURNAL OF MATERIALS AND ENVIRONMENTAL SCIENCESISSN: 2028;2508 CODEN:JMESCN. J. MATER. ENVIRON. SCI.VOL 8, 4934- 4944.

BENSALAH. M, PRENSIER. G, SENAUD. J, JOUANY. J-P, ET BOHATIER. J. (2004). MISE AU POINT DE DEUX TECHNIQUES DE DENOMBREMENTS DES BACTERIES DU RUMEN : COLORATION A L'ACRIDINE ORANGE ET IMMUNOFLUORESCENCE INDIRECTE. REVUE MED. VET. 155, 4, 205-211.

BENYAGOUB. E. H, GUESSAS. B, AYAT. M, ET SANEBAOUI. B. (2016). PROPRIETES PHYSICOCHIMIQUES ET BACTERIOLOGIQUES DE CERTAINS PRODUITS LAITIERS TRADITIONNELS ALGERIENS 'KLILA ET JBEN' COMMERCIALISES DANS LE SUD-OUEST DE L'ALGERIE ET LEUR IMPACT SUR LA SANTE DES CONSOMMATEURS. SANTE. JOURNAL INTERNATIONAL DE LA RECHERCHE AVANCEE. 4(12) : 760-768. WWW.JOURNALIJAR.COM. DOI: 10.21474/IJAR01/2457.

BERESFORD. T. P, FITZSIMONS .N. A, BRENNAN. N. L, AND COGAN. T. M. (2001). RECENT ADVANCES IN CHEESE MICROBIOLOGY. INTERNATIONAL DAIRY JOURNAL. 11, 259-274.

BERESFORD. T, ET WILLIAMS. A. (2004). THE MICROBIOLOGY OF CHEESE RIPENING. IN: CHEESE: CHEMISTRY, PHYSICS AND MICROBIOLOGY. VOLUME 1: GENERA ASPECTS. 3 E ÉDITION. FOX, P.F., MCSWEENEY, P.L.H., COGAN, T.M. ET GUINÉE, T.P. ÉDITIONS ELSEVIER APPLIED SCIENCE, NEW YORK. P 287, 319.

BEUVIER. E ET BUCHIN. S. (2004).RAW MILK CHEESES.CHEESE : CHEMESTRY, PHYSICS AND MICROBIOLOGY. THIRD EDITION –VOLUME1 : GENERAL ASPECTS.ISBN :0-1226-3652-X. SET ISBN : 0-1226-3651-1.

BIATCHO. DORIS NKO SADI. (2006). APPRECIATION DE LA MISE EN OEUVRE DE L'HYGIENE DANS UNE LAITERIE ARTISANALE DE DAKAR « LE DIRFEL » : DE LA RECOLTE DU LAIT A SA TRANSFORMATION EN LAIT CAILLE DIT « SOW PUR ». THESE DE DOCTORAT. UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR.ECOLE INTER-ETATS DES SCIENCES ET MEDECINE VETERINAIRES. P 12.

BINTSIS. T, ET PAPADEMAS. P. (2002). MICROBIOLOGICAL QUALITY OF WHITE-BRINED CHEESE : A REVIEW. INTERNATIONAL JOURNAL OF DAIRY TECHNOLOGY. HTTPS:// DOI.ORG/10.1046/J.1471-0307.2002.00054.X

BINTSIS. T, AND ATHANASOULAS. A. (2015). DAIRY STARTER CULTURES. IN PAPADEMAS P. (ED.), DAIRY MICROBIOLOGY, A PRACTICAL APPROACH. CRC PRESS, BOCA RATON, FL. 114–154.

BIR. A, YAKHLEF. H, MADANI. T. (2015). AUTONOMIE ALIMENTAIRE DES SYSTEMES D'ELEVAGE BOVINS LAITIERS DANS LA REGION SEMI-ARIDE DE SETIF (ALGERIE), FOURRAGES. 221, 85-91.

BISSONNETTE. F, LABRIE. S, DEVEAU. H, LAMOUREUX. M. ET MOINEAU. S. (2000). CHARACTERIZATION OF MESOPHILIC MIXED STARTER CULTURES USED FOR THE MANUFACTURE OF AGED CHEDDAR CHEESE. J. DAIRY SCI.83 (4) 620-627.

BJÖRKROTH. J, DICKS, M.T, ENDO. A, HOLZAPFEL.W.H. (2014). THE GENUS LEUCONOSTOC, LACTIC ACIDBACTERIA, BIODIVERSITY AND TAXONOMY. UK: JOHNWILEY ET SONS LTD. P 391- 404.

BOLOTIN. A, QUINQUIS. B, RENAULT. P, SOROKIN.A, EHRLICH. S. D, KULAKAUSKAS. S, LAPIDUS. A, GOLTSMAN. E, MAZUR. M, PUSCH. G. D, FONSTEIN. M, OVERBEEK. R, KYPRIDES. N, PURNELLE. B, PROZZI. D, NGUI. K, MASUY. D, HANCY. F, BURTEAU. S, BOUTRY. M, DELCOUR. J, GOFFEAU. A. HOLS. P. (2004). COMPLETE SEQUENCE AND COMPARATIVE GENOME ANALYSIS OF THE DAIRY BACTERIUM STREPTOCOCCUS THERMOPHILUS. NATURE BIOTECHNOLOGY. 22, 1554–1558.

BOUBEKRI. K, YOSHIYUKI. O. (1996). IDENTIFICATION OF LACTIC ACID BACTERIA FROM ALGERIAN TRADITIONAL CHEESE, EL-KLILA. J SCI FOOD AGR. 70(4), 501-505.

BOUBEZARI. M. T. (2010). CONTRIBUTION A L'ETUDE DES CARACTERISTIQUES PHYSICOCHIMIQUES ET MYCOLOGIQUES DU LAIT CHEZ QUELQUES RACES BOVINES, OVINES ET CAPRINES DANS QUELQUES ELEVAGES DE LA REGION DE JIJEL. MEMOIRE PRESENTE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE MAGISTER EN MEDECINE VETERINAIRE, UNIVERSITE MENTOURI, CONSTANTINE. P124.

BOUDALIA. SOFIANE, BOUDEBBOUZ. ALI, GUEROUI .YASSINE, BOUSBIA .AISSAM, BENADA. MHAMED, LEKSIR .CHOUBAILA, BOUKAABENE. ZEKI, SAIHI. AYA, TOUAIMIA. HADJER, AÏT-KADDOUR. ABDERRAHMANE, CHEMMAM. MABROUK. (2020). CHARACTERIZATION OF TRADITIONAL ALGERIAN CHEESE "BOUHEZZA" PREPARED WITH RAW COW, GOAT AND SHEEP MILKS. FOOD SCI. TECHNOL, CAMPINAS, AHEAD OF PRINT.

BOUJENANE. SMAIL. (2002). LES RACES BOVINES AU MAROC. ACTES EDITIONS RABAT. P 6,7.

BOUJENANE. I. (2003). PROGRAMME NATIONAL DE TRANSFERT DE TECHNOLOGIE EN AGRICULTURE (PNTTA). INSTITUT AGRONOMIQUE ET VETERINAIRE HASSAN II. B.P : 6446. INSTITUTS. RABAT. MAROC.

BOULLOUF. AMAL. (2017). ETUDE DU POUVOIR TECHNOLOGIQUE DE QUELQUES BACTERIES LACTIQUES DU FROMAGE TRADITIONNEL « BOUHEZZA ». MAGISTER EN SCIENCES ALIMENTAIRES. UNIVERSITE DES FRERES MENTOURI CONSTANTINE. P 87.

BOUSNANE. M ET DJADI. O. (2009). CARACTERISATION D'UN FROMAGE TRADITIONNEL ALGERIEN TAKAMMERITE" DE LA REGION DE GHARDAÏA. MEMOIRE ING. I.N.A.T.A.A. CONSTANTINE. P 108.

BOUTON. Y, GUYOT. P, VACHEYROU. M, NORMAND .A.C, PIARROUX. R, BEUVIER .E. (2007). ETUDE DES FLUX BACTERIENS DANS LES ETABLES DE PRODUCTION LAITIERE DE FRANCHE- COMTE. EXEMPLE DES LHF. 15EME COLLOQUE DU CLUB DES BACTERIES LACTIQUES. RENNES.

BOUZEBDA. AFRI. FARIDA. (2007). PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES ET STRUCTURE D'ELEVAGE DANS LA POPULATION BOVINE DE TYPE LOCAL (EST ALGERIEN). THESE DE DOCTORAT D'ETAT EN SCIENCES VETERINAIRES. UNIVERSITE BADJI MOKHTAR ANNABA. P 14.

BROADBENT. R. JEFFERY, STEELE L. JAMES (2005). CHEESE FLAVOR AND THE GENOMICS OF LACTIC ACID BACTERIA. AMERICAN SOCIETY FOR MICROBIOLOGY. INVITED FEATURE STORY FOR ASM NEWS. 71,121-128.

BULUT. ÇISEM. (2003). ISOLATION AND MOLECULAR CHARACTERIZATION OF LACTIC ACID BACTERIA FROM CHEESE. DEGREE OF MASTER OF SCIENCE. DEPERTMANT: BIOTECHNOLOGY AND BIOENGINEERING MAJOR: BIOTECHNOLOGY IZMIR INSTITUTE OF TECHNOLOGY IZMIR, TURKEY. P 20, 22.

C

CALLON. J, L. BERDAGUE, DUFOUR. E, AND MONTEL. M. C. (2005). THE EFFECT OF RAW MILK MICROBIAL FLORA ON THE SENSORY CHARACTERISTICS OF SALERS-TYPE CHEESES. JOURNAL OF DAIRY SCIENCE VOL. 88, NO. 11.

CALVO. M. V, CASTILLO. I, DIAZ- BARCOS. V, REQUEN. T, AND FONTECHA. J. (2007). EFFET OF A HYGIENIZED RENNET PASTE AND DEFINED STRAIN STARTER ON PROTEOLYSIS, TEXTURE AND SENSORY PROPERTIES OF SEMI- HARD GOAT CHEESE. FOOD CHEMISTRY. 102,917-924.

CANALBLOG. (2014). LES RACES BOVINES DU MONDE. HTTP://RACESBOVINES.CANALBLOG.COM.

CANTOR. M. D, VAN DEN TEMPEL. T, HANSEN. T. K, AND ARDÖ. Y. (2004). BLUE CHEESE. IN P. F. FOX, P. L. H. MCSWEENEY, T. M. COGAN & T. P. GUINEE (EDS.), CHEESE: CHEMISTRY, PHYSICS AND MICROBIOLOGY, VOL 2, 175-198. ACADEMIC PRESS.

CAPLICE. E, ET FITZGERALD. G. F. (1999). FOOD FERMENTATIONS: ROLE OF MICROORGANISMS IN FOOD PRODUCTION AND PRESERVATION. INTERNATIONAL JOURNAL OF FOOD MICROBIOLOGY. 50, 131-149.

CAPLICE. E, ET G. F .FITZGERALD. (1999). FOOD FERMENTATIONS: ROLE OF MICROORGANISMS IN FOOD PRODUCTION AND PRESERVATION. INT J FOOD MICROBIOL. 50, 131–149.

CAPODIFOGLIO. E, CENTOLA VIDAL. A. M, LIMA. J. A. S, BORTOLETTO. F, D'ABREU. L. F, SIQUEIRA GONCALVES. A. C, DE CARVALHO BALIEIRO. J. C, AND NETTO. A. S. (2016). LIPOLYTIC AND PROTEOLYTIC ACTIVITY OF PSEUDOMONAS SPP ISOLATED DURING MILKING AND STORAGE OF REFRIGERATED RAW MILK. JOURNAL OF DAIRY SCIENCE. 99, 5214–5223.

CARR. F. J, CHILL. D, ET MAIDA N. (2002). THE LACTIC ACID BACTERIA. A LITERATURE SURVEY. CRITICAL REV.MICROBIOL.28, 4, 281-370.

CARIDI. A, MICARI. P, FOTI. F, RAMONDINO.D, SARULLO. V. (2003). RIPENING AND SEASONAL CHANGES IN MICROBIOLOGICAL AND CHEMICAL PARAMETERS OF THE ARTISANAL CHEESE CAPRINO D'ASPROMONTE PRODUCED FROM RAW OR THERMISED GOAT'S MILK. FOOD MICROBIOL. 20, 201–209.

CASALTA. E, NOËL. Y, LEBARS. D, CARRÉ. C, ACHILLEOS. C, MAROSELLI. M.X. (2001). CARACTERISATION DU FROMAGE BASTELICACCIA. LE LAIT. 81, 529-546.

CASALTA. E. (2003). BASES SCIENTIFIQUES DE LA QUALITE DU VENACO, FROMAGE TRADITIONNEL AU LAIT CRU. MISE AU POINT DE FERMENTS SELECTIONNES SPECIFIQUES. THESE, UNIVERSITE DE BOURGOGNE, DIJON. P136.

CASALTA. ERICK, JEAN-MICHEL. SORBAA, MARINA. AIGLEB, JEAN-CLAUDE. OGIERB. (2009). DIVERSITY AND DYNAMICS OF THE MICROBIAL COMMUNITY DURING THE MANUFACTURE OF CALENZANA, AN ARTISANAL CORSICAN CHEESE. INTERNATIONAL JOURNAL OF FOOD MICROBIOLOGY. 133, 243- 251.

CASTBERG. H. B, AND MORRIS H. A. (1976). DEGRADATION OF MILK PROTEINS BY ENZYMES FROM LACTIC ACID BACTERIA USED IN CHEESE-MAKING. A REVIEW. MILCHWISSENSCHAFT. 31, 85-90.

CASTELLUCCI. FEDERICO. (2010). RESOLUTION OIV/OENO 206/2010. EXEMPLAIRE CERTIFIE CONFORME .TBILISSI.LE DIRECTEUR GENERAL DE L'OIV. SECRETAIRE DE L'ASSEMBLEE GENERALE.

CASTRO. R. D, OLIVEIRA. L. G, SANT'ANNA.F.M, LUIZ. L. M. P, SANDES. S. H. C, SILVA. C. I. F, SILVA .A. M, NUNES .A. C, PENNA. C. F. A. M, AND SOUZA .M. R. (2016). LACTIC ACID MICROBIOTA IDENTIFICATION IN WATER, RAW MILK, ENDOGENOUS STARTER CULTURE, AND FRESH MINAS ARTISANAL CHEESE FROM THE CAMPODAS VERTENTES REGION OF BRAZIL DURING THE DRY AND RAINY SEASONS. J. DAIRY SCI. 99, 6086- 6096.

CATALOGUE DES PRODUITS BIO-RAD : WWW.BIO-RAD.COM.

CEFAM-PERSEVERT. (2015). LA FILIERE FROMAGE EN ALGERIE EN 7 DIAPOS. DOCUMENT CREE EN COLLABORATION AVEC PERSEVERT ALGERIE.

CERNING. J, RENARD. C.M. G. C, THIBAULT. J. F, BOUILLANNE. C, LANDON. M, DESMAZEAUD. M, TOPISIROVIC. L. (1994). CARBON SOURCE REQUIREMENTS FOR EXOPOLYSACCHARIDE PRODUCTION BY LACTOBACILLUS CASEI CG 11 AND PARTIAL STRUCTURE ANALYSIS OF THE POLYMER. APP/ ENVIRON MICROBIO.60, 3914-3919.

CHAMPAGNE. C. P, AUDET. P, GELINAS. P, LANGE. M, AND MOINEAU. S. (1998). PRODUCTION DES FERMENTS LACTIQUES DANS L'INDUSTRIE LAITIERE. FONDATION DES GOUVERNEURS, SAINT-HYACINTHE, AGRICULTURE ET AGROALIMENTAIRE CANADA ED. EDISEM, CRDA.

CHAMPAGNE. C. P, GARDNER. N. J, SOULIGNAC. L, AND INNOCENT. J. P. (2000). THE PRODUCTION OF FREEZE-DRIED IMMOBILIZED CULTURES OF STREPTOCOCCUS THERMOPHILUS AND THEIR ACIDIFICATION PROPERTIES IN MILK. JOURNAL OF APPLIED MICROBIOLOGY. 88, 124-131.

CHAMPAGNE. C, MOLLGAARD. H. (2008). PRODUCTION OF PROBIOTIC CULTURES AND THEIR ADDITION IN FERMENTED FOODS. IN: FARNWORTH E., ED. HANDBOOK OF FERMENTED FUNCTIONAL FOODS. 2ND ED. BOCA RATON, FL, USA: CRC PRESS TAYLOR & FRANCIS GROUP. 71,88-79

CHAPMAN. GEORGE. H. (1945).THE SIGNIFICANCE OF SODIUM CHLORIDE IN STUDIES OF *STAPHYLOCOCCI*. CLINICAL RESEARCH LABORATORY, 604 FIFTH AVENUE, NEO YORK 20, N. Y.

CHERIGUENE. A, CHOUGRANI. F, BEKADA .A. M. A, EL SODA. M, AND BENSOLTANE. A. (2007). ENUMERATION AND IDENTIFICATION OF LACTIC MICROFLORA IN ALGERIAN GOATS' MILK. AFRICAN JOURNAL OF BIOTECHNOLOGY. 6, 1854- 1861.

CHOLET. ORIANNE. (2006). ETUDE DE L'ECOSYSTEME FROMAGER PAR UNE APPROCHE BIOCHIMIQUE ET MOLECULAIRE.INRA DE PARIS-GRIGNON, THESE DE DOCTORAT EN SCIENCES DES ALIMENTS. P193.

CHOI. JUNGMIN, LEE. SANG IN, RACKERBY. BRYNA, FROJEN. ROBIN, GODDIK. LISBETH, HA.SANG-DO, PARK SI HONG. (2020). ASSESSMENT OF OVERALL MICROBIAL COMMUNITY SHIFT DURING CHEDDAR CHEESE PRODUCTION FROM RAW MILK TO AGING. APPLIED MICROBIOLOGY AND BIOTECHNOLOGY. Https://doi.org/10.1007/s00253-020-10651-7.

CNIEL. (2011). L'ECONOMIE LAITIERE EN CHIFFRES. CENTRE NATIONAL INTERPROFESSIONNEL DE L'ECONOMIE LAITIERE, www.cniel.com.

CODEX STAN 283. (1978). CODEX ALIMENTARIUS STANDARDS RECENTLY ADOPTED OR REVISED, REVISED IN 1999. AMENDED IN 2006, 2008, 2010, 2013, 2018, 2021.

COGAN. T. M, BARBOSA.M, BEUVIER. E, BRANCHI-SALVODARI. B, COCCONCELLI. P.S, FERNANDES.I, GOMEZ. J, GOMEZ. R, KALANTZOPOULOS, G. LEDDA, A. MEDINA, M.REA, M.C, AND RODRIGUEZ. E. (1997). CHARACTERIZATION OF THE LACTIC ACID BACTERIA IN ARTISANAL DAIRY PRODUCTS., INTERNATIONAL OF DAIRY RESEACH. 64, 409-421.

COGAN. T. (1987). CO-METABOLISM OF CITRATE AND GLUCOSE BY LEUCONOSTOC .SPP. EFFECTS ON GROWTH SUBSTRATES AND PRODUCTS. J. APPL. BACTERIOL.63, 551–558.

COLLINS. Y. F, MC SWEENEY. P. L., ET WILKINSON. M. G. (2003). EVIDENCE OF A RELATIONSHIP BETWEEN AUTOLYSIS OF STARTER BACTERIA AND LIPOLYSIS IN CHEDDAR CHEESE DURING RIPENING. JOURNAL OF DAIRY RESEARCH.70, 105-113.

COLLINS. Y. F, MCSWEENEY. P. L. H, ET WILKINSON. M. G. (2003). LIPOLYSIS AND FREE FATTY ACID CATABOLISM IN CHEESE: A REVIEW OF CURRENT KNOWLEDGE. INTERNATIONAL DAIRY JOURNAL, 13,841–866.

