

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE ABDELHAMID BEN BADIS DE MOSTAGANEM



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Domaine : SNV
Filière : Sciences Agronomiques
Spécialité : Production et Biotechnologie Animales

THESE

PRESENTEE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE
DOCTORAT 3^{ème} CYCLE LMD

Par

M^{elle} Benkrizi Nawal

THEME

Caractérisation biochimique et microbiologique des laits de
chèvre : variabilité saisonnière et aptitudes technologiques

Soutenue publiquement le: 17 / 03 /2019 *Devant le jury composé de :*

Mme Dalache Fatiha	Professeur	Présidente	Univ.Mostaganem
M. Belahcene Miloud	Professeur	Examineur	C.Univ.A.Témouchent
M. Ait-Saada Djamel	MCA	Examineur	Univ.Mostaganem
M. Homrani Abdelkader	Professeur	Directeur de thèse	Univ.Mostaganem
M. Bekada Ahmed MA	Professeur	Co-directeur de thèse	C.Univ.Tissemsilt

Laboratoire des Sciences et Techniques de Production Animale

Année Universitaire : 2018-2019

Dédicace

Je dédie cette présente étude à mes « Mes Parents » les êtres les plus chers à mon cœur. A ma mère Guenaoui Nouria qui m'a tant soutenu durant ces 4 longues années d'endurance sans oublier les années qui les ont précédées. Celle qui m'a facilité les tâches, qui m'a rassuré, qui a contribué à la révision de mon complet manuscrit, qui m'a conseillé et je ne saurais dire plus car la liste est longue...

A mon père Sidi Mohammed Fodil qui m'a assisté à tous mes déplacements ; durant mes prélèvements du lait de chèvre, durant mes analyses au CRAPC (Tipaza) et durant mes communications en dehors de Mostaganem.

Par tous les moyens, il m'est impossible de leur rendre tous ce qu'ils m'ont donné et ce qu'ils m'ont inculqué. En cette cause, il m'est nécessaire d'exprimer ma gratitude par le biais de cette présente thèse, ceci, en espérant d'être à la hauteur pour eux et en espérant leur faisant honneur pour tous leurs efforts parcourus. De part ce modeste travail je leur passe le message d'un grand "MERCII".

Benkrizi Nawal

Remerciements

Au professeur Homrani Abdelkader, enseignant à l'université Abdelhamid Ben Badis de Mostaganem, directeur du laboratoire de recherche des sciences et techniques de production animale « LSTPA » et mon directeur de thèse. Pour avoir accepté de m'encadrer et de m'avoir fait confiance en m'accordant l'autonomie totale concernant le travail de thèse.

Au professeur Bekada Ahmed Mohamed Ali, enseignant au centre universitaire El-Wancharissi de Tissemsilt et mon co-directeur de thèse. Je le remercie d'avoir accepté de me co-encadrer, pour sa disponibilité, son orientation et pour avoir contribué à l'encadrement de mes étudiantes Benhoucine Fatima Zohra et Selma Soumia dans le contexte de cette thèse.

Au professeur Dalache Fatiha, enseignante à l'université Abdelhamid Ben Badis de Mostaganem. Pour avoir accepté de présider mon jury de soutenance ainsi que pour ses conseils apportés et son orientation surtout durant les premières années de ma formation doctorale.

Au professeur Belahcene Miloud enseignant au centre universitaire de Ain Témouchent et à Monsieur Ait-Saada Djamel enseignant à l'université Abdelhamid Ben Badis de Mostaganem pour avoir accepté d'examiner ce modeste travail.

A M^{elle} Meghoufel Naima, doctorante en Production et Biotechnologie Animales et qui n'est entre autre que ma meilleure amie. En témoignage de ma gratitude pour tous ce qu'elle m'a appris à propos des bactéries lactiques étant donné que je suis une technologue à la base. Et, ainsi, pour sa fidèle amitié apportée ; ses encouragements et son soutien moral car nous avons affronté ensemble tous les hauts et les bas de ce parcours depuis son début jusqu'à sa fin.

Au docteur Dahou Amine en Production et Biotechnologie Animales et sa famille. Pour sa contribution aux prélèvements du lait de chèvre dans les régions de Msila et de Naama. Son sincère dévouement et sa générosité illimitée qui m'étaient d'une grande aide.

A Mme Tahlaiti Hafida, enseignante à l'université Abdelhamid Ben Badis de Mostaganem et membre du LSTPA. Pour sa présence et ses conseils.

Au professeur Nemmiche Said, enseignant à l'université Abdelhamid Ben Badis de Mostaganem et membre du LSTPA. Pour ses conseils, ses encouragements et sa contribution à l'encadrement de mon étudiante Otsmane Elhaou Zahia dans le contexte de cette thèse.

A M. Sassi El-Hachemi, doctorant en Production et Biotechnologie Animales de l'université Abdelhamid Ben Badis de Mostaganem. Pour ses encouragements et son soutien moral.

A M. Benharrat Nouredine, technicien au laboratoire LSTPA de Hassi-Mamèche de Mostaganem. Pour son dévouement, son sérieux et sa disponibilité.

A M. Mostefaoui Hafid et sa famille de Sidi Lakhdar, ainsi qu'au docteur vétérinaire Boukhatem Nabil du LSTPA pour leur contribution aux prélèvements du lait de chèvre à Mostaganem.

Au docteur Benabdelmoumene Djilali, enseignant à l'université Abdelhamid Ben Badis de Mostaganem. Pour ses conseils et sa contribution à la réalisation de l'étude statistique de cette thèse

A docteur Labdaoui Mohamed Zinedine de l'université Abdelhamid Ben Badis de Mostaganem et mon ami de longue date (depuis le début de mon cursus d'ingénieur en agronomie). Pour son soutien moral et sa contribution à la traduction de l'article scientifique dans le contexte de cette étude.

A M^{elle} Adli Fatima Zohra, ingénieur en biologie et ayant un master en anglais. Pour la traduction de l'article scientifique rentrant dans le cadre de la thèse.

A M. Benbouziane Djilali, responsable du laboratoire pédagogique de microbiologie N°3. En reconnaissance pour ses encouragements, son soutien moral apporté, sa paternité/fraternité et son dévouement concernant les manipulations.

A Madame Houara, enseignante à la retraite et ancienne technicienne de laboratoire pédagogique de biochimie de l'université Abdelhamid Ben Badis. Pour ses conseils, son dévouement et sa bienveillance maternelle.

Au docteur Benbouziane Bouasria, enseignant à l'université Abdelhamid Ben Badis. Pour avoir accepté d'examiner le travail de mes étudiantes en vue de leur obtention du diplôme de Master, pour tous ses conseils et pour m'avoir motivé.

A M. Benmiloud Djamel, enseignant à l'université Abdelhamid Ben Badis. Pour ses conseils apportés.

Au professeur Bouafia Samia, enseignante à l'université de Ouargla. Pour son orientation et ses bons conseils.

A l'équipe ADE de Mostaganem, à leur tête M. Bendbiza Mhamed chef de laboratoire et Mme Kara Mostefa Nesrine agent de contrôle bactériologique.

A M. Pascal Crepel et au Dr J.Carlos Navarro pour avoir essayer de me trouver un laboratoire d'accueil étranger à des fins de stage dans le contexte de cette étude.

A toute la communauté de Researchgate, chercheurs qui m'ont aidé de par leurs réponses et/ou de par la documentation.

A ma sœur qui m'a aidé pour les prélèvements et par son soutien moral ainsi qu'à mon valeureux frère.

A tous ceux ou celles de près ou de loin qui ont contribué à l'élaboration de cette recherche.

Résumé

Le lait de chèvre est un lait peu consommé à l'état brut. Sa consommation revient le plus souvent sous forme transformée notamment en fromage. En, Algérie ce lait est juste autoconsommé comme un alicament par les enfants et les personnes âgées étant donné qu'il est en sous-production. L'élevage caprin est un élevage extensif avec des pratiques d'élevage presque identiques au niveau du territoire national. Cependant, les impacts encourus (facteurs environnementaux ou intrinsèques) par l'animal et par la suite par son produit 'lait' n'ont pas fait sujet de beaucoup de travaux. La saison a fait l'objet principal de cette étude afin de caractériser le lait de chèvre en Algérie sur le plan biochimique et microbiologique. Plusieurs échantillons de lait de chèvre ont été prélevés en printemps et en hiver au niveau de trois zones (le littoral, les hauts plateaux et la steppe) à partir de deux races : la race Arabia et la race Murciana Grandina. Ces derniers ont subi plusieurs tests dont l'analyse physico-chimique et l'analyse microbiologique. Il a été réalisé une détermination des paramètres technologiques (pH, acidité Dornic) et des paramètres nutritionnelles (TP, TB, lactose, cendres) par mesure directe à l'aide d'un lactoscan SP 16-168 Milkotronic. Sur le plan microbiologique, il a été réalisé le contrôle bactériologique des laits suivant les normes de l'arrêté N°35 du JORA (1998) et de l'arrêté N°42 du JORA (2005). Le profil lactique a été effectué par isolement des bactéries lactiques sur milieux spécifiques et leur identification était par des tests phénotypiques. L'identification par méthode classique a été comparée par une méthode moderne basée sur la reconnaissance protéique et qui est le « MALDI-TOF MS ». Les aptitudes technologiques des bactéries lactiques obtenues ont été étudiées afin de faire ressortir les souches performantes. Le TP était important en hiver et le TB en printemps. Tout comme le TP, le lactose et les cendres étaient marqués en hiver avec 5,22% et 0,76% respectivement. La qualité hygiénique des laits était non acceptable en période hivernale. La collection lactique différait du printemps à l'hiver avec une dominance de *Lactococcus* en printemps et d'*Enterococcus* en hiver. La proportion en *Leuconostoc* est restée stable avec 12,7%. Concernant les performances des souches, elles ont bien répondu à la plupart des tests. Du moins, aucune activité lipolytique ni texturante n'avait été observées. Les souches apparaissaient comme des acidifiantes à moyenne échelle. La saison de prélèvement avait un effet sur la qualité biochimique et microbiologique du lait de chèvre Algérien, ce qui a rendu indispensable sa caractérisation en ces périodes.

Mots clés : Lait de chèvre, qualité physico-chimique, qualité microbiologique, variabilité saisonnière, aptitude technologique

Abstract

The goat milk is few consumed as a raw material. Generally, its consumption is under dairy product form such as cheeses. In Algeria, the goat milk is represented as an auto-consumption by kids and old people because it is characterised by a low production. The goat breeding is an extensive system with the same practices in all Algerian regions. However, factors impact involved by the animal and its product has not been received any interest yet. The season effect represented the main objective of this study in the biochemical and the microbiological characterisation of Algerian goat milk. The sampling of goat milk was made in spring and winter at three zones levels (coast, highland, and steppe) from two breeds: Arabia and Murciana Granadina. Chemical and microbiological analyses have been realised on these samples. Technological and nutritional parameter have been realised; the nutritional parameter were made by a lactoscan SP 16-168 Milkotronic. Bacteriological analyses were made following JORA decree N°35 (1998) and JORA decree N°42 (2005). The lactic profile was determined by isolation of lactic acid bacteria and phenotypic test identification. The classical identification was compared by a modern one based on protein recognizing called "MALDI-TOF MS". Technological abilities of lactic acid bacteria have been studied for select the performing strains. The protein concentration was high in winter that the opposite of the fat concentration where was high in spring. The lactose and the ash fraction were high in winter with 5.22% and 0.76% respectively. The hygienic quality of goat milk was poor in winter. The lactic strains collection had differences between both seasons; the *Lactococcus* genus dominated in spring and the *Enterococcus* genus dominated in winter. The *Leuconostoc* fraction proved its stability in both seasons with 12.7%. The strains have proved their performance, but they have not been shown any lipolytic and texture activity. The strains appeared as warm acidifying strains. In definitive, the sampling according with seasons had an impact on biochemical and microbiological quality of Algerian goat milk.

Key word: Goat milk, physic-chemical quality, microbiological quality, seasonal variability, technological abilities

ملخص

يعد حليب الماعز حليب غير مستهلك للغاية، أين يكون استهلاكه في اغلب الحالات على شكل مشتق (أجبان بكل أنواعها) خاصة في البلدان الأوروبية. على الصعيد الجزائري، يعود حليب الماعز إلى الاكتفاء الذاتي للمزرعة أو يستخدم كدواء، أين يمنح إلا للشيوخ و الأطفال. هذه الظاهرة عائدة إلى المر دودية الضئيلة المنتجة. تربية الماعز في الجزائر خاضعة إلى الشكل التلقائي الغير المنظم فالعوامل الداخلية كالفصيلة و الخارجية كالمناخ لم تكن واجهة للدراسات المتقنة في ميدان التربية و الإنتاج الحيواني. العامل الفصلي عامل من أهم العوامل المدروسة في هذه الأطروحة، و ذلك لتحديد القيمة الغذائية و الجودة المكر وبيولوجية لحليب الماعز في الجزائر. تم الحصول على عدة عينات من حليب الماعز في فصلي الربيع و الشتاء على مستوى الساحل، الهضاب العليا و بوابة الصحراء. تمت الدراسة على حليب الماعز لفصيلتين ألاً و هما الماعز العربي و الماعز الاسباني مورثيانا غراندنا. خضعت هذه العينات إلى عدة تجارب كيميائية و مكر وبيولوجية. تم اختبار العينات بتعيين المقاييس التكنولوجية، القيمة الغذائية مع تعيين المراقبة البكتيرية حسب المنظومة رقم 35 و 42 للجريدة الرسمية الجزائرية لسنتي 1998م و 2005 م. تم تعيين البكتيريا اللبنية باستعمال الأوساط الخاصة و التقنيات الكلاسيكية. بعد ذلك تمت مقارنة نتائج التقنيات الكلاسيكية مع تقنية حديثة الاستعمال ألاً و هي مالدي-توف. تم كذلك دراسة القدرات التكنولوجية للبكتيريا اللبنية. كان تركيز البروتين عالي في فصل الشتاء عكس تركيز الدسم الذي كان عالي في فصل الربيع. نسبة المعادن و سكر الحليب بقيمتي 0.76% و 5.22% على الترتيب. أظهرت نتائج القيمة البكتيرية رداءة في فصل الشتاء. أما توزيع البكتيريا اللبنية كان مختلف ما بين الربيع و الشتاء. تبينت البكتيريا اللبنية كفو فيما يخص القدرات التكنولوجية، لكن هذه البكتيريا لم تكن قادرة على تفكيك الدسم و لا على تخفيض درجة الحموضة بشكل كافي. بعد الحصول على جميع النتائج تبين أن العامل الفصلي يؤثر على نوعية حليب الماعز.

الكلمات المفتاحية : حليب الماعز، القيمة الكيميائية، القيمة المكر وبيولوجية، التغيرات الفصلية، القدرات التكنولوجية

Abréviations

BEA: Bile Esculine Azide

C : cendres

C: Coagulation

CRAPC: centre de recherche des analyses physico-chimiques

Cv: Comptage viable

DO: Densité Optique

DSA : Direction des Services Agricoles

E: Enterococcus

EPS: Exopolysaccharides

JORA : Journal Officiel de la République Algérienne

L: lactose

LAB: Lactic Acid Bacteria

Lc: Lactococcus

Ln: Leuconostoc

MALDI-TOF: Matrix Assisted Laser Desorption Ionisation Time-of-flight

MG: Matière grasse

PCA: Plate Count Agar

R: Réduction

S : Streptococcus

TB: Taux butyreux

TP: Taux protéique

UFC : Unité Formant Colonie

VP: Voges Proskauer

Liste des tableaux

TABLEAU 1 : DONNEES CHIFFRES SUR LE CHEPTEL CAPRIN EN ALGERIE	6
TABLEAU 2: PARTICULARITES PRINCIPALES DES RACES DE CHEVRES LOCALES EN ALGERIE	6
TABLEAU 3: COMPOSITION BIOCHIMIQUE DU LAIT DE CHEVRE	9
TABLEAU 4: COMPOSITION EN PROTEINES DU LAIT DE CHEVRE	10
TABLEAU 5 : TENEUR DES ACIDES AMINES DU LAIT DE CHEVRE PAR RAPPORT AU TAUX PROTEIQUE	11
TABLEAU 6: COMPOSITION EN ACIDES GRAS DES LIPIDES (G/100G) DU LAIT DE CHEVRE	12
TABLEAU 7: COMPOSITION DU LAIT DE CHEVRE EN VITAMINES PAR RAPPORT A 100G	13
TABLEAU 8: COMPOSITION DU LAIT DE CHEVRE EN MINERAUX (MG/100G)	14
TABLEAU 9: AVANTAGES ET DESAVANTAGES DE QUELQUES METHODES D'IDENTIFICATION BACTERIENNE EN MICROBIOLOGIE	25
TABLEAU 10: ECHANTILLONNAGE DU LAIT DE CHEVRE EN SAISON PRINTANIERE	36
TABLEAU 11: ECHANTILLONNAGE DU LAIT DE CHEVRE EN SAISON HIVERNALE	36
TABLEAU 12 : TESTS D'IDENTIFICATION PHENOTYPIQUE	44
TABLEAU 13: RESULTATS DE L'IDENTIFICATION PHENOTYPIQUE	55
TABLEAU 14 : RESULTATS DU TEST DE FERMENTATION DES SUCRES PAR GALERIES API 50CHL	60
TABLEAU 15 : SOUCHES BONNES PROTEOLYTIQUES SUR PCA LAIT A 1%	61
TABLEAU 16 : RESULTATS DE LA PROTEOLYSE A 2% SUR DISQUES	62
TABLEAU 17 : RESULTATS DE LA PROTEOLYSE SUR PCA-LAIT A 5%	64
TABLEAU 18 : RESULTATS DE LA PRODUCTION D'ACETOINE	66
TABLEAU 19 :RESUME DES APTITUDES DES SOUCHES TESTEES	68
TABLEAU 20 : IDENTIFICATION DES SOUCHES PAR MALDI-TOF	70
TABLEAU 21 : COMPARAISON ENTRE L'IDENTIFICATION PAR API 50CHL ET PAR MALDI-TOF	71
TABLEAU 22 : EVOLUTION DU PH DU LAIT FERMENTE PAR LES SOUCHES SELECTIONNEES AU COURS DU TEMPS	72
TABLEAU 23 : EVOLUTION DE L'ACIDITE DORNIC DU LAIT FERMENTE PAR LES SOUCHES SELECTIONNEES AU COURS DU TEMPS	73
TABLEAU 24 : EVOLUTION DU PH DU MRS ENSEMENCE PAR LES SOUCHES SELECTIONNEES AU COURS DU TEMPS	75
TABLEAU 25 : EVOLUTION DE LA DO DU MRS ENSEMENCE PAR LES SOUCHES SELECTIONNEES AU COURS DU TEMPS	75
TABLEAU 26 : COMPTAGE VIABLEDES SOUCHES SELECTIONNEES POUR CHAQUE INTERVALLE TEMPS	75
TABLEAU 27 : PH DES LAITS DE CHEVRE D'HIVER ET DE PRINTEMPS	79
TABLEAU 28 : TENEUR EN PROTEINES ET EN MATIERE GRASSE (%) DES LAITS DE CHEVRE D'HIVER ET DE PRINTEMPS (G/100 ML)	80
TABLEAU 29 : TENEUR EN LACTOSE (%) DES LAITS DE CHEVRE D'HIVER ET DE PRINTEMPS (G/100 ML)	82
TABLEAU 30 : TENEUR EN CENDRE (%) DES LAITS DE CHEVRE D'HIVER ET DE PRINTEMPS (G/100 ML)	82

TABLEAU 31 : DENOMBREMENT DES COLIFORMES TOTAUX DES LAITS DE CHEVRE D'HIVER ET DE PRINTEMPS (UFC/ML)	83
TABLEAU 32 : DENOMBREMENT DES STREPTOCOQUES FECAUX DES LAITS DE CHEVRE D'HIVER ET DE PRINTEMPS (UFC/ML)	84
TABLEAU 33 : DENOMBREMENT DE <i>STAPHYLOCOCCUS AUREUS</i> DES LAITS DE CHEVRE D'HIVER ET DE PRINTEMPS (UFC/ML)	84
TABLEAU 34 : DENOMBREMENT DES CSR DES LAITS DE CHEVRE D'HIVER ET DE PRINTEMPS (UFC/ML)	85
TABLEAU 35 : RECHERCHE DES <i>SALMONELLES</i> DES LAITS DE CHEVRE D'HIVER ET DE PRINTEMPS (UFC/ML)	85
TABLEAU 36 : DENOMBREMENT DE LA FLORE TOTALE DES LAITS DE CHEVRE D'HIVER ET DE PRINTEMPS (UFC/ML)	86
TABLEAU 37 : PH DES LAITS DE CHEVRE D'ARABIA ET DE MURCIANA GRANADINA	89
TABLEAU 38 : ACIDITE DORNIC (°D) DES LAITS DE CHEVRE D'ARABIA ET DE MURCIANA GRANADINA	89
TABLEAU 39 : PROPORTION EN CENDRES (%) DES LAITS DE CHEVRE D'ARABIA ET DE MURCIANA GRANADINA (G/100 ML)	92
TABLEAU 40 : DENOMBREMENT DES COLIFORMES TOTAUX DES LAITS DE CHEVRE D'ARABIA ET DE MURCIANA GRANADINA (UFC/ML)	93
TABLEAU 41 : DENOMBREMENT DES STREPTOCOQUES FECAUX DES LAITS DE CHEVRE D'ARABIA ET DE MURCIANA GRANADINA (UFC/ML)	93
TABLEAU 42 : DENOMBREMENT DE <i>STAPHYLOCOCCUS AUREUS</i> DES LAITS DE CHEVRE D'ARABIA ET DE MURCIANA GRANADINA (UFC/ML)	94
TABLEAU 43 : DENOMBREMENT DES CSR DES LAITS DE CHEVRE D'ARABIA ET DE MURCIANA GRANADINA (UFC/ML)	94
TABLEAU 44 : RECHERCHE DES <i>SALMONELLES</i> DANS LAITS DE CHEVRE D'ARABIA ET DE MURCIANA GRANADINA (UFC/ML)	94
TABLEAU 45 : DENOMBREMENT DE LA FLORE TOTALE DES LAITS DE CHEVRE D'ARABIA ET DE MURCIANA GRANADINA (UFC/ML)	95
TABLEAU 46 : PH DES LAITS DE CHEVRE DES ZONES ETUDIEES	99
TABLEAU 47 : ACIDITE DORNIC (°D) DES LAITS DE CHEVRE DES ZONES ETUDIEES	99
TABLEAU 48 : TENEUR EN LACTOSE (%) DES LAITS DE CHEVRE DES ZONES ETUDIEES (G/100 ML)	100
TABLEAU 49 : TENEUR EN CENDRES (%) DES LAITS DE CHEVRE DES ZONES ETUDIEES (G/100 ML)	101
TABLEAU 50 : DENOMBREMENT DE LA FTAM DES LAITS DE CHEVRE DES ZONES ETUDIEES (UFC/ML)	101
TABLEAU 51 : DENOMBREMENT DES COLIFORMES TOTAUX DES LAITS DE CHEVRE DES ZONES ETUDIEES (UFC/ML)	102
TABLEAU 52 : DENOMBREMENT DES STREPTOCOQUES FECAUX DES LAITS DE CHEVRE DES ZONES ETUDIEES (UFC/ML)	102

TABLEAU 53 : DENOMBREMENT DE <i>STAPHYLOCOCCUS AUREUS</i> DES LAITS DE CHEVRE DES ZONES ETUDIEES (UFC/ML)	103
TABLEAU 54 : DENOMBREMENT DES CSR DES LAITS DE CHEVRE DES ZONES ETUDIEES (UFC/ML)	103
TABLEAU 55 : RECHERCHE DES <i>SALMONELLES</i> DANS LAITS DE CHEVRE DES ZONES ETUDIEES (UFC/ML)	103
TABLEAU 56 : DENOMBREMENT DE LA FLORE TOTALE DES LAITS DE CHEVRE DES ZONES ETUDIEES (UFC/ML)	104
TABLEAU 57 : COMPOSITION DU LAIT DE CHEVRE EN BACTERIES LACTIQUES DES ZONES ETUDIEES	104
TABLEAU 58: PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES DES DE CHEVRE CORRELE A L'INTERACTION DES TROIS FACTEURS	108
TABLEAU 59: PARAMETRES DE LA QUALITE SANITAIRE DES LAITS ETUDIES COMBINES A L'INTERACTION DES TROIS FACTEURS	109
TABLEAU 60: PARAMETRES DE LA FLORE LACTIQUE DES LAITS ETUDIES COMBINES A L'INTERACTION DES TROIS FACTEURS	110

Liste des figures

FIGURE 1 : DE GAUCHE A DROITE : RACE ARABIA, RACE MAKATIA, RACE KABYLE, RACE M'ZABIT	6
FIGURE 2: RACES INTRODUITES	7
FIGURE 3: METABOLISME PROTEOLYTIQUE DES BACTERIES LACTIQUES	21
FIGURE 4: PRODUITS AROMATIQUES DE LA LIPOLYSE	22
FIGURE 5: LES DIFFERENTES VOIES POUR LA FORMULATION DES AROMES PAR LES BACTERIES LACTIQUES	23
FIGURE 6: FORMATION DU DIACETYLE A PARTIR DU CITRATE	24
FIGURE 7 : MECANISME D'IONISATION DES ANALYTES PAR LE MALDI-TOF	28
FIGURE 8 : MECANISME DU TEMPS DE VOL DES ANALYTES PAR LE MALDI-TOF	28
FIGURE 9 : MODE LINAIRE DES ANALYTES PAR LE MALDI-TOF	29
FIGURE 10 : MODE DE REFLEXION DES ANALYTES PAR LE MALDI-TOF	29
FIGURE 11: IDENTIFICATION DIRECTE DES ECHANTILLONS	30
FIGURE 12 : IDENTIFICATION DES ECHANTILLONS AVEC PREPARATION	30
FIGURE 13 : MODE OPERATOIRE DU MALDI-TOF MS EN MICROBIOLOGIE	31
FIGURE 14: LACTOSCAN SP 16-168	38
FIGURE 15 : PRINCIPE FONCTIONNEL DU MALDI-TOF	47
FIGURE 16: MALDI-TOF BIOTYPER 4.0 BRUKER DALTONIC, GERMANY	47
FIGURE 17 : ASPECT DE LA FTAM SUR MILIEU PCA	51
FIGURE 18 : ASPECT DES COLIFORMES SUR MILIEU DESOXYCHOLATE A 0,1%	51
FIGURE 19: ASPECT DES STREPTOCOQUES FECAUX SUR MILIEU BEA	52
FIGURE 20 : ASPECT DE <i>STAPHYLOCOCCUS AUREUS</i> SUR MILIEU CHAPMAN	52
FIGURE 21: RESULTAT DU TEST DE LA NITRATE REDUCTASE	53
FIGURE 22:RESULTATS DU TYPE FERMENTAIRE	54
FIGURE 23:RESULTATS DE CROISSANCE SUR LAIT DE SHERMAN	54
FIGURE 24 :RESULTATS DE LA PROTEOLYSE A 1%	64
FIGURE 25 :RESULTATS DE LA PROTEOLYSE SUR PCA-LAIT A 2%	62
FIGURE 26: RESULTATS DE LA PROTEOLYSE SUR PCA-LAIT A 5%	65
FIGURE 27 : RESULTATS DE LA PROTEOLYSE SUR PCA-LAIT A 10%	65
FIGURE 28 : RESULTATS DE LA LIPOLYSE	65
FIGURE 29: RESULTAT DE LA PRODUCTION D'ACETOINE	66
FIGURE 30 : RESULTATS DE LA PRODUCTION D'EPS	68
FIGURE 31 : CINETIQUE D'ACIDIFICATION DES SOUCHES SELECTIONNEES	74
FIGURE 32 : CINETIQUE DE CROISSANCE DES SOUCHES SELECTIONNEES	76
FIGURE 33 : ACIDITE DORNIC (°D) DES LAITS DE CHEVRE D'HIVER ET DE PRINTEMPS	79
FIGURE 34: TENEUR EN PROTEINES ET EN MATIERE GRASSE (%) DES LAITS DE CHEVRE D'HIVER ET DE PRINTEMPS (G/100 ML)	80
FIGURE 35 : DENOMBREMENT DE LA FTAM DES LAITS DE CHEVRE D'HIVER ET DE PRINTEMPS (UFC/ML)	83
FIGURE 36 : DENOMBREMENT DES COLIFORMES FECAUX DES LAITS DE CHEVRE D'HIVER ET DE PRINTEMPS (UFC/ML)	84