COPPOLA. SALVATORE, VINCENZINA. FUSCO, ROSAMARIA. ANDOLFI, MARIA. APONTE, GIUSEPPE. BLAIOTTA, DANILO. ERCOLINI AND GIANCARLO. MOSCHETTI. (2005). EVALUATION OF MICROBIAL DIVERSITY DURING THE MANUFACTURE OF FIOR DI LATTE DI AGEROLA, A TRADITIONAL RAW MILK PASTA-FILATA CHEESE OF THE NAPLES AREA. JOURNAL OF DAIRY RESEARCH.73, 264–272. 264. DOI:10.1017/S0022029906001804.

COMMANE. D, HUGHES. R, SHORTT. C, ET ROWLAND.I. (2005).THE POTENTIAL MECHANISMS INVOLVED IN THE ANTI-CARCINOGENIC ACTION OF PROBIOTICS. MUTAT RES. 591, 276-289.

COPPOLA. T. M, PARENTE.J.E, DUMONTET. S, PECRELLA. A. (1988). THE MICROFLORA OF NATURAL WHEY CULTURES UTILIZED AS STARTERS IN MANUFACTURE OF MOZZARELLA CHEESE FROM WATER BUFFALO MILK. LAIT. 68, 295–310.

COPPOLA. R, NANNI. M, IORIZZO. M, SORRENTINO. A, SORRENTINO. E, CHIAVARI. C, GRAZIA. L. (2000). MICROBIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF PARMIGIANO REGGIANO CHEESE DURING THE CHEESEMAKING AND THE FIRST MONTHS OF THE RIPENING. LAIT 80, 479-490, INRA, EDP SCIENCES.

CORBIER. C, KRIER. F, MULLIERT. G, VITOUX. B, AND REVOL-JUNELLES. A. M. (2001). BIOLOGICAL ACTIVITIES AND STRUCTURAL PROPERTIES OF THE ATYPICAL BACTERIOCINS MESENTEROCIN 52B AND LEUCOCIN B-TA33A. APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY. 67, 4, 1418-22.

CORSETTI. A, ROSSI. J, ET GOBBETTI. M. (2001). INTERACTIONS BETWEEN YEASTS AND BACTERIA IN THE SMEAR SURFACE-RIPENED CHEESES. INTERNATIONAL JOURNAL OF FOOD MICROBIOLOGY. 69, 1–10.

COSENTINO. C, D'ADAMO. C, NATURALI .S, PECORA. G, PAOLINO .R, MUSTO. M, ADDUCI .F, AND FRESCHI .P (2018). PODOLIAN CATTLE: REPRODUCTIVE ACTIVITY, MILK AND FUTURE PROSPECTS. ITALIAN JOURNAL OF AGRONOMY. 13, 200–207.

CRETENET. M, EVEN. S. AND LE LOIR. Y. (2011). UNVEILING *STAPHYLOCOCCUS AUREUS* ENTEROTOXIN PRODUCTION IN DAIRY PRODUCTS: A REVIEW OF RECENT ADVANCES TO FACE NEW CHALLENGES. DAIRY SCIENCE & TECHNOLOGY. 91, 127–150.

CROW.V, CURRY. B, HAYES, M. (2001). THE ECOLOGY OF NON STARTER LACTIC ACID BACTERIA (NSLAB) AND THEIR USE AS ADJUNCT IN NEW ZEALAND CHEDDAR. INTERNATIONAL DAIRY JOURNAL. 11, 275–283.

CUQ. J. L. (2007). MICROBIOLOGIE ALIMENTAIRE. EDITION SCIENCES ET TECHNIQUES DU LANGUEDOC. UNIVERSITE DE MONTPELLIER. P 20, 25.

D

DAHOU. A, HOMRANI. A, BENSALEH. F, ET MEDJAHED. M. (2015). LA MICROFLORE LACTIQUE D'UN FROMAGE TRADITIONNEL ALGERIEN TYPE J'BEN: CONNAISSANCE DES ECOSYSTEMES MICROBIENS LAITIERS LOCAUX ET DE LEURS ROLES DANS LA FABRICATION DES FROMAGES. AFRIQUE SCIENCE. 11(6), 1- 13.

DAHOU. A. A. (2017). ETUDE DE L'EVOLUTION DE LA FLORE MICROBIENNE INDIGENE D'UN FROMAGE INDUSTRIEL A PATE MOLLE TYPE CAMEMBERT AU COURS DE SON AFFINAGE ET EVALUATION DE SES APTITUDES TECHNOLOGIQUES. THESE DE DOCTORAT. FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE. FILIÈRE. UNIVERSITE ABDELHAMID IBN BADIS MOSTAGANEM. P17, 105.

D'AMICO. DENNIS. J, MARC J. DRUART, AND CATHERINE W. DONNELLY. (2008). 60-DAY AGING REQUIREMENT DOES NOT ENSURE SAFETY OF SURFACE-MOLD-RIPENED SOFT CHEESES MANUFACTURED FROM RAW OR PASTEURIZED MILK WHEN LISTERIA MONOCYTOGENES IS INTRODUCED AS A POSTPROCESSING CONTAMINANT. JOURNAL OF FOOD PROTECTION, VOL. 71, N° 8. 1563-1571.

DAS. S, HOLLAND. R, CROW. V. L, BENNETT. R. J, ET MANDERSON. G. J. (2005). EFFECT OF YEAST AND BACTERIAL ADJUNCTS ON THE CLA CONTENT AND FLAVOUR OF A WASHED-CURD, DRY-SALTED CHEESE. INT. DAIRY JOURNAL. 15, 807-815.

DAVE. R.I, ET SHAH. N.P. (1996). EVALUATION OF MEDIA FOR SELECTIVE ENUMERATION OF STREPTOCOCCUS THERMOPHILUS, LACTOBACILLUS DELBRUECKII SSP. BULGARICUS, LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS AND BIFIDOBACTERIA. J. DAIRY SCI 79, 1529-1536.

DEBOUZ. A, GUERGUER. L, HAMID OUDJANA. A, HADJ SEYD. A. (2014). ETUDE COMPARATIVE DE LA QUALITE PHYSICO- CHIMIQUE ET MICROBIOLOGIQUE DU LAIT DE VACHE ET DU LAIT CAMELIN DE LA WILAYA DE GHARDAIA. REVUE EL WAHAT POUR LES RECHERCHES ET LES ETUDES .VOL.7 N°2, 08-15.

DELABY. L, PEYRAUD. J. L, DELAGARDE. R. (2003). FAUT-IL COMPLEMENTER LES VACHES LAITIERES AU PATURAGE ? INRA PROD. ANIM. 16 (3), 183, 195.

DELAVENNE. E, MOUNIER. J, ASMANI. K, JANY. J.L, BARBIER. G, ET LE BLAY. G. (2011). FUNGAL DIVERSITY IN COW, GOAT AND EWE MILK. INTERNATIONAL JOURNAL OF FOOD MICROBIOLOGY. 151, 247–251.

DELBES. C. (2015). UNE DEMARCHE POUR LA MAITRISE DE LA QUALITE DES FROMAGES AU LAIT CRU .INRA COMMUNICATION JOURNEE .SCIENCE ET IMPACT. ECOLOGIE MICROBIENNE.

DELGADO. F. J, GONZALEZ-CRESPO. J, CAVA. R, AND RAMIREZ. R. (2011). PROTEOLYSIS, TEXTURE AND COLOUR OF A RAW GOAT MILK CHEESE THROUGHOUT THE MATURATION. EUROPEAN FOOD RESEARCH AND TECHNOLOGY. 233 (3), 483.

DE MAN. J, ROGOSA. M, AND SHARPE. E. (1960). A MEDIUM FOR THE CULTIVATION OF LACTOBACILLI. JOURNAL OF APPLIED BACTERIOLOGY. 23, 130-135.

DE ROISSART. H, ET LUQUET. F. M. (1994). BACTERIES LACTIQUES II. EDITION LORICA. P 39, 45.

DEROUICHE. M ET ZIDOUNE. M. N. (2015). CARACTERISATION D'UN FROMAGE TRADITIONNEL, LE MICHOUNA DE LA REGION DE TEBESSA, ALGERIE. LIVESTOCK RESEARCH FOR RURAL DEVELOPMENT. VOL 27.

DESMASURES. N, BAZIN. F, AND GUEGUEN. M, (1997). MICROBIOLOGICAL COMPOSITION OFRAW MILK FROM SELECTED FARMS THE CAMEMBERT REGION, J. APPL. MICROBIOL. VOL 83, N°1, 53-58.

DETTORI. M. L, PAZZOLA. M, PASCHINO, P, PIRA. M. G, AND VACCA. G. M. (2015). VARIABILITY OF THE CAPRINE WHEY PROTEIN GENES AND THEIR ASSOCIATION WITH MILK YIELD, COMPOSITION AND RENNETING PROPERTIES IN THE SARDA BREED. 1. THE LALBA GENE. JOURNAL OF DAIRY RESEARCH, 82 (4), 434–441.

DEVOYOD. J. J, ET POULLAIN. F. (1988). LES LEUCONOSTOCS. PROPRIETES : LEUR ROLE EN TECHNOLOGIE LAITIERE. LE LAIT, 68 (38), 249-280.

DEVRIESE. L. A, POT. B ET COLLINS. M.D. (1993). PHÉNOTIPIC IDENTIFICATION OF THE GENUS ENTEROCOCCUS AND DIFFERENTIATION PHYLOGENICALLY DISTINCT ENTEROCOCCAL SPECIES AND SPECIES GROUPS: J.APPL.75, 399-408.

DEVRIESE. L. A, ET POT. B. (1995).THE GENUS ENTEROCOCCUS. IN THE GENERA OF LACTIC ACID BACTERIA A.B, PP.327-367. ETUTED BY B.J.B.WOOD ET W.H. HOLZAPFEL. LONDON; BLACKIE ACADEMIC ET PROFESIOONAL.

DI CAGNO. RAFFAELLA, BANKS. JEAN, SHEEHAN. LIZ, FOX. PATRICK.F, BRECHANY. EY, CORSETTI ALDO, GOBBETTI. MARCO. (2003).COMPARISON OF THE MICROBIOLOGICAL, COMPOSITIONAL, BIOCHEMICAL, VOLATILE PROFILE AND SENSORY CHARACTERISTICS OF THREE ITALIAN PDO EWE'S MILK CHEESES.INTERNATIONAL DAIRY JOURNAL 13, 961-972.

DJURICIC. D, SAMARDZIJA. M, GRIZELJ. J, DOBRANIC .T. (2014). EFFET DU TRAITEMENT INTRAMAMMAIRE DES MAMMITES SUBCLINIQUES PENDANT LA LACTATION EN ELEVAGES BOVINS LAITIERS AU NORD-OUEST DE LA CROATIE. ANN. MED. VET 158, 121-125.

DORTU. C, ET THONART. P. (2009). LES BACTERIES LACTIQUES : CARACTERISTIQUES ET INTERET POUR LA BIOCONSERVATION DES PRODUITS ALIMENTAIRES BIOTECHNOL. AGRON. SOC. ENVIRON 13, 143-154.

DOBRZAÑSKI. Z, KOLACZ.R, GORECKA.H, CHOJNACKA.K, AND BARTKOWIAK.A. (2005). THE CONTENT OF MICROELEMENTS AND TRACE ELEMENTS IN RAW MILK FROM COWS IN THE SILESIAN REGION. POLISH J.ENVIRON. STUD. 14(5), 685-690.

E

EDIMA. HELENE. CAROLE. (2007). CARNOBACTERIUM MALTAROMATICUM : CARACTERISTIQUES PHYSIOLOGIQUES ET POTENTIALITES EN TECHNOLOGIE FROMAGERE. AUTRE. INSTITUT NATIONAL POLYTECHNIQUE DE LORRAINE. FRANÇAIS. P 5.

ECK. A ET GILLIS. J.C. (2006). LE FROMAGE. 3EME ED, LAVOISIER, PARIS. P 874.

EL-BARADEI.G, DELACROIX-BUCHET. AGNES, PERY.P, OGIER.JEAN-CLAUDE. (2005). OCCURENCE OF LACTOCOCCUS GRAVIAE IN FOUR TYPES OF EGYPTIAN CHEESES BY SPECIFIC POLYMERASE CHAIN REACTION ASSAY. EGYPTIAN JOURNAL OF DAIRY SCIENCE 33. P 35, 41. HAL-02676114.

EL-GHAISH. S, AHMADOVA. A, HADJI-SFAXI. I, EL-MECHERFI. K.E, BAZUKYAN. I, CHOISET. I, RABESONA.H, SITOHY. M, POPOV. Y. G, KULIEV. A. A, MOZZI. F, CHOBERT. J. M, HAERTLÉ. T. (2011). POTENTIAL USE OF LACTIC BACTERIA FOR REDUCTION OF ALLERGENICITY AND FOR LONGER CONSERVATION OF FERMENTED FOODS. TRENDS IN FOOD SCI. TECHNOL. 22, 509-516.

ELMOSLEMANY. A. M, KEEFE. G.P, DOHOO. I. R, DINGWELL .R. T. (2008). MICRIOBIOLOGICAL QUALITY OF BULK TANK RAW MILK IN PRINCE EDWARD ISLAND DAIRY HERDS. JOURNAL OF DAIRY SCIENCE. 92, 4239-4248.

ELSNER. H. A, SOBOTTKA. I, MACK. D, LAUFS. R, CLAUSSEN. M, AND WIRTH. R. (2000). VIRULENCE FACTORS OF ENTEROCOCCUS FAECALIS AND ENTEROCOCCUS FAECIUM BLOOD CULTURE ISOLATES. EUROPEAN JOURNAL OF CLINICAL MICROBIOLOGY & INFECTIOUS DISEASES. 19,39-42.

F

FALENTIN. H, DEUTSCH. S. M, JAN. G, LOUX. V, THIERRY. A, PARARYRE. S, MAILLARD. M. B, DHERBECOURT. J, COUSIN. F. J, JARDIN, J, SIQUIER. P, COULOUX. A, BARBE. V, VACHERIE. B, WINCKER. P, GIBRAT. J. F, GAILLARCH. C, AND LORTAL.S. (2010). THE COMPLETE GENOME OF PROPIONIBACTERIUM FREUDENREICHII CIRM-BIA1T, A HARDY ACTINOBACTERIUM WITH FOOD AND PROBIOTIC APPLICATIONS. PLOS ONE, 5, E11748.

FAO. (1990) .THE TECHNOLOGY OF TRADITIONAL MILK PRODUCTS IN DEVELOPING COUNTRIES. FAO ANIMAL PRODUCTION AND HEALTH. PAPER N°85. ROME : FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. 333 P.HTTP://WWW.FAO.ORG/DOCREP/003/T0251E/T0251E00.HTM.

FAO. (2007). MILK AND DAIRY PRODUCTS. CODEX ALIMENTARIUS. FAO AND WHO, ROME, 258.

FARBER. J. M. (1996). AN INTRODUCTION TO THE HOWS AND WHYS OF MOLECULAR TYPING., JOURNAL OF FOOD PROTECTION. 59, 1091-1101.

FEDERATION INTERNATIONALE DU LAIT (FIL). (1996). LAIT ET PRODUIT LAITIERS, PREPARATION DES ECHANTILLONS ET DES DILUTIONS EN VUE D'EXAMEN MICROBIOLOGIQUE. DOCUMENT 122C.

FELIACHI. K. (2003). RAPPORT NATIONAL SUR LES RESSOURCES GENETIQUES ANIMALES : ALGERIE. COMISSION NATIONAL ANGR, P46.

FISHER. K, PHILLIPS.C. (2009). THE ECOLOGY, EPIDEMIOLOGY AND VIRULENCE OF ENTEROCOCCUS. MICROBIOLOGY. 155(6),1749-1757.

FERDOUS. NADIA, HNINI. RACHID, CHIGR. FATIHA, NAJIMI. MOHAMED. (2017). HYGIENIC QUALITY OF RAW COW MILK PRODUCED BY SMALLHOLDER DAIRY FARMERS IN BENIMELLELAREA IN MOROCCO. WORLD JOURNAL OF RESEARCH AND REVIEW (WJRR) ISSN:2455-3956, VOL 5,2, P 9,16.

FERNANDEZ. M, HUDSON. J. A, KORPELA. R, AND DE LOS REYES-GAVILAN. C. G. (2015). IMPACT ON HUMAN HEALTH OF MICROORGANISMS PRESENT IN FERMENTED DAIRY PRODUCTS: AN OVERVIEW. BIOMED RESEARCH INTERNATIONAL. 412-714.

FLÓRA MÁRIA. PETRÓCZKI, BENJAMIN. KOJOWOODE, GRÉTATÖRŐS .NOÉMI STELLA NAGY, BÉLA BÉRI .FERENC PELES. (2018).MICROBIOLOGICAL STATUS OF BULK TANK MILK AND DIFFERENT FLAVORED GOMOLYA CHEESES PRODUCED BY A MILK PRODUCING AND PROCESSING PLANT. ACTA AGRARIA DEBRECENIENSIS 2018/75.

FLOREZ. A. B, MAYO. B. (2006). MICROBIAL DIVERSITY AND SUCCESSION DURING THE MANUFACTURE AND RIPENING OF TRADITIONAL, SPANISH, BLUE-VEINED CABRALES CHEESE, AS DETERMINED BY PCR-DGGE. INT. J. FOOD MICROBIOL. 110, 165–171.

FRANCIOSI. E, SETTANNI. L, CARLIN. S, CAVAZZA. A, AND POZNANSKI. E. (2008). A FACTORY-SCALE APPLICATION OF SECONDARY ADJUNCT CULTURES SELECTED FROM LACTIC ACID BACTERIA DURING ''PUZZONE DI MOENA'' CHEESE RIPENING. JOURNAL OF DAIRY SCIENCE, 91, 2981–2991.

FRANCO. I, PRIETO. B, BERNARDO. A, PRIETO. J. G, & CARBALLO. J. (2003). BIOCHEMICAL CHANGES THROUGHOUT THE RIPENING OF A TRADITIONAL SPANISH GOAT CHEESE VARIETY (BABIA-LACIANA). INTERNATIONAL DAIRY JOURNAL, 13(2), 221-230.

FREDOT. E. (2006). CONNAISSANCE DES ALIMENTS-BASES ALIMENTAIRES ET NUTRITIONNELLES DE LA DIETETIQUE, TEC ET DOC, LAVOISIER: 25, P 397.

FREDOT. E. (2009). CONNAISSANCES DES ALIMENTS. 2E ED. PARIS : TEC ET DOC LAVOISIER. ISBN : 978-2- 7430-1156-7,18-88.

FRESNO. MARIA, ÁLVAREZ. SERGIO. (2012). CHANGEMENTS CHIMIQUES, TEXTURAUX ET SENSORIELS AU COURS DE L'AFFINAGE DU FROMAGE DE CHEVRE MAJORERO. SOCIETY OF DAIRY TECHNOLOGY. TOME 65, NUMÉRO 3. P 393-400.

FOROUHANDEH. H. (2010). ISOLATION AND PHENOTYPIC CHARACTERIZATION OF LACTOBACILLUS SPECIES FROM VARIOUS DAIRY PRODUCTS. CURR. RES. BACTERIOL. 3(2), 84-88.

FORTINA. M. G, RICCI.G, ACQUATI.A, ZEPPA. G, GANDINI.A, MANACHINI.P.L. (2003). GENETIC CHARACTERIZATION OF SOME LACTIC ACID BACTERIA OCCURRING IN AN ARTISANAL PROTECTED DENOMINATION ORIGIN (PDO) ITALIAN CHEESE, THE TOMA PIEMONTESE. FOOD MICROBIOLOGY.VOL 20, 4. P 397-404.