FIGURE 37 : DENOMBREMENT DES LEVURES ET DES MOISSURES DES LAITS DE CHEVRE D'HIVER ET DE PRINTEMPS (UFC/ML)	85
FIGURE 38 : COMPOSITION DU LAIT DE CHEVRE EN BACTERIES LACTIQUES EN HIVER ET EN PRINTEMPS	86
FIGURE 39 : COMPOSITION DU LAIT DE CHEVRE EN GENRES LACTIQUES EN HIVER ET EN PRINTEMPS	87
FIGURE 40 : PROPORTION EN PROTEINES ET EN MATIERE GRASSE (%) DES LAITS DE CHEVRE D'ARABIA ET DE MURCIANA GRANADINA (G/100 ML)	90
FIGURE 41 : PROPORTION EN LACTOSE (%) DES LAITS DE CHEVRE D'ARABIA ET DE MURCIANA GRANADINA (G/100 ML)	91
FIGURE 42 : DENOMBREMENT DE LA FTAM DES LAITS DE CHEVRE D'ARABIA ET DE MURCIANA GRANADINA (UFC/ML)	92
FIGURE 43 : DENOMBREMENT DES COLIFORMES FECAUX DES LAITS DE CHEVRE D'ARABIA ET DE MURCIANA GRANADINA (UFC/ML)	93
FIGURE 44 : DENOMBREMENT DES LEVURES ET DES MOISSURES DES LAITS DE CHEVRE D'ARABIA ET DE MURCIANA GRANADINA (UFC/ML)	95
FIGURE 45 : COMPOSITION DU LAIT DE CHEVRE EN BACTERIES LACTIQUES POUR L'ARABIA ET LA MURCIANA GRANADINA	96
FIGURE 46: COMPOSITION DU LAIT DE CHEVRE EN GENRES LACTIQUES POUR L'ARABIA ET LA MURCIANA GRANADINA	96
FIGURE 47 : TENEUR EN PROTEINES ET EN MATIERE GRASSE (%) DES LAITS DE CHEVRE DES ZONES ETUDIEES	105
FIGURE 48 : DENOMBREMENT DES COLIFORMES FECAUX DES LAITS DE CHEVRE DES ZONES ETUDIEES (UFC/ML)	102
FIGURE 49 : DENOMBREMENT DES LEVURES ET DES MOISSURES DES LAITS DE CHEVRE DES ZONES ETUDIEES (UFC/ML)	104
FIGURE 50 : COMPOSITION DU LAIT DE CHEVRE EN BACTERIES LACTIQUES DES ZONES ETUDIEES	105
FIGURE 51 : COMPOSITION DU LAIT DE CHEVRE EN GENRES LACTIQUES DES ZONES ETUDIEES	105

Table des matières

DEDICACE

REMERCIEMENTS

RESUME

ABSTRACT

ملخص

ABREVIATIONS

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

1-Généralités	5
1-1-Localisation des races caprines dominantes en Algérie	5
1-1-1-Races existantes	6
1-1-2-Systèmes et pratiques d'élevage en Algérie	7
1-1-2-1-Systèmes d'élevage	7
a-Elevage sédentaire	7
b-Elevage Nomade	7
c-Elevage transhumant	8
1-1-2-2-Pratiques d'élevage	8
a-Habitats	8
b-Traite	8
c-Alimentation	8
2-Particularités et caractéristiques du lait de chèvre	8
2-1-Composition biochimique	8
2-1-1-Eau	10
2-1-2-Protéines	10
2-1-3-Matière grasse	11
2-1-4-Lactose	12
2-1-5-Vitamines	13
2-1-6-Minéraux	13
2-2-Paramètres organoleptiques	14
2-3-Paramètres technologiques	14
2-3-1-pH	14
2-3-2-Densité	15

2-3-3-Acidité Dornic	15
2-4-Composition microbiologique	15
2-4-1-Bactéries pathogènes et/ou d'altération	15
2-4-2-Champignons	15
2-4-3-Bactéries lactiques	16
2-4-4-Conditions hygiéniques	16
1-Généralités	18
2-Subdivision et caractéristiques des bactéries lactiques retrouvées dans le lait	18
2-1- <i>Lactobacillus</i>	18
2-2- <i>Lactococcus</i>	18
2-3- <i>Streptococcus</i>	19
2-4- <i>Enterococcus</i>	19
2-5- <i>Leuconostoc</i>	19
2-6- <i>Weissella</i>	20
2-7- <i>Pediococcus</i> et <i>Tetragenococcus</i>	20
3-Aptitudes technologiques des bactéries lactiques	20
3-1-Acidification	20
3-2-Protéolyse	20
3-3-Lipolyse	22
3-4-Production d'arômes	23
3-5-Production d'exopolysaccharides	24
4-Identification des bactéries lactiques	25
4-1-Description de la technique MALDI-TOF MS	26
4-2-Champs d'utilisation du MALDI-TOF MS	27
4-2-1-Biochimie	27
4-2-2-Microbiologie	27
4-2-3-Médecine	27
4-3-Principe générale du MALDI-TOF MS	27
4-3-1-Ionisation	27
4-3-2-Temps de vol	28
4-3-3-Modes de détection	29
4-3-3-1-Mode linéaire	29
4-3-3-2-Mode réflexion	29
4-4-Mode opératoire adapté en microbiologie	30
4-4-1-Préparation de l'échantillon	30
4-4-2-Identification proprement-dite	31
4-5-Points faibles du MALDI-TOF MS	32
4-5-1-Reproductibilité	32
4-5-2-Age de la bactérie	32

4-5-3-Base de données	32
1-Prospection	35
2-Echantillonnage	35
2-1-Description des élvages des régions concernées par l'échantillonnage	36
2-1-1-Mostaganem	36
2-1-2-Msila et El-Bayadh	37
2-1-3- Naama	37
3-Analyses physico-chimiques	37
3-1-pH	37
3-2-Acidité Dornic	37
3-3-Composition nutritionnelle	38
4-Analyses microbiologiques	38
4-1-Bactériologie	38
4-1-1-FTAM	38
4-1-2-Coliformes totaux	39
4-1-3-Coliformes fécaux	39
4-1-4-Streptocoques fécaux	39
4-1-5- <i>Staphylococcus aureus</i>	39
4-1-6-Clostridium sulfito-réducteur	39
4-1-7- <i>Salmonelles</i>	39
4-1-8-Levures et moisissures	40
4-2-Etude des bactéries lactiques	40
4-2-1-Isolement	40
4-2-2-Etude macroscopique	40
4-2-3-Pré-identification	40
4-2-3-1-Catalase	40
4-2-3-2-Etude microscopique	41
a-Mobilité	41
b-Coloration de Gram	41
4-2-3-3-Test de la nitrate réductase	41
4-2-3-4-Test d'oxydase	41
4-2-4-Purification	42
4-2-5-Conservation	42
4-2-6-Identification phénotypique	42
4-2-6-1-Type fermentaire	42
4-2-6-2-Croissance sur lait de Sherman	42
4-2-6-3-Croissance à 45°C	42
4-2-6-4-Croissance sur milieu hyper-salé (Nailor et Sharp)	43
4-2-6-5-Croissance sur milieu esculine-bile	43

4-2-6-6-Galerie API 50CHL	43
4-2-7-Screening à travers les aptitudes technologiques	45
4-2-7-1-Protéolyse	45
a-Protéolyse à 1%	45
b-Protéolyse à 2%	45
c-Protéolyse à 5%	45
d-Protéolyse à 10%	45
4-2-7-2-Lipolyse	46
4-2-7-3-Production d'arômes	46
4-2-7-4-Production d'EPS	46
4-2-8-Identification par MALDI-TOF	46
4-2-9-Cinétique d'acidification	48
4-2-10-Cinétique de croissance	48
5-Analyse statistique	48
1-Bactériologie	51
1-1-FTAM	51
1-2-Coliformes totaux et fécaux	51
1-4-Streptocoques fécaux	51
1-5- <i>Staphylococcus aureus</i>	52
1-6-Clostridium sulfito-réducteur	52
1-7- <i>Salmonelles</i>	52
1-8-Levures et moisissures	52
2-Etude des bactéries lactiques	53
2-1-Isolement	53
2-3-Pré-identification	53
2-3-1-Test de la nitrate réductase	53
2-3-2-Test d'oxydase	53
2-4-Identification phénotypique	53
2-4-1-Type fermentaire	53
2-4-2-Croissance sur lait de Sherman	54
2-4-3-Croissance à 45°C	54
2-4-4-Croissance sur milieu hyper-salé (Nailor et Sharp)	54
2-4-5-Croissance sur milieu esculine-bile	54
2-4-6-Galerie API 50CHL	60
2-5-Screening à travers les aptitudes technologiques	61
2-5-1-Protéolyse	61
2-5-1-1-Protéolyse à 1%	61
2-5-1-2-Protéolyse à 2%	61
a-En touches	61
b-Sur disques	62

2-5-1-3-Protéolyse à 5%	64
2-5-1-4-Protéolyse à 10%	65
2-5-2-Lipolyse	65
2-5-3-Production d'acétoïne	66
2-5-4-Production d'EPS	68
2-6-Identification par MALDI-TOF	70
2-7-Comparaison des résultats du MALDI-TOF et des galeries API	71
2-8-Cinétique d'acidification	72
2-9-Cinétique de croissance	74
1-Effet des saisons sur les paramètres physico-chimie étudiés	79
1-1-pH	79
1-2-Acidité Dornic	79
1-3-Protéines et matière grasse	80
1-4-Lactose	81
1-5-Cendres	82
2-Effet des saisons sur les paramètres microbiologiques étudiés	83
2-1-Etude de la qualité sanitaire des laits de chèvres	83
2-1-1-FTAM	83
2-1-2-Coliformes totaux	83
2-1-3-Coliformes fécaux	84
2-1-4-Streptocoques fécaux	84
2-1-5- <i>Staphylococcus aureus</i>	84
2-1-6-Clostridium sulfito-réducteur	85
2-1-7- <i>Salmonelles</i>	85
2-1-8-Levures et moisissures	85
2-2-Etude de la flore microbienne lactique	86
2-2-1-Flore totale	86
2-2-2- LAB	86
2-2-3-Proportion des genres lactiques	86
1-Effet de la race sur les paramètres physico-chimiques étudiés	89
1-1-pH	89
1-2-Acidité Dornic	89
1-3-Protéines et matière grasse	90
1-4-Lactose	91
1-5-Cendres	91
2-Effet des races sur les paramètres microbiologiques étudiés	92
2-1-Etude de la qualité sanitaire des laits de chèvre	92
2-1-2-Coliformes totaux	93
2-1-3-Coliformes fécaux	93

2-1-4-Streptocoques fécaux	93
2-1-5- <i>Staphylococcus aureus</i>	94
2-1-6-Clostridium sulfito-réducteur	94
2-1-7- <i>Salmonelles</i>	94
2-1-8-Levures et moisissures	94
2-2-Etude de la flore micrbienne lactiques	95
2-2-1-Flore totale	95
2-2-2-LAB	95
2-2-3-Proportion des genres lactiques	96
1-Etude de la qualité physico-chimique des laits de chèvre	99
1-1-pH	99
1-2-Acidité Dornic	99
1-3-Protéines et matière grasse	100
1-4-Lactose	100
1-5-Cendres	101
2-Etude de la qualité microbiologique des laits de chèvre	101
2-1-Etude de la qualité sanitaire des laits de chèvre	101
2-1-1-FTAM	101
2-1-2-Coliformes totaux	102
2-1-3-Coliformes fécaux	102
2-1-4-Streptocoques fécaux	102
2-1-5- <i>Staphylococcus aureus</i>	103
2-1-6-Clostridium sulfito-réducteur	103
2-1-7- <i>Salmonelles</i>	103
2-1-8-Levures et moisissures	103
2-2-Etude de la flore microbienne lactiques	104
2-2-1-Flore totale	104
2-2-2-LAB	104
2-2-3-Proportion des genres lactiques	105
1-Etude de la qualité physico-chimique des laits de chèvre	108
2-Etude de la qualité microbiologique des laits de chèvre	109
3-Discussion générale	111

ANNEXES

PUBLICATION

COMMUNICATIONS

Introduction

INTRODUCTION

Le lait est une matière première de base pour tous les consommateurs. Il peut être incorporé dans les collations, dans les repas ou transformé en produits dérivés. Généralement, le terme 'lait' évoque le lait de vache. Le lait de cette espèce laitière est très revendiqué par les consommateurs du monde entier. Beaucoup de gens pensent que le lait de vache est le meilleur lait, or, le lait de chèvre est d'autant plus intéressant et plus riche que ce dernier (Haenlein, 1996). Le lait de chèvre est utilisé dans la plupart du temps comme un substitut du lait de vache en cas d'allergie au lactose (Park, 1991; Park, 2006 ; Kumar *et al.*, 2016). Ce lait est aussi une bonne source d'oligosaccharides non digestibles ayant un rôle de prébiotiques (Kumar *et al.*, 2016). Ce rôle de prébiotique contribue à l'amélioration du transit digestif à travers la flore intestinale. De nos jours, le lait de chèvre est aperçu comme une denrée fonctionnelle (Raynal Ljutovac *et al.*, 2008 ; Albenzio *et al.*, 2012) dite 'alicament'. Pour nos consommateurs, ce lait était considéré comme un tel bien avant cette tendance 'd'aliments fonctionnels' ne soit apparue. Cependant, il est destiné à être administré qu'aux enfants et aux personnes âgées.

Dans le monde de l'industrialisation, ce lait est très demandé pour ses arômes (Chen *et al.*, 2016) à des fins de fabrication fromagère. En Algérie, la production laitière de l'espèce caprine demeure très faible (Mouhous *et al.*, 2013). Cette petite part ne permet qu'une autosuffisance des éleveurs de cheptels (Boumendjel *et al.*, 2017).

L'élevage caprin en Algérie est de dominance extensif. Les ruminants se contentent en général de ce qu'il y a comme fourrage naturel ; ce qui donne un rendement laitier varié. Au niveau des zones arides, le fourrage est dévasté par les conditions climatiques (Nedjraoui, 2002) ce qui inflige une indisponibilité du fourrage par rapport aux zones côtières. Les caprins, qui sont des animaux rustiques peuvent s'adapter à ces conditions difficiles (Kumar *et al.*, 2016), mais, une pauvre alimentation peut se répercuter sur la production et la qualité de leur lait.

Les facteurs influant sur la qualité du lait de chèvre n'ont guère été étudiés comme chez le lait de vache (Kljajevic, 2017). Le lait de chèvre peut varier au cours de l'année ce qui atteint ses propriétés, notamment ses propriétés sensorielles (Siefarth et Buettner, 2014). Plusieurs facteurs (saison, race, zone...) peuvent influencer la qualité du lait de chèvre de par sa composante nutritionnelle et/ou microbiologique. Néanmoins, ces derniers n'ont pas fait l'objet de sérieuses études. Des hypothèses, telles que, il se peut que le lait de chèvre de la saison estivale puisse être différent que le lait de chèvre de la saison hivernale a été soumis dernièrement (Milewski *et al.*, 2018). Les autres facteurs restent toujours mis en question par la communauté scientifique.

INTRODUCTION

Les bactéries lactiques ont été étudiées sur tous les angles ; bactéries lactiques comme ferment lactique, bactéries lactiques comme probiotiques, bactéries lactiques comme agents antibactériens.... Les bactéries lactiques du lait de chèvre ont cessé d'être étudiées ou sont moins étudiées de nos jours. La dynamique de ces bactéries avec ses facteurs est non maîtrisée par les chercheurs et n'a pas d'explication plausible. Y'a-t-il une composition microbiologique spécifique qui caractérise ce lait ? Et comment l'expliquer ? Telle est la question. C'est à partir de la flore indigène du lait de chèvre et la compréhension de sa dynamique bactérienne qu'il peut y avoir une bonne déduction de son aptitude technologique. Et, c'est en sachant quelle est la transformation adéquate de ce type de lait, notamment, du lait de chèvre Algérien qu'une bonne industrialisation pourra être menée à grande échelle et avec succès. Néanmoins, les essais d'ordre technologique des bactéries lactiques sont tenus qu'à titre sélectif sur boîte de Pétri avec des combinaisons aléatoires.

La spectrométrie de masse MALDI-TOF bien qu'elle soit très efficace, très précise et peu coûteuse est non utilisée pour l'identification des bactéries lactiques et encore moins pour les bactéries lactiques du lait de chèvre. Cette méthode basée sur la reconnaissance protéique pourrait être une bonne méthode d'identification des bactéries lactiques car en 5 mn elle peut donner le genre et l'espèce du microorganisme en question.

L'objectif principal étant d'étudier la qualité biochimique et microbiologique des laits de chèvre échantillonnés durant les saisons et d'étudier les aptitudes technologiques de ses bactéries lactiques.

Sommaire

bibliographique

Chapitre 1 :

Le lait de chèvre

1-Généralités

Le lait est un aliment issu de la traite destiné à nourrir le nouveau né de chaque espèce (Mahé, 1996). Il se présente sous la forme d'un liquide, opaque, blanchâtre plus au moins jaunâtre avec un pH situé entre 6,6 à 6,8 (Alais, 1984) et contenant tous les nutriments nécessaires à la croissance. Il est riche en plusieurs minéraux parmi lesquels le calcium, le phosphore, le magnésium, ... (Neville *et al.*, 1995).

En plus des caractéristiques précitées, le lait de chèvre se compose d'acides gras saturés qui lui sont propre tels que l'acide caproïque, caprylique et caprique responsables de sa saveur spécifique. Il s'est avéré que ces derniers possèdent une vertu médicinale dans le traitement de l'anémie (Haenlein, 1992 ; Alférez *et al.*, 2006). Il est suggéré d'incorporer le lait de chèvre dans le régime alimentaire des personnes atteintes de cette maladie pour favoriser la régénération de leur hémoglobine (Zahir, Zulkifli *et al.*, 2017).

Le lait de chèvre est intéressant du point de vue nutritionnel et dit très digeste. Ce lait contient une bonne quantité de lipides, de protéines assimilables (Boulangier, 1984 ; Park, 1994 ; Park, 2006) et moins de lactose que le lait de vache (Park, 2006). En plus de la faible quantité en lactose, la digestibilité de ce lait est due au petit diamètre des globules gras qui le composent, ainsi, qu'à la présence d'acides gras à courte et moyenne chaîne (Park, 2006). Néanmoins, le lait de chèvre contient une faible quantité d'acide folique (Becroft et Holland, 1996 ; Park et Haenlein, 2006) et de vitamine B12 (Van Deest, 1968 ; Park, 1994 ; Park et Haenlein, 2006). Comme tous les autres types de lait, le lait de chèvre contient une flore originelle et des contaminants après la traite.

Ce lait peut provenir de plusieurs races suivant la biodiversité des régions. Chaque lait est spécifique à une race donnée qui est affiliée à un écosystème respectif ; ce qui accorde à chaque lait une qualité qui lui est propre.

1-1-Localisation des races caprines dominantes en Algérie

Les caprins sont dispersés presque sur tous le territoire algérien (Tableau 1). Ils se localisent sur les hauts plateaux, les montagnes, les steppes et les oasis. La race caprine est généralement retrouvée dans les zones difficiles tout le contraire des autres animaux de bétail (Feliachi *et al.*, 2003 ; Sahraoui *et al.*, 2016).

La région nordique méditerranéenne se compose d'un nombre strict de caprin évaluée à 5 chèvres par troupeau d'ovin. En entrant vers l'intérieur, les petites fermes peuvent contenir jusqu'à 15 chèvres (Feliachi *et al.*, 2003).

Tableau 1 : Données chiffrés sur le cheptel caprin en Algérie (Feliachi *et al.*, 2003)

Zones écologiques	%
Littoral et sub-littoral	8,26
Atlas Tellien	8,75
Haute plaines telliennes	17,81
Hautes plaines steppiques	21,54
Atlas saharien et Sahara	33,26

1-1-1-Races existantes

Il existe différentes races en Algérie dont les races locales et les races introduites. Les races locales sont les plus présentes et se divisent en trois catégories : la race Arabe (Arabia et Mekatia), la race Kabyle et la race Mezabite ou M'zabite (Abdelguerfi, 2003 ; Feliachi *et al.*, 2003, Tefiel *et al.*, 2018) (Figure 1, Tableau 2).



Figure 1 : De gauche à droite : race Arabia (ITELV, 2010), race Makatia (Feliachi *et al.*, 2003), race kabyle (Moula *et al.*, 2017), race M'zabite (ITELV, 2010)

Tableau 2: Particularités principales des races de chèvres locales en Algérie (Fantazi, 2004)

Races	Localisation	Couleurs principales	Caractères spécifiques
Arabia	Laghouat	Noire	Front droit, poils longs, oreilles tombantes
Mekatia	Haut plateaux	Variées	Grande taille, poils courts
Kabyle	Montagne Kabylie et Dahra	Unicolore et multicolore noir et brun	Petites taille, poils longs, oreilles tombante
M'zabite	Metlili et Ghardaïa	Unicolore chamois dominant	Oreilles longues et tombantes

Pour les races introduites, il y a la Saanen, la Murcinan Granadina et l'Alpine (Figure 2).



Figure 2 : De gauche à droite : race Saanen (Caprigène France, 1995 ; AgroPaisTech, 1996) ; race Murciana Granadina (Pérez-Baena *et al.*, 2014) ; race Alpine (Caprigène, 1995 ; AgroParisTech, 1996)

1-1-2-Systèmes et pratiques d'élevage en Algérie

1-1-2-1-Systèmes d'élevage

Le système d'élevage pratiqué est de dominance extensif (Tefiel *et al.*, 2018) localisé surtout dans les zones montagneuses (Mouhous *et al.*, 2013) qui comportent environ 13% de caprins (Khaldoune *et al.*, 2001). Il a été lancé plusieurs essais pour améliorer cet élevage mais sans succès (Mara, 1971) car il se base essentiellement sur le pâturage donnant ainsi une faible production laitière, ce qui implique une contrainte dans le secteur laitier (Mouhous *et al.*, 2013). L'élevage caprins se limite généralement à des propriétés familiales traditionnelles destiné à l'autoconsommation (Feliachi *et al.*, 2003, Tefiel *et al.*, 2018).

Un autre paramètre qui s'ajoute à cet élevage est la reproduction. La reproduction des caprins et une reproduction non contrôlée due aux pratiques d'élevage anarchique ce qui rend l'élevage caprin non maîtrisable (Moula *et al.*, 2017).

a-Elevage sédentaire

Pour ce type d'élevage le troupeau reste in-situ, les caprins sont enfermés durant la nuit et libérés dans la journée pour le pâturage. En plus de ceci, dans certains cas ils peuvent être alimentés par du fourrage ou du concentré.

b-Elevage Nomade

L'élevage nomade veut dire que le troupeau est constamment conduit à la transhumance. Généralement les caprins sont toujours associés aux ovins dirigés du sud vers le nord, surtout vers les hautes plaines.

c-Elevage transhumant

La transhumance est le déplacement d'un troupeau d'une zone à une autre suivant les saisons à des fins d'alimentation. Ce système d'élevage se rapporte par exemple à un déplacement des plaines vers les montagnes ou l'inverse suivant l'été et l'hiver.

1-1-2-2-Pratiques d'élevage**a-Habitats**

Les chèvreries sont de types traditionnels appelés « Zriba ». C'est des petites enceintes généralement découvertes surmontées d'une tôle en Zinc et bâties avec le strict minimum de moyens. Dans le cas d'une stabulation, l'alimentation et l'eau sont administrées dans de vieux seaux.

b-Traite

La traite des chèvres, « si elle a eu lieu » est toujours manuelle à raison d'une fois par jour en début de matinée. Après ceci elles sont envoyées paître pour être têter par leurs chevreaux en soirée.

c-Alimentation

Dans ce système extensif l'alimentation est étroitement liée à la végétation des pâturages (Mouhous *et al.*, 2013). L'appui majeur de ce type d'alimentation est assuré par les forêts en montagnes que possède ce pays (Moula *et al.*, 2017).

En plus des forêts qui constituent essentiellement une source de ravitaillement, les caprins se dirigent vers les terres labourées dont les cultures céréalières comme le blé et l'orge. Concernant la complémentation, les caprins n'en bénéficient guère par rapport aux autres animaux du cheptel. Administrée seulement dans les cas rares en période de lactation, elle est généralement sous forme de paille et rarement de concentré (Sahraoui *et al.*, 2016).

2-Particularités et caractéristiques du lait de chèvre**2-1-Composition biochimique**

Le lait de chèvre est constitué essentiellement d'eau où sont dissous d'autres éléments tels que le lactose, les protéines (caséines, albumines et globulines), les minéraux et les vitamines. À cette phase aqueuse vient s'ajouter des éléments non solubles, et, qui sont les lipides sous forme de triglycérides (Adrian, 1987).

Plusieurs travaux ont été menés sur la composition du lait de chèvre, ainsi, différents résultats ont été obtenus. A partir de ces résultats il a été déduit que la composition du lait de chèvre dépendait notamment de l'alimentation (Goetsch *et al.*, 2001 ; Cozma *et al.*, 2014). Les composés nutritionnels tels que la matière grasse peuvent aussi dépendre de d'autres facteurs tels que la race et le stade de lactation (Cozma *et al.*, 2014). Ces différences en composition laisse ce type de lait destiné à la fabrication de multiples fromages et d'autres produits dérivés (Pacinovski *et al.*, 2015) (Tableau 3).

Tableau 3: Composition biochimique du lait de chèvre (Claeys *et al.*, 2014)

Composés	Teneur (%)
Matière sèche totale	11,9-16,3
Protéines	3-5,2
Matière grasse	3-7,2
Lactose	3,2-5
Minéraux	0,7-0,9
Ca (mg/100 ml)	85-198
P (mg/100 ml)	79-153
K (mg/100 ml)	140-242
Mg (mg/100 ml)	10-36
Na (mg/100 ml)	28-59
Fe, (mg/100 ml)	0,05-0,1
Zn (mg/100 ml)	0,4-0,6
Cu (mg/100 ml)	0,02-0,05
Thiamine (Vit. B1) (µg/100 ml)	40-68
Riboflavine (Vit. B2) (µg/100 ml)	110-210
Niacine (Vit. B3) (µg/100 ml)	187-370
Acide Pantothénique (Vit. B5) (µg/100 ml)	310
Pyridoxine (Vit. B6) (µg/100 ml)	7-48
Biotine (Vit. B7) (µg/100 ml)	1,5-3,9
Acide Folique (Vit. B9) (µg/100 ml)	0,24-1
Cobalamine (Vit. B12) (µg/100 ml)	0,06-0,07
Acide Ascorbique (Vit. C) (µg/100 ml)	900-1500
Vitamin A (µg/100 ml)	50-68
Chole–calciferol (Vit. D3) (µg/100 ml)	0,25

2-1-1-Eau

L'eau est le constituant le plus important et représente plus de 80%. Elle permet l'homogénéisation des autres composants solubles en les gardant ainsi en solution. L'eau a un rôle technologique intéressant dans la production des produits laitiers glaciers. Une fois le point de congélation atteint elle se transforme en cristaux en augmentant le volume du produit (Amiot *et al.*, 2002).

Plusieurs valeurs ont été attribuées à la proportion en eau du lait de chèvre ; elle est estimée de 83,63% (Boumendjel *et al.*, 2017) à 86,3% (Mukhekar *et al.*, 2017a,b). En somme, elle est située dans un intervalle allant de 83,7 à 88,1% (Claeys *et al.*, 2014).

2-1-2-Protéines

Comme il a été mentionné précédemment les protéines du lait de chèvre sont facilement absorbées (Boulangier *et al.*, 1984 ; Park, 1994) et se présentent notamment sous forme de caséines avec ses catégories, de lactalbumines et de lactoglobulines (Tableau 4).

Les caséines sont les protéines les plus présentes dans le lait de chèvre (Lopez-Aliaga *et al.*, 2010) et qui ont un rôle technologique très recherché. Cependant, ce lait contient plus de caséine α -s₂ (Chandan *et al.*, 1992), de β -caséine et moins de caséine α -s₁ (Trujillo, 1997 ; Park, 2006). Ces propriétés surtout celles liées à la caséine α -s₁ laissent ce lait favorable à la fabrication fromagère à pâte molle (Ambrosoli *et al.*, 1988).

Tableau 4: Composition en protéines du lait de chèvre (Mora-Gutierrez *et al.*, 1991 ; Barth et Behnke, 1997 ; Park *et al.*, 2007)

Protéines totales (g/kg)	37,20
Caséines totales (g/kg)	24
caséine α -s ₁ (% des caséines totales)	5,60
caséine α -s ₂ (% des caséines totales)	19,20
β -caséine (% des caséines totales)	54,80
Caséine kappa (% des caséines totales)	20,40
Protéines du lactosérum (g/kg)	7,40
α Lactalbumine (% des protéines du lactosérum)	24
β Lactoglobuline (% des protéines du lactosérum)	53,70
Protéines secondaires du lactosérum (% des protéines du lactosérum)	22,30

Concernant les acides aminés libres, les plus abondants sont la taurine, la glycine et l'acide glutamique (Yangilar, 2013) (Tableau 5).

Le taux protéique est très variable ; il peut être faible de 2,75% (Hejtmánková *et al.*, 2012) et 2,98% (Boumendjel *et al.*, 2017) comme il peut être élevé estimée à 5,68% (Amroun et Zerrouki, 2014). D'autres travaux comme ceux de Mukhekar *et al.* (2017a,b) et ceux de Haenlein (2004), où le taux protéique est évalué à 3,61% et 3,3% respectivement.

Tableau 5 : Teneur des acides aminés du lait de chèvre par rapport au taux protéique (Hejtmánková *et al.*, 2012)

Acides aminés	Teneur en acides aminés
Aspartate	7,7
Sérine	3,12
Glutamate	20,75
Glycine	1,93
Histidine	2,79
Arginine	3,76
Thréonine	3,79
Alanine	3,31
Proline	10,18
Cystéine	2,47
Tyrosine	3,41
Valine	7,19
Méthionine	2,14
Lysine	7,44
Isoleucine	5,52
Leucine	9,79
Phénylalanine	4,68

2-1-3-Matière grasse

Le lait de chèvre est administré aux jeunes enfants présentant un cas de malabsorption des lipides du lait (Hachlaf *et al.*, 1993). Ceci revient essentiellement à la taille de globules gras constituants ce lait (Chandan *et al.*, 1992 ; Jandal, 1996 ; Boza et Sanz-Sampelayo, 1997) et aux triglycérides à moyenne chaîne qui le composent (Lopez-Aliaga *et al.*, 2010).

Le lait de chèvre est riche en acides gras saturés à courte et moyenne chaîne ainsi que des acides gras polyinsaturés (Park, 2006). Ces derniers sont utilisés directement tels quels et sont très intéressants dans les cas cliniques relatifs au transit digestif (Haenlein, 2004) (Tableau 6).

Tableau 6: Composition en acides gras des lipides (g/100g) du lait de chèvre (Haenlein, 2004 ; Nunez-Sanchez *et al.*, 2016)

Acides gras	Lait de chèvre
Acide butyrique (C4:0)	0,13
Acide caproïque (C6:0)	0,09
Acide caprylique (C8:0)	0,1
Acide caprique (C10:0)	0,26
Acide laurique (C12:0)	0,12
Acide myristique (C14:0)	0,32
Acide palmitique (C16:0)	0,91
Acide stéarique (C18:0)	0,44
Total triglycérides à moyenne chaîne	0,89
Total des acides gras saturés	2,67
Acide palmitoleique (C16:1)	0,08
Acide oléique (C18:1)	0,98
Total des acides gras mono-insaturés	1,11
Acide linoléique (C18:2)	0,11
Acide linoléique (C18:3)	0,04
Total des acides gras polyinsaturés	0,15

Le taux butyreux du lait de lait de chèvre prend différentes valeurs ; 4,4% (Boumendjel *et al.*, 2017), 4,5% (Haenlein, 2004), 4,82% (Amroun et Zerrouki, 2014) et 5,24 (Mukhekar *et al.*, 2017a,b).

2-1-4-Lactose

Le lactose est le sucre spécifique du lait, constitué d'un galactose et d'un glucose reliés avec une liaison osidique β (1-4). Le lactose joue un rôle de prébiotique grâce au glucose qui le compose. Ainsi ce dernier favorise les microorganismes d'intérêt tels que les bifidobactéries et les Lactobacilles (Roberfroid, 2001).

Le lait de chèvre contient aussi des oligosaccharides à raison de 250 à 300 mg/l (Martinez-Ferez *et al.*, 2006). Les oligosaccharides ont une action anti-inflammatoire très intéressantes ce qui valorise d'avantage le lait de chèvre (Martinez-Ferez *et al.*, 2004 ; Daddaoua *et al.*, 2006).

La fraction de lactose est variée ; elle estimée à 2,63% suivant Amroun et Zerrouki (2014) et à 4,07 suivant Mukhekar *et al.* (2017a,b).

2-1-5-Vitamines

Les vitamines sont des molécules sensibles qui ne peuvent être apportées que par l'alimentation. Elles sont nécessaires à l'organisme humain car elles ont un rôle de coenzymes (Adrian, 1987). Dans le lait, les vitamines sont à l'état de traces (Alais et Linden, 2004). Cependant le lait de chèvre apporte une bonne part de vitamine A, D, de thiamine, de riboflavine et de niacine (Lopez-Aliaga, 2010) (Tableau 7).

Tableau 7: Composition du lait de chèvre en vitamines par rapport à 100g (Park *et al.*, 2007)

Vitamines	Lait de chèvre
Vitamine A (IU)	185
Vitamine D (IU)	2,3
Thiamine (mg)	0,068
Riboflavine (mg)	0,21
Niacine (mg)	0,27
Acide Pantothénique (mg)	0,31
Vitamine B6 (mg)	0,046
Acide folique (µg)	1
Biotine (µg)	1,5
Vitamine B12 (µg)	0,065
Vitamine C (mg)	1,29

2-1-6-Minéraux

Le lait de chèvre est riche en minéraux notamment en calcium et en phosphore. La proportion des minéraux de ce lait est très importante, elle varie de 0,7 à 0,85% (Silanikove *et al.*, 2010). En général, cette fraction est stable ; suivant les travaux de Mukhekar *et al.* (2017a,b) elle est évaluée à 0,75%.

La fraction minérale est présente à des quantités différentes (Tableau 8). Le lait de chèvre contient une quantité remarquable de sélénium par rapport au lait de vache (Ednie *et al.*, 2015).

Tableau 8: Composition du lait de chèvre en minéraux (mg/100g) (Park *et al.*, 2007)

Minéraux (mg)	Lait de chèvre
Ca (mg)	134
P (mg)	121
Mg (mg)	16
K (mg)	181
Na (mg)	41
Cl (mg)	150
S (mg)	28
Fe (mg)	0,07
Cu (mg)	0,05
Mn (mg)	0,032
Zn (mg)	0,56
I (mg)	0,022
Se (µg)	1,33

2-2-Paramètres organoleptiques

Le lait de chèvre a un aspect liquide visqueux étant donné qu'il contient des substances colloïdales. Pour sa couleur il apparaît bien plus blanc que le lait de vache du fait de l'absence de la β -carotène (Zeller, 2005 ; Jouyandah et Abroumand, 2010). Son odeur et sa saveur sont très prononcées dues notamment à la composition de ce lait par des acides gras libre spécifiques (Jaubert, 1997 ; Morgnan *et al.*, 2001). Ces deux paramètres peuvent être encore plus intenses si la dégradation lipidique est importante (Jaubert, 1997).

2-3-Paramètres technologiques

2-3-1-pH

Le pH est un caractère important en industrie laitière car il est le facteur limitant à la solubilisation des protéines du lait. La mesure de cette concentration ionique en H^+ varie de 6,4 et 6,8 (Amiot *et al.*, 2002) suivant les laits. La mesure du pH est utilisée aussi comme une méthode de contrôle qualité ; si le pH du lait issu directement de la traite est inférieur à l'intervalle précédent il est soupçonné qu'il contient du colostrum (Gaucher *et al.*, 2008).

Suivant les travaux de Mukhekar *et al.* (2017a,b) le pH du lait de chèvre est de 6,41. D'autres travaux indiquent une plus faible valeur estimée à 6,27 (Amroun et Zerrouki, 2014), tandis ce que d'autres présentent une valeur plus élevée évaluée à 7,1 (Boumendjel *et al.*, 2017).

2-3-2-Densité

La densité est le rapport du poids de l'élément recherché à un volume donné sur le poids de l'eau du même volume. La densité varie de 1,028 à 1,035 (Amiot *et al.*, 2002) suivant deux facteurs les solides non gras et la matière grasse. La densité augmente avec l'augmentation des solides non gras et diminue avec l'augmentation de la matière grasse (Filipovitch, 1954). En règle générale, pour le contrôle qualité si un écrémage a été effectué il augmentera la densité du lait, au contraire, dans le cas du mouillage il la diminuera (Amiot *et al.*, 2002).

La densité du lait de chèvre se situe entre 1,0265 (Boumendjel *et al.*, 2017) et 1,031 (Amroun et Zerrouki, 2014).

2-3-3-Acidité Dornic

L'acidité Dornic est relative à la concentration d'acide lactique présent dans le lait issu de la fermentation du lactose par des bactéries (Amiot *et al.*, 2002). L'acidité Dornic est généralement de 18°D, ceci, dépend de l'espèce laitière. L'acidité Dornic du lait de chèvre varie de 12,85 (Mukhekar *et al.*, 2017a,b) à 18,88 (Boumendjel *et al.*, 2017).

2-4-Composition microbiologique

2-4-1-Bactéries pathogènes et/ou d'altération

Ce sont des bactéries provenant d'une contamination au moment de la traite. Les bactéries d'altération atteignent le produit fini durant la transformation ; causant ainsi une forte acidification et une formation d'odeur désagréable, le cas des coliformes. Les coliformes est un indicateur de contamination fécale à prendre en compte (Lamontagne *et al.*, 2002).

De même pour les bactéries pathogènes, elles sont d'origine externe et peuvent être dangereux pour la santé publique. Ayant une température optimum de 37°C, elles peuvent proliférer dans l'organisme humain causant ainsi des maladies et des cas cliniques sévères l'exemple de *Staphylococcus aureus*, *Salmonelles*...

2-4-2-Champignons

Les champignons sont des psychrotrophes, dont les levures et les moisissures. Les levures sont plus nuisibles que pathogènes responsables d'odeur et de substances gluantes désagréables. Par contre pour les moisissures, en plus du dégagement d'odeur elles peuvent présenter un risque de danger public dû aux toxines qu'elles produisent (Lamontagne *et al.*, 2002).

2-4-3-Bactéries lactiques

Les bactéries lactiques représentent la flore originelle du lait. Il en existe plusieurs genres et constituent principalement les ferments lactiques usuels. Les bactéries lactiques sont très utilisées en industries laitière pour leurs intérêts technologiques, notamment pour la production d'acide lactique.

2-4-4-Conditions hygiéniques

Pour avoir un lait salubre et éviter toute contamination il faut que l'animal soit sain et exempt de maladie. Il faut aussi le respect des pratiques d'hygiène, ceci de la production à son utilisation (Paciovski *et al.*, 2015) :

- Respect d'hygiène au moment de la traite et de la filtration (hygiène du personnel et des ustensiles).
- Eliminer le lait des animaux traités avec des antibiotiques dans le cas d'une mammite par exemple.
- Elimination des laits mouillés.
- Attention particulière aux conditions de conservation du lait.

Chapitre 2 :

Les bactéries lactiques

1-Généralités

Tous les travaux précédents menés sur les bactéries lactiques confirment leur description au début du XX siècle par le chercheur Orla-Jensen. Les bactéries lactiques d'origine laitières sont les bactéries les plus étudiées.

Ces procaryotes sont des hétérotrophes (de Roissard, 1986). Elles utilisent les hydrates de carbones (les oses) en produisant de l'acide lactique par voie fermentaire, d'où leur nom « bactéries lactiques ». Ce produit étant retrouvé dans le lait peut lui augmenter sa durée de consommation en lui conférant un mode de conservation (Metchnikoff, 1908 ; Carr *et al.*, 2002). En plus de leur utilisation des sucres, les bactéries lactiques puisent leur énergie des protéines et à moindre degrés des lipides donnant des acides organiques, des peptides ainsi que d'autres composés qui rentrent dans l'élaboration du produit fini (Mozzi *et al.*, 2010).

Les bactéries lactiques sont des anaérobies facultatives à Gram positif, immobiles, asporulées, catalase négative, oxydase négative et nitrate réductase négative. Elles peuvent être sous deux formes ; bacilles ou coques. D'après les différentes particularités qui existent, ont surgi plusieurs genres, et, qui sont : les *Enterococcus*, les *Lactobacillus*, les *Lactococcus*, les *Leuconostoc*, les *Pediococcus*, les *Oenococcus*, les *Aerococcus*, les *Carnobacterium*, les *Streptococcus*, les *Tetragenococcus*, les *Vagococcus* et les *Weissella* (Stiles et Holzapfel, 1997).

2-Subdivision et caractéristiques des bactéries lactiques retrouvées dans le lait

2-1-*Lactobacillus*

Ils ont été décrits par Beijerinck à partir de l'année 1901 comme étant des coccobacilles ou des bâtonnets, en chaîne, strictement fermentatives ; homofermentaires ou hétérofermentaires (Dellagio *et al.*, 1994) et préférant des milieux acides (jusqu'à 5,5) (Siegumfeldt *et al.*, 2000). Le genre *Lactobacillus* a des besoins nutritifs spécifiques (Khalid et Marth, 1990 ; Leclerc *et al.*, 1994) et comporte plusieurs espèces (Coulibaly, 2010). Les *Lactobacillus* sont utilisés fréquemment comme probiotique dans l'alimentation humaine car ils peuvent résister aux sels biliaires et ainsi pouvant croître dans le tube digestif.

2-2-*Lactococcus*

Ce sont des streptocoques du groupe N, en forme de cocci se trouvant notamment dans le lait et ses dérivés (Pilet *et al.*, 2005). Leur température optimale est de 30°C et ne peuvent pas pousser à 45°C mais plutôt à 10°C. Ils peuvent se différencier des autres genres étant donné qu'ils supportent une concentration équivalente à 3% en bleu de méthylène (Tamime, 2002).

Utilisés essentiellement par les industrialistes européens, ce genre est destiné à la production fromagère. Il rentre dans la formation des arômes car les *Lactococcus* utilisent le citrate et dégradent les protéines du lait (Teuber *et al.*, 1992). En ce qui concerne la lipolyse, quelques travaux montrent que l'activité de l'enzyme estérase est plus importante chez *Lactococcus lactis ssp cremoris* que chez *Lactococcus lactis ssp lactis* (Talon et Montel, 1994).

2-3-Streptococcus

La plupart des streptocoques sont pathogènes (Scheilfer, 1987). Une espèce seulement est utilisée en industries laitière, et qui est *Streptococcus thermophilus* (Dellagio *et al.*, 1994 ; Laurent *et al.*, 1998). Ces cocci peuvent se développer à hautes températures (52°C) (Haddie, 1986 ; Pilet *et al.*, 2005), mais, elles demeurent très sensibles à d'autres composés, tels que, l'esculine et le bleu de méthylène.

2-4-Enterococcus

Les *Enterococcus* sont des bactéries hôtes de l'intestin de l'être humain; leur présence dans le lait est donc d'origine fécale. Ce sont des cocci, parfois mobiles et pouvant croître dans un large intervalle de température (Tamime, 2002 ; Ho *et al.*, 2007). Les *Enterococcus* sont très peu exigeants par rapport aux autres groupes ; ils résistent à la température (basse ou haute) et peuvent se développer sur tout type de milieu comme les milieux à base de bile, d'esculine, de sel... (Foulquié-Moreno *et al.*, 2006).

2-5-Leuconostoc

Les *Leuconostoc* sont des cocci, qui, en plus de l'acide lactique produisent du CO₂ (Kumar *et al.*, 2012) et de l'éthanol. Ils peuvent se développer même à basse température (5°C) et ont la particularité de produire du dextrane qui est un agent épaississant. En plus du dextrane, ce genre de bactéries lactiques est très utilisé par les industriels à des fins de maturation du beurre et de la crème, ceci, pour sa capacité à produire des arômes (Cardamone *et al.*, 2011). Les *Leuconostoc* surtout *Leuconostoc cremoris* et *Leuconostoc lactis* tout comme *Lactococcus lactis ssp lactis biovar diacetylactis* sont connus pour leur capacité à utiliser le citrate. En plus de ceci, les *Leuconostoc* peuvent aussi fermenter les hexoses en donnant de l'acétaldéhyde et de l'éthanol (Lees et Jago, 1966) par voie des hexoses monophosphate.

Les *Leuconostoc* peuvent aussi corriger les défauts de goût. Quand il y a une accumulation de l'acétaldéhyde par d'autres bactéries il se peut qu'il ait un dégagement d'une saveur non désirée dite « vert » ou « acre ». Les *Leuconostoc*, notamment, *Leuconostoc cremoris* peuvent dégrader ce cumule d'acétaldéhyde s'ils sont ajoutés en grande quantité (Keenan *et al.*, 1966).

2-6-Weissella

Ce genre est spécifique pour sa forme ; les bactéries peuvent être sous forme de cocci ou de bacilles (Collins *et al.*, 1993 ; Ho *et al.*, 2007). Ce sont généralement des hétérofermentaires comme les *Leuconostoc*. Cependant, il existe des critères de différenciation entre ces deux genres dont l'hydrolyse de l'esculine, la production de dextrane, les conditions de croissance et l'utilisation du citrate (Pilet *et al.*, 1998 ; Ho *et al.*, 2007).

2-7-Pediococcus et Tetragenococcus

Les *Pediococcus* sont des cocci regroupées en tétrade. Généralement, ils sont présent en grande partie chez les végétaux (Bekhouche, 2006). Il est rare de retrouver ce genre dans le lait sauf s'il s'est retrouvé sur la mamelle de l'animal après avoir pâture.

Les *Tetragenococcus* ressemblent aux *Pediococcus* mais la différence est qu'ils peuvent tolérer une grande proportion de sel (jusqu'à 18%) tel que *Pediococcus halophilus* (Pilet *et al.*, 2005).

3-Aptitudes technologiques des bactéries lactiques

3-1-Acidification

L'acidification est un critère qui se veut être présent en industrie laitière. Toutes les bactéries lactiques sont acidifiantes à différent degré suivant la souche. Ces bactéries utilisent le lactose (si le milieu est le lait) pour produire de l'acide lactique. Au fur et à mesure que cette production augmente le pH du milieu diminue petit à petit. Une forte diminution du pH peut induire à la conservation du lait, ceci, à la formation du caillé destiné à la transformation et à inhiber de nombreux microorganismes indésirables (Béal *et al.*, 2008).

3-2-Protéolyse

Les bactéries lactiques ont la capacité d'hydrolyser les protéines. Avec une action enzymatique, les protéines sont dégradées en fragments et en unités simples, et qui sont les peptides et les acides aminés. Ces composés peuvent contribuer à la formation des arômes des produits dérivés (Buist *et al.*, 1998).

En règle générale, les bactéries lactiques ne peuvent pas synthétiser les acides aminés nécessaires pour leur croissance et sont donc obligées de dégrader les protéines du milieu où elle se trouve (Law et Haandrikman, 1997 ; Williams *et al.*, 2001) (Figure 3). Ces bactéries possèdent des protéases au niveau de leur paroi cellulaire, qui, par leurs actions donnent des peptides contenant au maximum 16 unités d'acides aminés (Kamaly et Marth, 1989). Par la suite, il y a l'entrée en jeu des peptidases qui assurent la fragmentation en peptides à courte

chaîne et en acides aminés. Ces acides aminés peuvent continuer leur processus de transformation en des composés aromatiques, ceci, suivant la capacité des souches à produire d'autres enzymes tels que les décarboxylases, les désaminases et ainsi que les transaminases (Yvon et Rijnen, 2001).

En ce qui concerne les genres lactiques, les *Lactococcus* et les *Lactobacillus* ont le même métabolisme azoté par ses composants et ses modes d'action (Law et Haandrikman, 1997 ; Savijoki *et al.*, 2006).

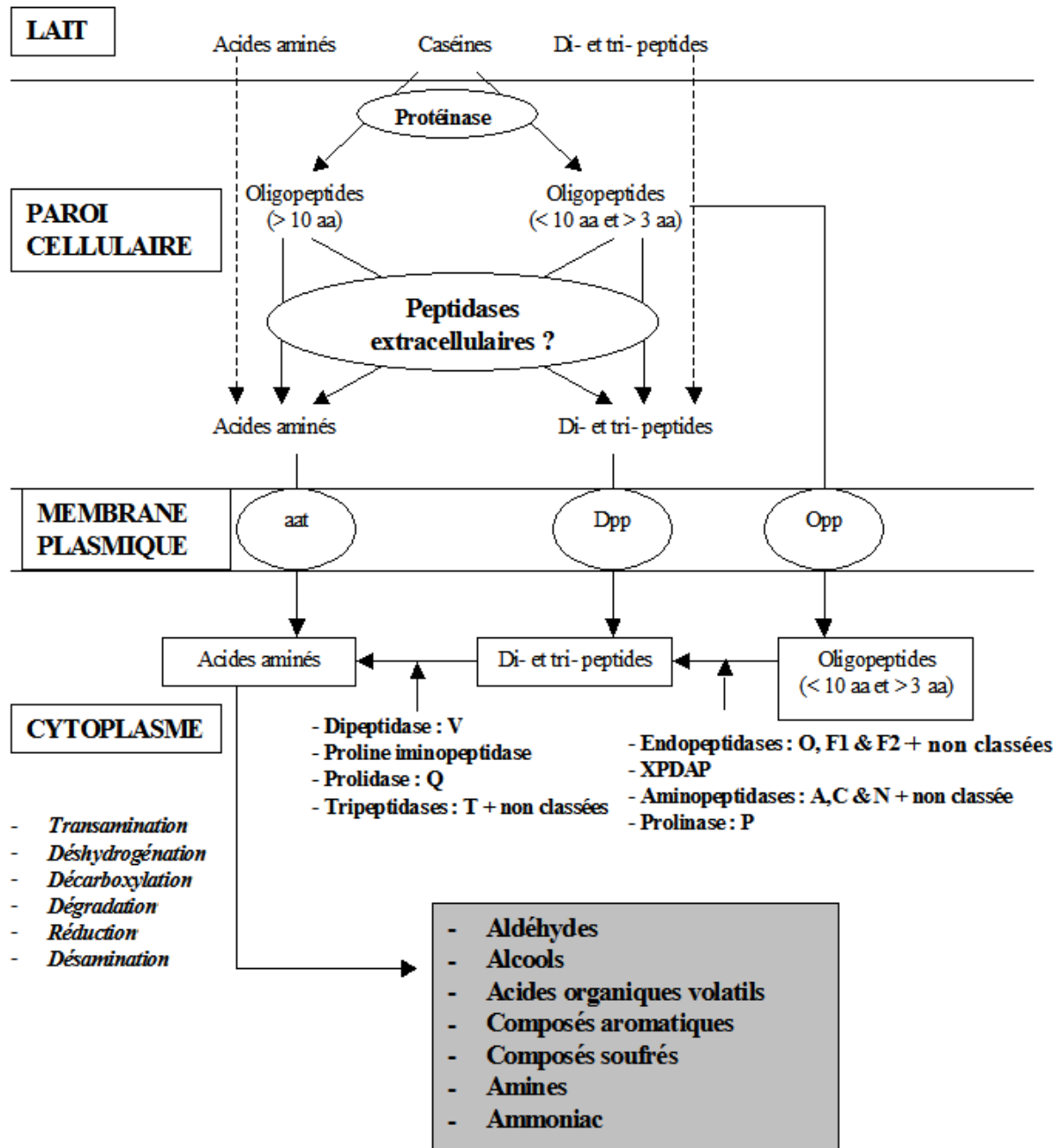


Figure 3: Métabolisme protéolytique des bactéries lactiques (Pritchard et Coolbear, 1993 ; Christensen *et al.*, 1999 ; Yvon *et al.*, 2001 ; Marilley *et al.*, 2004)

3-3-Lipolyse

Rare est la lipolyse chez les bactéries lactiques. Dans le cas où elle a lieu, il en résultera la production de composés aromatiques, très recherché par les industries fromagères (Béal *et al.*, 2008) (Figure 4). Il existe plusieurs étapes lipolytiques ; premièrement les lipases dégradent les diglycérides et monoglycérides en acides gras à longue chaîne puis les estérases donnent des acides gras volatils. Ainsi, à partir des acides gras présents dans le milieu il pourrait y avoir une formation de d'autres composés tels que les alcools et les esters (McSweeney et Sousa, 2000). L'activité enzymatique de ces lipases et estérases dépend notamment de la phase de croissance des bactéries ainsi que des milieux de cultures. Les milieux à base de lait stimulent généralement ces dernières (Talon et Montel, 1994).

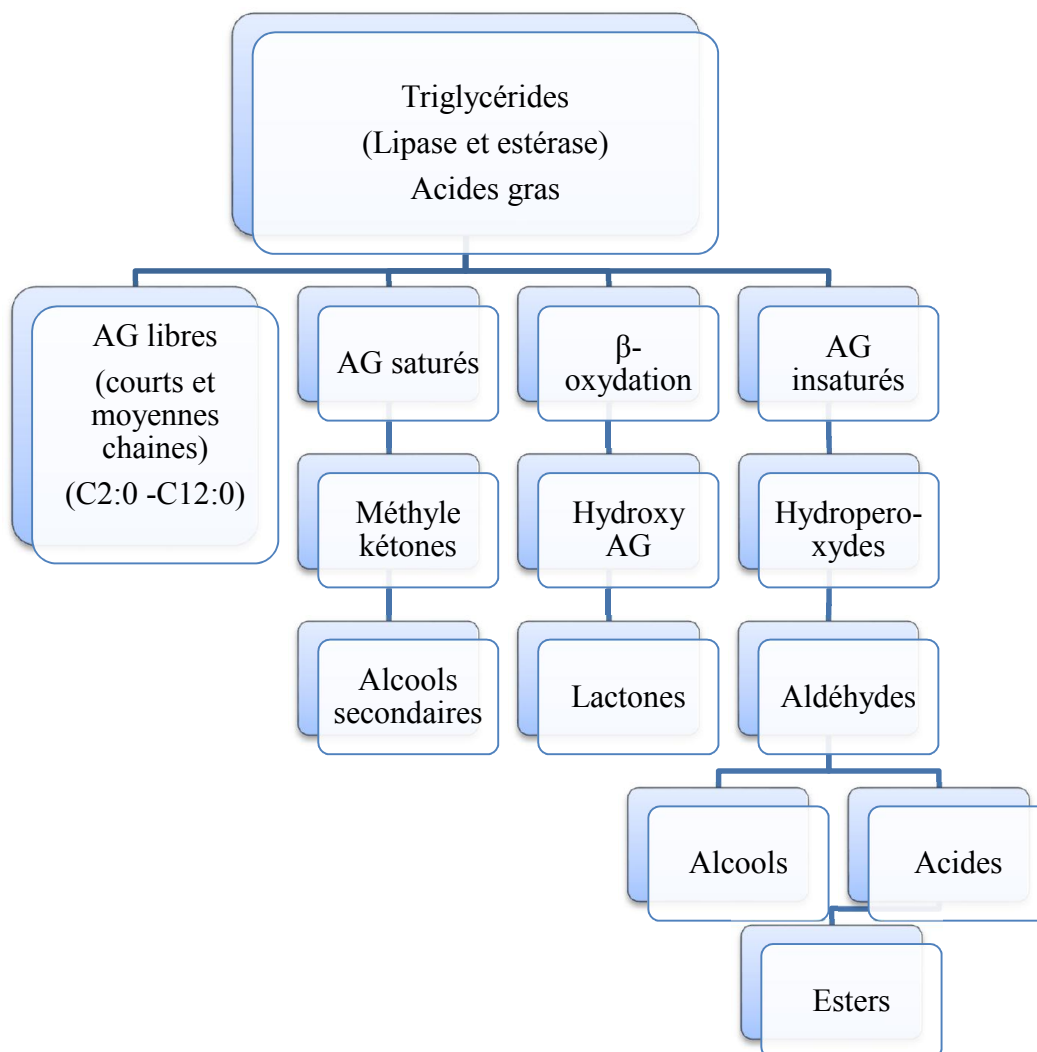


Figure 4: Produits aromatiques de la lipolyse (Andiç *et al.*, 2015)

3-4-Production d'arômes

En plus de la protéolyse et de la lipolyse, les bactéries lactiques produisent des composés aromatiques à partir du lactose et du citrate. Généralement l'acétaldéhyde, le diacétyl, l'acétoïne et l'éthanol sont produits ainsi que d'autres composés. Plusieurs produits laitiers nécessitent ce procédé (Bourgeois et Larpent, 1996 ; Guerrit *et al.*, 2005 ; Cholet, 2006).

Comme il a été souligné précédemment, la production d'arômes chez les bactéries lactiques est la résultante de 3 facteurs ; la protéolyse, à des cas rares la lipolyse et la glycolyse (Figure 5).