FOX. P. F, LAW. J, MCSWEENEY. P. L. H, AND WALLACE. J. (1993). BIOCHEMISTRY OF CHEESE RIPENING.IN CHEESE: CHEMISTRY, PHYSICS AND MICROBIOLOGY, 389-438.
FOX. P. F, GUINEE. T. P, COGAN. T. M, AND MCSWEENEY. P. L. H. (2000). BIOCHEMISTRY OF CHEESE RIPENING. IN FUNDAMENTALS OF CHEESE SCIENCE. ASPEN PUBLISHERS, USA. P 236–278.

FOX. P. F. (2002). FACTORS THAT AFFECT THE QUALITY OF CHEESE. CHEESE ART, RAGUSA.123-158.

FOX.P. F, MC. SWEENEY. P.L.H, CAGON.T.M, GUINEE .T.P. (2004). CHEESE CHEMESTRY, PHYSIC AND MICROBIOLOGY. VOL. 1. ELSEVIER LTD, LONDON, UK.3 ND ED.

FOX. P. F, ET GUINEE. T. P. (2013). CHEESE SCIENCE AND TECHNOLOGY. IN PARK, Y. W. & HAENLEIN, G. F. W. (EDS.), MILK AND DAIRY PRODUCTS IN HUMAN NUTRITION: PRODUCTION, COMPOSITION AND HEALTH.JOHN WILEY AND SONS LTD., OXFORD. 384-400.

FRANCO. I, PRIETO. B, BERNARDO. A, GONZ_ALEZ PRIETO. J, AND CARBALLO.J. (2003).BIOCHEMICAL CHANGES THROUGHOUT THE RIPENING OF A TRADITIONAL SPANISH GOAT CHEESE VARIETY (BABIA-LACIANA). INTERNATIONAL DAIRY JOURNAL. 13(2-3), 221-230.

FAO/WHO. (2006). PROBIOTICOS EN LOS ALIMENTOS. PROPIEDADES SALUDABLES Y NUTRICIONALES Y DIRECTRICES PARA LA EVALUACION. ESTUDIO FAO ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN ROMA.

FRANZ. C, HOLZAPFEL .W, AND STILES. M. (1999). ENTEROCOCCI AT THE CROSSROADS OF FOOD SAFETY. INT. J. FOOD MICROBIOL 47, 1 24.

FURET. J. P, QUÉNÉE. P. ET TAILLIEZ. P. (2004). MOLECULAR QUANTIFICATION OF LACTIC ACID BACTERIA IN FERMENTED MILK PRODUCTS USING REAL-TIME QUANTITATIVE PCR. INTERNATIONAL JOURNAL OF FOOD MICROBIOLOGY 97, 197-207.

G

GARVIE. E. I. (1984).TAXONOMY AND IDENTIFICATION OF BACTERIA IMPORTANT IN CHEESE AND FERMENTED DAIRY PRODUCTS., IN ADVANCES IN THE MICROBIOLOGY AND BIOCHEMISTRY OF CHEESE AND FERMENTED MILK, EDITED BY F. L. DAVIES AND B. A. LAW (ELSEVIER APPLIED SCIENCE PUBLISHERSLTD.ENGLAND. P 35, 67.

GATTI. M, BOTTARI. B, LAZZI. C, NEVIANI. E, MUCCHETTI. G (2014). MICROBIAL EVOLUTION IN RAW-MILK, LONG-RIPENED CHEESES PRODUCED USING UNDEFINED NATURAL WHEY STARTERS. JOURNAL OF DAIRY SCIENCE. 97, 573–591.

GARVIE. E. I. (1984) .TAXONOMY AND IDENTIFICATION OF BACTERIA IMPORTANT IN CHEESE AND FERMENTED DAIRY PRODUCTS., IN ADVANCES IN THE MICROBIOLOGY AND BIOCHEMISTRY OF CHEESE AND FERMENTED MILK, EDITED BY F. L. DAVIES AND B. A. LAW (ELSEVIER APPLIED SCIENCEPUBLISHERSLTD.ENGLAND. P 35- 67.

GEAY. YVES. (1998). PROBLEMES MAJEURS AUXQUELS LES FILIERES BOVINES « LAIT » ET « VIANDE » SONT CONFRONTEES VOIES DE RECHERCHES PROPOSEES. THEIX.CB FL.FV.

GEOFFROY S. H. (1919). L'ELEVAGE EN AFRIQUE DU NORD, ED. CHALLAMEL, ALGER.152, 147-150

GEVERS. D, HUYS. G, SWINGS. J. (2001).APPLICABILITY OF REP-PCR FINGERPRINTING FOR IDENTIFICATION OF LACTOBACILLUS SPECIES. J.FEMS MICROBIOL LETT.205(1):31-6. DOI: 10.1111/J.1574-6968.

GETTER. K. L, BEHE. B. K, HOWARD. P. H, CONNER. D. S, AND SPANIOLO. L. M. (2015). INCREASING DEMAND FOR PASTURE-BASED DAIRY: WHAT ATTRIBUTES AND IMAGES DO CONSUMERS WANT? IN FREYER. B. & BINGEN. J. (EDS.), RE-THINKING ORGANIC FOOD AND FARMING IN A CHANGING WORLD. P125-140. HTTP://DX.DOI.ORG/10.1007/978-94-017-9190-8-7.

GHALOUNI. ESSMA, HASSAINE .OMAR, AND KARAM. NOUR-EDDINE. (2018). PHENOTYPIC IDENTIFICATION AND TECHNOLOGICAL CHARACTERIZATION OF LACTIC ACID BACTERIA ISOLATED FROM L'BEN, AN ALGERIAN TRADITIONAL FERMENTED COW MILK. JOURNAL OF PURE AND APPLIED MICROBIOLOGY. VOL. 12(2).

GHAZI. K, NIAR. A. (2011). QUALITE HYGIENIQUE DU LAIT CRU DE VACHE DANS LES DIFFERENTS ELEVAGES DE LA WILAYA DE TIARET (ALGERIE). TROPICULTURA. 29(4), 193-196.

GIRAFFA. G. (2003). FUNCTIONALITY OF ENTEROCOCCI IN DAIRY PRODUCTS. INT. J. FOOD MICROBIOL. 88(2), 215-222.

GIRAFFA. G, ANDRIGHETTO. C, ANTONELLO. C, GATTI. M, LAZZI. C, MARCAZZAN. G, ET AL. (2004). GENOTYPIC AND PHENOTYPIC DIVERSITY OF LACTOBACILLUS DELBRUECKII SUBSP.LACTIS STRAINS OF DAIRY ORIGIN. INTERNATIONAL JOURNAL OF FOOD MICROBIOLOGY .91, 129- 139.

GOBBETTI. M, ANGELIS. M, DICAGNO. R, RIZZELLO.C. (2007). THE RELATIVE CONTRIBUTIONS OF STARTER CULTURES AND NON-STARTER BACTERIA TO THE FLAVOUR OF CHEESE. IN: WEIMER, B.C. (ED.), IMPROVING THE FLAVOUR OF CHEESE. CRC PRESS, WOODHEAD PUBLISHING LIMITED, CAMBRIDGE. P 121, 156.

GRAVANI. R. B. (1984). SALMONELLOSIS-SALMONELLA FOOD POISONING. DAIRY FOOD SANITATION. P 4, 227.

GREC, CODEX ALIMENTARIUS. (2014). JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE HELLENIQUE. ATHENES, GRECE. IMPRIMERIE NATIONALE. VOL. B, 83.

GUESSAS. B ET KIHAL. M. (2004). CARACTERIZATION OF LACTIC ACID BACTERIA ISOLATED FROM RAW GOAT'S MILK IN ALGERIAN ARID ZONE.AFR.J.BIOTECHNOL.VOL.3, (6). 339-342.

GUESSAS. BETTACHE. (2007). LES POTENTIALITES METABOLIQUES DES BACTERIES LACTIQUES ISOLEES DU LAIT CRU DE CHEVRE DANS LE BIO-CONTROLE DE STAPHYLOCOCCUS AUREUS. THESE DE DOCTORAT D'ETAT. OPTION MICROBIOLOGIE ALIMENTAIRE. UNIVERSITE D'ORAN ES-SENIA. P 78.

GUETOUACHE. M, AND GUESSAS. B. (2015). CHARACTERISATION AND IDENTIFICATION OF LACTIC ACID BACTERIA ISOLATED FROM TRADITIONAL CHEESE (KLILA) PREPARED FROM COW'S MILK. AFRICAN JOURNAL OF MICROBIOLOGY RESEARCH VOL. 9(2). 71- 77.

GUETOUACHE. MOURAD, ET GUESSAS. BETTACHE. (2020). VARIOUS TRADITIONAL DAIRY PRODUCTS IN AFRICA AND ALGERIA. JOURNAL OF NUTRITION AND FOOD SECURITY (JNFS).

GUINEE. T. P, ET O'BRIEN. B. (2010). THE QUALITY OF MILK FOR CHEESE MANUFACTURE. IN LAW, B. A. & TAMIME, A. Y. (EDS.), TECHNOLOGY OF CHEESEMAKING, 2ND EDITION. BLACKWELL PUBLISHING LTD., CHICHESTER, UK. 1- 67.

GUIRAUD. J. P. (1998). MICROBIOLOGIE DES PRINCIPAUX PRODUITS ALIMENTAIRES, MICROBIOLOGIE ALIMENTAIRE. ED DUNOD, PARIS.

GUIRAUD. J. P. (2003). MICROBIOLOGIE ALIMENTAIRE. TECHNIQUE ET INGENIERIE, DUNOD, SERIE AGRO-ALIMENTAIRE, PARIS. P 652.

GUIRAUD. J. P, ROSE J. P. (2004). PRATIQUES DES NORMES EN MICROBIOLOGIE ALIMENTAIRE. AFNOR. P 300.

GUIRAUD. J. P, ET ROSEC. J. P. (2004). PRATIQUES DES NORMES EN MICROBIOLOGIE ALIMENTAIRE. AFNOR. P 237- 251.

GUO. Y, WANG. L, ZOU.Y, XU. X, LI. S, AND CAO. Z. (2013). CHANGES IN RUMINAL FERMENTATION, MILK PERFORMANCE AND MILK FATTY ACID PROFILE IN DAIRY COWS WITH SUBACUTE RUMINAL ACIDOSIS AND ITS REGULATION WITH PELLETED BEET PULP. ARCH. ANIM. NUTR. 67:433–447.

H

HALLAL. A. (2001). FROMAGES TRADITIONNELS ALGERIEN. QUEL AVENIR ? REVUE AGROLIGNE N° 14, AVRIL-MAI.

HAMAMA. A. (1997). IMPROVEMENTS OF THE MANUFACTURE OF TRADITIONAL FERMENTED PRODUCTS IN MOROCCO: CASE OF JBEN (MOROCCAN TRADITIONAL FRESH CHEESE). IN: H.A. DIRAR (ED.) : EMERGING TECHNOLOGY SERIES- FOOD PROCESSING TECHNOLOGIES FOR AFRICA, UNIDO, VIENNA. P 85, 102.

HAMMI. IKRAM. (2016). ISOLEMENT ET CARACTERISATION DE BACTERIOCINES PRODUITES PAR DES SOUCHES DE BACTERIES LACTIQUES ISOLEES A PARTIR DE PRODUITS FERMENTES MAROCAINS ET DE DIFFERENTES VARIETES DE FROMAGES FRANÇAIS. CHIMIE ANALYTIQUE. UNIVERSITE DE STRASBOURG. P 2, 7, 40.

HANTSIS-ZACHAROV. E, HALPERN. M. (2007). CULTURABLE PSYCHROTROPHIC BACTERIAL COMMUNITIES IN RAW MILK AND THEIR PROTEOLYTIC AND LIPOLYTIC TRAITS. APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY. 73, 7162-7168.

HARDIE. J. M, ET WHILEY. R. A. (1995).THE GENUS STREPTOCOCCUS. IN THE LACTIC ACID BACTERIA. THE GENERA OF LACTIC ACID BACTERIA, VOLUME 2, EDITED BY B. J.B. WOOD AND W.H. HOLZAPFEL (BLACKIE ACADEMIC &PROFESSIONALS, GLASGOW). P 55-125.

HARIRI. A, OUIS. N, SAHNOUNI. F, ET BOUHADI. D. (2009). MISE EN OEUVRE DE LA FERMENTATION DE CERTAINS FERMENTS LACTIQUES DANS DES MILIEU A BASE DES EXTRAITS DE CAROUBE. REV.MICROBIOL. IND. SAN ET ENVIRONN. P 37- 55.

HARDIE. J. M, WHILEY. R. A. (1997).CLASSIFICATION ET APERÇU DES GENRES STREPTOCOCCUS ET ENTEROCOCCUS J. APPL. MICROBIOLE. SUPPLEMENT SYMPOSIUM, 83. P 1- 11.

HARRIGAN.W.F, ET MC CANCE. M.E. (1976). METHODS IN FOOD AND DAIRY MICROBIOLOGY, ACADEMIC PRESS, ORLANDO. EDS. LABORATORY.

HASSAINE. O. (2013). CARACTERISTIQUES D'INTERETS TECHNOLOGIQUES DE SOUCHES DE BACTERIES LACTIQUES ISOLEES DE LAIT CAMELIN DU SUD ALGERIEN. THESE DE DOCTORAT EN BIOTECHNOLOGIE. UNIVERSITE D'ORAN ES- SENIA. P 65.

HENRI-DUBERNET. S, DESMASURES. N, AND GUÉGUEN. M. (2004). CULTURE-DEPENDENT AND CULTURE INDEPENDENT METHODS FOR MOLECULAR ANALYSIS OF THE DIVERSITY OF LACTOBACILLI IN "CAMEMBERT DE NORMANDIE" CHEESE. LAIT .84, 179- 189.

HERRESOS. M. A, FRESNO. J. M, PRITETO. M. J, AND TORNADIJO. M. E. (2003).TECHNOLOGICAL CHARACTERIZATION OF LACTIC ACID BACTERIA (A SPANISH GOAT.S MILK CHEESE). INTERNATIONAL DAIRY JOURNAL. 13, 469-479.

HICKEY. D. K, KILCAWLEY. K. N, BERESFORD. T. P, AND WILKINSON. M. G. (2007). LIPOLYSIS IN CHEDDAR CHEESE MADE FROM RAW, THERMIZED AND PASTEURISED MILKS. JOURNAL OF DAIRY SCIENCE. 90, 47–56.

HICKEY. D.K, GUINEE. T. P, HOU. J, AND WILKINSON. M.G. (2013). EFFECTS OF VARIATION IN CHEESE COMPOSITION AND MATURATION ON WATER ACTIVITY IN CHEDDAR CHEESE DURING RIPENING. INTERNATIONAL DAIRY JOURNAL. 30(1), 53-58.

HO. T. N. T, TUAN. N. N, DESCHAMPS. N. A ET CAUBET. R. (2007). ISOLATION AND IDENTIFICATION OF LACTIC ACID BACTERIA (LAB) OF THE NEM CHUA FERMENTED MEAT PRODUCT OF VIETNAM. INT. WORKSHOP ON FOOD SAFETY AND PROCESSING TECHNOLOGY. 134-142.

HOLLAND. R, LIU. S. Q, CROW. V. L, DELABRE. M. L, LUBBERS. M, BENNETT. M, AND NORRIS. G. (2005). ESTERASES OF ACID LACTIC BACTERIA AND CHEESE FLAVOUR: MILK FAT HYDROLYSIS VS ALCOHOLYSIS. INTERNATIONAL DAIRY JOURNAL. 15, 711-718.

HOLZAPFEL. W. H, GEISEN. R, ET SCHILLINGER. U. (1995). BIOLOGICAL PRESERVATION OF FOODS WITH REFERENCE TO PROTECTIVE CULTURES, BACTERIOCINS AND FOOD-GRADE ENZYMES. INTERNATIONAL JOURNAL OF FOOD MICROBIOLOGY. 24, 343–362.

I

IDELE. (2019). RESULTATS DE CONTROLE LAITIER - FRANCE 2019. HTTPS://IDELE.FR/DETAIL-ARTICLE/RESULTATS-DE-CONTROLE-LAITIER-FRANCE-2019.

IDOUI. T, BOUDJERDA. J, LEGHOUCHI. 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 . ACEITTES 60(2).177-183.

IRLINGER. F, AND BERGERE. J. L. (1999). USE OF CONVENTIONAL BIOCHEMICAL TESTS AND ANALYSES OF RIBOTYPE PATTERNS FOR CLASSIFICATION OF MICROCOCCI ISOLATED FROM DAIRY PRODUCTS. JOURNAL OF DAIRY RESEARCH, 66, 91–103.

IRLINGER. F, MOUNIER. J. (2009). MICROBIAL INTERACTIONS IN CHEESE: IMPLICATIONS FOR CHEESE QUALITY AND SAFETY. CURR. OPIN. BIOTECHNOL. 20. P 142, 148.

INSTITUT NATIONAL DE L'ORIGINE ET DE LA QUALITE (2010). CAHIER DES CHARGES DE L'APPELLATION DE L'ORIGINE DES FROMAGES "LAITS ET PRODUITS FROMAGER". VERSION 16.09. 2010. MONTREUIL - SOUS -BOIS, RANCE. P 433.

ISO 707/ F.I.L OCTOBRE (2018). (NORMES DEFINIES POUR LES ANALYSES MICROBIOLOGIQUES ET CHIMIQUES DES LAITS, PRODUITS LAITIERS ET DES LAITS EN POUDRE.

ISO 4832. (1978). MICROBIOLOGIE-DIRECTIVES GENERALES POUR DENOMBREMENT DES COLIFORMES-METHODES PAR COMPTAGE DE COLONIES OBTENUES A 30°C. ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION.

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. (1983). MEASUREMENT OF EXTRANEOUS WATER BY DETERMINATION OF FREEZING POINT OF MILK. BULL. IDF. 154, 1- 43.

ISO 8261. (2001). MILK AND MILK PRODUCTS-GENERAL GUIDELINES FOR THE PREPARATION OF TEST SAMPLES, INITIAL SUSPENSION AND DECIMAL DILUTIONS FOR MICROBIOLOGICAL EXAMINATION. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION.

ISO 5944. (2001). MILK AND MILK PRODUCTS-DETECTION OF COAGULASE POSITIVE STAPHYLOCOCCI, TECHNIQUE OF THE MOST PROBABLE NUMBER. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION.

ISO 6785. (2001). MILK AND MILK PRODUCTS-DETECTION OF SALMONELLA SPP. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION.

ISO 6611. (2004). IDF 94 (2004). LAIT ET PRODUITS LAITIERS. DENOMBREMENT DES UNITES FORMANT COLONIE DE LEVURES ET/OU MOISISSURES .COMPTAGE DES COLONIES A 25 DEGRES.

ITELV. (2012). BULLETIN INFOS ELEVAGE DYNAMIQUES DE DEVELOPPEMENT DE LA FILIERE LAIT EN ALGERIE. P 2.

ISIRI. (2007). MICROBIOLOGY OF FOOD AND ANIMAL FEEDING STUFFS- HORIZONTAL METHOD FOR THE ENUMERATION OF POSITIVE STAPHYLOCOCCI –COAGULASE (STAPHYLOCOCCUS AUREUS AND OTHER SPECIES)-PART 3:DETECTION AND MPN TECHNIQUE FOR LOW NUMBERS - 1ST.EDITION 6806-3. IRAN: THE INSTITUTE OF STANDARDS & INDUSTRIAL RESEARCH OF IRAN.

J

JENNESS. R. J. (1980). COMPOSITION AND CHARACTERISTICS OF GOAT MILK: A REVIEW. J. DAIRY SCI. 63, 1605-1630.

JEANTET. ROMAIN, CROGUENNEC. THOMAS, SCHUCKE. PIERRE, BRULE. GERARD. (2007). SCIENCE DES ALIMENTS ; VOLUME 2.TECHNOLOGIE DES PRODUITS ALIMENTAIRES, CHAPITRE 1 DU LAIT AUX PRODUITS LAITIER. EDITION TEC ET DOC. P 43, 50-183.

JOFFIN. C, JOFFIN. J.N. (1999). MICROBIOLOGIE ALIMENTAIRE. COLLECTION BIOLOGIE ET TECHNIQUE. 5EME EDITION. P 11.

JOFFIN. J.N. ET LEYRAL. G. (1996). MICROBIOLOGIE TECHNIQUE. CENTRE REGIONAL DE DOCUMENTATION PEDAGOGIQUE D'AQUITAINE. P 248.

JOFFIN. J. NOËL. (2007). TABLEAUX DE CALCUL POUR L'IDENTIFICATION MICROBIENNE. D'APRES LES TRAVAUX DE MICHEL CAVALLA ET LES OBSERVATIONS DE JEAN CAU. IDENTIFICATION DES API SOUS EXCEL - [BIOTECHNOLOGIES - ST2S - LYON]. HTTPS://BIOTECHNOLOGIES.ENSEIGNE.AC-LYON.FR.

JONNALA. BRY, MC SWEENEY .P. L. H, SHEEHAN. J. J, ABRAM. F. (2018). SEQUENCING OF THE CHEESE MICROBIOME AND ITS RELEVANCE TO INDUSTRY.FRONT MICROBIOL 9, 1020.

JORA N° 32 DU 23 MAI 2004. ARRETE DU 27 MARS. (2004). RENDANT OBLIGATOIRE UNE METHODE DE DENOMBREMENT DES ORGANISMES MICROBIENS POUR LE LAIT FERMENTE.

JORA N° 42 ARRETE 23 JANVIER. (2005). RENDANT OBLIGATOIRE UNE METHODE DE RECHERCHE DES SALMONELLA DANS LE LAIT ET LES PRODUITS LAITIERS.

JORA N° 43 ARRETE DU 24 MAI. (2004). RENDANT OBLIGATOIRE UNE METHODE DE DENOMBREMENT DES COLIFORMES DANS LES LAITS FERMENTES.

JORA N° 70 ARRETE 11 SEPTEMBRE. (2004). RENDANT OBLIGATOIRE UNE METHODE DE PREPARATION DES ECHANTILLONS POUR L'ESSAI ET LES DILUTIONS EN VUE DE L'EXAMEN MICROBIOLOGIQUE.

JORA N° 39 DU 02JUILLET. (2017). CORRESPONDANT AUX CRITERES MICROBIOLOGIQUES APPLICABLES AUX DENREES ALIMENTAIRES.

JORA N° 70 DU 30 AOUT. (2020). PORTANT ATTRIBUTION DU SIGNE DISTINCTIF « INDICATION GEOGRAPHIQUE » POUR LA RECONNAISSANCE DE LA QUALITE DU PRODUIT D'ORIGINE AGRICOLE « FROMAGE BOUHEZZA ».

JOUAN.P. (2002). LACTOPROTEINES ET LACTOPEPETIDES. PROPRIETES BIOLOGIQUES.INRA.PUBL.VERSAILLES. P 127.

JURTSHUK. P. JR AND D. N. MCQUITTY. (1976). USE OF A QUANTITATIVE OXIDASE TEST FOR CHARACTERIZING OXIDATIVE METABOLISM IN BACTERIA. APPL ENVIRON MICROBIOL. 31(5), 668–679.

K

KADIM.I. T, MAHGOUB. O. (2013). CAMEL MEAT AND MEAT PRODUITS. CAB INTERNATIONAL PUB, OXFORDSHIRE, UK & BOSTON, USA. 10, 124,146.

KALAVROUZIOTI , HATZIKAMARI.M, LITOPOULOU-TZANETAKI. E, TZANETAKIS.N. (2005). PRODUCTION DE FROMAGE A PATE DURE A PARTIR DE LAIT CAPRIN PAR L'UTILISATION DE DEUX TYPES DE CULTURES PROBIOTIQUES COMME ADJUVANTS.INTERNATIONAL JOURNAL OF DAIRY TECHNOLOGICAL. VOL 58, NUMÉRO 1.

KALI. S, BENIDIR. M, AIT KACI. K, BELKHIRI. B, ET BENYOUCEF. M. T. (2011). SITUATION DE LA FILIERE LAIT EN ALGERIE: APPROCHE ANALYTIQUE D'AMONT EN AVAL. LIVESTOCK RESEARCH FOR RURAL DEVELOPMENT, 23 (8), 1-12. http://www.lrrd.org/lrrd23/8/Kali23179.htm

KAMRA. D. N. (2005). RUMEN MICROBIAL ECOSYSTEM. CURRENT SCIENCE 89, 124-135.

KAMINARIDES. S, SCORDOBEKI. A, ZOIDOU. E, MOATSOU. G. (2019). BIOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF REDUCED-FAT CHEESE MADE FROM HIGH-HEAT TREATED GOAT'S MILK SUPPLEMENTED WITH PENICILLIUM CANDIDUM. JOURNAL OF THE HELLENIC VETERINARY MEDICAL SOCIETY.VOL. 70.

KANDLER. O, AND WEISS.N. (1986). GENUS LACTOBACILLUS. IN : BERGEY'S MANUEL OF SYSTEMATIC BACTERIOLOGY, VOL 2, 9 IEME ED.ED.SNEATH PHA, MAIR NS., SHARPE M.E, HOLT J.G.WILLIAMS AND WILKINS, BALTIMORE USA.

KARAM. N. E, DELLALI. A, ET ZADI-KARAM. H. (2012). ACTIVITE LIPOLYTIQUE CHEZ LES BACTERIES LACTIQUES LIPOLYTIC ACTIVITY FROM LACTIC BACTERIA. RENC. RECH. RUMINANTS, 19.

KASSA. K. S, AHOUNOU S, DAYO GK, SALIFOU C, ISSIFOU MT, DOTCHE I, GANDONOU PS, YAPI-GNAORE V, KOUTINHOUIN B, MENSAH GA, YOUSSAO IAK. (2016). PERFORMANCES DE PRODUCTION LAITIERE DES RACES BOVINES DE L'AFRIQUE DE L'OUEST. INT. J. BIOL. CHEM. SCI. 10(5), 2316-2330**.**

KASSAS. ZOHRA. (2017). CROISSANCE DE SOUCHES DE BACTERIES LACTIQUES D'INTERETS TECHNOLOGIQUES ET/OU PROBIOTIQUES SUR MRS VEGETAL MODIFIE. DOCTORAT EN ICROBIOLOGIE.OPTION : MICROBIOLOGIE APPLIQUEE. UNIVERSITE BADJI MOKHTAR – ANNABA. P 7, 51.

KATZ ET WEAVER. (2003). ENCYCLOPEDIA OF FOOD AND CULTURE. VOL 1: ACCEPTANCE TO FOOD POLITICS .ED, CHARLES SCRIBNER'S SONS, NEW YORK. P 718.

KAYSER. F. (2003). SAFETY ASPECTS OF ENTEROCOCCI FROM THE MEDICAL POINT OF VIEW. INT. J. FOOD MICROBIOL. 88, 255-262.

KHARZAT. B. (2006). ESSAI D'EVALUATION DE LA POLITIQUE LAITIERE EN PERSPECTIVE DE L'ADHESION DE L'ALGERIE A L'ORGANISATION MONDIALE DU COMMERCE ET A LA ZONE DE LIBRE ECHANGE AVEC L'UNION EUROPEENNE. MEMOIRE DE MAGISTER I.N.A, ALGER. P 114.

KHEDID. K, FAID. M, MOKHTARI. A, SOULAYMANI. A AND ZINEDINE. A. (2009). CHARACTERIZATION OF LACTIC ACID BACTERIA ISOLATED FROM THE ONE HUMPED CAMEL MILK PRODUCED IN MOROCCO. MICROBIOLOGICAL RESEARCH. 164, 81-91.

KHOUALDI. GHANIA. (2017). CARACTERISATION DU FROMAGE TRADITIONNEL ALGERIEN « MEDEGHISSA ». MEMOIRE DE MAGISTER EN SCIENCES ALIMENTAIRES. UNIVERSITE DES FRERES MENTOURI CONSTANTINE 1. P 8, 50, 61.

KILCAWLEY. KIERAN AND O'SULLIVAN. MAURICE. (2018). CHEESE FLAVOUR DEVELOPMENT AND SENSORY CHARACTERISTICS. DONNEES DE CATALOGUE D'EDITION DE LA BIBLIOTHEQUE DU CONGRES 9781119046158.

KINDSTEDT. P. S. (2012). CHEESE AND CULTURE. A HISTORY OF CHEESE AND ITS PLACE IN WESTERN CIVILIZATION. CHELSEA GREEN PUBL., WHITE RIVER JCT.

KÖNIG. H, ET FRÖHLICH. J. (2009). LACTIC ACID BACTERIA IN KÖNIG, H., UNDEN, G. ET FRÖHLICH, J., BIOLOGY OF MICROORGANISMS ON GRAPES, IN MUST AND IN WINE. SPRINGER-VERLAG BERLIN HEIDELBERG. 3-24.

KOUAMÉ-SINA SM, BASSA. A, DADIE. A, MAKITA. K, DJE. M, BONFOH. B. (2010). ANALYSE DES RISQUES MICROBIENS DU LAIT CRU LOCAL A ABIDJAN (COTE D'IVOIRE). REVUE AFRICAINE DE SANTE ET DE PRODUCTIONS ANIMALES, 8(5). P 8.

KONDROTIENE. KRISTINA, KASNAUSKYTE. NERINGA, SERNIENE. LORETA, GOLZ. GRETA, ALTER.THOMAS, KASKONIENE. VILMA, MARUSKA. AUDRIUS SIGITAS, MALAKAUSKAS. MINDAUGAS. (2018). CHARACTERIZATION AND APPLICATION OF NEWLY ISOLATED NISIN PRODUCING LACTOCOCCUS LACTIS STRAINS FOR CONTROL OF LISTERIA MONOCYTOGENES GROWTH IN FRESH CHEESE. LWT - FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY. 87, 507-514.

KOENRAAD .VAN HOORDE, PETER. VANDAMME, AND GEERT. HUYS. (2008). MOLECULAR IDENTIFICATION AND TYPING OF LACTIC ACID BACTERIA ASSOCIATED WITH THE PRODUCTION OF TWO ARTISANAL RAW MILK CHEESES.DAIRY SCIENCE & TECHNOLOGY VOL 88, 445- 455.

KOUSSOU. M. O, GRIMAUD. P, MOPATE. L. Y. (2007). EVALUATION DE LA QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE ET HYGIENIQUE DU LAIT DE BROUSSE ET DES PRODUITS LAITIERS LOCAUX COMMERCIALISES DANS LES BARS LAITIERS DE N'DJAMENA AU TCHAD. REVUE ÉLEV. MED. VET. PAYS TROP, 60 (1-4), 45-49.

KRANENBURG. R. V, KLEEREBEZEM. M, HYLCKAMA-VLIEG. J. V, URSING. B. M, BOEKHORST. J, SMIT. B. A, AYAD. E. H. E, SMIT. G, AND SIEZEN. R. J. (2002). FLAVOUR FORMATION FROM AMINO ACIDS BY LACTIC AND BACTERIA: PREDICTIONS FROM GENOME SEQUENCE ANALYSIS. INTERNATIONAL DAIRY JOURNAL. 12, 111-121.

L

LABIOUI. H, ALMOUAIDI. L, AL YACHIOUI. M ET OUHSSIN. M. (2005). SELECTION DE SOUCHES DE BACTERIES ANTIBACTERIENNES .BULL.SOC.PHARMA.BORDEAUX.144, 273-250.

LABIOUI. HICHAM, ELMOUALDI. LAAROUSI, BENZAKOUR. ABDERRAHIM, MOHAMED EL YACHIOUI, BERNY .EL HASSA, OUHSSINE .MOHAMMED. (2009). **ETUDE PHYSICOCHIMIQUE ET MICROBIOLOGIQUE DE LAITS CRUS.** BULL. SOC. PHARM. BORDEAUX. 148, 7-16.

LAHSAOUI. S. (2009). ETUDE DU PROCEDE DE FABRICATION D'UN PRODUIT LAITIER TRADITIONNEL ALGERIEN "KLILA". MEMOIRE D'INGENIEUR D'ETAT, UNIVERSITE EL HADJ LAKHDAR-BATNA. P 72.

LAMBERTZ. C, SANKER. C, AND GAULY. M. (2014). CLIMATIC EFFECTS ON MILK PRODUCTION TRAITS AND SOMATIC CELL SCORE IN LACTATING HOLSTEIN-FRIESIAN COWS IN DIFFERENT HOUSING SYSTEMS. JOURNAL OF DAIRY SCIENCE. 97(1), 319-329.

LANTE. A, G. LOMOLINO, M. CAGNIN, AND P. SPETTOLI. (2006). CONTENT AND CHARACTERIZATION OF MINERALS IN MILK IN CRESCENZA AND SQUAQUERONE ITALIAN FRESH CHEESES BY ICP-OES. FOOD CONTROL. 17(3), 229-333.

LAROUSSE. SOUS «TERROIR», «FLAVEUR» ET «BIODIVERSITE». ÉDITIONS LAROUSSE. PARIS.

LARPENT. J. P. (1997). MEMENTO TECHNIQUE DE MICROBIOLOGIE. 3EME ED. TECHNIQUE ET DOCUMENTATION LAVOISIER, PARIS. P 910.

LARPENT-GOURGAUD. M, MICHAUX. O, LARPENT. J.P., DESMASURES. N, MANGIN. I, MASSON.F, MONTEL. M.C, ET TALLIEZ.P. (1997). LES FERMENTS LACTIQUES ET BACTERIES APPARENTES. IN MICROBIOLOGIE ALIMENTAIRE : TECHNIQUE DE LABORATOIRE. LARPENT J P TEC ET DOC, LAVOISIER. 199- 255.

LAVOIE. KARINE. (2011). CARACTERISATION MICROBIOLOGIQUE DES LAITS DU TERROIR QUEBECOIS SERVANT A LA PRODUCTION DE FROMAGES DE SPECIALITE. DEPARTEMENT DES SCIENCES DES ALIMENTS ET DE NUTRITION FACULTE DES SCIENCES DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION. UNIVERSITE LAVAL QUEBEC. 16-47.

LEBRES. A. D. ET HAMZA. A. (2002). COURS NATIONAL D'HYGIENE ET DE MICROBIOLOGIE DES ALIMENTS « MICROBIOLOGIE DES LAITS ET PRODUITS LAITIERS », INSTITUT PASTEUR D'ALGERIE.

LE JAOUEN J.C. (2004). LA FABRICATION DU FROMAGE FERMIER. 7ED. INSTITUT D'ELEVAGE. PARIS FRANCE.

LEKSIR. C ET CHEMMAM. M. (2015). CONTRIBUTION A LA CARACTERISATION DU KLILA, UN FROMAGE TRADITIONNEL DE L'EST DE L'ALGERIE. LIVESTOCK RESEARCH FOR RURAL DEVELOPMENT 27 (5). HTTPS://WWW.RESEARCHGATE.NET/PUBLICATION/282930589.

LEKSIR. C. (2018). DOCTORAT EN SCIENCE FILIERE : SCIENCES BIOLOGIQUES. CARACTERISATION, FABRICATION ET CONSOMMATION DU DERIVE LAITIER TRADITIONNEL «KLILA» DANS L'EST ALGERIEN. P 19, 21.

LEKSIR, C, BOUDALIA, S, MOUJAHED, N, AND CHEMMAM, M. (2019). TRADITIONAL DAIRY PRODUCTS IN ALGERIA:CASE OF KLILA CHEESE. JOURNAL OF ETHNIC FOODS, 6(1), 7.

LE MENS. P. (1985). LE LAIT DE CHEVRE : PROPRIETES PHYSICO - CHIMIQUES, NUTRITIONNELLES ET CHIMIQUES. IN : LAIT ET PRODUITS LAITIERS, VACHE, CHEVRE, BREBIS, DE LA MAMELLE A LA LAITERIE. TOME 2. PARIS : TECHNIQUE ET DOCUMENTATION LAVOISIER. 354 - 367.

LE MINOR. LEON ET RICHARD. CLAUDE. (1993). METHODES DE LABORATOIRE POUR L'IDENTIFICATION DES ENTEROBACTERIES. INSTITUT PASTEUR. P.69. LA LIRAIRIE.COM.

LEMOUCHI. L. (2007). LE FROMAGE TRADITIONNEL BOUHEZZA : ENQUETE DANS LA WILAYA DE TEBESSA ET SUIVI DE L'EVOLUTION DES CARACTERISTIQUES PHYSICOCHIMIQUES DE DEUX FABRICATIONS. MEMOIRE D'INGENIEUR EN NUTRITION ET TECHNOLOGIES AGRO-ALIMENTAIRES.UNIVERSITE DE CONSTANTINE 1. ALGERIE. P 42.

LENOIR. J. (1963). NOTE SUR LA DEGRADATION DES PROTIDES AU COURS DE LA MATURATION DU CAMEMBERT. EXTRAIT DE LA REVUE LE LAIT MARS-AVRIL, 1963, C. R. ACAD. AGR.48, N° 03, 160, 1- 11.

LENOIR. J, LAMBERT. G, ET SCHMIODT. J. L. (1983). L'ELABORATION D'UN FROMAGE : L'EXEMPLE DU CAMEMBERT. POUR LA SCIENCE. 69, 30-42.

LERCH. S, PIRES. J. A, DELAVAUD. C, SHINGFIELD. K. J, POMIES. D, MARTIN. B, CHILLIARD. Y, AND FERLAY. A. (2015). RAPESEED OR LINSEED IN DAIRY COW DIETS OVER 2 CONSECUTIVE LACTATIONS: EFFECTS ON ADIPOSE FATTY ACID PROFILE AND CARRY-OVER EFFECTS ON MILK FAT COMPOSITION INSUBSEQUENT EARLY LACTATION. J. DAIRY SCI. 98, 1005–1018.

LEVEAU. J. Y, BOIUX. M, ET DE ROISSART. H. B. (1991). LA FLORE LACTIQUE : TECHNIQUE D'ANALYSE ET DE CONTROLE DANS LES INDUSTRIES AGRO- ALIMENTAIRES. 2EME ED., TEC & DOC, LAVOISIER.PARIS. 3. 2-40.

LEYRAL. G ET VIERLING. E. (2007). MICROBIOLOGIE ET TOXICOLOGIE DES ALIMENTS : HYGIENE ET SECURITE ALIMENTAIRES. WOLTERS KLUWER FRANCE. P 287.

LICATA. P, TROMBETTA. D, CRISTANI. M, GIOFRE. F. M. D, CALO. M, AND NACCARI. F. (2004). LEVELS OF TOXIC AND ESSENTIAL METALS IN SAMPLES OF BOVINE MILK FROM VARIOUS DAIRY FARMS IN CALABRIA, ITALY. ENVIRON.INT. 30(1), 1-6.

LICITRA. G. (2010). WORLD WIDE TRADITIONAL CHEESES. BANNED FOR BUSINESS. DAIRY SCIENCE AND TECHNOLOGY JOURNAL.90, 357-374.

LONGWAH. T, ANANTHAN. R, BHASKARACHARY. K, VENKAIAH. K. (2017). INDIAN FOOD COMPOSITION TABLES. NATIONAL INSTITUTE OF NUTRITION (INDIAN COUNCIL OF MEDICAL RESEARCH), HYDERABAD, INDIA.

LOUNES. SAHARAOUI. (2017).LES COCCINELLES ALGERIENNES (COLEOPTERA, COCCINELLIDAE) : ANALYSE FAUNISTIQUE ET STRUCTURE DES COMMUNAUTES. BIODIVERSITE. UNIVERSITE PAUL SABATIER - TOULOUSE III. FRANÇAIS. NNT : 2017TOU30246FF. P 14, 15.