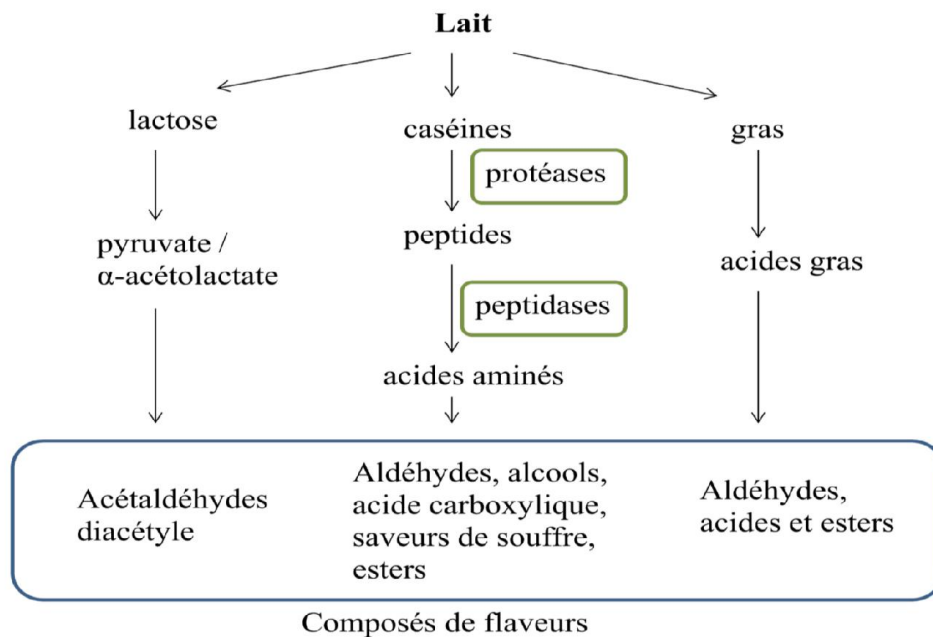


Figure 5: Les différentes voies pour la formulation des arômes par les bactéries lactiques (Van Hylckama Vlieg et Hugenholtz, 2007)

La glycolyse est un métabolisme de transformation du lactose du lait en acide lactique pour les bactéries homofermentaires et en acide lactique, éthanol et CO₂ pour les bactéries hétérofermentaires. Pour le premier genre, la glycolyse prend la voie d'Embden-Meyerhof-Parnas (EMP) et pour le second elle prend la voie des pentoses phosphates (Desmazeaud, 1983 ; Thompson et Gentry-weeks, 1994).

Dans certains cas, la production d'arômes peut prendre une autre voie, et qui est la voie des citrates. Le co-métabolisme du citrate est joint à celui de la glycolyse, et ceci, suivant sa disponibilité dans le milieu et la capacité de la bactérie à l'utiliser. Les bactéries à Cit⁺ (citrate positif) peuvent transporter ce dernier dans la cellule avec l'enzyme citrate perméase (Kempler et McKay, 1979) ayant un pH optimum entre 4,5 et 5,5 (Garcia-Quintans *et al.*, 1998). Une fois à l'intérieur de la cellule, le citrate est transformé essentiellement en

oxaloacétate avec une citrate lyase (Harvey et Collins, 1962) qui n'est active qu'à pH bas (Martin *et al.*, 2004). Ces deux enzymes sont donc nécessaires à l'utilisation du citrate et à sa transformation en d'autres dérivés. La transformation du citrate continue à travers plusieurs réactions pour aboutir à la fin à l'acétoïne (par décarboxylation) ou au diacétyle (par oxydation) (Figure 6). En plus de ces deux composés, il se peut qu'il ait formation de d'autres produits tels que l'acétate, le formate, l'éthanol et le lactate (Hugenholtz, 1993).

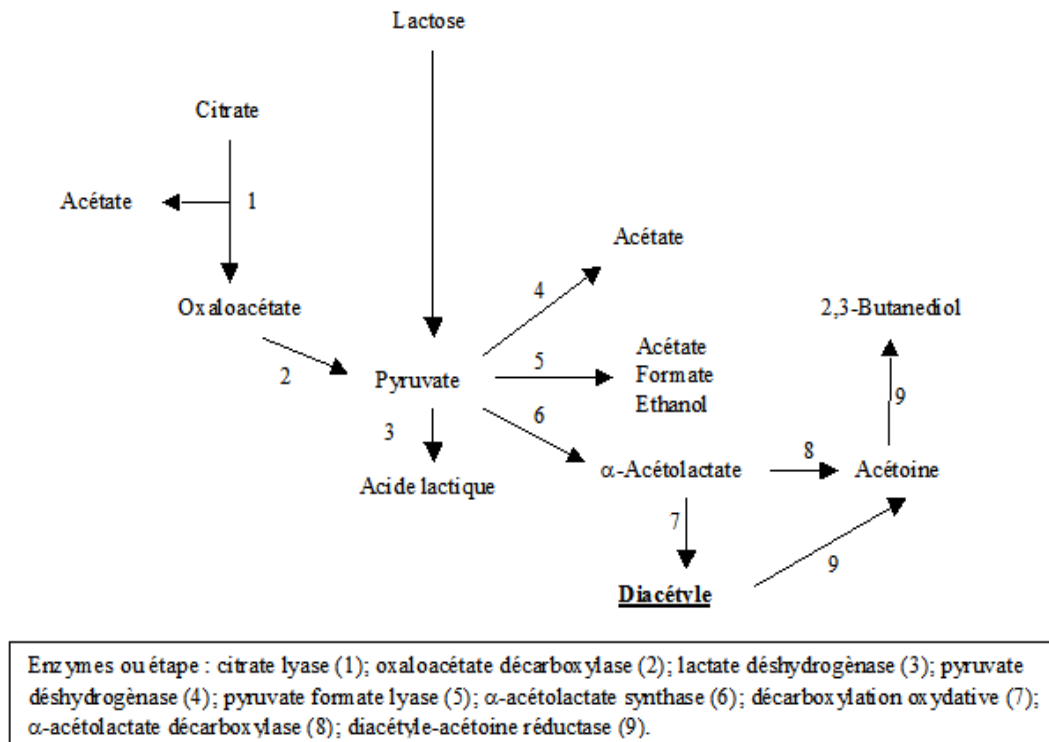


Figure 6: Formation du diacétyle à partir du citrate (Swindell *et al.*, 1996)

3-5-Production d'exopolysaccharides

Etudiés pour la première fois par Sundman (1953), les exopolysaccharides sont des métabolites bactériens à rôle technologique. Il existe deux types d'EPS produit par les bactéries lactiques ; les homoexopolysaccharides et les hétéroexopolysaccharides (Dunican et seeley, 1965 ; Cerning, 1990). Tout deux rentrent dans la rhéologie du produit fini (Leroy et De Vuyst, 2004 ; Ho *et al.*, 2007).

Les homoexopolysaccharides sont la résultante d'une répétition d'un seul monomère relié par différentes combinaisons. Les bactéries les plus concernées par ce type de composés sont : *Leuconostoc mesenteroides* (Deutsch *et al.*, 2008), *Pediococcus* et *Streptococcus* (De vuyst et Degeest, 1999). Un exemple qui est très connu pour les homoexopolysaccharides est le dextrane. Le dextrane se compose essentiellement de plusieurs molécules de glucose ayant un

rôle d'épaississant. Il apparaît généralement comme un liquide très visqueux produit à partir du saccharose. Ceux qui en produisent appartiennent le plus souvent au genre *Leuconostoc*.

Par contre, les hétéroexopolysaccharides sont composés de plusieurs séquences d'oligosaccharides (jusqu'à 8 résidus) constitués de différents monosaccharides (Degeest *et al.*, 2001). En plus des sucres, d'autres composés peuvent venir se lier à ces derniers comme les acides uroniques, les méthyles esters, les protéines et les lipides (Shankar *et al.*, 2014). Les bactéries qui le produisent sont essentiellement *Lactococcus lactis ssp lactis*, *Lactococcus lactis ssp cremoris*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus helveticus* et *Streptococcus thermophilus* (De vuyst et Degeest, 1999).

4-Identification des bactéries lactiques

L'identification des bactéries notamment des bactéries lactiques compte plusieurs méthodes (Tableau 9). Elle revient le plus souvent à l'identification classique 'phénotypique' qui comporte des tests biochimiques caractéristiques des bactéries recherchées. L'identification classiques est facile dans son approche mais demande beaucoup de temps avec une moindre précision (Santos *et al.*, 2016). L'identification moléculaire dite moderne, est une méthode qui implique l'amplification de l'ADN (PCR) et son séquençage. Cette précise méthode est rarement utilisée car c'est une méthode qui demande énormément de coût et de justesse d'application (Santos *et al.*, 2016). D'autres alternatives ; l'exemple de SDS-PAGE a été utilisé pour l'identification bactérienne mais ceci à moindre degré (Vandamme *et al.*, 1996) car en plus de son coût, cette méthode ne réussit pas toujours à identifier les souches qui se ressemblance (Singhal *et al.*, 2015).

Tableau 9: Avantages et désavantages de quelques méthodes d'identification bactérienne en microbiologie (Singhal *et al.*, 2015)

Méthodes	Avantages	Désavantages
Tests biochimiques classiques	-Sensibles aux bactéries -Peu couteuses	Lentes et consomment beaucoup de temps
Méthodes à base moléculaires (Real-time PCR et Multiplex PCR)	-Une non exigence de culture de l'échantillon -Sont spécifiques, sensibles, rapides, précises -Peu de contamination	-Nécessité d'un cycle thermique -Un personnel formé
Séquençage	-Disponibilité des standards '16S rDNA'	-Personnel formé exigé sachant comment interpréter

	-Identification précise	les résultats -Très couteux
MALDI-TOF MS	-Rapide -Précis -Peu couteux	Equipement très cher

Pour essayer d'assurer la précision avec un financement abordable, les scientifiques ont eu recours à une méthode plus accessible est qui est le MALDI-TOF MS.

4-1-Description de la technique MALDI-TOF MS

Plus rapide et peu couteuse, la technique MALDI-TOF «Matrix Assisted Laser Desorption Ionisation Time-of-flight» est une spectrométrie de masse qui consiste à détecter les protéines bactériennes par leur poids moléculaire en «kDa» afin d'assurer le typage des bactéries jusqu'au stade souche (Sandrin *et al.*, 2013). Son principe est d'ioniser les composés chimiques et d'évaluer leur charge massique (m/z) via la mesure du temps de vol des analytes (Singhal *et al.*, 2015 ; Hosseini et Martinez-Chapa, 2017).

Cette technique est considérée comme étant une technique ayant une douce approche avec l'échantillon. Ceci remonte en 1985, en cette année il eu apparition de la soft ionisation montée par Karas et Hillenkamp (Karas *et al.*, 1985) afin d'améliorer la spectrométrie de masse. Cette nouvelle technique utilise une solution dite «matrice» d'où vient la signification du la lettre «M» du MALDI-TOF. L'utilisation de la matrice à pour but de prévenir la fragmentation de l'échantillon au moment de l'ionisation (Hosseini et Martinez-Chapa, 2017).

Il existe deux modèles d'appareil ; il y a le Bruker BioTyper de chez la société Bruker Daltonics et le SARAMIS de chez bioMérieux (Santos *et al.*, 2016). Le MALDI-TOF Bruker utilise le logiciel MSP (Main Spectrumanalysis) pour le traitement des spectres obtenus à partir des échantillons. Au contraire, le SARAMIS utilise le logiciel SuperSpectrum (Krásný, 2013; Dingle et Butler-Wu, 2013).

Cette technique a d'autres domaines d'utilisation tels que la protéomique qui donne un aperçu sur l'expression des protéines et la métabolomique qui étudie les métabolites d'intérêt produits (Bedair et Sumner, 2008).

4-2-Champs d'utilisation du MALDI-TOF MS

L'utilisation de la technique spectrométrique MALDI-TOF a un large champs d'application (Singhal *et al.*, 2015). Elle donne un essentiel aperçu sur le poids moléculaire des composés (Hosseini et Martinez-Chapa, 2017):

4-2-1-Biochimie

L'utilisation de cette technique dans ce domaine a pour but d'identifier les protéines (Hosseini et Martinez-Chapa, 2017).

4-2-2-Microbiologie

Utilisée surtout en (Singhal *et al.*, 2015) :

- Bactériologie environnemental
- Identification des bactéries dans l'eau et les aliments
- Taxonomie et typage des souches et des champignons

4-2-3-Médecine

- Bactériologie clinique : Identification des bactéries pathogènes et des champignons dans les urines, les selles, et le système sanguin (Singhal *et al.*, 2015 ; Schubert et Kostrzewa, 2017)
- Détection de la résistance des bactéries et des champignons aux antibiotiques (Singhal *et al.*, 2015 ; Schubert et Kostrzewa, 2017)

4-3-Principe générale du MALDI-TOF MS

4-3-1-Ionisation

Le laser dirigé à l'endroit ciblé (c'est-à-dire le puit où est entreposé l'échantillon) ionise directement l'analyte (Hosseini et Martinez-Chapa, 2017). Une bonne ionisation repose sur le choix de la matrice ; la matrice doit être capable d'avoir un bon coefficient d'absorption dans la longueur d'onde utilisée (Wu et Odom, 1998) (Figure 7). La matrice a un rôle de séparation de l'analyte d'où le nom « d'isolement matriciel » (Wu et Odom, 1998). Dès que la matrice absorbe l'énergie des photons elle rentre dans une phase d'excitation. A ce stade la matrice change d'état ; elle passe à l'état gazeux (Hosseini et Martinez-Chapa, 2017). Au final, il résulte une collision entre les molécules d'analytes et les ions matriciels (Wu et Odom, 1998).

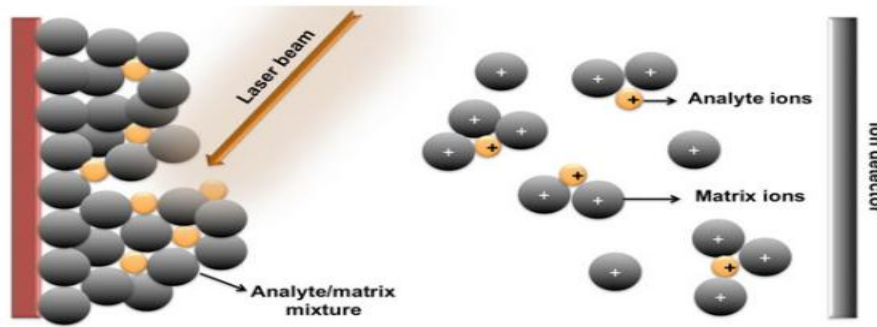


Figure 7 : Mécanisme d'ionisation des analytes par le MALDI-TOF (Hosseini et Martinez-Chapa, 2017)

4-3-2-Temps de vol

Hosseini et Martinez-Chapa (2017) ont décrit et expliqué le mécanisme du temps de vol mesuré par la spectrométrie masse (Figure 8). Les ions produits sont accélérés et menés vers une zone ciblée est qui est le détecteur. Le détecteur est capable de mesurer le temps de vol des ions-analytes. Généralement, les ions d'analytes qui ont un poids faible arrive plus vite que ceux qui ont un point plus important. Ainsi le rapport (m/z) est déterminé comme étant:

$$m/z = 2eE(t/d)^2$$

Avec :

- m : la masse de la molécule ionisée
- z : le nombre d'électrons qui a été perdue par la molécule
- E : voltage d'accélération
- e : la charge élémentaire
- t : le temps de vol
- d : la distance (le long) jusqu'à la zone cible.

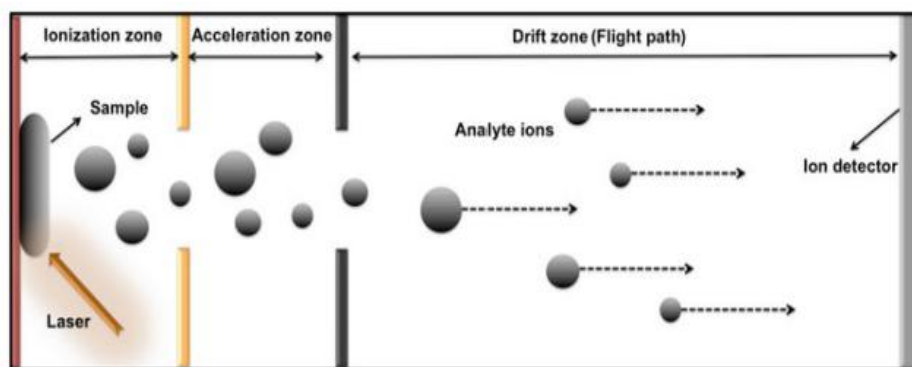


Figure 8 : Mécanisme du temps de vol des analytes par le MALDI-TOF (Hosseini et Martinez-Chapa, 2017)

4-3-3-Modes de détection

4-3-3-1-Mode linéaire

Les ions excités rentrent en collision directement avec le détecteur (Hosseini et Martinez-Chapa, 2017) (Figure 9).

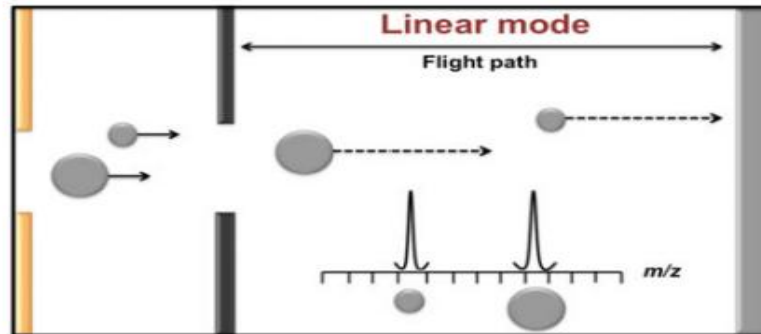


Figure 9 : Mode linéaire des analytes par le MALDI-TOF (Hosseini et Martinez-Chapa, 2017)

4-3-3-2-Mode réflexion

Ce mode est venu pour corriger les lacunes du mode linéaire (Figure 10). Le premier mode est jugé d'avoir une moindre résolution (Hosseini et Martinez-Chapa, 2017). Ce dernier utilise un miroir d'ions doté d'un champ électrique qui va repulser les ions venant de la zone de dérive (Mamyrin, 1994; Wiley et McLaren, 1955). Cette répulsion oblige les ions d'aller vers le détecteur positionné dans le sens contraire de la zone de dérive (Mamyrin, 1994; Wiley et McLaren, 1955).

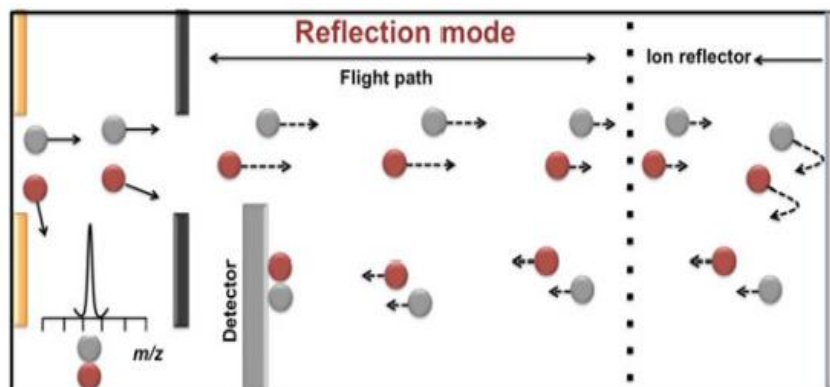


Figure 10 : Mode de réflexion des analytes par le MALDI-TOF (Hosseini et Martinez-Chapa, 2017)

4-4-Mode opératoire adapté en microbiologie

4-4-1-Préparation de l'échantillon

La préparation des échantillons pour identification au MALDI-TOF MS dépend du milieu originel où est issue la bactérie et des constituants de sa paroi cellulaire (Singhal *et al.*, 2015).

Il existe deux types d'identification:

- Identification directe : La bactérie est directement entreposée sur la microplaque du MALDI et mélangée qu'avec la matrice (Figure 11). L'identification est directement réalisée à partir de ce mélange bactérie-matrice. Cette identification est destinée au Gram négatif (Singhal *et al.*, 2015).



Figure 11 : Identification directe des échantillons (Schwarz et Thomas, 2017)

- Identification avec préparation au préalable : En plus de la matrice, de l'acide formique est généralement utilisé en cette étape afin d'augmenter le score d'identification (Figure 12). Cette mixture est destinée à l'identification des bactéries à Gram positif (Singhal *et al.*, 2015). A ce type de bactéries, vient s'ajouter les levures qu'à avec de l'ajout d'acide formique leur identification devient plus précise. D'autres protocoles utilisent le méthanol ou l'éthanol qui augmente les signaux des protéines (Fenselau et Demirev, 2001).



Figure 12 : Identification des échantillons avec préparation (Schwarz et Thomas, 2017)

D'autres bactériens peuvent exiger des préparations spécifiques dont : l'ébullition, l'éthanol, l'acide formique et l'acétonitrile (Verroken *et al.*, 2010). Un exemple de bactéries exigeantes

est qui sont les mycobactéries. Les mycobactéries ont besoin d'une mixture contenant de l'eau et du Tween 20 à raison de 0,5%. L'inoculation de ces bactéries à cette préparation est chauffée à 95°C durant 1h. Ce mélange est ensuite vortexé et centrifugé. Le culot lui est ajouté de l'acide formique et de l'acétonitrile avec une deuxième centrifugation. Le surnageant obtenu est mélangé à la matrice et identifié au MALDI-TOF (EI Khéchine *et al.*, 2011).

4-4-2-Identification proprement-dite

L'échantillon (prélevé directement ou préparé au préalable) est mélangé à une solution dite « matrice ». La matrice peut être une solution alcoolique (éthanol/méthanol) ou une solution acido-alcoolique (acétonitrile et acide trifluoro-acétique) (Singhal *et al.*, 2015). Le solvant a pour rôle d'extraire les protéines intracellulaires. Après séchage, la matrice se cristallise avec les protéines moléculaires. Le solvant s'évapore au cours du temps, les protéines restent fixées avec la matrice (Horneffer *et al.*, 2001 ; Singhal *et al.*, 2015). L'échantillon fixé est ionisé avec le laser du MALDI en donnant des H⁺ à partir des analytes de l'échantillon. Ces ions sont accélérés afin de les séparer suivant le rapport masse/charge. Le temps de la trajectoire est ensuite mesuré et les spectres (Peptides Mass Fingerprint) sont tracés. Quelques analyseurs du temps de vol utilisent un miroir d'anion à l'extrémité du tube de vol afin de réfléchir les ions qui sont retournés au détecteur afin de corriger les différences d'énergie des ions (Yates, 1998 ; Singhal *et al.*, 2015). L'identification revient à la comparaison du spectre de l'échantillon avec les spectres dans la bibliothèque de données (Figure 13). Pour l'identification de l'espèce, le rapport m/z équivalent à 2–20 kDa est utilisé pour cette étape. Cet intervalle de poids moléculaire est représenté par les protéines ribosomales (Murray, 2012).

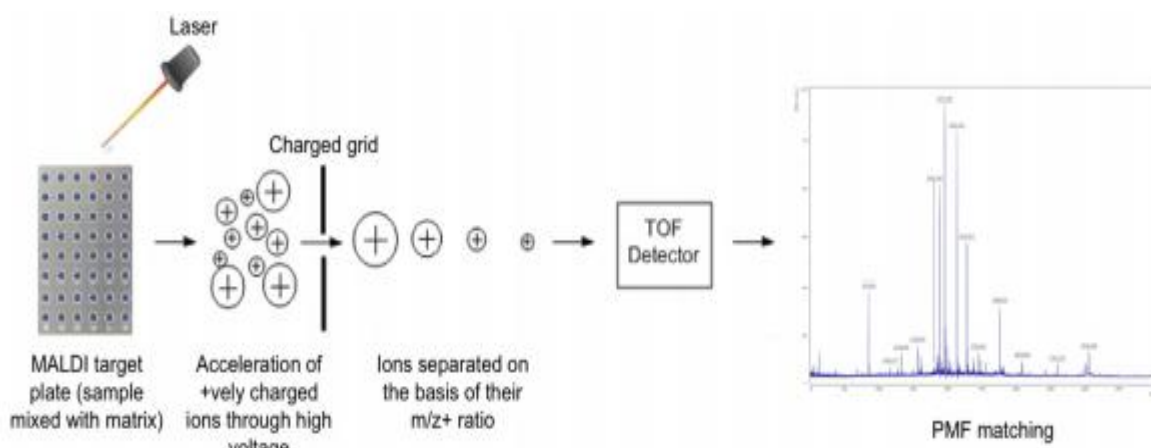


Figure 13 : Mode opératoire du MALDI-TOF MS en microbiologie (Singhal *et al.*, 2015)

4-5-Points faibles du MALDI-TOF MS**4-5-1-Reproductibilité**

La reproductibilité est l'un des désavantages du MALDI-TOF MS (Wang *et al.*, 1998). Ceci peut avoir un rapport avec la composition spécifique de chaque paroi bactérienne ou le mode de préparation de l'échantillon (Santos *et al.*, 2016).

4-5-2-Age de la bactérie

L'âge de la bactérie peut influencer l'identification par MALDI-TOF. Pour sa croissance la bactérie peut produire des protéines telles que les enzymes indispensables pour son maintien. Ces protéines produites peuvent interférer avec les protéines de composition bactérienne qui fausse l'identification (Santos *et al.*, 2016). Freiwald et Sauer (2009) rapportent que pour une identification au MALDI-TOF le stade de croissance doit être similaire à toutes les bactéries.

4-5-3-Base de données

Généralement, la base de données ne contient pas forcément toutes les masses moléculaires des protéines qui peuvent exister et surtout des bactéries de différents environnements (Lovecka *et al.*, 2015 ; Singhal *et al.*, 2015).

Expérimentation

Méthodologie

1-Prospection

Il a été réalisé une prospection des élevages caprins avec la collaboration du service statistiques des ressources animales de la DSA. Le choix des subdivisions a été effectué suivant le plus grand nombre de caprins présents, ensuite, les exploitations à visiter (choisies par le délégué de la DSA ou par un vétérinaire) ont été accompagnées par un questionnaire pour pouvoir se référer à des données concrètes (Annexe 1).

Les fermes ont été retenues pour cette étude répondent aux conditions suivantes:

- Disponibilité du lait de chèvre
- Acceptation de collaboration par les éleveurs
- Entente entre préleveur-éleveurs
- Hygiène et absence de maladies

2-Echantillonnage

Le prélèvement du lait de chèvre a concerné trois différentes zones d'Algérie: le littoral, les hauts plateaux et la steppe. Le littoral a été représenté par la wilaya de Mostaganem, les hauts plateaux par les wilayas de Msila et d'El-Bayadh et la steppe par la wilaya de Naama. Les sites de prélèvements étaient multiples :

- Sidi Lakhdar et Sidi Ali pour la wilaya de Mostaganem
- Boussaâda, Ghezzal, Mezrir et Hammam Dalaa pour la wilaya de Msila
- La région haut plateau de la wilaya d'El-Bayadh
- Ain Safra, Tiout, Mechria et El-Bioud pour la wilaya de Naama

L'échantillonnage du lait de chèvre s'est déroulé durant deux saisons : printemps et hiver (Tableau 10 et 11). Les prélèvements du printemps s'échelonnaient du mois d'Avril au mois de Mai 2015 et ceux de l'hiver de Décembre 2015 à Février 2016. En ce qui concerne la race, deux races ont été étudiées ; une race locale qui est l'Arabia et une race introduite qui est la Murciana Granadina.

Tableau 10: Echantillonnage du lait de chèvre en saison printanière

Zones	Races	Prélèvements	Nombres d'échantillons (250 ml)
Littoral	Arabia	2	4
	Murciana Granadina	1	1
Hauts plateaux	Arabia	1	4
Steppe	Arabia	1	7

Tableau 11: Echantillonnage du lait de chèvre en saison hivernale

Zones	Races	Prélèvements	Nombres d'échantillons (250 ml)
Littoral	Murciana Granadina	1	4
Hauts plateaux	Arabia	9	12
Steppe	Arabia	2	5
	Murciana Granadina	2	5

La traite a été pratiquée manuellement : le lait a été recueilli directement de la mamelle de l'animal au flacon stérile afin de préserver l'asepsie. Les flacons ont été refroidis au préalable pour recueillir le lait et ont été transportés dans une glacière électrique pour être entreposés directement au réfrigérateur du laboratoire (4°C). Au total 42 échantillons ont été prélevés.

Après refroidissement, les échantillons de lait ont subi plusieurs analyses réalisées au niveau du laboratoire des sciences et techniques de production animale « LSTPA » à Hassi Mamèche, Mostaganem. Seule la spectrophotométrie a été effectuée au niveau du laboratoire N°3 de microbiologie de l'université de Mostaganem.

2-1-Description des élevages des régions concernées par l'échantillonnage

2-1-1-Mostaganem

Au niveau de la wilaya de Mostaganem, le cheptel caprin est évalué à une à trois chèvres au maximum, un bouc et trois chevreaux. Les races qui subsistent en générale sont l'Arabia, la Mekatia, la Murciana Granadina et la Saanen. L'espèce ovine domine en cette zone là. Les caprins composent les cheptels Mostaganemois de par leur rôle de guide car ils se retrouvent généralement en tête du troupeau. La reproduction est non contrôlée ; où elle peut être entre la même race ou entre différente race. La chèvre peut être fécondée à partir de 12 mois environ,

ce qui donne deux chèvres en lactation sur trois chèvres par an. Néanmoins, la saillie est une fois par ans avec une mise bas en printemps.

L'alimentation est de type extensif, les chèvres broutent deux fois par jour (matin et soir) dans les forêts (arbres et arbustes), les champs cultivés, et s'alimentent aussi d'herbes (mauvaises herbes, plantes médicinales...). La traite est manuelle, généralement, en début de matinée. La production laitière est d'un litre à un litre et demi par jour. Ce lait est destiné à l'autoconsommation pour les enfants et les personnes âgées car il est considéré comme un alicament. Sur le plan santé, Les caprins tombent rarement malades et ne sont guère traités par les antibiotiques.