LOPEZ-DIAZ. T. M, ALONSO. C, ROMAN. C, GARCIA-LOPEZ M.L, AND MORENO. B. (2000).LACTIC ACID BACTERIA ISOLATED FROM A HAND-MADE BLUE CHEESE. FOOD MICROBIOLOGY.17, 23-32.

LOPEZ. C, BRIARD-BION. V, CAMIER. B, AND GASSI. J. Y. (2006). MILKFAT THERMAL PROPERTIES AND SOLID FAT CONTENT IN EMMENTHAL CHEESE: A DIFFERENTIAL SCANNING CALORIMETRY STUDY. JOURNAL OF DAIRY SCIENCE, 89, 2894–2910.

LOPEZ-KLEINE. L, AND MONNET. V. (2011). LACTIC ACID BACTERIA, PROTEOLYTIC SYSTEMS (2TH ED.). FRANCE: ACADEMIC PRESS PUBLISHED. P 49, 55.

LUQUET. F. M. (1985). LAIT ET PRODUITS LAITIERS (VACHE, BREBIS, CHEVRE). TOME 1 : LES LAITS DE LA MAMELLE A LA LAITERIE. TECHNIQUE ET DOCUMENTATION LAVOISIER. P 217-261.

LUQUET. F. M, ET CORRIEU. G. (2005). LACTIC ACID BACTERIA AND PROBIOTICS .EDIT .TECH.DOC .LAVOISIER (PARIS). P 343, 408.

LYHS. U, BJORKROTH. J, KORKEALA. H. (1999). CHARACTERIZATION OF LACTIC ACID BACTERIA FROM SPOILED, VACCUM-PACKAGED, COLD-SMOKED RAINBOW TROUT USING RIBOTYPING. INT. J. FOOD MICROBIOL, 52, 77-84.

M

MADANI. T, YAKHLEF. H, ABBACHE. N. (2003). LES RACES BOVINES, OVINES, CAPRINES ET CAMELINES. EVALUATION DES BESOINS EN MATIERE DE RENFORCEMENT DES CAPACITES NECESSAIRES A LA CONSERVATION ET L'UTILISATION DURABLE DE LA BIODIVERSITE IMPORTANTE POUR L'AGRICULTURE EN ALGERIE, ALGER 22-23/01/2003. P45. RECUEIL DES COMMUNICATIONS ATELIER N°3 «BIODIVERSITE IMPORTANTE POUR L'AGRICULTURE» MATE-GEF/PNUD PROJET ALG/97/G31.

MADANI. T, ET MOUFFOK. C. (2008). PRODUCTION LAITIERE ET PERFORMANCES DE REPRODUCTION DES VACHES MONTBELIARDE EN REGION SEMI ARIDE ALGERIENNES. REVUE ELEV. MED.VET.PAYS TROP, 61(2), 97-107.

MADR. (2003). RAPPORT NATIONAL SUR LES RESSOURCES GENETIQUES ANIMALES : ALGERIE. OCTOBRE. P 23, 24.

MADR. (2012). CONFERENCE DES NATIONS UNIES SUR LE DEVELOPPEMENT DURABLE (RIO+20) – 2EME RAPPORT NATIONAL SUR LE DEVELOPPEMENT DURABLE.

MADRAU. M.A, MANGIA. N.P, MURGIA. M. A, SANNA. M. G, GARAU. G, LECCIS. L, CARREDA. M, DEIANA. P. (2006). EMPLOYMENT OF AUTOCHTHONOUS MICROFLORA IN PECORINO SARDO CHEESE MANUFACTURING AND

EVOLUTION OF PHYSICOCHEMICAL PARAMETERS DURING RIPENING INTERNATIONAL DAIRY JOURNAL, 16, 876-885.

MAHAMEDI. A. E. (2015). ETUDE DES QUALITES: HYGIENIQUE, PHYSICOCHIMIQUE ET MICROBIOLOGIQUE DES FERMENTS ET DES BEURRES TRADITIONNELS DESTINES A LA CONSOMMATION DANS DIFFERENTES REGIONS D'ALGERIE. MEMOIRE DE MAGISTER EN BIOLOGIE. BENLAHCEN K. UNIVERSITE D'ORAN. ALGERIE. P 111.

MAMI. ANAS. (2013).RECHERCHE DES BACTERIES LACTIQUES PRODUCTRICES DE BACTERIOCINES A LARGE SPECTRE D'ACTION VIS A VIS DES GERMES IMPLIQUES DANS LES TOXI-INFECTIONS ALIMENTAIRES EN ALGERIE. THESE DE DOCTORAT. OPTION : MICROBIOLOGIE APPLIQUEE. UNIVERSITE D'ORAN. P 66.

MANOLOPOULO. E, SARANTINOPOULOS. P, ZOIDOU. E, AKTYPIS. A, MOSCHOPOULO. E, KANDARAKIS. I.G, ANIFANTAKIS. E.M (2003). EVOLUTION OF MICROBIAL POPULATIONS DURING TRADITIONAL FETA CHEESE MANUFACTURE AND RIPENING. INT. J. FOOD MICROBIOL.82, 153–161.

MANSOUR. L. MAYA. (2015). ETUDE DE L'INFLUENCE DES PRATIQUES D'ELEVAGE SUR LA QUALITE DU LAIT : EFFET DE L'ALIMENTATION. THESE DE DOCTORAT. UNIVERSITE FERHAT ABBAS SETIF 1FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE. P 97.

MARKIEWICZ-KESZYCKA. M, CZYŻAK-RUNOWSKA. C, LIPIŃSKA. P, AND WOJTOWSKI. J. (2013). FATTY ACID PROFILE OF MILK. A REVIEW. BULLETIN-VETERINARY INSTITUTE IN PULAWY. 57, 135–139.

MARTH. E. H, ET STEELE.J. L. (2001). APPLIED DAIRY MICROBIOLOGY. 2E. EDITED BY MARCEL DEKKER. NEW YORK. P 13,16.

MARTIN. N, H. TRMČIĆ, A.HSIEH, T. BOOR, K. J.WIEDMANN, M. (2016). THE EVOLVING ROLE OF COLIFORMS AS INDICATORS OF UNHYGIENIC PROCESSING CONDITIONS IN DAIRY FOODS. FRONTIERS IN MICROBIOLOGY. 7.1549, 1-8.

MASLE. ISABELLE, MORGAN. FRANÇOIS. (2001). APTITUDE DU LAIT DE CHEVRE A L'ACIDIFICATION PAR LES FERMENTS LACTIQUES - FACTEURS DE VARIATION LIES A LA COMPOSITION DU LAIT. DAIRY SCIENCE AND TECHNOLOGY. VOLUME 81 / NO 4. LAIT. 81 4, 561-569.

MATALLAH. S, MATALLAH. F, DJEDIDI.I, MOSTEFAOUI. K. N, ET BOUKHRIS. R. (2019). QUALITES PHYSICO-CHIMIQUE ET MICROBIOLOGIQUE DE LAITS CRUS DE VACHES ELEVEES EN EXTENSIF AU NORD-EST ALGERIEN. HTTPS://WWW.RESEARCHGATE.NET/PUBLICATION/331159491. ARTICLE IN LIVESTOCK RESEARCH FOR RURAL DEVELOPMENT.

MATHARA. J. M, SCHILLINGER. U, KUTIMA. P. M, MBUGUA. S. K AND HOLZAPFEL. W. H. (2004). ISOLATION, IDENTIFICATION AND CHARACTERIZATION OF THE DOMINANT MICROORGANISMS OF KULE NATO: THE MAASAI TRADITIONAL FERMENTED MILK IN KENYA. INTERNATIONAL JOURNAL OF FOOD MICROBIOLOGY. 94, 269-278.

MARTINOVIĆ. A, RADULOVIĆ. Z, WIND. A, JANZEN. T, OBRADOVIC. D. (2005). ISOLATION AND CHARACTERIZATION OF BACTERIAL FLORA FROM FARMHOUSE FERMENTED MILK PRODUCTS OF SERBIA AND MONTENEGRO. ACTA VETERINARIA. 55, 307-318.

MAURY. M. (1987). MILIEUX ET REACTIFS DE LABORATOIRE. MICROBIOLOGIE ET IMMUNOLOGIE DIAGNOSTIC PASTEUR. P 727.

MAYEUX. J. V, SANDINE. W. E, AND ELLIKER. P. R. (1962). A SELECTIVE MEDIUM FOR DETECTING LEUCONOSTOC ORGANISMS IN MIXED-STRAIN STARTER CULTURES. JOURNAL OF DAIRY SCIENCE. 45, 655–656.

MCLEOD. A, NYQUIST.O.L, SNIPEN.L, NATERSTAD.K, AND AXELSSON. L. (2008). DIVERSITY OF LACTOBACILLUS SAKEI STRAINS INVESTIGATED BY PHENOTYPIC AND GENOTYPIC METHODS. SYST APPL MICROBIOL. 31, 393-403.

MCSWEENEY. P. L. H, AND SOUSA. M. J. (2000). BIOCHEMICAL PATHWAYS FOR THE PRODUCTION OF FLAVOUR COMPOUNDS IN CHEESE DURING RIPENING. LE LAIT. 80, 293–324.

MCSWEENEY. P. L. H. (2004). BIOCHEMISTRY OF CHEESE RIPENING. INTERNATIONAL JOURNAL OF DAIRY TECHNOLOGY. 57 (2–3), 127–144.

MCSWEENEY. P. L. H. (2007). PRINCIPALES FAMILLES DE FROMAGE. DANS MCSWEENEY, P. L. H. (ED.), CHEESE PROBLEMS SOLVED. PROBLEMS SOLVED. WOODHEAD PUBLISHING LIMITED, CAMBRIDGE, ROYAUME-UNI. P 176, 177.

MECHAI. A, DEBABZA. M, KIRANE. D. (2014).SCREENING OF TECHNOLOGICAL AND PROBIOTIC PROPERTIES OF LACTIC ACID BACTERIA ISOLATED FROM ALGERIAN TRADITIONAL FERMENTED MILK PRODUCTS. IN FOODRES J. 21(6), 2451-2457.

MEDJOUDJ. H, ZIDOUNE. M. N, HAYALOGLU .A. A. (2016).PROTEOLYSIS AND VOLATILE PROFILE IN THE ALGERIAN TRADITIONAL BOUHEZZA CHEESE MADE USING RAW GOAT'S MILK. INT. J. FOOD PROPERTIES, SN - 1532-2386. DOI: 10.1080/10942912.2016.1222588.

MEDJOUDJ. H. (2018). CONTRIBUTION A L'ETUDE POUR LA CARACTERISATION DU FROMAGE TRADITIONNEL « BOUHEZZA » AU LAIT DE CHEVRE. THESE DE DOCTORAT EN SCIENCES ALIMENTAIRES. P 93.

MEGHOUFEL. N. L. (2019). ETUDE DE LA DIVERSITE TAXINOMIQUE ET TECHNOLOGIQUE DES BACTERIES LACTIQUES ISOLEES AU COURS DE LA PRODUCTION DE JBEN ET APPROCHE MOLECULAIRE DE LEURS INTERACTIONS AU MICROCOSME FROMAGER. THESE DE DOCTORAT EN PRODUCTION ET BIOTECHNOLOGIE ANIMALES.UNIVERSITE ABDELHAMID IBN BADIS MOSTAGANEM. P 94.

MERIBAI. A, JENIDI. R, HAMMOUCHE .Y, ET BENSOLTANE. A. (2017). CARACTERISATION PHYSICOCHIMIQUE ET QUALITE MICROBIOLOGIQUE DU KLILA : UN FROMAGE TRADITIONNEL SEC DES REGIONS ARIDES D'ALGERIE : ETUDE PRELIMINAIRE. JOURNAL OF NEW SCIENCES, AGRICULTURE AND BIOTECHNOLOGY 40(4), 2169-2174.

MENNANE. Z, KHEDID. K.B, ZINEDINE. E. A, LAGZOULI. M, OUHSSINE. M, AND ELYACHIOUI. M. (2007). MICROBIAL CHARACTERISTICS OF KLILA AND JBEN TRADITIONAL MOROCCAN CHEESE FROM RAW COW'S MILK. WORLD JOURNAL OF DAIRY AND FOOD SCIENCES. 2(1), 23-27.

MENNANE. Z. (2008). LAIT ET PRODUITS LAITIERS ENTRE LA TRADITION ET LA BIOTECHNOLOGIE. ÉTUDE PHYSICO-CHIMIQUE ET MICROBIOLOGIQUE. THESE DE DOCTORAT : MICROBIOLOGIE, UNIVERSITE IBN TOFAÏL, KENITRA (MAROC). P 175.

MESKINI. Z, RECHIDI-SIDHOUM. N, ZOUAOUI. K, BOUNAAMA. K, HOMRANI. A. (2021). INFECTIOUS AETIOLOGIES OF SUBCLINICAL BOVINE MASTITIS AND ANTIMICROBIAL SUSCEPTIBILITY ON NORTHWEST OF ALGERIA. VOL70, NO. 3. VETERINARIA.

MESLAY. C, ET DELAROZIERE. M. F. (2007). HERBIER MEDITERRANEEN. ÉDISUD. P 9.

MHONE. T, A.MATOPE, G.SAIDI, P. T. (2011). AEROBIC BACTERIAL, COLIFORM, ESCHERICHIA COLI AND STAPHYLOCOCCUS AUREUS COUNTS OF RAW AND PROCESSED MILK FROM SELECTED SMALLHOLDER DAIRY FARMS OF ZIMBABWE. INTERNATIONAL JOURNAL OF FOOD MICROBIOLOGY. 151, 223–228.

MICARI. PIETRO, CARIDI. ANDREA, COLACINO. TERESA, CAPARRA .PASQUALE, ET CUFARI. ANTONIO. (2002). PHYSICOCHEMICAL, MICROBIOLOGICAL AND COAGULATING PROPERTIES OF EWE'S MILK PRODUCED ON THE CALABRIAN MOUNT PORO PLATEAU. INTERNATIONAL JOURNAL OF DAIRY TECHNOLOGY. VOL 55, NO 4.

MICHEL .VALERIE, HAUWUY. AGNES, CHAMBA. JEAN-FRANÇOIS. (2001).LA FLORE MICROBIENNE DE LAITS CRUS DE VACHE : DIVERSITE ET INFLUENCE DES CONDITIONS DE PRODUCTION. LAIT. 81, 575-592. EDP SCIENCES.

MICHAELIDOU. A. M, ALICHANIDIS. E, POLYCHRONIADOU. A, AND ZERFIRIDIS.G. (2005). MIGRATION OF WATER SOLUBLE NITROGENOUS COMPOUNDS OF FETA CHEESE FROM THE CHEESE BLOCKS INTO THE BRINE. INTERNATIONAL DAIRY JOURNAL. 15(6-9), 663-668. DOI : 10.1016/J.IDAIRYJ.2004.09.013.

MILLET. VINCENT. (2001). DYNAMIQUE ET SURVIE DES POPULATIONS BACTERIENNES DANS LES VINS ROUGES AU COURS DE L'ELEVAGE : INTERACTIONS ET EQUILIBRES. THESE DE DOCTORAT EN SCIENCES BIOLOGIQUES ET MEDICALES. ŒNOLOGIE ET AMPELOLOGIE. P 86-103.

MILLIERE. J. B, MATHOT. A. G, SCHMITT. P, ET DIVIÈS. C. (1989). PHENOTYPIC CHARACTERIZATION OF LEUCONOSTOC SPECIES. J. APPL. BACTERIOL. 67, 529-542.

MILLS. S, O'SULLIVAN. O, HILL. C, FITZGERALD. G, AND ROSS. R. P. (2010). THE CHANGING FACE OF DAIRY STARTER CULTURE RESEARCH: FROM GENOMICS TO ECONOMICS. INTERNATIONAL JOURNAL OF DAIRY TECHNOLOGY. 63, 149–170.

MILO. C. ET REINECCIUS. G. A. (1997). IDENTIFICATION AND QUANTIFICATION OF POTENT ODORANTS IN REGULARFAT AND LOW-FAT MILD CHEDDAR CHEESE. JOURNAL OF AGRICULTURAL AND FOOD CHEMISTRY. 45, 3590-3594.

MILLOGO. VINSOUN, SISSAO.MARIÉTOU ET OUÉDRAOGO. GEORGES ANICET. (2018).QUALITE NUTRITIONNELLE ET BACTERIOLOGIQUE DES ECHANTILLONS DE QUELQUES PRODUITS LAITIERS LOCAUX DE LA CHAINE DE PRODUCTION AU BURKINA FASO. INT. J. BIOL. CHEM. SCI. 12(1): 244-252, ISSN 1997-342X (ONLINE), ISSN 1991-8631. DOI : https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v12i1.19

MKRTCHYAN. H, GIBBONS. S, HEIDELBERGER, S, ZLOH, M., LIMAKI, H. K. (2010). PURIFICATION, CHARACTERIZATION AND IDENTIFICATION OF ACIDOCIN LCHV, AN ANTIMICROBIAL PEPTIDE PRODUCED BY LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS N.V. ER 317/402 STRAIN NARINE. INT.J. ANTIMICROBIAL AGENTS, 35, 255-260.

MOKHTAR RAHMANI. M, HAMIROUNE. M, BERBER. A. (2020). CARACTERISATIONS MORPHOLOGIQUE ET BIOMETRIQUE DE BOVINS MALES BRUNS DE L'ATLAS EN ALGERIE. LIVESTOCK RESEARCH FOR RURAL DEVELOPMENT. VOLUME 32, ARTICLE #32. RETRIEVED FEBRUARY 3, 2022, FROM HTTP://WWW.LRRD.ORG/LRRD32/2/RAHM32032.HTML.

MOLIMARD. P, LE QUERE. J. L, AND SPINNLER. H. E. (1997). LES LIPIDES ET LA FLAVEUR DES PRODUITS LAITIERS. OLEAGINEUX, CORPS GRAS, LIPIDES. 4, 301-311.

MONNET. C, LATRILLE. E, BEAL. C. ET CORRIEU. G. (2008). CROISSANCE ET PROPRIETES FONCTIONNELLES DES BACTERIES LACTIQUES IN CORRIEU, G. ET LUQUET, F.M., BACTERIES LACTIQUES DE LA GENETIQUE AUX FERMENTS. TEC & DOC, LAVOISIER. 511-593.

MONTEL. M. C, BUCHIN. S, MALLET. A, DELBES-PAUS. C, VUITTON. D. A, DESMASURES.N. BERTHIER.F. (2014). TRADITIONAL CHEESES: RICH AND DIVERSE MICROBIOTA WITH ASSOCIATED BENEFITS. INTERNATIONAL JOURNAL OF FOOD MICROBIOLOGY. 177, 136–154.

MORRISON. D, N. WOODFORD. N, B. COOKSON. B. (1997). LES ENTEROCOQUES EN TANT QU'AGENTS PATHOGENES EMERGENTS DE L'HOMME.J. APPL. MICROBIOLE. SUPPLEMENT SYMPOSIUM. 83, 89-99.

MORAES. M. P, PERIN. L. M, ORTOLANI.M. B. T, YAMAZI. A. K, VIÇOSA. G. N, NERO. L. A. (2010). PROTOCOLS FOR THE ISOLATION AND DETECTION OF LACTIC ACID BACTERIA WITH BACTERIOCINOGENIC POTENTIAL. FOODSCI.TECHNOL. 43, 1320-1324.

MOUNIER. J, GELSOMINO. R, GOERGES. S, VANCANNEYT. M, VANDEMEULEBROECKE. K, HOSTE. B, SCHERER. S, SWING. J, FITZGERALD. G.F, COGAN. T. M. (2005). SURFACE MICROFLORA OF FOUR SMEAR-RIPENED CHEESES. APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY. 71, 6489–6500.