2-1-2-Msila et El-Bayadh

En ces zones là, la race Arabia domine. A part l'effectif et le type d'élevage, tous les éléments rejoignent ceux de la wilaya de Mostaganem. Le nombre de chèvre excède les dix chèvres par troupeau. L'élevage est extensif en printemps et semi-extensif en hiver. L'alimentation en printemps est sous forme de pâturage (notamment en chih) et sous forme de pâturage et concentré en hiver (orge, avoine). Le lait de chèvre est disponible durant les deux saisons (printemps et hiver) et destiné à l'autoconsommation pour les deux wilayas. Le beurre de chèvre artisanal est commercialisé au niveau de la wilaya de Msila.

2-1-3-Naama

Le cheptel caprin est plus important en cette région là ; où il peut être composé jusqu'à 20 chèvres par troupeau. En plus de la race Arabia, il a été noté la présence de la race espagnole Murciana Granadina. Au niveau de la wilaya de Naama, l'élevage est extensif en printemps (pâturage) et semi-extensif en hiver (pâturage, la paille et concentré : orge, avoine, maïs). Le lait étant disponible deux fois par ans (printemps et hiver) est soit autoconsommé ou vendu cru à des fins de transformations artisanales tel que le Jben, le beurre...

3-Analyses physico-chimiques

Les analyses physico-chimiques suivent les exigences du codex alimentarius.

3-1-pH

La mesure du pH a été faite à l'aide d'un pH-mètre Hanna à raison de trois répétitions par échantillon.

3-2-Acidité Dornic

L'acidité Dornic révèle la quantité d'acide lactique présent notamment dans le lait. L'acide lactique a été dosé par du NaOH à N/9. 10 ml de lait ont été prélevés dans un Erlen, il lui a été

ajouté 2 à 3 gouttes de phénolphtaléine. Un dosage direct avec le NaOH a été effectué ; dès que la solution vire au rose pale l'acidité Dornic a été déduite par la formule :

$$\text{Acidité Dornic} = \text{Volume de NaOH versé} \times 10$$

Pour chaque échantillon de lait il a été réalisé trois répétitions.

3-3-Composition nutritionnelle

La composition nutritionnelle des laits de chèvre a été déterminée par une lecture directe avec un lactoscan certifié ISO 9001:2008, étalonné suivant le lait de chèvre. Le lactoscan SP 16-168 (Milkotronic, Zagora, Bulgarie) donne essentiellement la quantité en protéines, en lipides, en lactose et en cendres. Il a été réalisé trois lectures (trois répétitions) pour chaque échantillon (Figure 14, Annexe 2).



Figure 14: Lactoscan SP 16-168 (Milkotronic, Zagora, Bulgarie)

4-Analyses microbiologiques

4-1-Etude de la qualité sanitaire des laits

A partir de chaque échantillon de lait, une série de dilution a été préparée (de 10^{-1} à 10^{-5}). Ces dilutions ont subi un contrôle qualité bactériologique suivant l'arrêté N°35 du JORA (1998) et l'arrêté N°42 du JORA (2005).

La plupart des milieux et des réactifs bactériologiques étaient issus de « l'institut Pasteur » d'Alger d'Algérie.

4-1-1-FTAM

Chaque dilution a étéensemencée en profondeur (en masse) en milieu PCA à raison d'1 ml. Les boîtes ont été incubées à 30°C durant 72h. Après incubation, les boîtes prises en considération pour le dénombrement contenaient entre 30 et 300 colonies.

4-1-2-Coliformes totaux

Ce test n'est pas stipulé dans les arrêtés du JORA. Il a été réalisé par défaut afin de confirmer le résultat des coliformes fécaux. Chaque dilution a été ensemencée en masse soit en milieu désoxycholate à 0,1%, soit en milieu VRBL soit en milieu Tergitol. Les boîtes ont été incubées à 37°C durant 24 à 48h. Les boîtes prises en considération pour le dénombrement contenaient entre 30 et 300 colonies. Ces colonies étaient de 0,5 mm de diamètre et plus soit de couleur rouge sur milieu désoxycholate à 0,1%, soit en violet sur milieu VRBL soit en saumon sur milieu Tergitol.

4-1-3-Coliformes fécaux

Comme pour les coliformes totaux, les coliformes fécaux ont le même protocole d'identification. La seule différence réside pour la température d'incubation qui est de 45°C. Si soupçon de présence de ces bactéries, un test de confirmation est nécessaire. 1 ml de la dilution concernée a été ensemencé dans du VBL avec cloche et 1 ml dans de l'eau peptonnée exempt d'indole. Après incubation (à 45°C), si un dégagement de gaz dans le milieu VBL est observé la confirmation finale étant avec l'eau peptonnée exempt d'indole. Cette dernière doit contenir de l'indole qui est constaté par formation d'un anneau rouge à la périphérie après ajout du réactif de Kowacs.

4-1-4-Streptocoques fécaux

Le milieu utilisé est le BEA. Les dilutions ont été ensemencées en masse et incubées à 37°C durant 24 à 48h. Les colonies se présentent entourées d'un halo noir.

4-1-5-*Staphylococcus aureus*

Chaque dilution a été ensemencée en masse sur milieu Chapman. Les boîtes ont été incubées à 37°C durant 24 à 48h. Les colonies apparaissent dorées due à la réduction du mannitol.

4-1-6-Clostridium sulfito-réducteur

Le milieu utilisé est le milieu viande foie additionnée de sulfite de sodium et d'alun de fer. 1 ml de chaque dilution a été inoculé dans un tube stérile, puis les échantillons ont été portés au bain marie à une température entre 70°C et 80°C durant 10 mn. Par la suite, environ 15 ml de gélose a été ajouté avec de l'huile de paraffine afin d'assurer l'anaérobiose. L'incubation était de 24 à 48h à 37°C. Les spores apparaissent en spot noir.

4-1-7-Salmonelles

La recherche des *Salmonelles* nécessite un enrichissement. L'enrichissement du lait se fait sur bouillon au Sélénite-Cystine à 37°C durant 24h. 100µl d'enrichissement ont été prélevés et

ensemencés en surface sur gélose McConkey. Les boîtes ont été incubées à 37°C durant 48h. S'il apparaît des colonies opaques sur gélose McConkey, des tests biochimiques sont nécessaires. Pour chaque échantillon il a été réalisé trois répétitions.

4-1-8-Levures et moisissures

Chaque dilution a été ensemencée en masse en milieu OGA additionné d'oxytétracycline. Les boîtes ont été incubées à 28°C durant 72h. Les levures ont été dénombrées à part et les moisissures à part.

4-2-Etude des bactéries lactiques

Les milieux utilisés pour cette étude étaient soit prêt à la reconstitution issus de différentes marques de produits « Pronadisa » d'Espagne et « Liofilchem » d'Italie soit en vrac issus des produits de « l'institut Pasteur » d'Alger d'Algérie.

Les réactifs étaient issus de « l'institut Pasteur » d'Alger d'Algérie. Les produits chimiques constituant les milieux de cultures ainsi que les disques d'oxydase étaient de provenance d'Allemagne de la marque « Sigma-Aldrich ».

4-2-1-Isolement

L'isolement a été réalisé sur: milieu MRS (isolement des Lactobacilles) (De Man *et al.*, 1960) et milieu M17 (isolement des coques) tous deux incubés à 30°C et 42°C durant 48h (Terzaghi et Sandine, 1975).

Le milieu MSE a été destiné à l'isolement des *Leuconostoc* à 20°C durant 72h (Mayeux *et al.*, 1962).

4-2-2-Etude macroscopique

Après incubation, une étude à l'œil nu des colonies a été réalisée. Les colonies se différencient par leur aspect, leur forme, leur couleur, leur taille ainsi que par leur odeur dégagée (Bekhouche et Boulahrouf, 2005). Par la suite, un dénombrement de chaque colonie a été effectué pour chaque boîte de pétri.

4-2-3-Pré-identification

Pour la pré-identification il a été prélevé 5 isolats par boîtes. Ces isolats ont subi une série de tests :

4-2-3-1-Catalase (Sharpe, 1979)

Le test de la catalase a été réalisé en premier car il est décisif pour le choix des colonies (les bactéries lactiques ont une catalase négative). Une colonie a été prélevée et entreposée sur une

lamelle contenant de l'eau oxygénée. Un dégagement de gaz est le signe d'une catalase positive.

4-2-3-2-Etude microscopique

a-Mobilité

Pour ce faire, une colonie a été prélevée entre lame et lamelle dans de l'eau distillée stérile. Le résultat a été directement observé sous microscope.

b-Coloration de Gram

Une coloration de Gram (Guiraud *et al.*, 1980 ; Guiraud, 1998) est complémentaire afin de déterminer le Gram, la forme et le regroupement des isolats (en chaînette, en grappe, en tétrade, par deux...). Cette coloration nécessite un frottis, sur lequel vient d'être coulé du violet de Gentiane. Puis, quelque goutte de Lugol pour aider la coloration, de l'éthanol pour la fixation/décoloration et la Fuscine comme dernier colorant. Des rinçages à l'eau distillée sont intercalés entre ces étapes. Un séchage du frottis est nécessaire pour une bonne observation au microscope. Après observation au microscope, les bactéries à Gram positif apparaissent en violet et celle à Gram négatif apparaissent en rose.

4-2-3-3-Test de la nitrate-réductase

100 µl de culture jeune ont étéensemencée dans du bouillon nitraté et incubée à 30°C durant 48h (jusqu'à apparition d'une croissance). Après apparition de la croissance, deux gouttes de réactifs NR1 et NR2 sont ajoutées au bouillon. En général, après addition de ces réactifs le bouillon doit rester neutre. Une apparition d'une couleur rouge est le signe d'une nitrate-réductase positive ; qui veut dire que les nitrates ont été réduits en nitrites.

Dans le cas où le bouillon ne change pas de couleur, il lui est ajouté une pincée de poudre de zinc. La couleur se doit devenir rouge ou rose bonbon pour pouvoir dire que c'est une nitrate-réductase négative car la présence du zinc avec les nitrates forme un composé de couleur rouge. Du moins, les résultats doivent être comparés contre un témoin.

4-2-3-4-Test d'oxydase

Il s'agit de disques oxydase pouvant être employé à sec ou humidifiés par du bouillon de culture. Une colonie a été étalée directement sur le disque. Après un moment donné, si l'observation d'une couleur rose ou violette apparaît ceci prouve la présence d'une oxydase positive, et d'une oxydase négative si elle vire au jaune.

4-2-4-Purification

Chaque isolat a été purifié plus de 5 fois (jusqu'à 10 fois) toujours à 30°C durant 24 à 48h. Une purification consiste à un repiquage successif d'un isolat jusqu'à obtention de colonie de la même taille, de la même couleur et de la même forme « culture pure ».

4-2-5-Conservation

Les isolats purifiés ont été conservés dans un mélange MRS/glycérol. 200µl de bouillon overnight sont ajoutés à 500µl de bouillon MRS ou de lait écrémé et 300µl de glycérol. Les eppendorfs sont ensuite refermés avec du para-film, vortexés et conservés à -18°C.

4-2-6-Identification phénotypique

Cette analyse s'est limitée à l'identification du genre seulement avec deux répétitions par test pour chaque isolat (référéncée par le tableau 12). De ce fait, cinq tests clés ont été réalisés: le type fermentaire, la croissance sur lait de Sherman, la croissance à 45°C, la croissance sur milieux hyper-salé et la croissance sur milieu esculine-bile. Que les isolats du printemps ont subi cette identification.

4-2-6-1-Type fermentaire

Du MRS sans citrate additionné de cloche de Durham a été préparé pour ce test. 100µl de bouillon overnight ont étéensemencés dans ce bouillon, le tout incubé à 30°C durant 48h. Ce test différencie les homofermentaires des hétérofermentaires ; si un dégagement de gaz (plus de 1/10 de la cloche) est observé ce genre de bactéries est du type hétérofermentaires (Holzapfel et Gerber, 1983 ; Carr *et al.*, 2002).

4-2-6-2-Croissance sur lait de Sherman

Le lait de Sherman est du lait écrémé reconstitué à 10% additionné à du bleu de méthylène. Pour ce test il a été réalisé deux séries, une à 1% de bleu de méthylène et la deuxième à 3% de bleu de méthylène. 100µl de la culture ont étéensemencées dans chacune des deux séries. Les tubes ont été incubés à 30°C durant 48h. Comme observation, il a été noté la coagulation du lait et la réduction du bleu de méthylène.

4-2-6-3-Croissance à 45°C

Ce test permet de différencier les thermophiles des mésophiles (Carr *et al.*, 2002 ; Badis *et al.*, 2004). Il a étéensemencé en strie une colonie sur gélose MRS, puis les boîtes ont été incubées à 45°C durant 48h. Un résultat positif est exprimé par une simple croissance.

4-2-6-4-Croissance sur milieu hyper-salé (Nailor et Sharp)

100µl de bouillon overnight ont été ensemencé dans du bouillon Nailor et Sharp à 6,5% d'NaCl. Le bouillon a été incubé à 30°C durant 48h. De même pour ce test, un résultat positif est exprimé par une croissance. Ce test permet de différencier les Lactocoques des Entérocoques (Devriese *et al.*, 1995 ; Carr *et al.*, 2002).

4-2-6-5-Croissance sur milieu esculine-bile

Ce test différencie les *Enterococcus*. Les colonies ont été ensemencées en strie sur milieu BEA et incubées à 30°C durant 48h. Les *Enterococcus* peuvent croître sur ce milieu tout en réduisant l'esculine ; les colonies apparaissent entourées d'un halo noir (Terzic-Vidojevic *et al.*, 2013).

4-2-6-6-Galerie API 50CHL

Les galeries biochimiques « API 50CHL » permettent d'identifier les espèces à travers la fermentation des sucres. Ces galeries ont été utilisées que pour le genre *Leuconostoc*. Cette analyse a été réalisée par le laboratoire de recherche de biotechnologie et qualité des aliments de l'université de Constantine.

	<i>Enterococcus</i>			<i>Lactococcus</i>			<i>Streptococcus</i>					
	<i>E. durans</i>	<i>E. faecalis</i>	<i>E. faecium</i>	<i>L. lactis subsp cremoris</i>	<i>L. lactis subsp lactis</i>	<i>L. lactis subsp lactis biovar diacetilactis</i>	<i>S. agalactiae</i>	<i>S. boris</i>	<i>S. dysgalactiae</i>	<i>S. mitis</i>	<i>S. pyogenes</i>	<i>S. thermophilus</i>
Croissance à 10°C	v	+	+	+	+	+	v	-	-	+	-	-
Croissance à 45°C	+	+	+	-	-	-	-	v	-	v	-	+
Croissance à pH 9,6	+	+	+	+	-	+	-	v	-	v	-	-
Croissance à 6,5% NaCl	+	+	+	-	-	-	v	-	-	-	-	-
Croissance à sur milieu bilié	+	+	+	-	-	-	v	+	-	v	-	-
Résistance 30 mn à 63°C	v	+	+	v	v	v	-	+	-	-	-	+
Croissance sur lait bleu	v	+	+	+	v	+	-	-	-	.	.	-
Arginine	+	+	+	+	-	+	+	-	+	v	+	v
Lait tournesolé	ARC	ARC	ARC	ARC	ARC	ARC	.	AC	.	.	A	AC
Lactose	+	+	+	+	+	+	v	+	+	+	+	+
Maltose	(+)	(+)	(+)	+	-	+	+	+	+	+	+	-
Mannitol	-	+	+	-	-	-	-	v	-	-	-	-
Melibiose	-	-	v	-	-	-	.	.	.	.	.	.
Acétoïne	v	V	v	+	-	-	v	v	-	-	-	v*
Citrate	v	+	-	(+)	-	+	.	.	.	.	.	v
CO2 sur citrate	-	-	-	+	-	-	.	.	.	.	.	-
β -glucuronidase	-	-	-	-	-	-	(+)	+	+	-	(-)	.
Gélatinase	-	V	-	-	-	-	-	-	-	-	v	-
Hydrolyse de l'amidon	-	-	-	-	-	-	-	+	.	-	-	+
Esculine	+	+	+	v	v	v	-	+	-	v	v	-

Tableau 12 : Tests d'identification phénotypique (Axelsson, 2004)

(v:variable, A : acidification, R : réduction, C : coagulation)

4-2-7-Screening à travers les aptitudes technologiques

Un screening de la protéolyse a été réalisé à 1%, 2%, 5% et 10% (Vuilleumard, 1986) ainsi que la production d'arômes par révélation de la production d'acétoïne (Voges et Proskauer, 1898). La lipolyse ainsi que la production d'exopolysaccharides ont aussi été étudiées. Tous les tests ont été réalisés en deux essais avec un inoculum de 10^6 à 10^7 UFC.

4-2-7-1-Protéolyse

a-Protéolyse à 1%

Les souches ont été testées sur milieu PCA-Lait à 1%. Ce test a été réalisé en touche ; avec une anse de platine, il a été ensemencé une culture jeune de la souche concernée sur la gélose PCA-Lait à 1%. Les boîtes ont été incubées à 30°C durant 48h. Le résultat apparait sous forme d'un halo autour de la zone inoculée (Vuilleumard, 1986).

b-Protéolyse à 2%

b-1-En touches

Les souches les plus performantes sur PCA-Lait à 1% ont été sélectionnées pour ce screening. Avec une anse de platine il a été ensemencé en touche une culture jeune de la souche concernée sur la gélose PCA-Lait à 2%. Les boîtes ont été incubées à 30°C durant 48h.

b-2-Sur disques

Les bactéries qui ont présentées de bonnes lyses en touches sur PCA-Lait à 2% ont été testées à nouveau sur PCA lait à 2% à raison de 10µl par disques. Les boîtes ont été incubées à 30°C durant 48h. Le diamètre des halos a été mesuré pour chaque souche (Thapa *et al.*, 2006).

c-Protéolyse à 5%

De même pour la protéolyse à 5%, les souches les plus performantes à 2% ont été testées à 5%. 10µl de bouillon overnight ont été inoculés sur les disques entreposés sur gélose. Les boîtes ont été incubées à 30°C durant 48h. Le diamètre des halos a été mesuré pour chaque souche (Thapa *et al.*, 2006).

d-Protéolyse à 10%

Les souches qui ont révélé une protéolyse à 5% ont été testées à nouveau sur PCA lait à 10%. 10µl de bouillon overnight ont été inoculés sur les disques entreposés sur gélose. Les boîtes

ont été incubées à 30°C durant 48h. Le diamètre des halos a été mesuré pour chaque souche (Thapa *et al.*, 2006).

4-2-7-2-Lipolyse

La lipolyse a été testée en touche et sur disques pour les souches protéolytiques à 2% sur gélose triglycérides. 10µl de bouillon overnight ont été inoculés sur les disques entreposés sur gélose. Les boîtes ont été incubées à 30°C durant 48h. Le diamètre des halos a été mesuré pour chaque souche.

4-2-7-3-Production d'arômes

Les souches protéolytiques à 2% ont subi ce test sur deux essais consécutifs. 100µl de la culture jeune ont étéensemencé dans 10 ml de lait écrémé à 10%. Les tubes ont été incubés à 30°C durant 48h ou jusqu'à coagulation du lait par la souche lactique. La production de l'acétoïne a été révélée par l'apparition d'un anneau rouge à la périphérie des tubes après ajout de deux réactifs VP1 et VP2 sans agitation et tubes non serrés (Voges et Proskauer, 1898).

4-2-7-4-Production d'EPS

La production d'EPS a été mise en évidence sur milieu BHI additionné à du rouge Congo (Ziebuhr *et al.*, 2001 ; Mathur *et al.*, 2006). Les EPS sont des agents de biofilm, les souches responsables de biofilm (noircissement au fond de la gélose) produisent généralement des EPS. Les souches ont étéensemencées en strie sur gélose au rouge Congo puis les boîtes ont été incubées à 30°C durant 48h.

4-2-8-Identification par MALDI-TOF

Les souches qui ont bien répondu aux tests précédents ont été identifiées par MALDI-TOF, ainsi, que toutes les souches non identifiées par la méthode classique (Isolats d'hiver).

Plusieurs auteurs dont Soro-Yao *et al.* (2014), Singhal *et al.* (2015) ont décrit le mode opératoire de cet appareil. L'identification a été réalisée avec préparation d'échantillons ; les colonies encemencées sur gélose ont été prélevées avec un curdents stéril et entreposé sur la plaque cible du MALDI-TOF. Une mixture composée de matrice et d'acide formique a été ajoutée pour augmenter le score d'identification protéique. Le tout a été laissé sécher durant quelques minutes à température ambiante. Après cette opération, les échantillons ont été ionisés avec le le laser du MALDI-TOF, qui, celui-ci accélère la séparation des ions projetés. Le time of flight a été mesuré se traduisant des spectres de masse.

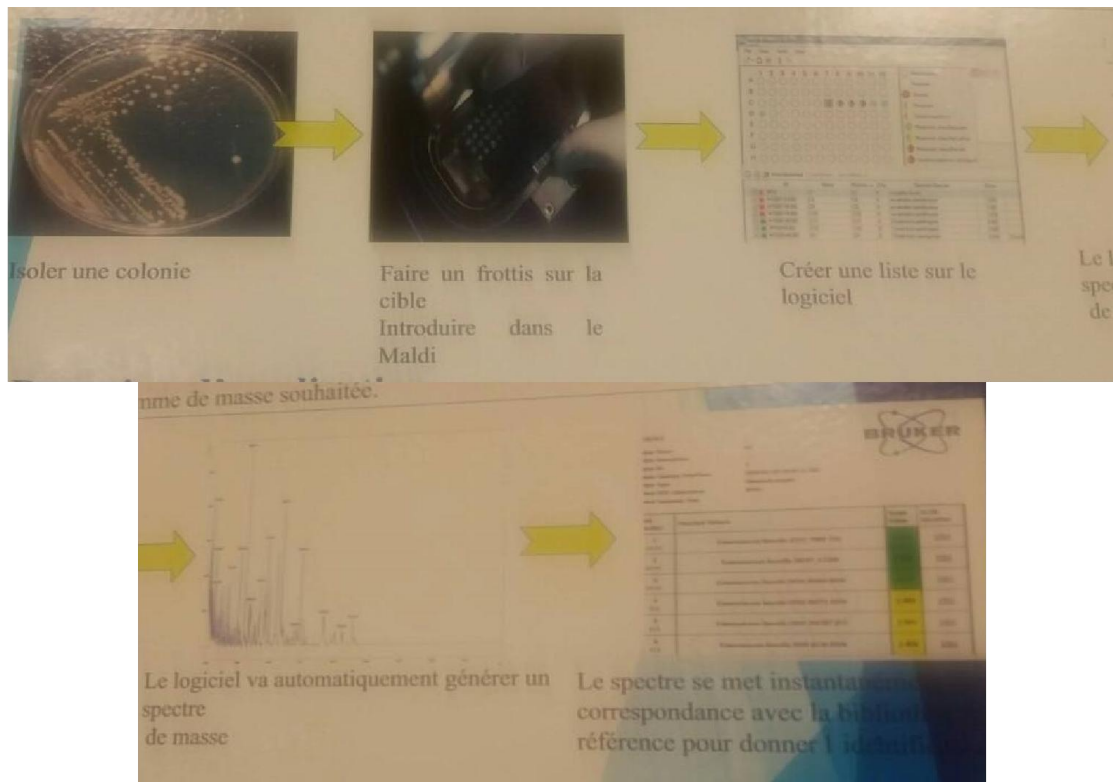


Figure 15 : Principe fonctionnel du MALDI-TOF (CRAPC, 2015)

Les spectres générés par le logiciel du MALDI-TOF donnent automatiquement une correspondance avec la bibliothèque de données. L'identification recherchée est donnée par la bibliothèque du MALDI-TOF Bruker 4.0 accompagnés d'un score de reconnaissance protéique (Figure 15, 16). Cette analyse a été réalisée comme prestation de service au niveau du centre de recherche des analyses physico-chimiques « CRAPC » de Tipaza.

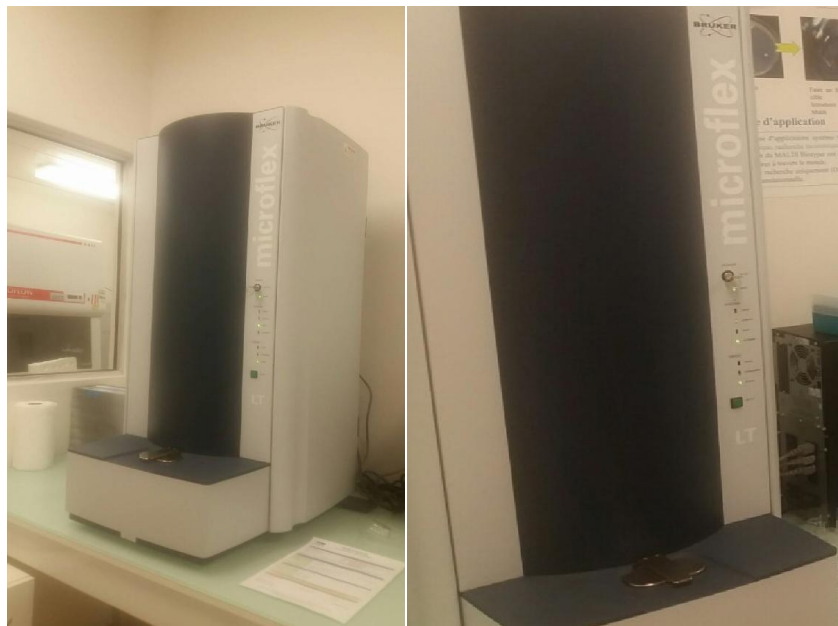


Figure 16: MALDI-TOF Biotyper 4.0 Bruker Daltonic, Germany

4-2-9-Cinétique d'acidification

L'acidification est l'étude de l'évolution du pH et de l'acidité Dornic d'une souche donnée à travers le temps. Avant commencement, les concentrations des souches ont été ajustées à 10^6 UFC. Des flacons de 250 ml ont été remplis avec du lait écrémé à 10% et stérilisés à 120°C durant 10 mn. L'ensemencement était à raison d'1% de la culture à 10^6 UFC. Pour chaque intervalle de temps il a été mesuré le pH et l'acidité Dornic. En tout il eu cinq intervalles : T_{0h} , T_{2h} , T_{4h} , T_{6h} , et T_{24h} . Pour cette analyse, il a été réalisé trois répétitions pour chaque temps.

4-2-10-Cinétique de croissance

De même pour la cinétique, les concentrations des souches ont été ajustées à 10^6 UFC. Des flacons de 250 ml ont été remplis cette fois-ci avec du MRS à pH 6,8 et ont été stérilisés à 120°C durant 20 mn. L'ensemencement était à raison d'1% de la culture à 10^6 UFC. Pour les mêmes intervalles de temps (T_{0h} , T_{2h} , T_{4h} , T_{6h} , et T_{24h}) il a été mesuré le pH et la densité optique par un spectrophotomètre (Thirabunyanon *et al.*, 2009). Pour cette analyse, il a été réalisé trois répétitions pour chaque temps. Un comptage viable a été effectué à raison de deux répétitions par intervalle de temps.

5-Analyse statistique

L'analyse des variances ANOVA a été réalisée par le logiciel StatBox 6.40 version 2012 à la limite $P < 0,05$. A cet effet le logiciel StatBox 6.40 a été utilisé afin de faire ressortir l'impact de chaque facteur impliqué dans cette étude.

Résultats et discussion

Chapitre 1 :

Résultats

microbiologiques

1-Etude de la qualité sanitaire des laits de chèvre

Les résultats de la qualité sanitaire des laits de chèvre (en chiffres) sont présentés dans la partie relative à l'étude des effets étudiés.

1-1-FTAM

Un dénombrement de la FTAM a été réalisé pour chaque échantillon (Figure 17). Toute colonie ayant poussé sur milieu PCA a été dénombrée.



Figure 17 : Aspect de la FTAM sur milieu PCA

1-2-Coliformes totaux et fécaux

Les coliformes sont caractérisés par des colonies rouges sur milieu désoxycholate à 0,1% (Figure 18).



Figure 18 : Aspect des coliformes sur milieu désoxycholate à 0,1%

1-3-Streptocoques fécaux

Les streptocoques fécaux prolifèrent sur milieu BEA (Figure 19). Ils supportent très bien les milieux à base de bile et ont la capacité de réduire l'esculine.

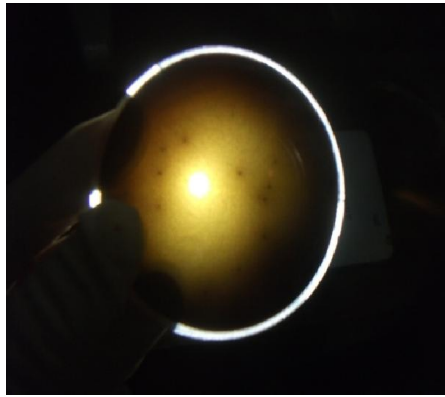


Figure 19: Aspect des streptocoques fécaux sur milieu BEA

1-4-*Staphylococcus aureus*

En figure 20 les colonies de *Staphylococcus aureus* apparaissent entourées d'une lueur jaune ou doré : à l'extrémité des boîtes il a été observé des zones jaunâtres dues à la réduction du mannitol.

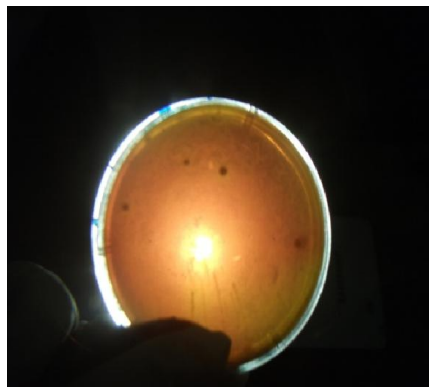


Figure 20 : Aspect de *Staphylococcus aureus* sur milieu Chapman

1-5-Clostridium sulfito-réducteur

Ce test s'est avéré négatif pour tous les échantillons de lait.

1-6-Salmonelles

De même pour les *Salmonelles*, le test s'est avéré négatif pour l'ensemble des échantillons testés.

1-7-Levures et moisissures

Les levures et moisissures sont présentes dans presque tous les échantillons prélevés durant l'hiver et ont été dénombrées séparément.

2-Evaluation de la flore bactérienne lactique des laits de chèvre

2-1-Isolement

Au total 1470 isolats a été obtenu parmi lesquels 560 isolats à partir du lait prélevé en printemps et 910 isolats du lait prélevé en hiver. Ce nombre d'isolats total correspond également à 1120 isolats pour la race Arabia et 350 isolats pour la race Murciana Grandina. Concernant la répartition géographique, 315 isolats sont issus du littoral, 560 isolats de la région des hauts plateaux et 595 isolats au niveau de la steppe.

2-2-Pré-identification

2-2-1-Test de la nitrate-réductase

Les isolats ont subi le test de nitrate réductase. Une nitrate-réductase négative est le signe probable de la présence d'une bactérie lactique (Figure 21). Après la lecture du test, le résultat montre que 27 isolats sont à nitrate réductase positive et 96 isolats à nitrate réductase négative considérés alors comme des isolats lactiques.



Figure 21: Résultat du test de la nitrate réductase (à gauche une nitrate réductase positive, à droite une nitrate réductase négative)

2-2-2-Test d'oxydase

Ce test n'a été réalisé que pour les isolats d'hiver. Les isolats à oxydase négative ne changent pas la couleur des disques d'oxydase.

2-3-Identification phénotypique

2-3-1-Type fermentaire

Après le test de pré-identification, les isolats ont subi le test de dégagement de CO₂ à partir du glucose (Figure 22). Parmi les 96 isolats lactiques, 63 sont homofermentaires et 33 sont hétérofermentaires.



Figure 22: Résultats du type fermentaire

(à gauche homofermentaire, à droite hétérofermentaire)

2-3-2-Croissance sur lait de Sherman

La plupart des isolats ont coagulé le lait et ont réduit le bleu de méthylène pour les deux concentrations testées à 1 et 3% (Figure 23).



Figure 23: Résultats de croissance sur lait de Sherman (de gauche à droite : Témoin, a- réduction du bleu de méthylène à 1%; b- réduction du bleu de méthylène à 3%, séries à 1%, série à 3%)

2-3-3-Croissance à 45°C

Parmi les 96 isolats lactiques, 62 ont pu croître à 45°C.

2-3-4-Croissance sur milieu hyper-salé (Nailor et Sharp)

Parmi les 96 isolats lactiques, 69 isolats ont supporté une concentration de 6,5% de NaCl contre 27 isolats.

2-3-5-Croissance sur milieu esculine-bile

Sur les 96 isolats testés, seulement 7 ont répondu positivement à ce test.

A partir des résultats obtenus, les isolats ont pu être apparentés aux genres « *Leuconostoc*, *Lactococcus*, *Enterococcus* ». Les résultats de l'identification phénotypique sont représentés

dans le tableau 13. Les résultats de la collection lactique sont représentés dans la partie des effets étudiés.

Tableau 13: Résultats de l'identification phénotypique

Codes	Bouillon nitraté	Type fermentaire	Lait de Sherman à 1%		Lait de Sherman à 3%		Croissance à 45°C	Nailor et Sharp	BEA	Identifications
			R	C	R	C				
LAB 1	-	Homo	+	±	+	±	+	+	-	<i>Lactococcus</i>
LAB 2	-	Homo	+	±	+	±	+	+	-	<i>Lactococcus</i>
LAB 3	+	/	/	/	/	/	/	/	/	Contaminant
LAB 4	+	/	/	/	/	/	/	/	/	Contaminant
LAB 5	-	Homo	+	±	+	±	+	+	+	<i>Enterococcus</i>
LAB 6	-	Homo	+	±	+	±	+	+	-	<i>Lactococcus</i>
LAB 7	-	Homo	+	±	+	±	+	+	-	<i>Lactococcus</i>
LAB 8	-	Homo	+	±	+	±	+	+	-	<i>Lactococcus</i>
LAB 9	-	Homo	+	+	+	+	+	+	-	<i>Lactococcus</i>
LAB 10	-	Homo	+	+	+	+	+	+	-	<i>Lactococcus</i>
LAB 11	+	/	/	/	/	/	/	/	/	Contaminant
LAB 12	+	/	/	/	/	/	/	/	/	Contaminant
LAB 13	-	Homo	+	±	+	±	-	-	-	<i>Lactococcus</i>
LAB 14	-	Homo	+	+	+	+	+	+	-	<i>Lactococcus</i>
LAB 15	-	Homo	+	±	+	±	-	-	-	<i>Lactococcus</i>

RESULTATS ET DISCUSSION

LAB 16	+	/	/	/	/	/	/	/	/	Contaminant
LAB 17	+	/	/	/	/	/	/	/	/	Contaminant
LAB 18	-	Homo	+	±	+	±	+	+	-	<i>Lactococcus</i>
LAB 19	+	/	/	/	/	/	/	/	/	Contaminant
LAB 20	-	Homo	+	±	+	±	+	-	-	<i>Lactococcus</i>
LAB 21	-	Homo	+	±	+	±	+	±	-	<i>Lactococcus</i>
LAB 22	-	Homo	+	±	+	±	+	+	-	<i>Lactococcus</i>
LAB 23	-	Homo	+	±	+	±	+	±	-	<i>Lactococcus</i>
LAB 24	-	Homo	+	+	+	±	+	+	-	<i>Lactococcus</i>
LAB 25	-	Homo	+	±	+	±	+	±	-	<i>Lactococcus</i>
LAB 26	-	Homo	+	+	+	+	+	+	-	<i>Lactococcus</i>
LAB 27	-	Homo	+	±	+	±	+	+	+	<i>Enterococcus</i>
LAB 28	-	Hétéro	+	±	+	±	-	-	-	<i>Leuconostoc</i>
LAB 29	+	/	/	/	/	/	/	/	/	Contaminant
LAB 30	-	Hétéro	+	±	+	±	-	-	-	<i>Leuconostoc</i>
LAB 31	-	Homo	+	±	+	±	+	-	-	<i>Lactococcus</i>
LAB 32	-	Homo	+	+	+	+	+	+	+	<i>Enterococcus</i>
LAB 33	-	Homo	+	±	+	±	+	+	-	<i>Lactococcus</i>
LAB 34	-	Homo	+	±	+	±	+	+	-	<i>Lactococcus</i>
LAB 35	-	Homo	+	+	+	+	+	+	-	<i>Lactococcus</i>
LAB 36	-	Homo	+	±	+	±	+	+	-	<i>Lactococcus</i>
LAB 37	-	Homo	+	±	+	±	+	+	-	<i>Lactococcus</i>

RESULTATS ET DISCUSSION

LAB 38	-	Hétéro	+	±	+	±	-	+	-	<i>Leuconostoc</i>
LAB 39	-	Hétéro	+	±	+	±	-	+	-	<i>Leuconostoc</i>
LAB 40	-	Hétéro	+	±	+	±	-	+	-	<i>Leuconostoc</i>
LAB 41	-	Homo	+	±	+	±	+	+	-	<i>Lactococcus</i>
LAB 42	-	Hétéro	+	±	+	±	+	-	-	<i>Leuconostoc</i>
LAB 43	-	Homo	+	±	+	±	-	+	-	<i>Lactococcus</i>
LAB 44	-	Hétéro	+	+	+	+	-	+	-	<i>Leuconostoc</i>
LAB 45	-	Hétéro	+	+	+	+	-	+	-	<i>Leuconostoc</i>
LAB 46	-	Hétéro	+	+	+	+	-	-	-	<i>Leuconostoc</i>
LAB 47	-	Homo	+	+	+	+	+	+	-	<i>Lactococcus</i>
LAB 48	+	/	/	/	/	/	/	/	/	Contaminant
LAB 49	+	/	/	/	/	/	/	/	/	Contaminant
LAB 50	-	Hétéro	+	±	+	±	-	+	-	<i>Leuconostoc</i>
LAB 51	-	Homo	+	+	+	+	+	+	-	<i>Lactococcus</i>
LAB 52	+	/	/	/	/	/	/	/	/	Contaminant
LAB 53	-	Homo	+	±	+	±	+	+	-	<i>Lactococcus</i>
LAB 54	+	/	/	/	/	/	/	/	/	Contaminant
LAB 55	-	Homo	+	+	+	+	+	+	-	<i>Lactococcus</i>
LAB 56	-	Hétéro	+	+	+	+	+	±	-	<i>Leuconostoc</i>
LAB 57	-	Homo	+	±	+	±	-	+	-	<i>Lactococcus</i>
LAB 58	-	Homo	+	±	+	±	+	-	-	<i>Lactococcus</i>
LAB 59	-	Hétéro	+	±	-	±	-	-	-	<i>Leuconostoc</i>

RESULTATS ET DISCUSSION

LAB 60	-	Homo	+	±	+	±	-	+	-	<i>Lactococcus</i>
LAB 61	-	Hétéro	+	±	+	±	-	+	-	<i>Leuconostoc</i>
LAB 62	-	Homo	+	+	+	+	+	+	-	<i>Lactococcus</i>
LAB 63	-	Homo	+	+	+	+	+	-	-	<i>Lactococcus</i>
LAB 64	-	Hétéro	+	±	+	±	+	-	-	<i>Leuconostoc</i>
LAB 65	-	Homo	+	+	+	+	+	-	+	<i>Enterococcus</i>
LAB 66	-	Homo	+	+	+	+	+	+	-	<i>Lactococcus</i>
LAB 67	-	Hétéro	+	+	+	+	+	-	-	<i>Leuconostoc</i>
LAB 68	-	Hétéro	+	+	+	+	+	-	-	<i>Leuconostoc</i>
LAB 69	-	Homo	+	+	+	+	-	±	-	<i>Lactococcus</i>
LAB 70	-	Hétéro	+	+	+	+	-	+	-	<i>Leuconostoc</i>
LAB 71	-	Homo	+	+	+	+	+	+	-	<i>Lactococcus</i>
LAB 72	-	Homo	+	+	+	+	+	+	-	<i>Lactococcus</i>
LAB 73	-	Homo	+	+	+	+	+	-	+	<i>Enterococcus</i>
LAB 74	-	Homo	+	+	+	+	+	+	+	<i>Enterococcus</i>
LAB 75	+	/	/	/	/	/	/	/	/	Contaminant
LAB 76	+	/	/	/	/	/	/	/	/	Contaminant
LAB 77	-	Homo	+	+	+	+	+	-	-	<i>Lactococcus</i>
LAB 78	-	Homo	+	+	+	+	+	+	-	<i>Lactococcus</i>
LAB 79	+	/	/	/	/	/	/	/	/	Contaminant
LAB 80	-	Hétéro	+	+	+	+	+	±	-	<i>Leuconostoc</i>
LAB 81	-	Homo	+	+	+	+	-	±	-	<i>Lactococcus</i>
LAB 82	+	/	/	/	/	/	/	/	/	Contaminant
LAB 83	+	/	/	/	/	/	/	/	/	Contaminant
LAB 84	-	Hétéro	+	+	+	+	-	+	-	<i>Leuconostoc</i>
LAB 85	-	Hétéro	+	+	+	+	-	+	-	<i>Leuconostoc</i>
LAB 86	+	/	/	/	/	/	/	/	/	Contaminant
LAB 87	+	/	/	/	/	/	/	/	/	Contaminant
LAB 88	+	/	/	/	/	/	/	/	/	Contaminant

RESULTATS ET DISCUSSION

LAB 89	-	Hétéro	+	+	+	+	-	+	-	<i>Leuconostoc</i>
LAB 90	+	/	/	/	/	/	/	/	/	Contaminant
LAB 91	+	/	/	/	/	/	/	/	/	Contaminant
LAB 92	-	Hétéro	+	+	+	+	-	+	-	<i>Leuconostoc</i>
LAB 93	-	Hétéro	+	+	-	-	-	+	-	<i>Leuconostoc</i>
LAB 94	-	Hétéro	+	+	+	+	+	+	-	<i>Leuconostoc</i>
LAB 95	+	/	/	/	/	/	/	/	/	Contaminant
LAB 96	-	Hétéro	+	+	+	+	+	+	-	<i>Leuconostoc</i>
LAB 97	-	Hétéro	+	+	+	+	-	±	-	<i>Leuconostoc</i>
LAB 98	-	Hétéro	+	+	+	+	-	+	-	<i>Leuconostoc</i>
LAB 99	-	Hétéro	+	+	+	+	-	-	-	<i>Leuconostoc</i>
LAB 100	-	Hétéro	+	+	+	+	-	+	-	<i>Leuconostoc</i>
LAB 101	-	Hétéro	+	+	+	+	+	-	-	<i>Leuconostoc</i>
LAB 102	-	Hétéro	+	+	+	+	-	-	-	<i>Leuconostoc</i>
LAB 103	-	Homo	+	+	+	+	+	+	-	<i>Lactococcus</i>
LAB 104	-	Hétéro	+	+	+	+	-	-	-	<i>Leuconostoc</i>
LAB 105	+	/	/	/	/	/	/	/	/	Contaminant
LAB 106	-	Hétéro	+	+	+	+	-	-	-	<i>Leuconostoc</i>
LAB 107	+	/	/	/	/	/	/	/	/	Contaminant
LAB 108	+	/	/	/	/	/	/	/	/	Contaminant
LAB 109	-	Homo	+	+	+	+	-	+	-	<i>Lactococcus</i>
LAB 110	+	/	/	/	/	/	/	/	/	Contaminant
LAB 111	-	Homo	+	+	+	+	-	+	-	<i>Lactococcus</i>
LAB 112	-	Homo	+	+	+	+	+	-	-	<i>Lactococcus</i>
LAB 113	-	Homo	+	+	+	+	+	+	-	<i>Lactococcus</i>
LAB 114	-	Homo	+	+	+	+	+	+	-	<i>Lactococcus</i>
LAB 115	-	Homo	+	+	+	+	+	-	-	<i>Lactococcus</i>
LAB 116	-	Homo	+	+	+	+	+	+	-	<i>Lactococcus</i>

LAB 117	-	Homo	+	+	+	+	+	-	-	<i>Lactococcus</i>
LAB 118	-	Homo	+	+	+	+	+	-	-	<i>Lactococcus</i>
LAB 119	-	Homo	+	+	+	+	+	+	-	<i>Lactococcus</i>
LAB 120	-	Homo	+	+	+	+	-	-	+	<i>Enterococcus</i>
LAB 121	-	Homo	+	+	+	+	+	+	-	<i>Lactococcus</i>
LAB 122	-	Homo	+	+	+	+	+	+	-	<i>Lactococcus</i>
LAB 123	-	Homo	+	+	+	+	+	+	-	<i>Lactococcus</i>

2-3-6-Galerie API 50CHL

Les galeries API 50CHL ont été utilisées uniquement pour les *Leuconostoc*, où l'on a pu identifier deux espèces : *Leuconostoc mesenteroides ssp cremoris* et *Leuconostoc lactis* (Tableau 14).

Tableau 14 : Résultats du test de fermentation des sucres par galeries API 50CHL

Identification Souches	Galeries API 50CHL
LAB 44	<i>Leuconostoc mesenteroides ssp cremoris</i>
LAB 45	<i>Leuconostoc mesenteroides ssp cremoris</i>
LAB 85	<i>Leuconostoc lactis</i>
LAB 89'	<i>Leuconostoc lactis</i>
LAB 89"	<i>Leuconostoc mesenteroides ssp cremoris</i>
LAB 80	<i>Leuconostoc mesenteroides ssp cremoris</i>
LAB 92	<i>Leuconostoc mesenteroides ssp cremoris</i>
LAB 96	<i>Leuconostoc lactis</i>
LAB 102	<i>Leuconostoc mesenteroides ssp cremoris</i>
LAB 104	<i>Leuconostoc lactis</i>
LAB 97	<i>Leuconostoc mesenteroides ssp cremoris</i>
LAB 100	<i>Leuconostoc mesenteroides ssp cremoris</i>
LAB 99	<i>Leuconostoc lactis</i>
LAB 94	<i>Leuconostoc lactis</i>
LAB 93	<i>Leuconostoc mesenteroides ssp cremoris</i>

LAB 101	<i>Leuconostoc mesenteroides ssp cremoris</i>
LAB 84	<i>Leuconostoc mesenteroides ssp cremoris</i>

2-4-Etude des aptitudes technologiques

2-4-1-Protéolyse

2-4-1-1-Protéolyse à 1%

Toutes les souches ont présenté une protéolyse à 1% (Figure 24). Seule 45 d'entre-elles avaient une bonne protéolyse sur PCA-lait à 1%. Ces 45 souches sont indiquées ci-dessous au tableau 15.

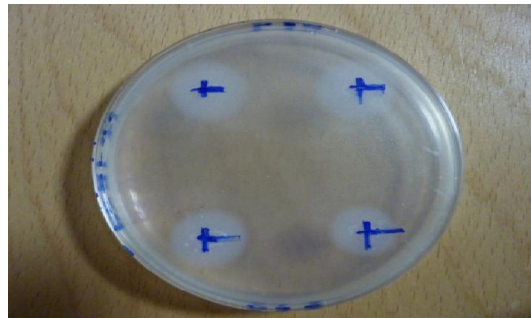


Figure 24 : Résultats de la protéolyse à 1%

Tableau 15 : Souches bonnes protéolytiques sur PCA lait à 1%

Souches	Souches	Souches	Souches	Souches	Souches
LAB 101	LAB 158	LAB 135	LAB 130	LAB 93	LAB 94
LAB 45	LAB 123	LAB 151	LAB 140	LAB 133	LAB 139
LAB 14	LAB 124	LAB 84	LAB 152	LAB 89''	LAB 5
LAB 99	LAB 92	LAB 136	LAB 104	LAB 80	LAB 102
LAB 89'	LAB 125	LAB 137	LAB 85	LAB 100	LAB 35
LAB 9	LAB 106	LAB 103	LAB 7	LAB 131	LAB 1
LAB 6	LAB 8	LAB 10	LAB 157	LAB 111	LAB 81
LAB 178	LAB 38	LAB 32			

2-4-1-2-Protéolyse à 2%

a-En touches

Pour ce test, seulement 31 souches ont présenté une protéolyse remarquable à 2% (Figure 25).

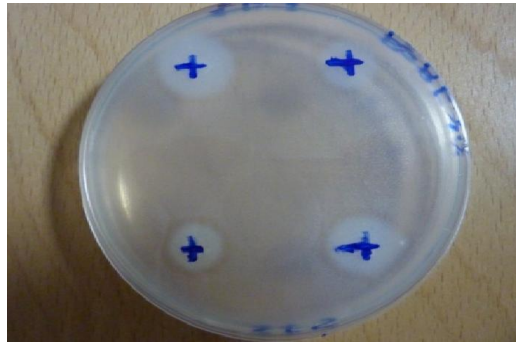


Figure 25 : Résultats de la protéolyse sur PCA-lait à 2% en touche

b-Sur disques

Les LAB qui ont présentées de bonnes lyses en touches (31 souches) ont été testés à nouveau sur PCA-lait à 2% (en deux essais) sur disques à raison de 10µl. Les résultats de ce test sont présentés dans le tableau 16.

Tableau 16 : Résultats de la protéolyse à 2% sur disques

Souches	Grands diamètres (mm)		Moyennes (mm)	Diamètres de croissance (mm)		Moyennes (mm)	Lyse (mm)
	Essai1	Essai2		Essai1	Essai2		
LAB 35	22	22	22±0	20	20	20±0	2±0
LAB 9	24	28,2	26,1±1,48	22	26,2	24,1±2,97	2±0
LAB 8	24	22,2	23±1,34	24	20,2	22,1±2,68	1±0,7
LAB 92	22	22	22±0	20	20	20±0	2±0
LAB 103	24	22	23±0,7	22	20	21±1,41	2±0
LAB 131	24	24	24±0	23	23,6	23,3±0,42	0,7±0,2
LAB 130	15	18,2	16,6±1,13	14	17,4	15,7±2,4	0,9±0,07
LAB 135	14	18	16±1,41	14	16	15±1,41	1±0,7

RESULTATS ET DISCUSSION

LAB 140	24	18	21±2,12	22	16	19±4,24	2±0
LAB 152	28	28	28±0	28	27,4	27,7±0,42	0,3±0,2
LAB 157	25	20	22,5±1,76	23	19,6	21,3±2,4	1,2±0,56
LAB 125	18	18,6	18,3±0,2	16	18	17±1,41	1,3±0,49
LAB 178	23	22,2	22,6±0,28	22	23	22,5±0,7	0,9±0,07
LAB 81	44	20	32±8,48	44	21,8	32,9±15,69	0,9±0,63
LAB 137	23	22	22,5±0,35	22	20	21±1,41	1,5±0,35
LAB 139	24	14	19±3,53	22	13	17,5±6,36	0,5±0,35
LAB 102	26	22	24±1,4	25	22	23,5±2,12	0,5±0,35
LAB 94	26	24	25±0,7	25	22	23,5±2,12	1,5±0,35
LAB 89''	24	22	23±0,7	22	20,6	21,3±0,99	1,7±0,2
LAB 14	Pas bien visible	14	/	Pas bien visible	26	/	1,5±0,35
LAB 84	20	0	/	18	0	/	1±0,7
LAB 80	20	0	/	18	0	/	1±0,7
LAB 123	28	20	24±2,82	26	20	23±4,24	1±0,7
LAB 1	30	26	28±1,4	30	24	27±4,24	1±0,7
LAB 93	22	30	26±2,82	20	28	24±5,65	2±0
LAB 10	22	28	25±2,12	20	27,4	23,7±5,23	1,3±0,49
LAB 101	32	24	28±2,82	30	22	26±5,65	2±0

LAB 106	28	0	/	30	0	/	1±0,7
LAB 104	16	0	/	14	0	/	1±0,7
LAB 124	16	24,2	20,1±2,9	14	22,2	18,1±5,79	2±0
LAB 158	26	24	25±0,7	24	23,4	23,7±0,42	1,3±0,49

La plupart des souches ont révélé une très bonne activité protéolytique à cette concentration ; où la zone de lyse dépasse les 30 mm (référence de 18 mm à 32 mm (Vuilleumard, 1986)). C'est ainsi que les souches LAB 81, LAB 103, LAB 93, LAB 101, LAB 137, LAB 125, LAB 92, LAB 178, LAB 10, LAB 89 se sont avérées les plus intéressantes.

2-4-1-3-Protéolyse à 5%

Comme précédemment, les souches les plus performantes à 2% ont été testées à 5%. Sur les 31 testées, seulement 8 souches représentées au tableau 17 et la figure 26 ont présenté une protéolyse à 5%.

Tableau 17 : Résultats de la protéolyse sur PCA-lait à 5%

Souches	Diamètres
LAB 101	11±0
LAB 103	9±0
LAB 94	11±0
LAB 93	12±0
LAB 137	14±0
LAB 81	10±0
LAB 92	6±0
LAB 102	6±0

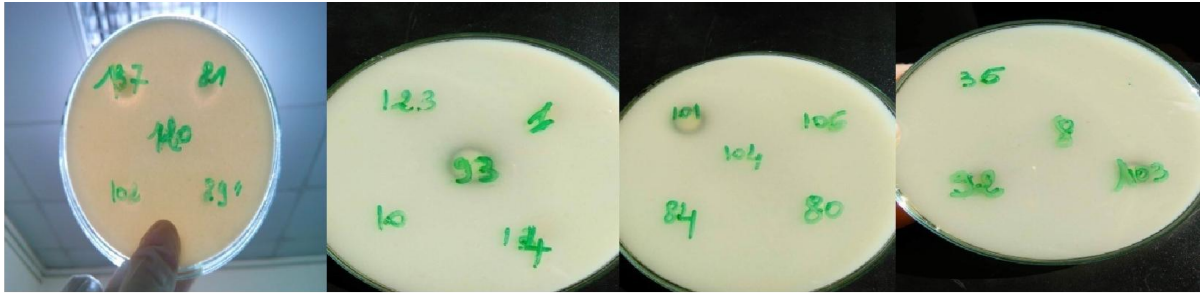


Figure 26: Résultats de la protéolyse sur PCA-lait à 5%

2-4-1-4-Protéolyse à 10%

Les 8 souches ayant révélé une protéolyse à 5% ont été testées à nouveau sur PCA-lait à 10%. Après incubation à 30°C durant 48h, aucune souche n'a répondu positivement à ce test (Figure 27).

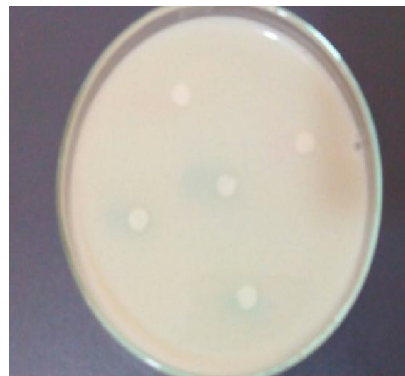


Figure 27 : Résultats de la protéolyse sur PCA-lait à 10%

2-4-2-Lipolyse

La lipolyse a été testée pour les 31 souches protéolytiques à 2%. Le test de la lipolyse s'est révélé négatif pour toutes les souches ; ces dernières ont présenté uniquement une croissance sur milieu triglycérides (Figure 28).

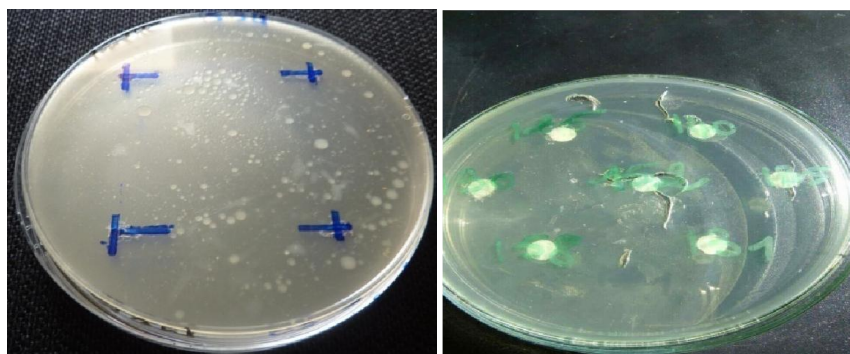


Figure 28 : Résultats de la lipolyse (à gauche en touche, à droite sur disque)

2-4-3-Production d'acétoïne

Les 31 souches protéolytiques à 2% ont subi ce test sur deux essais consécutifs. Après incubation et ajout des réactifs, un anneau rouge se forme confirmant la production d'acétoïne (Figure 29).

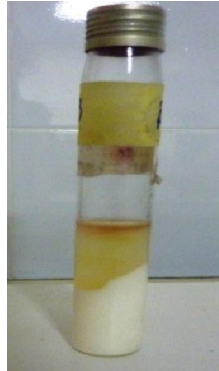


Figure 29: Résultat de la production d'acétoïne

Parmi l'ensemble des souches testées, seulement 21 Souches ont produits de l'acétoïne. Les résultats du test de la production d'acétoïne sont mentionnés dans le tableau 18.

Tableau 18 : Résultats de la production d'acétoïne

Souches	Production d'aromes	
	Essai 1	Essai 2
LAB 35	±	+
LAB 9	+	+
LAB 8	-	-
LAB 92	-	+
LAB 103	±	+
LAB 131	-	-
LAB 130	-	-
LAB 135	-	+
LAB 140	-	-
LAB 152	-	-

RESULTATS ET DISCUSSION

LAB 157	+	+
LAB 125	+	+
LAB 178	+	+
LAB 81	-	±
LAB 137	±	+
LAB 139	-	+
LAB 102	+	+
LAB 120	±	+
LAB 94	-	±
LAB 89''	-	-
LAB 14	+	+
LAB 84	-	-
LAB 80	+	+
LAB 123	-	-
LAB 1	-	-
LAB 93	+	+
LAB 10	+	+
LAB 101	±	+
LAB 106	±	±
LAB 104	±	+
LAB 124	-	-
LAB 158	+	+

2-4-4-Production d'EPS

La production d'EPS a été mise en évidence sur milieu BHI additionné du rouge Congo. Les résultats de ce teste sont négatifs pour l'ensemble des souches testées (Figure 30).