MUTWEDU. VALENCIA. BWANA, AYAGIRWE. RODRIGUE. BASENGERE, YANNICK. MUGUMAARHAHAMA, GANZA. BAHINDWA, AKSANTI. BARUME, REHEMA. MATENDO, ESPOIR. BISIMWA, KATCHO. KARUME,

BALEZI. ALPHONSE. ZIHALIRWA ET GUSTAVE. MUSHAGALUSA. (2018). EFFETS DES TECHNIQUES DE TRANSFORMATION SUR LA QUALITE DU FROMAGE BLANC TRADITIONNEL "MASHANZA" PRODUIT AU SUD-KIVU, RD CONGO. JOURNAL DES SCIENCES ANIMALES ET VEGETALES. 38(1), 6097-6111.

N

NEDJRAOUI. D. (2003). NOTES DE REFLEXIONS SUR LA POLITIQUE DE LUTTE CONTRE LA DESERTIFICATION EN ALGERIE: PROFIL FOURRAGER. RAPPORT O.S.S. P 34. HTTP://WWW.FAO.ORG/AG/AGP/AGPC/DOC/COUNPROF/ALGERIA/ALGERIE.HTM.

NEDJRAOUI. DALILA ET BEDRANI. SLIMANE. (2008). LA DESERTIFICATION DANS LES STEPPES ALGERIENNES : CAUSES, IMPACTS ET ACTIONS DE LUTTE. VERTIGO. REVUE ELECTRONIQUE EN SCIENCE DE L'ENVIRONNEMENT. HTTPS://DOI.ORG/10.4000/VERTIGO.5375.

NEVÁREZ-MOORILLÓN, G. V. (2018). SEASONAL INFLUENCE ON THE MICROBIAL PROFILE OF CHIHUAHUA CHEESE MANUFACTURED FROM RAW MILK. INTERNATIONAL JOURNAL OF DAIRY TECHNOLOGY. 71(S1), 81-89.

NF V04-016. (1985). MILK-ENUMERATION OF MICROORGANISMS, COLONY COUNT TECHNIQUE AT 30°C.STANDARD FRENCH.

NF T 90-415. (1985). TESTING WATER - DETECTION AND ENUMERATION OF THE SPORES OF SULFITE-REDUCING ANAEROBES AND SULFITE-REDUCING CLOSTRIDIA - GENERAL METHOD FOR INCORPORATION IN AGAR DEEP TUBE. FRENCH STANDARD.

NOUANI. A, DAKO. E, MORSLI. A, BELHAMICHE. N, BELBRAOUET. S, BELLAL. M. M, ET DADIE. A. (2009). CHARACTERIZATION OF THE PURIFIED COAGULAND EXTRACTS DERIVED FROM ARTICHOKE FLOWERS (CYNARASCOLYMUS) AND FROM THE FIG TREE LATEX (FICUSCARICA) IN LIGHT OF THEIR USE IN THE MANUFACTURE OF TRADITIONAL CHEESES IN ALGERIA. INTERNATIONAL JOURNAL OF FOOD TECHNOLOGY. 7, 20 - 29.

O

OUADGHIRI. M, VANCANNEYT. M, AMAR. M, SWINGS. J. (2005). BIODIVERSITY OF LACTIC ACID BACTERIA IN MOROCCAN SOFT WHITE CHEESE (JBEN). FEMS MICROBIOLOGY LETTERS .251, 267-271.

OUADGHIRI. MOUNA. (2009). BIODIVERSITE DES BACTERIES LACTIQUES DANS LE LAIT CRU ET SES DERIVES « LBEN » ET « JBEN » D'ORIGINE MAROCAINE. THESE DE DOCTORAT. UNIVERSITE MOHAMMED V .AGDAL FACULTE DES SCIENCES. RABAT. DISCIPLINE : BIOLOGIE SPECIALITES : MICROBIOLOGIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE. P 41, 42.

O'SULLIVAN. D. J, GIBLIN. L, MCSWEENEY. P. L. H, SHEEHAN. J. J, COTTER. P. D. (2013). NUCLEIC ACIDBASED APPROACHES TO INVESTIGATE MICROBIAL-RELATED CHEESE QUALITY DEFECTS. FRONT MICROBIOL. 4, 1–15.

O'SULLIVAN. L, ROSS. R. P, AND HILL. C. (2002).POTENTIAL OF BACTERIOCIN PRODUCING LACTIC ACID BACTERIA FOR IMPROVEMENTS IN FOOD SAFETY AND QUALITY.BIOCHIMIE .84, 593-604.

P

PACHECO. LILIANA FADUL. (2016). RELATIONS ENTRE LA COMPOSITION DU LAIT ET LES FACTEURS ALIMENTAIRES DANS LES TROUPEAUX LAITIERS QUEBECOIS. THESE DE DOCTORAT EN SCIENCES ANIMALES. UNIVERSITE LAVAL. QUEBEC, CANADA. P 41.

PAPPA. E. C, KANDARAKIS. I, ANIFANTAKIS. E. M, ZERFIRIDIS. G. K. (2006). INFLUENCE OF TYPES OF MILK AND CULTURE ON THE MANUFACTURING PRACTICES, COMPOSITION AND SENSORY CHARACTERISTICSOF TELEME CHEESE DURING RIPENING. FOOD CONTROL. 17, 570–581.

PAPADEMAS. P, ET ROBINSON. R. K. (2002). SOME VOLATILE PLANT COMPOUNDS IN HALLOUMI CHEESES MADE FROM OVINE OR BOVINE MILK. LEBENSMITTEL-WISSENSCHAFT UND-TECHNOLOGIE/FST, 35 (6), 512–516.

PARENTE. E, & COGAN. T. M. (2004). STARTER CULTURES: GENERAL ASPECTS. IN P. F. FOX, P. L. H. MCSWEENEY, T. M. COGAN, & T. P. GUINEE (EDS.), CHEESE: CHEMISTRY, PHYSICS AND MICROBIOLOGY. 123–148. LONDON, UK: CHAPMAN AND HALL.

PIETRO MICARI, ANDREA CARIDI, TERESA COLACINO, PASQUALE CAPARRA AND ANTONIO CUFARI. (2002). PHYSICOCHEMICAL, MICROBIOLOGICAL AND COAGULATING PROPERTIES OF EWE'S MILK PRODUCED ON THE CALABRIAN MOUNT PORO PLATEAU. INTERNATIONAL JOURNAL OF DAIRY TECHNOLOGY. VOL 55, NO 4.

PACKARD. V, GINN R. (1990). DAIRY FOOD AND ENVIRONMENTAL SANITATION. VOL 10, N° 6, 347- 351.

PARCUEL. P, G. CORROT, O. SAUVEE. (1994).VARIATIONS DU POINT DE CONGELATION ET PRINCIPALES CAUSES DU MOUILLAGE DU LAIT DE VACHE. C. R. RENCONTRES RECHER. RUMINANTS, PARIS. 4 REF 129-132.

PETROCZKI. FLORA. MARIA, BENJAMIN. KOJOWOODE, GRETATÖROS, NOEMI. STELLA. NAGY, BELA. BÉRI, FERENC. PELES. (2018). MICROBIOLOGICAL STATUS OF BULK TANK MILK AND DIFFERENT FLAVORED GOMOLYA CHEESES PRODUCED BY A MILK PRODUCING AND PROCESSING PLANT. ACTA AGRARIA DEBRECENIENSIS 2018/75.

PFEILER. E. A, AND T. R. KLAENHAMMER. (2009). ROLE OF TRANSPORTER PROTEINS IN BILE TOLERANCE OF LACTOBACILLUSACIDOPHILUS. APPL ENVIRON MICROBIOL. 75, 6013-6016.

PINO. A, LIOTTA. L, RANDAZZO. C. L, TODARO. A, MAZZAGLIA. A, DE NARDO. F, CHIOFALO.V, CAGGIA. C. (2018). APPROCHE POLYPHASIQUE POUR ETUDIER LES CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES, MICROBIOLOGIQUES ET SENSORIELLES DU FROMAGE DE CHEVRE ARTISANAL DE NICASTRE MICROBIOLE ALIMENTAIRE. 70. P. 143, 154. HTTPS://DOI.ORG/10.1016/J.FM.2017.09.005 29173621.

PISANO. M. B, FADDA. M. E, MELIS. R, CIUSA .M. L, VIALE .S, DEPLANO .M. (2015). MOLECULAR IDENTIFICATION OF BACTERIOCINS PRODUCED BY LACTOCOCCUS LACTIS DAIRY STRAINS AND THEIR TECHNOLOGICAL AND GENOTYPIC CHARACTERIZATION. FOOD CONTROL. 51, 1-8.

PLATERO- MARTÍN. A. M, VALDIVIA. E, MAQUEDA. M, MARTÍNEZ-BUENO. M. (2009). CHARACTERIZATION AND SAFETY EVALUATION OF ENTEROCOCCI ISOLATED FROM SPANISH GOATS' MILK CHEESES. INT. J. FOOD MICROBIOL. 132(1), 24-32.

POZNANSKI. E, CAVAZZAA. A, CAPPAB. F, COCCONCELLI. P. S. (2004). INDIGENOUS RAW MILK MICROBIOTA INFLUENCES THE BACTERIAL DEVELOPMENT IN TRADITIONAL CHEESE FROM AN ALPINE NATURAL PARK. INTERNATIONAL JOURNAL OF FOOD MICROBIOLOGY. 92, 141 – 151

PRIPP. A. H, SKEIE. S, ISAKSSON. T, BORGE. G. I, AND SORHAUG. T. (2006). MULTIVARIATE MODELLING OF RELATIONSHIPS BETWEEN PROTEOLYSIS AND SENSORY QUALITY OF PRAST CHEESE. INTERNATIONAL DAIRY JOURNAL. 16, 225–235.

PRODROMOU. L, THASITOU. P, HARITONIDOU. E, TZANETAKIS. N, AND LITOPOULOU-TZANETAKI. E. (2001). MICROBIOLOGY OF ORINOTYRI A EWE'S MILK CHEESE FROM THE GREEK MOUNTAINS. FOOD MICROBIOLOGY. 18, 319-328.

Q

QUEIROGA. R. C. R. E, SANTOS. B. M, GOMES. A. M. P, MONTEIRO. M. J, TEIXEIRA. S. M, DE SOUZA. E. L, PEREIRA. C. J. D, AND PINTADO. M. M. E. (2013). NUTRITIONAL, TEXTURAL AND SENSORY PROPERTIES OF COALHO CHEESE MADE OF GOATS', COWS' MILK AND THEIR MIXTURE. LEBENSMITTEL- WISSENSCHAFT + TECHNOLOGIE. 50(2), 538-544.

QIAN. M. C, AND BURBANK. H. M. (2007). HARD ITALIAN CHEESES: PARMIGIANO-REGGIANO AND GRANA PADANO. IN WEIMER, B. C. (EDS.), IMPROVING THE FLAVOUR OF CHEESE. WOODHEAD PUBLISHING LTD., CAMBRIDGE ENGLAND. 421–443.

R

RABAH. NOURA. (2010). ETUDE DU POTENTIEL DES BACTERIES LACTIQUES POUR LEUR UTILISATION EN INDUSTRIE LAITIERE. MAGISTER. DEPARTEMENT DE BIOLOGIE. FILIERE DE BIOLOGIE. UNIVERSITE DE D'ORAN-1. AHMED BEN BELLA. P16-56.

RAHLI. FOUZIA. (2015). VALORISATION DU LAIT DE CHAMELLE PAR L'EXPLOITATION DES POTENTIALITES TECHNOLOGIQUES DES BACTERIES LACTIQUES ISOLEES LOCALEMENT. THESE DE DOCTORAT .EN MICROBIOLOGIE APPLIQUEE. OPTION : CONTROLE MICROBIOLOGIQUE ET HYGIENE ALIMENTAIRE. UNIVERSITE D'ORAN. -1. AHMED BEN BELLA. P 70,71.

RAMET. J. P. (1997). TECHNOLOGIE COMPAREE DES DIFFERENTS TYPES DE CAILLE. IN LE FROMAGE. ECK, A. ET GILLIS, J.-C. LAVOISIER TEC & DOC.PARIS. 334-364.

RANDAZZO. CINZIA. L, TORRIANI. SANDRA, AKKERMANS ANTOON. D. L, DE VOS .WILLEM M, AND VAUGHAN. ELAINE E. (2002). DIVERSITY,DYNAMICS, AND ACTIVITY OF BACTERIALCOMMUNITIES DURING OF AN ARTISANAL SICILIAN CHEESE AS EVALUATED BY16S RNA ANALYSIS. A. APPLIED AND ENVIRONNEMNTAL MICROBIOLOGY. DOI: 10.1128/AEM.68.4,1882–1892.

RATHGEBER. C, YURKOVA. N, STACKEBRANDT. E, THOMAS BEATTY. J, YURKOV. V (2002). ISOLATION OF TELLURITE- AND SELENITE-RESISTANT BACTERIA FROM HYDROTHERMAL VENTS OF THE JUAN DE FUCA RIDGE IN THE PACIFIC OCEAN. APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY. 68, 4613-4622.

RAYNAUD. S, MORGE. S, PÉTRIER. M, ALLUT. G, BARRAL. J, ENJALBERT. V, REYNAUD. C, MICHEL. A. (2016). CARACTERISATION DES CONDUITES D'AFFINAGE A LA FERME ET ETUDE DES LIENS AVEC LES PARAMETRES D'AMBIANCE DES LOCAUX ET LA QUALITE DES FROMAGES. ACTION 1 DU PROJET "QUALITE DES FROMAGERS FERMIERS LACTIQUES: LOCAUX ET MAITRISE DE L'AFFINAGE (LACTAFF)" - PROJET CASDAR 1270. HAL-02124770, VERSION 1.PRODINRA : 465068.

R CORE TEAM. (2021). R: A LANGUAGE AND ENVIRONMENT FOR STATISTICAL COMPUTING. R FOUNDATION FOR STATISTICAL COMPUTING, VIENNA, AUSTRIA. URL HTTP://WWW.R-PROJECT.ORG/.

RASMUSSEN. M. D, FRIMER. E, HORVATH. Z, JENSEN. N. E. (1990). COMPARISION OF A STANDARD AND VARIABLE MILKING ROUTINE. J. DAIRY SCI. 73, 3472-3480.

RHIAT, M. LABIOUI, H. DRIOUICH, A. AOUANE, M. CHBAB, Y. DRIOUICH, A. MENNANE, Z. AND OUHSSINE, M. (2011). ÉTUDE BACTERIOLOGIQUE COMPARATIVE DES FROMAGES FRAIS MAROCAINS COMMERCIALISES (MAHLABATS) ET DES FROMAGES FABRIQUES AU LABORATOIRE.AFRIQUE SCIENCE. 7(3), 108-112.

RHIAT, M. LABIOUI, H. DRIOUICH, A. MENNANE, Z. AND OUHSSINE, M. (2013). PREPARATION OF THE STARTER TRIAL PRODUCTION OF CHEESE JBEN AND KLILA AT LABORATORY SCALE. FOOD SCIENCE AND QUALITY MANAGEMENT. 13, 1-8.

RICHARD. J. (1983). NATURE DE LA FLORE MICROBIENNE DOMINANTE ET SOUS DOMINANTE DES LAITS CRUS TRES POLLUES. LE LAIT, 63, 148-170.

RODRIGUEZ- VILLANUEVA.V, RICARDO. MARTINEZ-LARA, VINICIO. MACIAS. ZAMORA. (2003). PLYCHAETE COMMUNITY STRUCTURE OF THE NORTHWESTERN COAST OF MIXICOPATTERNS OF ABUNDANCE AND DISTRIBUTION. KZUWER ACADEMIC PUBLISHERS. PRINTED IN THE NETHERLANDS.

ROSS. R. P, STANTON. C, HILL. C, FITZGERALD. G. F, ET COFFEY. A. (2000). NOVEL CULTURES FOR CHEESE IMPROVEMENT. TRENDS IN FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY 11, 96–104.

S

SAIDANE. Z, DAHOU. A. A, TAHLAITI. H, DAOUDI. M, DOUKANI. K, AND HOMRANI. A. (2021). PHYSICO-CHEMICAL PARAMETERS WITH DIRECT INFLUENCE ON THE DYNAMISM OF THE INDIGENOUS MICROFLORA OF THE TRADITIONAL CHEESE "J'BEN *ELGAFS*".ASIAN JOURNAL OF DAIRY AND FOOD RESEARCH. 40(2), 157-161. DOI: 10.18805/AJDFR.DR-224.

SAIDI. NOUREDDINE. (2007). LA MICROFLORE LACTIQUE DU LAIT CRU DE CHEVRE LOCALE. ETUDES MICROBIOLOGIQUE, BIOCHIMIQUE ET GENETIQUE DES BACTERIES LACTIQUES D'INTERET BIO- PRESERVATEUR. THESE DE DOCTORAT .UNIVERSITE D'ORAN, P 216.

SAIDI. YASMINE. (2020). BIODIVERSITE DE LA MICROFLORE LACTIQUE DU LAIT CRU DE DROMADAIRE ET EVALUATION DE SES CARACTERES TECHNOLOGIQUES. THESE DE DOCTORAT .UNIVERSITE D'ORAN, P 69.

SAIDOU. O. (2004). INFLUENCE DE LA PRODUCTION LAITIERE SUR L'EVOLUTION PONDERALE DES VACHES ET DES VEAUX CHEZ LE ZEBU AZAWAK A LA STATION SAHELIENNE EXPERIMENTALE DE TOUKOUNOUS (NIGER).MEMOIRE DE DIPLOME D'ETUDES APPROFONDIES DE PRODUCTIONS ANIMALES. ÉCOLE INTER-ETATS DES SCIENCES ET MEDECINE VETERINAIRE, UNIVERSITE CHEICK ANTA DIOP DE DAKAR, DAKAR, SENEGAL, P 42.

SALAH. F, I. A. ESMAT, AND A. B. MOHAMED (2013). HEAVY METALS RESIDUES AND TRACE ELEMENTS IN MILK POWDER MARKETED IN DAKAHLIA GOVERNORATE. INT. FOOD RES. J. 20(4), 1807-1812.

SANSON. ANDRE. (1888). TRAITE DE ZOOTECHNIE. TOME III.EDITE PAR LA MAISON RUSTIQUE. 3EME EDITION.

SMAOUI. S. (2010). PURIFICATION ET CARACTERISATION DE BIOMOLECULES A PARTIR DE MICROORGANISMES NOUVELLEMENT ISOLES ET IDENTIFIES. THESE DE DOCTORAT. UNIVERSITE DE TOULOUSE. P 51.

SANCHEZ- GAMBOA. C, HICKS-PEREZ. L, GUTIERREZ-MENEZ. N, HEREDIA. N, GARCIA.S, GUADALUPE. V. N. M. (2018). INFLUENCE SAISONNIERE SUR LE PROFIL MICROBIEN DU FROMAGE CHIHUAHUA FABRIQUE A PARTIR DE LAIT CRU. INTERNATIONAL JOURNAL OF DAIRY TECHNOLOGY.WILEY ONLINE LIBRARY.

SAOUDI. ZENEDDINE. (2012). CARACTERISATION MICROBIOLOGIQUE ET DE LA PROTEOLYSE DU FROMAGE TRADITIONNEL ALGERIEN " BOUHEZZA" DE FERME. MEMOIRE DE MAGISTER EN SCIENCES ALIMENTAIRES. UNIVERSITE MENTOURI. CONSTANTINE. P 13.

SARANTINOPOULOS. P, KALANTZOPOULOUS. G, AND TSAKALÕDOU. E. (2001).CITRATE METABOLISM BY ENTEROCOCCUS FAECALIS FAIR-E229.APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY, VOL 67.12, 5482-5487.