Figure 30 : Résultats de la production d'EPS

Un récapitulatif des aptitudes technologiques des souches a été réalisé afin de sélectionner les souches les plus performantes pour l'identification décisive (Tableau 19).

Tableau 19 : Résumé des aptitudes des souches testées

Souches	Protéolyse				Lipolyse	Aromes	EPS
	1%	2%	5%	10%			
LAB 35	+	+	-	-	-	+	-
LAB 9	+	+	-	-	-	+	-
LAB 8	+	+	-	-	-	-	-
LAB 92	+	+	+	-	-	+	-
LAB 103	+	+	+	-	-	+	-
LAB 131	+	+	-	-	-	-	-
LAB 130	+	+	-	-	-	-	-
LAB 135	+	+	-	-	-	+	-
LAB 140	+	+	-	-	-	-	-
LAB 152	+	+	-	-	-	-	-

RESULTATS ET DISCUSSION

LAB 157	+	+	-	-	-	+	-
LAB 125	+	+	-	-	-	+	-
LAB 178	+	+	-	-	-	+	-
LAB 81	+	+	+	-	-	±	-
LAB 137	+	+	+	-	-	+	-
LAB 139	+	+	-	-	-	+	-
LAB 102	+	+	+	-	-	+	-
LAB 120	+	-	-	-	-	+	-
LAB 94	+	+	+	-	-	±	-
LAB 89''	+	+	-	-	-	-	-
LAB 14	+	+	-	-	-	+	-
LAB 84	+	+	-	-	-	-	-
LAB 80	+	+	-	-	-	+	-
LAB 123	+	+	-	-	-	-	-
LAB 1	+	+	-	-	-	-	-
LAB 93	+	+	+	-	-	+	-
LAB 10	+	+	-	-	-	+	-
LAB 101	+	+	+	-	-	+	-
LAB 106	+	+	-	-	-	±	-
LAB 104	+	+	-	-	-	+	-
LAB 124	+	+	-	-	-	-	-
LAB 158	+	+	-	-	-	+	-

2-5-Identification par MALDI-TOF

Les souches sélectionnées pour l'identification par MALDI-TOF sont au nombre de 26 : LAB 137, LAB 124, LAB 138, LAB 139, LAB 136, LAB 135, LAB 93, LAB 103, LAB 94, LAB 101, LAB 92, LAB 81, LAB 157, LAB 81, LAB 125, LAB 134, LAB 178, LAB 133, LAB 10, LAB 89, LAB 106, LAB 140, LAB 152, LAB 130, LAB 131, LAB 158.

Toutes les souches qui ont montré de bonnes aptitudes ont été identifiées par MALDI-TOF. Parmi les 26 souches, seulement 18 ont pu être identifiées (Tableau 20). La raison de l'incapacité d'identification des souches restantes (8 souches) laisse à supposer que ce sont de « **NOUVELLES SOUCHES** ».

Tableau 20 : Identification des souches par MALDI-TOF

Souches	Identification	Score d'identification
LAB 92	<i>Enterococcus durans</i>	1,94
LAB 103	<i>Enterococcus faecalis</i>	2,23
LAB 81	<i>Enterococcus faecalis</i>	1,9
LAB 94	<i>Enterococcus hirea</i>	1,39
LAB 93	<i>Enterococcus faecalis</i>	1,4
LAB 101	<i>Enterococcus faecalis</i>	2,23
LAB 137	<i>Enterococcus faecalis</i>	1,94
LAB 138	<i>Lactococcus lactis ssp lactis</i>	1,84
LAB 139'	<i>Lactococcus lactis ssp lactis</i>	1,84
LAB 139''	<i>Lactobacillus brevis</i>	2,32
LAB 136	<i>Enterococcus faecalis</i>	1,8
LAB 125	<i>Enterococcus faecalis</i>	2,06
LAB 134	<i>Enterococcus faecalis</i>	1,9
LAB 178	<i>Enterococcus durans</i>	2,11

LAB 133	<i>Enterococcus durans</i>	1,63
LAB 10	<i>Enterococcus durans</i>	2
LAB 89	<i>Enterococcus durans</i>	1,55
LAB 106	<i>Leuconostoc mesenteroides ssp dextranicum</i>	1,75

Le genre qui apparait le plus après identification par MALDI-TOF est le genre *Enterococcus*. Les genres *Lactococcus*, *Leuconostoc* et *Lactobacillus* ont été identifiés aussi par MALDI-TOF. En revanche, les *Streptococcus*, les *Pediococcus* et les *Weissella* n'ont guère été reconnus.

Plusieurs facteurs peuvent atteindre la composition lactique du lait de chèvre. Ils peuvent être externe comme l'alimentation...etc ou internes propres à la bactérie comme la défense 'instinct de survie'.

2-6-Comparaison des résultats du MALDI-TOF et des galeries API

Zdolec *et al.* (2016) ont étudié l'identification des *Enterococcus* par galeries API 20 Strep et par MALDI-TOF. Cette étude a rendu suspecte la fiabilité des galeries API tant utilisées ; où ces dernières soit n'ont pas pu identifier les *Enterococcus* soit ont donné un résultat erroné concernant l'espèce. Par ailleurs, les galeries API 20 Strep avaient confondu entre *Enterococcus faecium* et *Enterococcus faecalis* et *durans*. De plus ce qui a été identifié comme *Leuconostoc ssp* par galeries API s'est avéré un *Enterococcus faecium* par MALDI-TOF.

Il en est de même pour *Leuconostoc* identifié par galerie 50CHL qui s'avère appartenir à *Enterococcus durans* et *faecalis* par MALDI-TOF (Tableau 21). Ceci démontre une moindre fiabilité des identifications classiques.

Tableau 21 : Comparaison entre l'identification par API 50CHL et MALDI-TOF

Identification Souches	Galeries API 50CHL	MALDI-TOF
LAB 44	<i>Leuconostoc mesenteroides ssp cremoris</i>	/
LAB 45	<i>Leuconostoc mesenteroides ssp cremoris</i>	/
LAB 85	<i>Leuconostoc lactis</i>	/
LAB 89'	<i>Leuconostoc lactis</i>	<i>Enterococcus durans</i>

LAB 89"	<i>Leuconostoc mesenteroides ssp cremoris</i>	/
LAB 80	<i>Leuconostoc mesenteroides ssp cremoris</i>	/
LAB 92	<i>Leuconostoc mesenteroides ssp cremoris</i>	<i>Enterococcus durans</i>
LAB 96	<i>Leuconostoc lactis</i>	/
LAB 102	<i>Leuconostoc mesenteroides ssp cremoris</i>	/
LAB 104	<i>Leuconostoc lactis</i>	/
LAB 97	<i>Leuconostoc mesenteroides ssp cremoris</i>	/
LAB 100	<i>Leuconostoc mesenteroides ssp cremoris</i>	/
LAB 99	<i>Leuconostoc lactis</i>	/
LAB 94	<i>Leuconostoc lactis</i>	<i>Enterococcus hirea</i>
LAB 93	<i>Leuconostoc mesenteroides ssp cremoris</i>	<i>Enterococcus faecalis</i>
LAB 101	<i>Leuconostoc mesenteroides ssp cremoris</i>	<i>Enterococcus faecalis</i>
LAB 84	<i>Leuconostoc mesenteroides ssp cremoris</i>	/

2-7-Cinétique d'acidification

La cinétique d'acidification est le suivi de l'évolution du pH et de l'acidité Dornic d'un lait fermenté avec une souche donnée, durant un intervalle de temps allant jusqu'à 24 heures.

Tableau 22 : Evolution du pH du lait fermenté par les souches sélectionnées au cours du temps

	T0	T2	T4	T6	T24
LAB 139'	6,7±0 ^a	6,69±0,006 ^a	6,57±0,07 ^{cd}	5,52±0,053 ^l	5,31±0,02 ⁿ
LAB 106	6,7±0 ^a	6,69±0,006 ^a	6,67±0,104 ^{ab}	6,38±0,01 ^f	6,47±0,012 ^e
LAB 178	6,6±0,006 ^{bc}	6,4±0,015 ^f	6,5±0,021 ^e	5,84±0,017 ⁱ	5,58±0,006 ^k
LAB 10	6,61±0,031 ^{bc}	6,47±0,012 ^e	6,5±0,015 ^e	6,27±0,01 ^g	5,69±0,006 ^j
LAB 92	6,63±0,01 ^{abc}	6,49±0,01 ^e	6,54±0,01 ^{de}	6,17±0,006 ^h	5,4±0,015 ^m

(n = 3±écart type. Les lettres a, b, c, ... indexées aux moyennes expriment les différences significatives des variances des souches à P <0,05)

Tableau 23 : Evolution de l'acidité Dornic du lait fermenté par les souches sélectionnées au cours du temps

	T0	T2	T4	T6	T24
LAB 139'	18±0 ^c	18±0 ^c	18±0 ^c	39±6,24 ^{bc}	59,66±3,78 ^a
LAB 106	18±0 ^c	18±0 ^c	18±0 ^c	18±0 ^c	20,33±4,04 ^c
LAB 178	18±0 ^c	17,33±4,72 ^c	18±0 ^c	31,33±2,88 ^c	51±2,64 ^{ab}
LAB 10	18±0 ^c	18±0 ^c	18±0 ^c	19±3,6 ^c	41,66±6,35 ^{abc}
LAB 92	18±0 ^c	18±0 ^c	19,33±8,38 ^c	19±0 ^c	60±41,03 ^a

(n = 3±écart type. Les lettres a, b, c, ... indexées aux moyennes expriment les différences significatives des variances des souches à P <0,05)

Les tableaux 22, 23 et la figure 31 représentent la cinétique d'acidification à P < 0,05. Il a été constaté que vers la fin de l'expérimentation, toutes les souches ont acidifié le lait dans un ordre croissant : LAB 139' a baissé le pH à 5,31 avec une acidité Dornic de 59,66°D ; LAB 92 avec un pH 5,4 de et une °D de 60 ; LAB 178 avec un pH de 5,58 et une °D de 51 ; LAB 10 avec un pH de 5,69 et une °D de 41,66 et LAB 106 avec un pH de 6,47 et une °D de 20,33.

Selon Picon *et al.* (2016), une souche est dite bonne acidifiante s'il elle abaisse le pH du lait à 5,3 en 6h. LAB 139' est la plus proche de cette estimation suivie par LAB 178. Ces deux souches se sont avérées de bonnes acidifiantes, contrairement aux autres souches considérées comme moyennement ou peu acidifiantes.

Concernant l'acidité Dornic, les résultats obtenus sont assez proche de ceux obtenus par Badis *et al.* (2004), où les *Lactococcus* atteignent les 60°D alors que les *Leuconostoc* sont peu acidifiants. Ceci peut être relatif aux systèmes de transport des nutriments des bactéries (lactose, glucose...).

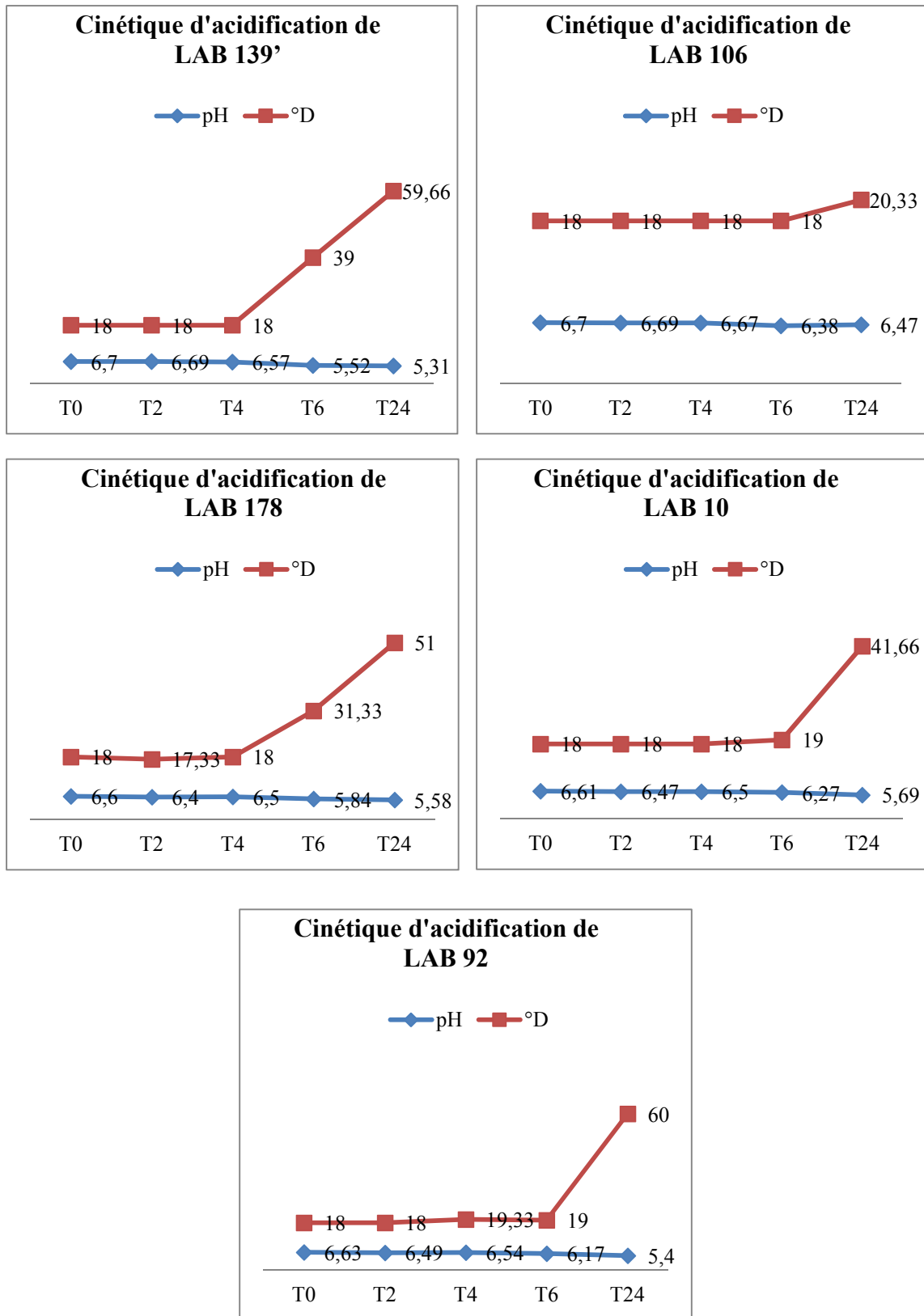


Figure 31 : Cinétique d'acidification des souches sélectionnées

2-8-Cinétique de croissance

La cinétique de croissance a été exprimée par un suivi de l'évolution de trois paramètres : le pH, la DO et le comptage viable pendant 24 heures (Figure 32).

Tableau 24 : Evolution du pH sur milieu MRS ensemencé par les souches sélectionnées au cours du temps

	T0	T2	T4	T6	T24
LAB 139'	6,2±0 ^a	6,02±0,026 ^b	5,95±0,015 ^{cd}	5,88±0 ^{gh}	5,23±0,006 ⁿ
LAB 106	6,2±0 ^a	5,97±0,006 ^c	5,93±0,032 ^{de}	5,87±0 ^{ghi}	5,2±0,006 ^o
LAB 178	6,2±0 ^a	5,87±0,004 ^{ghi}	5,83±0,012 ^j	5,76±0,006 ^k	4,82±0,012 ^q
LAB 10	6,2±0 ^a	5,92±0,012 ^{ef}	5,9±0,01 ^{fg}	5,86±0,006 ^{hij}	4,86±0,006 ^p
LAB 92	6,2±0 ^a	5,91±0,01 ^{ef}	5,84±0,006 ^{ij}	5,71±0,015 ^l	5,44±0,012 ^m

(n = 3±écart type. Les lettres a, b, c, ... indexées aux moyennes expriment les différences significatives des variances des souches à P <0,05)

D'après le tableau 24, on remarque que les souches ont pu facilement acidifier le milieu MRS par rapport au lait. Les pH sont de 5,71 à 5,88 à T6 et de 4,82 à 5,44 à T24. Ceci peut être expliqué par le fait que le substrat du milieu MRS contient du glucose ; le glucose est plus assimilable par les souches que le lactose contenu dans le lait (Badis *et al.*, 2004).

Tableau 25 : Evolution de la croissance des souches (DO) sur milieu MRS

	T0	T2	T4	T6	T24
LAB 139'	0±0 ^g	0±0 ^g	0±0 ^g	0±0 ^g	1,191±0,002 ^c
LAB 106	0±0 ^g	0±0 ^g	0±0 ^g	0±0 ^g	0,644±0,003 ^d
LAB 178	0±0 ^g	0±0 ^g	0±0 ^g	0,087±0,001 ^f	1,323±0,002 ^a
LAB 10	0±0 ^g	0±0 ^g	0±0 ^g	0±0 ^g	1,277±0,004 ^b
LAB 92	0±0 ^g	0±0 ^g	0±0 ^g	0±0 ^g	0,432±0,008 ^e

(n = 3±écart type. Les lettres a, b, c, ... indexées aux moyennes expriment les différences significatives des variances des souches à P <0,05)

Tableau 26 : Comptage viable des souches sélectionnées pour chaque intervalle temps

	T0	T2	T4	T6	T24
LAB 139'	10 ⁶ ±0 ^d	10 ⁶ ±0 ^d	10 ⁶ ±0 ^d	10 ⁶ ±0 ^d	207.10 ⁹ ±58.10 ⁸ ^a
LAB 106	10 ⁶ ±0 ^d	10 ⁶ ±0 ^d	10 ⁶ ±0 ^d	10 ⁶ ±0 ^d	16.10 ⁹ ±0 ^d
LAB 178	10 ⁶ ±0 ^d	10 ⁶ ±0 ^d	10 ⁶ ±0 ^d	21.10 ⁷ ±10 ⁷ ^d	147.10 ⁹ ±29.10 ⁹ ^b
LAB 10	10 ⁶ ±0 ^d	10 ⁶ ±0 ^d	10 ⁶ ±0 ^d	10 ⁶ ±0 ^d	10 ¹¹ ±0 ^c
LAB 92	10 ⁶ ±0 ^d	10 ⁶ ±0 ^d	10 ⁶ ±0 ^d	10 ⁶ ±0 ^d	10 ¹⁰ ±0 ^d

(n = 3±écart type. Les lettres a, b, c, ... indexées aux moyennes expriment les différences significatives des variances des souches à P <0,05)

Selon les tableaux 25 et 26 relatifs respectivement à la DO et le comptage viable de ces bactéries, il apparait clairement que LAB 178 s'est proliféré très vite par rapport aux autres souches ; ce qui explique l'important abaissement du pH observé sur milieu MRS estimé à 4,82.

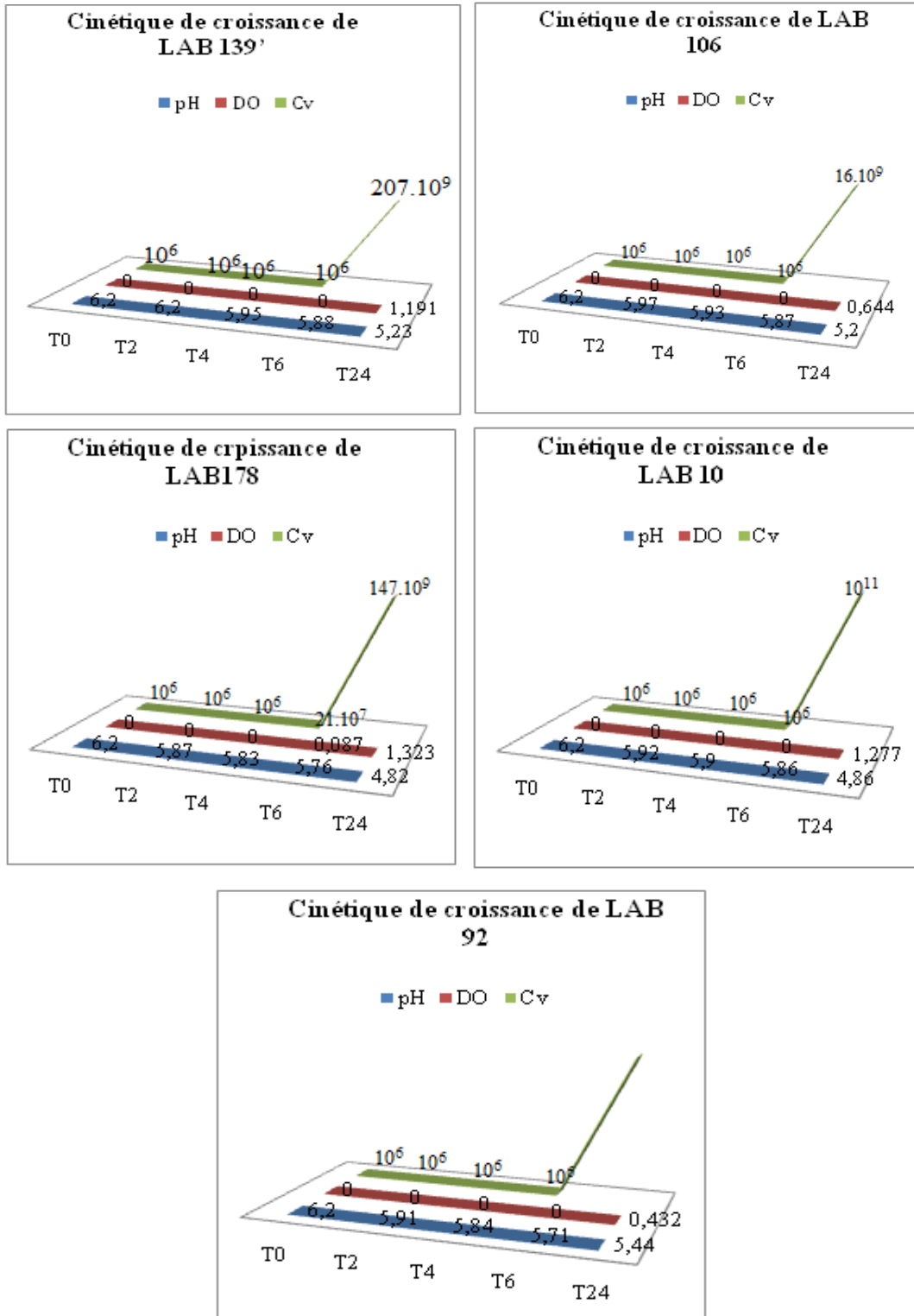


Figure 32 : Cinétique de croissance des souches sélectionnées

Chapitre 2 :

Effets des facteurs
étudiés

Effet saison

1-Effet des saisons sur les paramètres physico-chimiques étudiés

1-1-pH

Le pH des laits enregistré durant les deux saisons répond à la norme située entre 6,4 et 6,8 (Amiot *et al.*, 2002), néanmoins, le pH des laits de printemps est supérieur à celui des laits d’hiver avec une différence de 0,07 (Tableau 27).

Tableau 27 : pH des laits de chèvre d’hiver et de printemps

Hiver	Printemps
6,54±0,141 ^b	6,61±0,066 ^a

(n = 3± l’écart type. Les lettres a et b indexées aux moyennes expriment les différences significatives des variances des laits à P< 0,05)

Plusieurs travaux de recherche effectuée sur le pH du lait de chèvre montrant quelques variations entre les valeurs enregistrées. C’est anisi que Kljajevic *et al.* (2017) ont rapporté des valeurs de pH équivalent à 6,73 en printemps et 6,68 en hiver. Par contre, Amroun et Zerrouki (2014) ont enregistré pour le pH de lait d’hiver une valeur moyenne de 6,57. D’autres travaux menés par Mukhekar *et al.* (2017b) sur le lait de chèvre, rapportent que les valeurs du pH n’étaient pas significativement différentes les unes par rapport aux autres ; où la valeur du pH enregistré est en moyenne de 6,42 en climat pluvieux et de 6,44 en climat hivernale.

Cette différence observée entre les échantillons d’hiver et de printemps peut s’expliquer par une plus forte contenance en acides pour les laits d’hiver que de printemps. Ceci revient essentiellement à l’alimentation (Goetsch *et al.*, 2011).

1-2-Acidité Dornic

L’acidité Dornic des laits est proche de la norme estimée à 18°D. Une différence de 0,75°D est remarquée entre ces laits, mais qui reste négligeable (Figure 33).

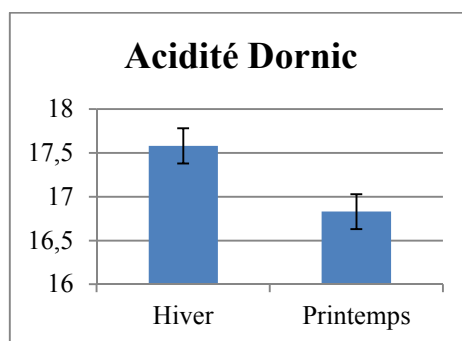


Figure 33 : Acidité Dornic (°D) des laits de chèvre d’hiver et de printemps

Selon Mukhekar *et al.* (2017b), l'acidité Dornic du lait de chèvre estimée en période de pluie était de 12,8°D contre 13,2°D en période hivernale. Ces résultats sont largement inférieurs à ceux rapporté par notre étude. Le lait de chèvre Algérien demeure plus acide que celui d'inde.

L'acidité Dornic est liée directement à l'acide lactique présent dans le lait et témoigne ainsi la fraîcheur du lait. Cette étude n'a pas montré de différence de l'acidité Dornic durant les saisons, ce qui est en accord avec les résultats rapportés par Mukhekar *et al.* (2017b).

1-3-Protéines et matière grasse

La teneur en protéines du lait de chèvre s'est montrée intéressante s'estimant à 3,37% (Tableau 28). Les laits d'hiver se sont avérés plus riches en protéines que les laits de printemps avec un écart de l'ordre de 0,45% en moyenne. En revanche les laits de printemps sont plus riches en matière grasse que les laits d'hiver soit une différence de moyenne de l'ordre de 1,41%.

Tableau 28 : Teneur en protéines et en matière grasse (%) des laits de chèvre d'hiver et de printemps (g/100 ml)

Hiver		Printemps	
Protéines	MG	Protéines	MG
3,6±0,31 ^a	3,016±0,25 ^b	3,15±0,27 ^b	4,43±0,3 ^a

(n = 3± l'écart type. Les lettres a et b indexées aux moyennes du même paramètre expriment les différences significatives des variances des laits à P< 0,05)

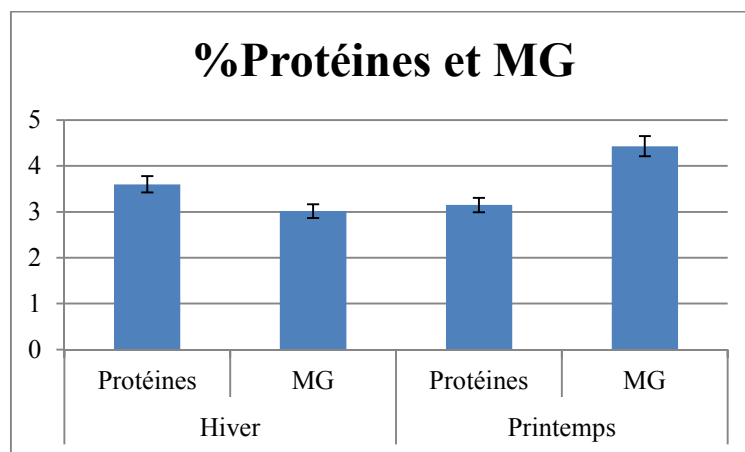


Figure 34: Teneur en protéines et en matière grasse (%) des laits de chèvre d'hiver et de printemps (g/100 ml)

Plusieurs récents travaux ont été menés sur la composition saisonnière en protéines et en matière grasse des laits de chèvres. Kljajevic *et al.* (2017) ont caractérisé le lait de chèvre en période printanière et hivernale et ont rapporté des taux de l'ordre de 2,82% de protéines et

3,6% de MG pour le lait de printemps contre 2,93% de protéines et 4,09% de MG pour le lait d'hiver. Michlová *et al.* (2016) ont déterminé la composition du lait de chèvre en printemps : 3,26% protéines et 4,15% MG. Par contre, Milewski *et al.* (2018) ont rapporté des valeurs plus élevées soient des taux moyens de l'ordre de 3,71% en protéines et 4,62% en MG, alors que dans les travaux de Amroun et Zerrouki (2014), les valeurs enregistrées en protéines et en MG pour le lait d'hiver sont respectivement de 4,38% et 3,18%. Pour Mukhekar *et al.* (2017b), la proportion en protéines était de TP 3,56% et 5,20% pour la MG en climat pluvieux et 3,79% de protéines et 5,71% pour la MG en climat hivernale. Globalement, pour le lait de chèvre de printemps nos résultats sont en accord avec ceux obtenus par Michlová *et al.* (2016), alors que pour le lait d'hiver, les résultats que nous avons enregistrés correspondent en partie à ceux rapportés par Amroun et Zerrouki (2014) et Milewski *et al.* (2018).