SEDECKA. JANA, SACKOVA. JANCKA, EMIL, PUSKAROVA. ANDREA. BUCKOVA. MARIA, VALIK. LUBOMIR, KUCHTA. TOMAS. (2016). MICROBIOL DIVERSITY AND VOLATILE ODEUR - ACTIVE COMPOUNDS OF BARRELLED EWE'S CHEESE AS AN INTERMEDIATE PRODUCT THAT DETERMINESTHE QUALITY OF WINTER BRYNDZA CHEESE. LWT-FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY. VOL 70, 237-244.

SIBOUKEUR. O. K. (2007). ETUDE DU LAIT CAMELIN COLLECTE LOCALEMENT : CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES ET MICROBIOLOGIQUES ; APTITUDES A LA COAGULATION. THESE DE DOCTORAT EN SCIENCES AGRONOMIQUES, UNIVERSITE INA EL-HARRACH-ALGER, P 45.

SISSAO. MARIETOU, MILLOGO. VINSOUN, ET OUEDRAOGO. GEORGES. ANICET. (2015). COMPOSITION CHIMIQUE ET QUALITE BACTERIOLOGIQUE DES LAITS CRUS ET PASTEURISES AU BURKINA FASO. AFRIQUE SCIENCE 11(1). 154, 142.ISSN 1813-548X, HTTP://WWW.AFRIQUESCIENCE.INFO.

SOUKEHAL. A. (2013). DOSSIER FILIERE LAIT : COMMENT ATTEINDRE L'AUTOSUFFISANCE EN 10 ANS ! REVUE PERSPECTIVES N9-3EME TRIMESTRE 2013, P 7, 8. HTTP:// WWW. PIXAL COMMUNICATION.COM/PERSPECTIVES/REVUE/N9.

SQURES. (2010). CITES PAR MEDJOUR. A. 2014. ETUDE COMPARATIVE DES CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DU LAIT COLLECTE A PARTIR DE CHAMELLES (CAMELUS DROMEDARIUS) CONDUITES SELON DEUX SYSTEMES D'ELEVAGE (EXTENSIF ET SEMI-INTENSIF)

SUISSELAB OFFICE (2020). HTTPS://MOOH.SWISS › ASSETS › DOC › FR-MERKBLATT-GEFRIERPUNKT THERMOMETER .PDF.

SRAIRI. M. T, HAMAMA. A. (2006). QUALITE GLOBALE DU LAIT CRU DE VACHE AU MAROC, CONCEPTS, ETAT DES LIEUX ET PERSPECTIVES D'AMELIORATION. TRANSFERT DE TECHNOLOGIE EN AGRICULTURE, 137. P 1,4.

ST-GELAIS. D, TIRARD-COLLET. P. (2002). FROMAGE EN SCIENCE ET TECHNOLOGIE DU LAIT -TRANSFORMATION DU LAIT. PRESSES INTERNATIONALES POLYTECHNIQUE. 109, 6. P 349-415.

STILES. M. E, ET HOLZAPFEL. W. H. (1997). LACTIC ACID BACTERIA OF FOODS AND THEIR CURRENT TAXONOMY. INTERNATIONAL JOURNAL OF FOOD MICROBIOLOGY. 36, 1-39.

ŠVEC. P, FRANZ. M. A. P. C. (2014). THE GENUS ENTEROCOCCUS, IN: LACTIC ACID BACTERIA, BIODIVERSITY AND TAXONOMY. UK: JOHN WILEY ET SONS, P 175, 211.

T

TADJINE.D, BOUDALIA. S, BOUSBIA.A, KHELIF.R, MEBIROUK- BOUDECHICHEL, TADJINE.A, CHEMMAM.M. (2019). PASTEURIZATION EFFECTS ON YIELD AND PHYSICOCHEMICAL PARAMETERS OF CHEESE IN COW AND GOAT MILK. FOOD SCI. TECHNOL, CAMPINAS, 40(3), 580-587.

DOI:DHTTPS://DOI.ORG/10.1590/FST.13119.

TAHLAITI HAFIDA. (2019). ETUDE DES PROPRIETES TECHNOLOGIQUES ET INHIBITRICES DE BACTERIES LACTIQUES ISOLEES A PARTIR DE BLE FERMENTE. THESE DE DOCTORAT.SCIENCES AGRONOMIQUES. UNIVERSITE ABDELHAMID IBN BADIS MOSTAGANEM. P 56.

TAMIME. A. (2005). PROBIOTIC DAIRY PRODUCTS, DAIRY SCIENCE AND TECHNOLOGY CONSULTANT AYR, UK, BLACKWELL PUBLISHING LTD, P 216.

TANOUS. C, GORI. A, RIJNEN. L, CHAMBELLON. E, ET YVON. M. (2005). PATHWAYS FOR A-KETOGLUTARATE FORMATION BY LACTOCOCCUS LACTIS AND THEIR ROLE IN AMINO ACID CATABOLISM. INTERNATIONAL DAIRY JOURNAL. 15, 759–770.

TEMMERMAN. R, HUYS. G, AND SWINGS. J. (2004). IDENTIFICATION OF LACTIC ACID BACTERIA. CULTURE-DEPANDENT AND CULTURE INDEPENDANT METHODS. TRENDS FOOD SCI TECH. 15, 348-359.

TERZIC-VIDOJEVIC. A, VUKANISOVIC. M, VELJOVIC. K, OSTOJIC M, TOPISIROVIC. L. (2007). CHARACTERIZATION OF MICROFLORA IN HOMEMADE SEMI-HARD WHITE ZLATAR CHEESE. INTERNATIONAL JOURNAL OF FOOD MICROBIOLOGY. 114, 36-42.

THAPA. N, J.PAL, AND J.P. TAMANG. (2006). PHENOTYPIC IDENTIFICATION AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF LACTIC ACID BACTERIA ISOLATED FROM TRADITIONALLY PROCESSED FISH PRODUCTS OF EASTERN HIMALAYA. INT. FOOD. MICROBIOL.107, 33-38.

THIERRY. A, MAILLARD.M.B, HERVE. C, RICHOUX. R, ET LORTAL. S. (2004). VARIED VOLATILE COMPOUNDS ARE PRODUCED BY PROPIONIBACTERIUM FREUDENREICHII IN EMMENTAL CHEESE. FOOD CHEMISTRY, 87,439–446.

TZANETAKI. N, VAFOPOULOU-MASTROJIANNAKI. A, & LITOPOULOU-TZANETAKI. E. (1995). THE QUALITY OF WHITE-BRINED CHEESE FROM GOAT'S MILK MADE WITH DIFFERENT STARTERS. FOOD MICROBIOLOGY. 12,55–63.

TERZAGHI. B. E, AND SANDINE. W. E. (1975). IMPROVED MEDIUM FOR LACTIC STREPTOCOCCI AND THEIR BACTERIOPHAGES. APPLIED MICROBIOLOGY, 29- 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.

TULUMOĞLU. ŞENER, HALIL. IBRAHIM. KAYA, ÖMER. ŞIMŞEK. (2014). PROBIOTIC CHARACTERISTICS OF LACTOBACILLUS FERMENTUM STRAINS ISOLATED FROM TULUM CHEESE. ANAEROBE. VOL 30, 120-125.

U

UEHARA. S, MONDEN. K, NOMOTO. K, SENO. Y, KARIYAMA. R, KUMON. H. (2006). A PILOT STUDY EVALUATING THE SAFETY AND EFFECTIVENESS OF LACTOBACILLUS VAGINAL SUPPOSITORIES IN PATIENTS WITH RECURRENT URINARY TRACT INFECTION. INT. J. ANTIMICROBIAL AGENTS. 28, 30-34.

V

VACHEYROU. M, NORMAND. A. C, GUYOT. P, CASSAGNE. C, PIARROUX. R, BOUTON. Y. (2011). CULTIVABLE MICROBIAL COMMUNITIES IN RAW COW MILK AND POTENTIAL TRANSFERS FROM STABLES OF SIXTEEN FRENCH FARMS, INT. J. FOOD MICROBIOLOGY. 146, 253-262.

VERITE. R, JOURNET. M, JEANNE. FLECHET, RENEE. LFFAIVRE, B. MARQUIS, ET AL. (1970). INFLUENCE DE LA TENEUR EN EAU ET DE LA DESHYDRATATION DE L'HERBE SUR SA VALEUR ALIMENTAIRE POUR LES VACHES LAITIERES. ANNALES DE ZOOTECHNIE, INRA/EDP SCIENCES, 19 (3), 255-268.

VALKAJ. K, KALIT. S, KALIT. M. T, WENDORFF. W. L. (2013). HYGIENIC INDICATORS AND CHEMICAL COMPOSITION OF PRGICA CHEESE PRODUCED FROM RAW AND PASTEURISED MILKS. CZECH JOURNAL OF FOOD SCIENCE. 31. 3, 217–221.

VANDAMME. P, POT. B, FALSEN. E, KERSTERS. K, AND DEVRIESE. L.A. (1996). INTERATIONAL JOURNAL OF SYSTEMATIC AND EVOLUTIONARY MICROBIOLOGY. VOL 46. ISSUE 3. HTTPS://DOI.ORG/10.1099/00207713-46-3-774.

VAN DEN BERGH P. A. (1993). LACTIC ACID BACTERIA, THEIR METABOLIC PRODUCTS AND INTERFERENCE WITH MICROBIAL GROWTH. FEMS MICROBIOLOGY REVIEWS. 12, 221- 237.

VIEIRA DA SILVA. B, BARREIRA. B. J. C. M, AND OLIVEIRA. M.B.P.P. (2016). COMMENSAL AND PROBIOTIC BACTERIA MAY PREVENT NEC BY MATURING INTESTINAL HOST DEFENSES. TRENNDS FOOD SCI TECH. 50, 144-158.

VIGNOLA. C. L. (2002). SCIENCE ET TECHNOLOGIE DU LAIT. TRANSFORMATION DU LAIT. EDITION: ECOLE POLYTECHNIQUE DE MONTREAL. PARIS. P 1- 45.

VILLANI. F, MOSCHETTI. G, BLAIOTTA. G, COPPOLA.S. (1997).CHARACTERIZATION OF STRAINS OF LEUCONOSTOC MESENTEROIDES BY ANALYSIS OF SOLUBLE WHOLECELL PROTEIN PATTERN. DNA FINGER PRINTING AND RESTRICTION OF RIBOSOMAL DNA. JOURNAL OF APPLIED BACTERIOLOGY. 82, 578-588.

VITA MARINO, SCHADT, TERRA, MANENTI, CACCAMO, ET AL. (2012). INUENCE OF SEASON AND PASTURE FEEDING ON THE CONTENT OF TOCOPHEROL AND CAROTENE IN MILK FROM HOLSTEIN, BROWN SWISS AND MODICANA COWS IN SICILY. DAIRY SCIENCE & TECHNOLOGY. 92 (5), 501-513.

VLADIMÍR. D, MILOSLAVA. K, MARKÉTA. M, JAROSLAVA. H, PETR. R. (2020). MICROBIAL DIVERSITY OF LIVANJSKI CHEESE WITH THE EMPHASIS ON LACTIC ACID BACTERIA BASED ON CULTURE-DEPENDENT AND SEQUENCING METHOD. INTERNATIONAL JOURNAL OF DAIRY TECHNOLOGY, 73(1), 202-214. HTTP:// DX.DOI.ORG/10.1111/1471-0307.12638.

VOS. PAUL, GARRITY. GEORGE, JONES. DOROTHY, KRIEG. NOEL. R, WOLFGANG. LUDWIG, FRED. A. RAINEY, KARL-HEINZ SCHLEIFER, WILLIAM. B. WHITMAN. (2009). DE BERGEY'S MANUAL OF SYSTEMATIC BACTERIOLOGY.EDITION II, VOL 3. THE FIRMICUTES.

VOUTSINAS. L, PAPPAS. C, KATSIARI .M . (1990). THE COMPOSITION OF ALPINE GOATS MILK DURING LACTATION IN GREECE. J DAIRY RES. 57, 41-51.

VON WRIGHT. A, ET AXELSSON. L. (2012). LACTIC ACID BACTERIA: AN INTRODUCTION. IN LAHTINNE. S, SALMINEN. S, VON WRIGHT. A. ET OUWEHAND. A. LACTIC ACID BACTERIA: MICROBIOLOGICAL AND FUNCTIONAL ASPECTS. CRC PRESS. 1-17.

W

WANG. J, GUO. Z, ZHANG. Q, YAN. L CHEN. W. (2009). FERMENTATION CHARACTERISTICS AND TRANSIT TOLERANCE OF PROBIOTIC LACTOBACILLUS CASEI ZHANG IN SOYMILK AND BOVINE MILK DURING STORAGE. JOURNAL OF DAIRY SCIENCE. VOL 92, ISSUE 6, 2468-2476.

WANG. LIANG, YACHUN. GU, XIAOYAN. ZHENG, YI. ZHANG, KAIWEN. DENG, TAO. WU, HONG. CHENG. (2021). ANALYSIS OF PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF EXOPOLYSACCHARIDE FROM LEUCONOSTOC MESENTEROIDES STRAIN XR1 AND ITS APPLICATION IN FERMENTED MILK. LWT.VOL 146, 111449.

WASHINGTON. LUIZ GONÇALVES DE ALMEIDA. JUNIOR, IRIS DA SILVA FERRARI, JANE. VIANA DE SOUZA, CARLA. DAIANE .ANDRADE. DA SILVA, MATEUS. MATIUZZI DA COSTA, FRANCESCA. SILVA DIAS. (2015). CHARACTERIZATION AND EVALUATION OF LACTIC ACID BACTERIA ISOLATED FROM GOAT MILK. FOOD CONTROL. 53, 96-103.

WEB-AGRI. (2020). BOVIN LAITIER. WWW.WEB-AGRI.FR › CONSEIL-ELEVAGE › ARTICLE PRODUCTION LAITIÈRE PAR RACE BOVINE - WEB-AGRI.FR.

WEGKAMP. A, TEUSINK. B, DE VOS. W. M ET SMID. E. J. (2010). DEVELOPMENT OF A MINIMAL GROWTH MEDIUM FOR LACTOBACILLUS PLANTARUM. LETTERS IN APPLIED MICROBIOLOGY. 50, 57–64.

WILLIAMS. A. G, BANKS J. M. (1997). PROTEOLYTIC AND OTHER HYDROLYTIC ENZYME ACTIVITIES IN NON STARTER LACTIC ACID BACTERIA (NSLAB) ISOLATED FROM CHEDDAR CHEESE MANUFACTURED IN THE UNITED KINGDOM. INT. DAIRY J. 7, 763- 774.

WOUTERS. J.T.M, AYAD.E. H. E, HUGENHOLTZ. J, SMIT. G. (2002). MICROBES FROM RAW MILK FOR FERMENTED DAIRY PRODUCTS. INT. DAIRY J. 12, 91–109.

Y

YAHAYA. M. I, EZO. G. C, MUSA. Y. F, AND MUHAMAD. S. Y. (2010). ANALYSIS OF HEAVY METALS CONCENTRATION IN ROADSIDE SOILS IN YAURI, NIGERIA. AFR. J. PURE APPL. CHEM. 4(3), 22-30.

YANG. E, FAN. L, JIANG. Y, DOUCETTE. C, FILLMORE. S. (2012). ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF BACTERIOCIN-PRODUCING LACTIC ACID BACTERIA ISOLATED FROM CHEESES AND YOGURTS. AMB EXPRESS 2(1), 48

YATEEM. A, BALBA. M. T, AL-SURRAYAI. T, AL-MUTAIRI. B, AL-DAHER. R. (2008). ISOLATION OF LACTIC ACID BACTERIA WITH PROBIOTIC POTENTIAL FROM CAMEL MILK. INT. J. DAIRY SCI. 3, 194-199.

YEROU. H, ZOGHLAMI. M, MADANI. T, BENAMARA. N ET REHAL. M. (2021). IMPACT DE L'INDICE TEMPERATURE-HUMIDITE SUR LES PARAMETRES DE REPRODUCTION DE VACHES HOLSTEINS EN ZONE SEMI-ARIDE DE L'OUEST ALGERIEN. LIVESTOCK RESEARCH FOR RURAL DEVELOPMENT. VOLUME 33, ARTICLE #123. RETRIEVED NOVEMBER 21, 2021, FROM HTTP://WWW.LRRD.ORG/LRRD33/10/33123HOUA.HTML

Z

ZHANG. G, MILLS. D. A, BLOCK. D. E. (2009). DEVELOPMENT OF CHEMICALLY DEFINED MEDIA SUPPORTING HIGH-CELL-DENSITY GROWTH OF LACTOCOCCI, ENTEROCOCCI, AND STREPTOCOCCI. APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY. 75 (4), 1080–1087.

ZAMFIR.M, VANCANNEYT. M, MAKRAS. L, VANINGELGEM. F, LEFEBVRE. K, BALANÇOIRES. B. P. J, DE VUYET.L. (2006). BIODIVERSITE DES BACTERIESLACTIQUES DANS LES PRODUITS LAITIERS ROUMAINS. SYSTEMATIC AND APPLIED MICROBIOLOGY. VOL 29. ISSUE 6.

ZANTAR. S, EL GALIOU. O, ZERROUK. H. M ET LAGLAOUI.A. (2014). ELABORATION D'UN FROMAGE DE CHEVRE SEMI-AFFINE A PARTIR D'UNE SELECTION DE SOUCHES LACTIQUES AUTOCHTONES ISOLEES DU LAIT DE CHEVRES DU NORD DU MAROC. IN : CHENTOUF M. (ED.), LÓPEZ-FRANCOSA. (ED.), BENGOUMI M. (ED.), GABIÑA D.(ED.).TECHNOLOGY CREATION AND TRANSFER IN SMALL RUMINANTS: ROLES OF RESEARCH, DEVELOPMENT SERVICES AND FARMER ASSOCIATIONS. ZARAGOZA : CIHEAM / INRAM / FAO, P191 -197 (OPTIONS MEDITERRANEENNES : SERIE A. SEMINAIRES MEDITERRANEENS; N.108.

ZOGHLAMI. M, YEROU. H ET HOMRANI. A. (2022). IMPACT DU STRESS THERMIQUE SUR LES CRITERES DE QUALITE DU LAIT CRU DE VACHES HOLSTEINS EN ZONE SEMI-ARIDE DE L'OUEST ALGERIEN. LIVESTOCK RESEARCH FOR RURAL DEVELOPMENT. VOLUME 34, ARTICLE #11. RETRIEVED AUGUST 10, 2022, FROM HTTP://WWW.LRRD.ORG/LRRD34/2/3411MOURD.HTML.

Annexes

Annexes

Annexe 1

Composition des principaux milieux de culture et diluants

❖ ***Eau physiologique***

Pour 1 litre de milieu:

Chlorure de sodium .....….....9g
Eau distillé……...1000ml
pH=7,0 ± 0,1.

❖ ***Gélose pour dénombrement (PCA).***

Tryptone.....5,0 g
Extrait de levure.....2,5 g
Glucose .....1,0 g
Agar agar bactériologique.....12,0 g
Eau ……...1000ml
pH =7,0 ± 0,2.

❖ ***Milieu PCA-Lait***

Peptone caséine ……..5,0g
Extrait de levure……. ……2,5g
Glucose…...……1, 0g
Lait écrémé……...2,5g
Eau ……..…….1000ml
pH = 7,00 ±0,2

❖ ***Gélose hypersaccharosée***

Extrait de viande 10g
Extrait de levure 3g
Peptone 2.5g
Saccharose 150g
K2HPO4 ..... 2g
NaCl 1g
MgSO4, 7H2O 0.2g
Agar 15g
Eau distillée ….. ..... 1000ml
pH = 6,8
Stérilisation par autoclavage à 120°c pendant 20 min.

❖ ***Milieu MSE***

Tryptone ……...10g
Extrait de levure …….5g
Saccharose ……....100g
Glucose……. 5g
Citrate de sodium ……..1,0g
Gélatine …….2, 5g
Azide de sodium ……0.0075g
Eau distillée……..1000ml
Agar ……15g

pH = 7
Stérilisation par autoclavage à 120°

❖ ***BLVBL (Bouillon lactosé bilié au vert brillant)***

Peptone..... 10 g
Lactose..... 10 g
Bile de bœuf déshydratée..... 20 g
Vert brillant..... 0,0133 g
Eau distillée ..... 1000 ml

pH = 7,2 ± 0,1.

❖ ***Milieu Rothe (s/c) (bouillon glucose à l'azide de sodium)***

Tryptone…….....20g
Glucose…….…….....5g
Chlorure de sodium…….....5g
Phosphate di potassique.……..…..……...2,7g
Phosphate mono potassique..…….……..….....……2,7g
Azothydrate de sodium...…….……...0,2g
Eau distillée…….……..1000ml

pH=7, 2± 0,2.

❖ ***Bouillon hypersalé***

Extrait de viande 5g
Glucose 5g
Peptone 15g
NaCl 65-180g
Eau distillée ….. ..... 1000ml

pH =pH 7,2

Stérilisation par autoclavage à 120°c pendant 20 min.

❖ ***Milieu EVA Litsky (bouillon glucosé à l'éthyle violet et azide de sodium)***

Tryptone…..……..…….……..20g
Glucose ……..……....……5g
Chlorure de sodium……..…..5g
Phosphate di -potassique…….....……..…....5g
Phosphate mono potassique…….……....…...2,7g
Azothydrate de sodium.…….……....…...0,3g
Eau distillée……..……...…1000ml
Solution à 0,01g d'éthyle violet dans 100ml d'H2O…….….5ml
pH=7,2± 0,2.

❖ ***Milieu Chapman***

Peptone.....10,0 g
Extrait de viande de bœuf ……..….....1,0 g
Chlorure de sodium.....75,0 g
Mannitol.....10g
Rouge de phénol.....0,025 g
Agar Agar.....15,0 g
Eau distillée.....1000 ml
pH = 7,4 ± 0,2.

❖ ***Gélose MRS***

Peptone……..…..10,0 g
Extrait de viande……..…… 8,0 g
Extrait de levure ……...……4,0 g
Glucose ……20,0 g
Acétate de sodium tri hydraté.……5,0 g
Citrate d'ammonium.…….…….2, 0 g
Twen 80 ……..…1,0 ml
Hydrogénophosphate de potassium..……..2,0 g
Sulfate de magnésium heptahydraté..…… 0,2 g
Sulfate de manganèse tétrahydraté.…….0,05 g
Agar ……10,0 g
pH = 6,2 ± 0,2

❖ ***Gélose M17***

Tryptone ……5,0 g
Peptone de soja……. 5,0 g
Infusion de viande..……5,0 g
Extrait de levure…….……2,5 g
Glycérohydrogénophosphate de sodium…… 19,0 g
Lactose .…….…5,0 g
Acide ascorbique …….…….0, 5 g
Sulfate de magnésium..…….……..…0,25 g
Agar …….……....11,0 g
pH = 6,2 ± 0,2

❖ ***Milieu de Gibson-Abdelmalek***

Extrait de levure 2.5g
Glucose 50g
Jus de tomate. 100ml
Lait 800ml
Gélose nutritive ordinaire.....200ml
Stérilisation par tyndallisation, 3fois pendant 30min à 100°c.
pH= 6.5

❖ ***Gélose à l'esculine***

Trypticase.. …….30 g,
Extrait de levure…….. 20 g,
Chlorure de cystéine……..1 g
Eau……. .1000 ml
pH =7,4 ± 0,2

On ajoute de l'esculine à la concentration 1%, ce milieu est ensemencé et incubé à 37°C pendant 24 heures. On ajoute 2 à 3 gouttes d'une solution à 1% de citrate de fer ammoniacal, une coloration noire indique une réaction positive.

❖ ***Milieu MEVAG :***

Extrait de viande……3g
Kcl……5g
Rouge de phenol……..20mg
Agar……...3g
pH =7.0±0.2

❖ ***Gélose aux triglycérides***

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

Stérilisation à 110°c pendant 5min.
pH =6,5

Annexe 2

Table de Mac Grady

3tubes par dilution

CARACTERISTIQUE	NOMBRE DE MICROBE
000	0,0
001	0,3
010	0,3
011	0,6
020	0,6
100	0,4
101	0,7
102	1,1
110	0,7
111	1,1
121	1,5
130	1,6
200	1,9
201	1,4
202	2,0
210	1,5
211	2,0
212	3,0
220	2,0
301	4,0
302	6,0
310	4,5
311	7,5
312	11,5
313	16,5
320	9,5
321	15,0
222	20,0
323	30
330	25
331	45
332	110,0
333	140,0
221	3,0
222	3,5
223	4,0

Annexe 3

Tests culturals et physiologiques des isolats

-1-

1. Test de catalase ;

-2-

2. Test d'oxydase ;

-3-

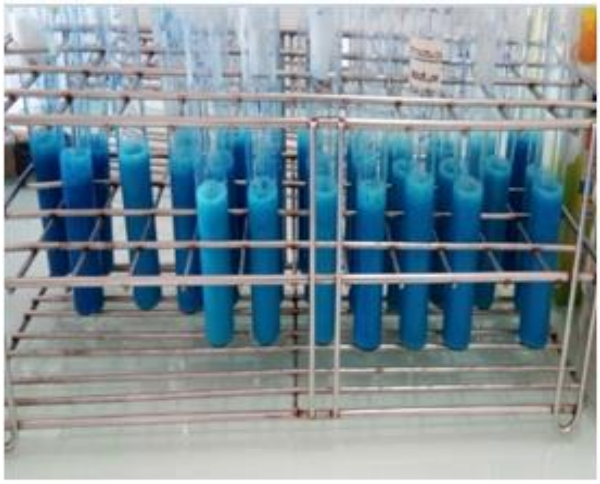
3. Test Mannitol-Mobilité.

Milieux utilisés et conditions d'incubation pour l'isolement des souches

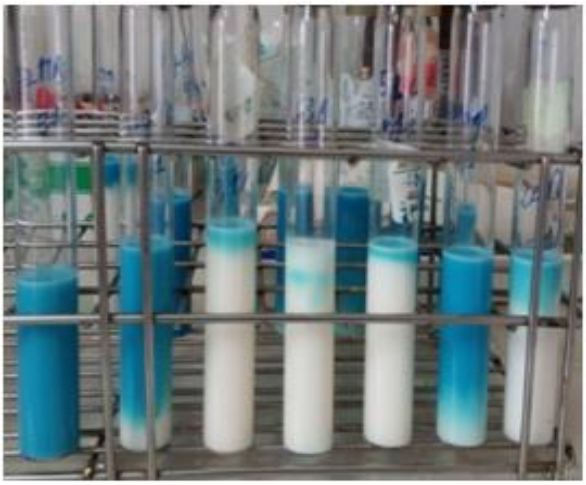
Micro-organismes	Milieux d'isolement	Température °C	Durée	Incubation
Entérocoques	M17 pH = 6,5	37 et 45	72 heures	Aérobiose
Streptocoques lactiques	MRS pH=6,8	37 et 45	72 heures	Aérobiose
Lactocoques	M17 pH = 6,5	30 et 37	72 heures	Aérobiose
Leuconostocs	M17 Hypersalé 6,5% pH = 9,6	30	72 à 96 heures	Aérobiose
Lactobacilles	MRS pH = 6,2 et pH = 5,5	37 et 45	72 heures	Anaérobiose
Micrococques et brevibacterium	Chapman hypersalé à 5% pH = 7	10 et 25	7 jours	Aérobiose
Pédiocoques	M17 pH = 6,5	30 et 37	72 heures	Aérobiose

Annexe 4

Résultats des tests biochimiques

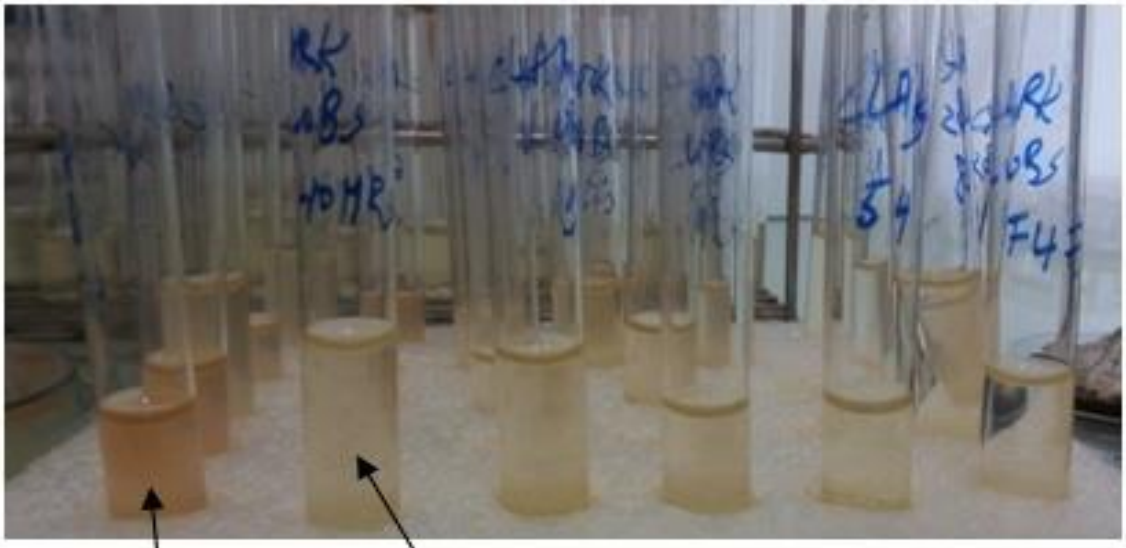


Avant



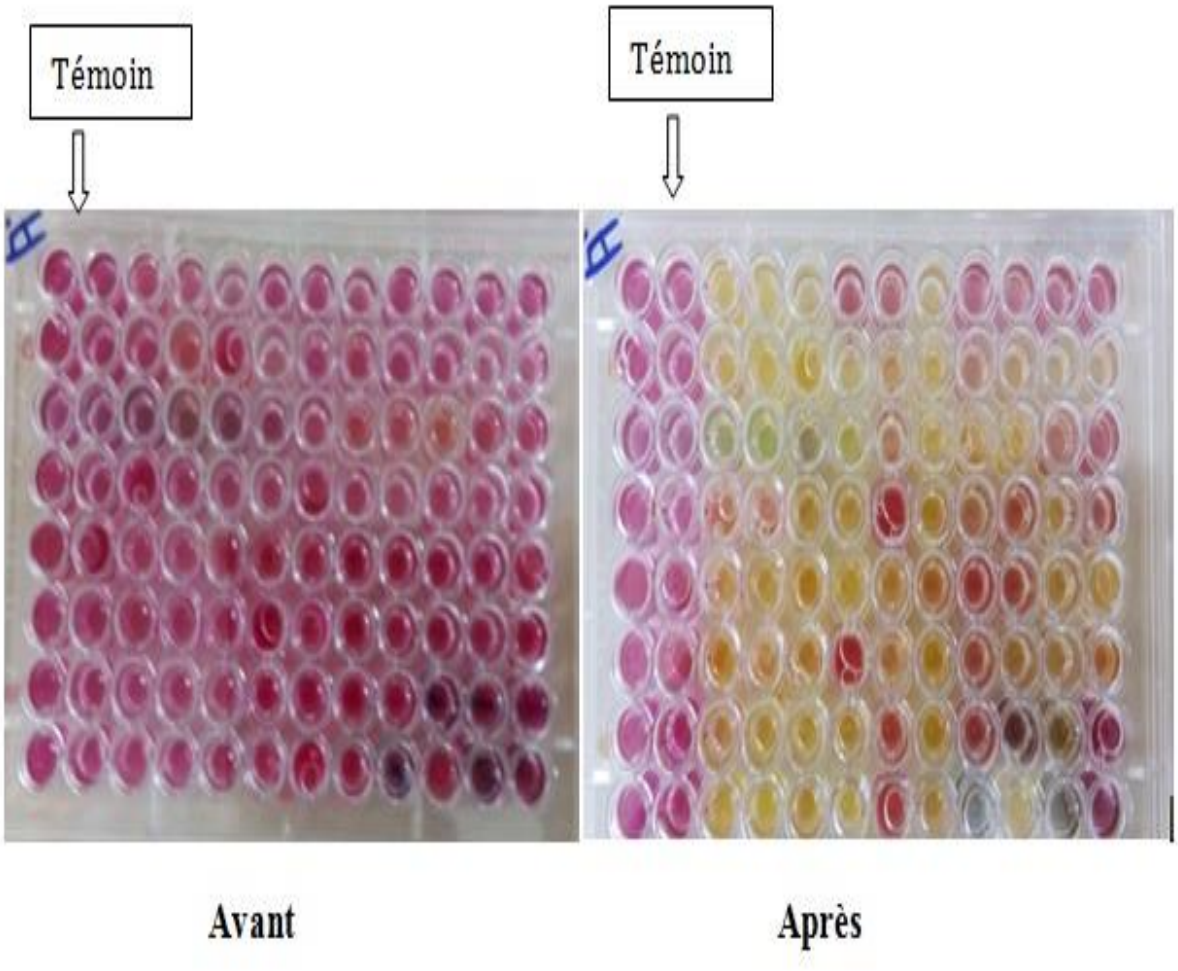
Après

Croissance en milieu Sherman avec 0.1% de B.M avant et après incubation.



Réaction (+) **Réaction (-)**

Resultats sur le milieu Clark et Lubs.



Profil fermentaire des hydrates de carbone des isolats testés avant et après incubation.

Annexe 5

Méthodologie adoptée pour l'identification moléculaire

Préparation du gel

Mettre 1.2 g d'agarose déshydraté dans un Erlenmeyer de capacité suffisante

Ajouter l'agarose à 100 ml de TBE

Mettre le mélange Agarose + TBE en régénération aux micro-ondes pendant 4 min.

Lorsque l'agarose est complètement dissoute, laisser refroidir jusqu'à ce qu'il devienne possible de saisir le flacon à main nue (température environ 45-50°C).

Ajouter 10µl de Bromure d'Edithium (BET) dans le mélange Agarose-TBE.

Agiter (sans chauffer) doucement pour éviter la formation de bulles d'air. Préparer le moule pour le coulage du gel.

Placer le moule sur une surface bien horizontale.

Couler lentement le gel sur 3 à 5 mm d'épaisseur et laisser gélifier dans la cuve, le peigne mis au préalable pour créer des espaces pour les puits.

Laisser refroidir 30 min environ avant d'enlever délicatement le peigne

Les puits sont placés du côté de la cathode à l'intérieure de la cuve de l'appareil à électrophorèse.

Le gel est enfin prêt pour le dépôt des échantillons.

Volumes des composants de la solution mixte utilisée pour l'amplification d'ADN génomique.

Composant de la solution mixte	Concentration finale pour volume finale de 20 µl pour un seul échantillon
Solution Tampon	2.5µl
DNTP	2 µl
Amorce	0.5 µl
Amorce	0.5 µl
Taq polymérase	0.25µl
Eau distillé stérile	14.25 µl

Après avoir placé les tubes contenant l'ADN bactérien dans le thermocycleur, une pré dénaturation à 94°C pendant 15 minutes est entamée.

Ensuite, le programme d'amplification est exécuté selon trois étapes répétées en 35 cycles définis :

- Dénaturation à 94°C pendant 3 min.
- Hybridation des amorces à 53°C pendant 1 min.
- Elongation (polymérisation) à 72°C pendant 2 min.

Enfin, une étape d'extension finale est réalisée à 72°C pour 5 minutes.

Migration

Fermer la cuve, branchée les fils et exercez un voltage de 90 v jusqu'à 101 v pendant 40 min pour permettre la sortie de l'ADN des puits.

Laisser migrer jusqu'à ce que le colorant de charge arrive à proximité du bord du gel.

Quand le témoin de migration (colorant bleu) atteint l'extrémité du gel, le courant est coupé.

Annexe 6

Activité technologique du microbiote contrôlé

Microbiote à utiliser pour essai de fromage de type pâte molle selon leurs aptitudes biochimiques et technologiques selon le référentiel IFS « International Food Standard Dairy and cheese ».

Composition	Action enzymatique	Effet sur l'affinage
Lactocoques	Acidification	Protection acide
Lactobacilles	Acidification-protéolyse	Consistance –goût
Leuconostocs	Fermentation du citrate et production du CO_2	Goût-tenue du fromage
Entérocoques	Protéolyse	Consistance-goût et odeur
Ferments d'affinage	Protéolyse-lipolyse	Coloration de la croûte –goût et odeur

Annexe 7

Correspondance des souches codifiées selon le stade d'étude

Code lors de l'étude Phénotypique	**Code lors de l'étude Moléculaire**	**Code lors de l'étude Technologique**	**Espèce**
LC1	STRD2	TR2	*Lactococcus lactis*
LC2	STRD3	TR3	*Lactococcus lactis*
LC3	STRD4	TR4	*Lactococcus lactis*
LC4	STRD7	TR7	*Lactococcus lactis*
Ent1	SMRB SKAB	MR KA	*Enterococcus faecalis*
Ln1	SHWI	HW	*Leuconostoc mesenteroides*
Lb2	SA25, SA2	SA25, SA2	*Lactobacillus fermentum*
Lb2	SA3, S1R	SA3, S1R	*Lactobacillus acidophilus*
Lb3	SA9	SA9	*Lactobacillus casei*

Annexe 8

Préparation du lait épuré

Pour la préparation du fromage à microbiote contrôlé selon Institut National de l'Origine et de la Qualité (2010).

Pour 1 litre de lait fromager :

- 98 grammes poudre de lait 26% MG
- 52 grammes poudre de lait 0% MG
- Eau déminéralisée : 850 ml

Annexe 9

Fiche d'analyse sensorielle comparative des fromages (F.I.L 2018)

Date :

Nom du dégustatateur :

Fonction :

Lieu :

Type du fromage :

Examen	Nom du produit	Points à examiner	Vocabulaire
1/ Visuel		Etat de la surface	Surface : lisse, sèche, humide Couleur : blanche, crème, jaune
		Pâte	Elasticité : Souple, ferme, cassante Homogénéité : homogène, crevasse
2/ Olfactif		Arômes	Lactique : lait frais, naturel, Autres : diacétyl, fermenté, synthétique
		Intensité	Forte, fade, typée, piquante
3/ Gustatif		Saveurs	Description de la saveur : Sucrée, acide, salée, amer Description des sensations : Douceur, piquant, crémeux, fondant, onctueux Description de la finale bouche : Agréable, très typique, riche en arôme, intense et persistante, plutôt courte

Observation aux dégustateurs :

Mettre une croix sur l'appréciation accordée au produit dégusté

Prestation finale : appréciable acceptable désagréable Indifférent

Note d'appréciation sur 10 points à évaluer en fonction des commentaires des dégustateurs :

1) ***Etat de la Surface :***

Surface : lisse : 1 **Couleur** : blanche : 1

Humide : 0.25 Crème : 0.5

Sèche : 0 Jaune : 0

2) ***Pâte :***

Elasticité : Souple : 1 **Homogénéité** : Homogène : 1

Ferme : 0.25 Crevasse : 0

Cassante : 0

3) ***Arômes :***

Lactique : Lait frais : 1 **Autres** : Diacétyl : 1

Naturel : 0.5 Fermenté : 0.5

Synthétique : 0

Intensité : typée : 1

Forte : 0,25

Fade : 0

Piquante : 0

4) ***Saveurs :***

Description de la Saveur : Sucrée : 0 **Description des sensations** : Douceur : 1

Acide : 0.5 Crémeux : 0,5

Salée : 0 Onctueux : 0,25

Amer : 0 Fondant : 0.15

Piquant : 0

5) ***Description de la finale à la bouche***

Agréable : 1 Riche en arôme : 0.25 Plutôt courte : 0

Très typique : 0.5 Intense et persistance : 0.15