Ces écarts de taux de protéines et de matière grasse enregistrés sont en relation avec l'alimentation des chèvres (Keles *et al.*, 2017) notamment à la quantité et à la nature du fourrage et du concentré (Goetsch *et al.*, 2011 ; Chilliard *et al.*, 2014 ; Amroun et Zerrouki, 2014).

Comme rapporté par Selvaggi *et al.* (2014), la teneur en protéines du lait varie suivant les saisons. Mukhekar *et al.* (2017b) et Milewski *et al.* (2018) ont conclu que le lait d'hiver est plus riche en matière grasse que celui du printemps. Hilario *et al.* (2010) et Di *et al.* (2015) ont supposé que la composition du lait varie selon les saisons. Les études menées en Algérie sur l'effet des saisons sur la composition du lait de chèvre ont montré que les laits d'hiver s'avèrent pauvres par rapport aux autres laits (Amroun et Zerrouki, 2014).

Les facteurs saisonniers climatologiques comme la durée d'ensoleillement (rayonnement solaire) peuvent affecter la composition du lait de chèvre (Kljajevic *et al.*, 2017). Les hautes températures influent beaucoup sur la proportion de la MG alors que l'humidité relative influe sur la MG, le pH et l'acidité Dornic (Kljajevic *et al.*, 2017).

1-4-Lactose

Les teneurs en lactose enregistrées des laits d'hiver dépassent celles de printemps. La différence du taux moyen est de l'ordre de 0,62% (Tableau 29).

Tableau 29 : Teneur en lactose (%) des laits de chèvre d’hiver et de printemps (g/100 ml)

Hiver	Printemps
5,22±0,75 ^a	4,6±0,4 ^b

(n = 3± l’écart type. Les lettres a et b indexées aux moyennes expriment les différences significatives des variances des laits à P< 0,05)

Dans leurs travaux, Kljajevic *et al.* (2017) ont rapporté un taux de 4,23% de lactose en printemps et 4,4% en hiver. Michlová *et al.* (2016) ont obtenu un taux en lactose équivalent à 4,81% en printemps. Par contre, Milewski *et al.* (2018) ont rapporté un taux de 4,46% en printemps. Le lactose mesuré en climat pluvieux était de 4,1% et 4,3% en climat hivernale (Mukhekar *et al.*, 2017b). Globalement, les résultats obtenus correspondent à ceux obtenus par Michlová *et al.* (2016) et Mukhekar *et al.* (2017b) pour les laits de printemps, alors que pour les laits d’hiver nos résultats sont nettement supérieurs.

La composition du lait est modulée par l’effet saison (Kittivachra *et al.*, 2007). Selon, Amroun et Zerrouki (2014) et Mukhekar *et al.* (2017b), le taux de lactose est plus important en hiver par rapport aux autres périodes ce qui correspond aux résultats obtenus par cette étude.

1-5-Cendres

Les teneurs moyennes des cendres enregistrées sont de l’ordre de 0,73%. La fraction la plus importante a été notée dans les laits d’hiver avec un écart de l’ordre de 0,06% par rapport aux laits de printemps (Tableau 30).

Tableau 30 : Teneur en cendres (%) des laits de chèvre d’hiver et de printemps (g/100 ml)

Hiver	Printemps
0,76±0,083 ^a	0,7±0,082 ^b

(n = 3± l’écart type. Les lettres a et b indexées aux moyennes expriment les différences significatives des variances des laits à P< 0,05)

Les taux en cendres rapportés par Kljajevic *et al.* (2017) sont de l’ordre de 0,63% en printemps et 0,66% en hiver. Selon Mukhekar *et al.* (2017b), les taux sont plus importants estimés à 0,76% en climat pluvieux et à 0,77% en hiver.

Chen *et al.* (2014) et Poulsen *et al.* (2015) confirment l’influence de la saison sur la fraction minérale du lait.

2-Effet des saisons sur les paramètres microbiologiques étudiés

2-1-Etude de la qualité sanitaire des laits de chèvre

2-1-1-FTAM

L'analyse des résultats de la FTAM des laits des deux saisons montre une charge importante supérieure à la norme du JORA (Figure 35). Les valeurs des laits d'hiver dépassent celles du printemps avec une différence moyenne de l'ordre de 46.10^6 UFC/ml.

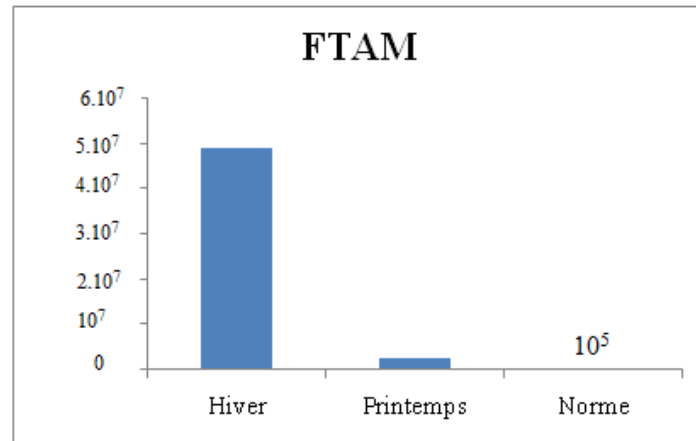


Figure 35 : Dénombrement de la FTAM des laits de chèvre d'hiver et de printemps (UFC/ml)

Le lait de chèvre des deux saisons contiennent une charge très importante en flore mésophile et surtout celui d'hiver cela donne un aperçu sur les pratiques d'élevage et d'hygiène durant cette saison avec l'état des paturages notamment en temps pluvieux (Iancu *et al.*, 2011).

2-1-2-Coliformes totaux

Les résultats de ce test montrent une charge importante pour les laits d'hiver par rapport à ceux de printemps. L'écart est estimé à 45.10^5 UFC/ml (Tableau 33).

Tableau 31 : Dénombrement des coliformes totaux des laits de chèvre d'hiver et de printemps (UFC/ml)

Hiver	Printemps	Norme
$45.10^5 \pm 97.10^5$ ^a	2241 ± 3368 ^b	/

(n = 3 ± l'écart type. Les lettres a et b indexées aux moyennes expriment les différences significatives des variances des laits à P < 0,05)

Selon Michlová *et al.* (2016), les coliformes sont généralement inférieurs à 10 UFC/ml. A partir de ces résultats, les laits d'hiver reflètent une forte contamination même à l'égard d'une norme absente.

2-1-3-Coliformes fécaux

Les laits de printemps sont exempts de coliformes fécaux contrairement aux laits d’hiver qui présentent une légère hausse de 283 UFC/ml par rapport à la norme (Figure 36).

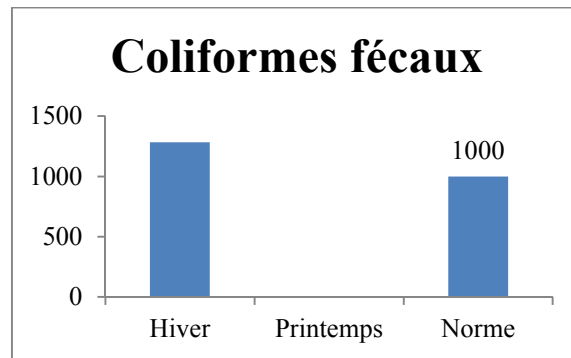


Figure 36 : Dénombrement des coliformes fécaux des laits de chèvre d’hiver et de printemps (UFC/ml)

Selon Magnusson *et al.* (2007), cette contamination peut être due aux litières mal nettoyées, qui par la suite affectent les trayons de l’animal.

2-1-4-Streptocoques fécaux

Les streptocoques fécaux en abondance dans les laits d’hiver sont inexistant dans les laits de printemps (Tableau 32). Ceci est la conséquence manque d’hygiène.

Tableau 32 : Dénombrement des streptocoques fécaux des laits de chèvre d’hiver et de printemps (UFC/ml)

Hiver	Printemps	Norme
$91.10^2 \pm 22.10^3$ ^a	0 ± 0 ^b	Abs

(n = 3 ± l’écart type. Les lettres a et b indexées aux moyennes expriment les différences significatives des variances des laits à P < 0,05)

2-1-5-Staphylococcus aureus

Etant absents dans les laits de printemps, contrairement aux laits d’hiver. Cela témoigne des mauvaises conditions d’hygiène et du non respect de ces dernières (Tableau 33).

Tableau 33 : Dénombrement de *Staphylococcus aureus* des laits de chèvre d’hiver et de printemps (UFC/ml)

Hiver	Printemps	Norme
412 ± 522 ^a	0 ± 0 ^b	Abs

(n = 3 ± l’écart type. Les lettres a et b indexées aux moyennes expriment les différences significatives des variances des laits à P < 0,05)

2-1-6-Clostridium sulfito-réducteur

Les spores sont totalement absentes dans le lait de chèvre (Tableau 34).

Tableau 34 : Dénombrement des CSR des laits de chèvre d'hiver et de printemps (UFC/ml)

Hiver	Printemps	Norme
0±0	0±0	50

(n = 3± l'écart type. Le test de Newman et Keuls est non significatif à P< 0,05)

2-1-7-Salmonelles

Les Salmonelles sont absentes dans ce lait (Tableau 35).

Tableau 35 : Recherche des *Salmonelles* des laits de chèvre d'hiver et de printemps (UFC/ml)

Hiver	Printemps	Norme
0±0	0±0	Abs

(n = 3± l'écart type. Le test de Newman et Keuls est non significatif à P< 0,05)

2-1-8-Levures et moisissures

D'après les résultats, il est bien clair que les laits d'hiver comportent une charge importante en levures et moisissures (Figure 37). Ceci laisse à supposer que l'alimentation administrée aux caprins était fortement contaminé par les moisissures en saison hivernale étant donné que les chèvres ne pouvaient pas sortir pâturer en cette saison.

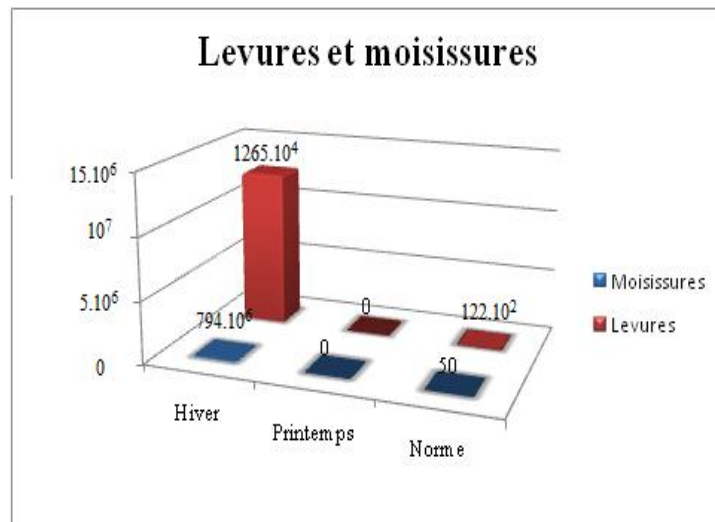


Figure 37 : Dénombrement des levures et des moisissures des laits de chèvre d'hiver et de printemps (UFC/ml)

2-2-Etude de la flore microbienne lactique

2-2-1-Flore totale

Les laits d'hiver contiennent une charge microbienne totale supérieure à ceux de printemps soit une différence de l'ordre de 425.10^6 UFC/ml (Tableau 36). Ceci laisse à supposer la présence d'une forte charge microbienne.

Tableau 36 : Dénombrement de la flore totale des laits de chèvre d'hiver et de printemps (UFC/ml)

Hiver	Printemps
$57.10^7 \pm 62.10^7$ ^a	$15.10^7 \pm 27.10^7$ ^b

(n = 3 ± l'écart type. Les lettres a et b indexées aux moyennes expriment les différences significatives des variances des laits à P < 0,05)

2-2-2-LAB

A partir des isolats ont été obtenus, le nombre d'isolats en saison hivernale se rapproche à celui de la saison printannière avec un écart estimé à environ 6%.

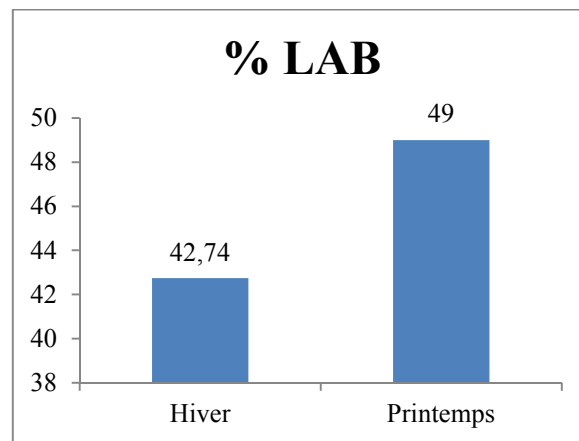


Figure 38 : Composition du lait de chèvre en bactéries lactiques en hiver et en printemps

2-2-3-Proportion des genres lactiques

D'après les résultats montrés ci-dessous, les *Leuconostoc* sont plus présents dans les laits de printemps que ceux d'hiver soit une différence moyenne de l'ordre de 27,85% (Figure 39). Au contraire, les *Enterococcus* sont plus présents dans les laits d'hiver que les laits de printemps, l'écart est estimé à 32,42% en moyenne. Les *Leuconostoc* sont en equi-dispersion dans les deux laits.

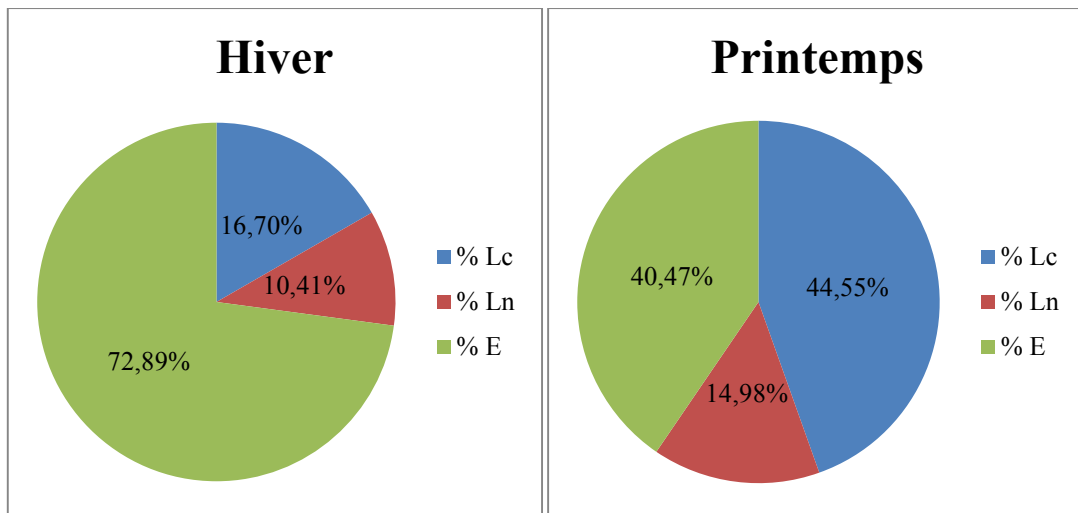


Figure 39 : Composition du lait de chèvre en genres lactiques en hiver et en printemps

La présence des *Enterococcus* dans les laits d'hiver est la conséquence d'une contamination et qui a été démontrée par le contrôle sanitaire. La différence de la composition en genres lactiques spécifique pour chaque lait n'a pas été élucidée jusqu'à ce jour (Laouabdia-Sellami *et al.*, 2007).

Effet race

1- Effet de la race sur les paramètres physico-chimiques étudiés

1-1-pH

Suivant les résultats exprimés, le pH des laits des deux races caprines est de 6,56 (Tableau 37). Ce dernier est compris dans l'intervalle norme (Amiot *et al.*, 2002).

Tableau 37 : pH des laits de chèvre de la race Arabia et de la race Murciana Granadina

Arabia	Murciana Granadina
6,51±0,1 ^b	6,62±0,06 ^a

(n = 3± l'écart type. Les lettres a et b indexées aux moyennes expriment les différences significatives des variances des laits à P< 0,05)

Selon certains travaux, le pH du lait de chèvre prend différentes valeurs suivant la race caprine. Il est de 6,59 pour la Girgentana (Todaro *et al.*, 2005), de 6,41 pour la Sangamneri (Mukhekar *et al.*, 2017a), de 6,27 pour la chèvre Kabyle (Amroun et Zerrouki, 2014), de 7,1 pour l'Alpine (Boumendjel *et al.*, 2017) et de 6,71 pour la Saanen (Kljajevic *et al.*, 2017).

Les valeurs de pH de lait chez les races Arabia et Murciana Granadina se rapprochent de ceux rapportées par Todaro *et al.* (2005). Néanmoins, le pH du lait d'Arabia est plus acide que celui de la Murciana Granadina avec un écart de 0,11, ceci laisse penser que le lait d'Arabia contient plus d'acides que celui de la Murciana Granadina.

1-2-Acidité Dornic

Les résultats de l'acidité Dornic montrent que ceux-ci sont plus élevés dans le lait de la race Arabia que celui de Murciana Granadina avec un écart estimé à 1,17 °D en moyenne (Tableau 38).

Tableau 38 : Acidité Dornic (°D) des laits de chèvre de la race Arabia et de la race Murciana Granadina

Arabia	Murciana Granadina
17,5±3,016 ^a	16,33±1,633 ^b

(n = 3± l'écart type. Les lettres a et b indexées aux moyennes expriment les différences significatives des variances des laits à P< 0,05)

Les résultats rapportés dans certains travaux montrent l'existence de variation. C'est ainsi que l'acidité Dornic est de 12,85°D pour la chèvre Sangamneri (Mukhekar *et al.*, 2017a) et de 18,88°D pour l'Alpine (Boumendjel *et al.*, 2017). Cette différence ne peut être expliquée que

par une présence importante d'acide lactique dans le lait d'Arabia que dans le lait de Murcinana Granadina.

1-3-Protéines et matière grasse

La composition du lait des deux races est stable (Figure 40). Néanmoins, le lait d'Arabia dépasse celui de la Murcinana Granadina soit une hausse moyenne de l'ordre de 0,16% en protéines et de 0,08% en MG.

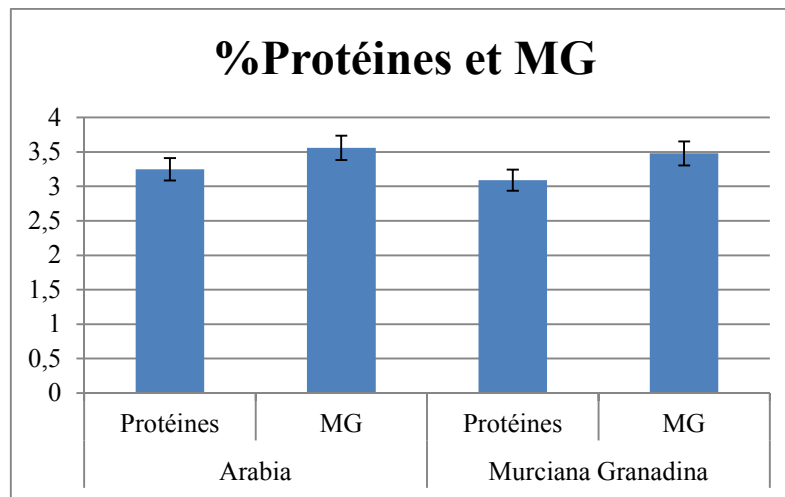


Figure 40 : Proportion en protéines et en matière grasse (%) des laits de chèvre de la race Arabia et de la race Murcinana Granadina (g/100 ml)

La race influe sur la composition chimique du lait de chèvre (Prasad *et al.*, 2005); plusieurs valeurs ont été rapportées pour chaque race caprine. La chèvre Girgentana est caractérisée par un lait contenant 3,48 % de protéines et 3,93% de MG (Todaro *et al.*, 2005). Par contre, les races Africaines telles que la Nguni et la Boer sont caractérisées par des laits dont les taux sont de l'ordre de 3,54% de protéines et 3,98% de MG et 3,59% de protéines et 2,91% de MG respectivement (Idamokoro *et al.*, 2017). Le lait de la chèvre Kabyle a un TP de 5,68% et un TB de 4,82% (Amroun et Zerrouki, 2014). En Inde, le lait de la Sangamneri a un TP 3,61% de et un TB de 5,24% (Mukhekar *et al.*, 2017a). Pour les races européennes, le lait de l'Alpine est caractérisé par un TP de 2,98% et un TB de 4,4% (Boumendjel *et al.*, 2017). Pour la Saanen, son lait contient 2,78% de protéines et de 3,41% MG (Kljajevic *et al.*, 2017).

Plusieurs travaux ont rapporté que l'effet race avait un impact sur la composition du lait (Al-Saiady, 2006; Kittivachra *et al.*, 2007 ; El-Tarabany et El-Bayoumi, 2015) et notamment sur la MG (Chilliard *et al.*, 2007 ; Cozma *et al.*, 2014). La production laitière peut aussi avoir un effet sur la composition ; dès que la production laitière diminue les composants nutritionnelles augmentent (Zeng *et al.*, 2008 ; Goetsch *et al.*, 2011).

Les protéines de la race Arabia se rapprochent de ceux de la Girgentana, au contraire les protéines de la Murciana Granadina sont proches de ceux de l'Alpine. La MG des deux races est assez proche à celle de la Saanen. A partir des résultats obtenus, le lait d'Arabia semble plus intéressant que celui de la Murciana Granadina. Dans ce cas là, l'inexistence de différence entre les composantes suggère comme hypothèse l'homogénéité des pratiques d'élevage concernant l'alimentation (élevage extensif, même zones, même végétation...) (Idamokoro *et al.*, 2017).

1-4-Lactose

La fraction en lactose est stable et quasiment identique pour les deux races (Figure 41).

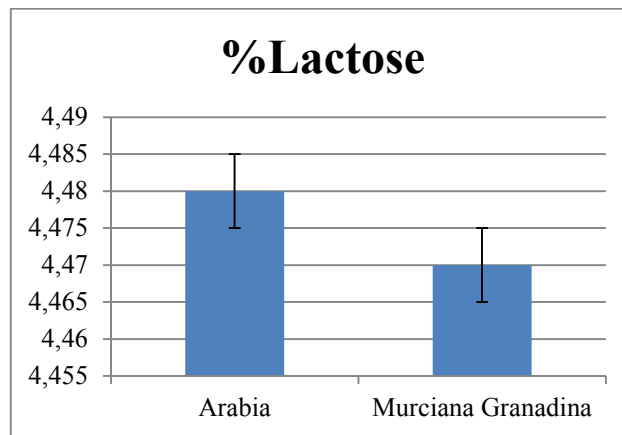


Figure 41 : Proportion en lactose (%) des laits de chèvre de la race Arabia et de la race Murciana Granadina (g/100 ml)

La fraction de lactose chez les races caprines est généralement stable. Le lactose du lait de chèvre Girgentana est de 4,55% (Todaro *et al.*, 2005). Le lait de la Sangamneri et la Saanen a un taux de lactose équivalent à 4,07% (Mukhekar *et al.*, 2017a) et 4,18% (Kljajevic *et al.*, 2017) respectivement. Le lait des chèvres Africaines contient une fraction de lactose de 5,04% à 5,31% (Idamokoro *et al.*, 2017).

La proportion en lactose de la chèvre Arabia et Murciana Granadina est proche de celle de Todaro *et al.* (2005). Cependant, il n'y a pas de différence entre les deux races ce qui a été constaté aussi par Ferreira et Queiroga (2003).

1-5-Cendres

La moyenne des minéraux des deux races est estimée à 0,64% (Tableau 39). Le lait d'Arabia contient une proportion légèrement plus élevée que celui de la Murciana Granadina soit une différence de l'ordre de 0,04%.

Tableau 39 : Proportion en cendres (%) des laits de chèvre de la race Arabia et de la race Murciana Granadina (g/100 ml)

Arabia	Murciana Granadina
0,66±0,04 ^a	0,62±0,18 ^b

(n = 3± l'écart type. Les lettres a et b indexées aux moyennes expriment les différences significatives des variances des laits à P< 0,05)

Alors que, Mukhekar *et al.* (2017a) ont estimé un taux en cendres équivalent à 0,75% dans le lait de la chèvre Sangamneri. En revanche, selon Kljajevic *et al.* (2017) les taux de cendres rapportés sont globalement assez proches de nos valeurs avec une moyenne de l'ordre de 0,62% dans le lait de la race Saanen.

2- Effet des races sur les paramètres microbiologiques étudiés

2-1-Etude de la qualité sanitaire des laits de chèvre

2-1-1-FTAM

La charge en FTAM est assez importante dans les échantillons de laits des deux races avec néanmoins une prédominance chez la race Arabia soit une valeur moyenne de l'ordre de $13 \cdot 10^6$ UFC/ml (Figure 42).

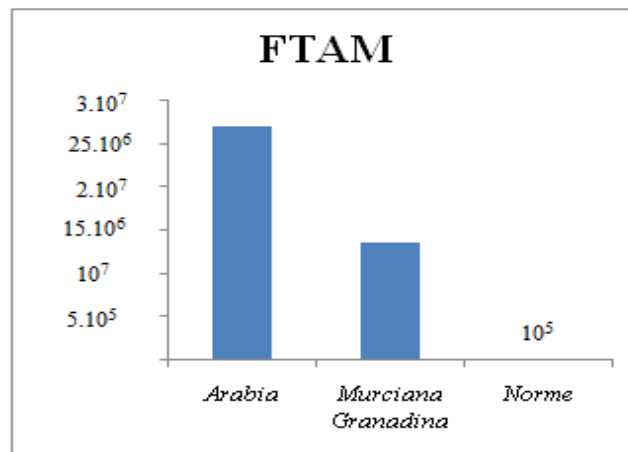


Figure 42 : Dénombrement de la FTAM des laits de chèvre de la race Arabia et de la race Murciana Granadina (UFC/ml)

Lahrech *et al.* (2018) ont dénombré la FTAM de la race Arabia. Cette flore était de l'ordre $2,1 \cdot 10^4$ UFC. En comparant ces résultats avec les résultats de cette recherche les deux laits semblent avoir une charge microbienne importante ; ceci revient aux pratiques et conditions d'élevage.

2-1-2-Coliformes totaux

Le lait de Murciana Granadina contient énormément de coliformes par rapport à celui de la race Arabia avec une différence moyenne de l'ordre de 45.10^5 UFC/ml (Tableau 40).

Tableau 40 : Dénombrement des coliformes totaux des laits de chèvre de la race Arabia et de la race Murciana Granadina (UFC/ml)

Arabia	Murciana Granadina	Norme
$28.10^3 \pm 54.10^3$ b	$45.10^5 \pm 97.10^5$ a	/

(n = 3 ± l'écart type. Les lettres a et b indexées aux moyennes expriment les différences significatives des variances des laits à P < 0,05)

2-1-3-Coliformes fécaux

Le lait de la race Arabia est d'une qualité acceptable concernant ce paramètre contrairement à celui de la race Murciana Granadina qui dépasse la norme de 283 UFC/ml (Figure 43). Ce paramètre donne une idée sur la nature d'hygiène qui revient aux pratiques d'élevages entrepris.

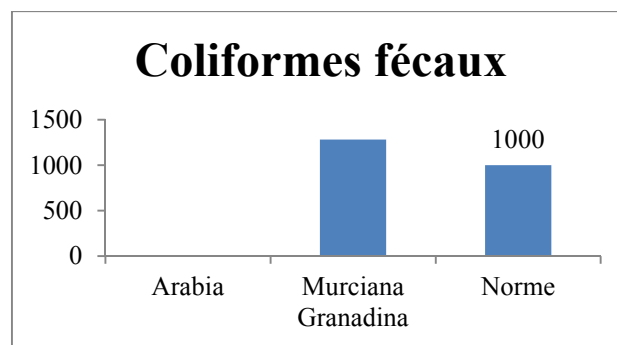


Figure 43 : Dénombrement des coliformes fécaux des laits de chèvre de la race Arabia et de la race Murciana Granadina (UFC/ml)

2-1-4-Streptocoques fécaux

Tout le contraire du paramètre précédent, Le lait de Murciana Granadina est exempt de streptocoques fécaux à l'inverse du lait d'Arabia (Tableau 41). Ceci relève d'un manque d'hygiène, notamment du trayeur et des ustensiles utilisés (Iancu *et al.*, 2011).

Tableau 41 : Dénombrement des streptocoques fécaux des laits de chèvre de la race Arabia et de la race Murciana Granadina (UFC/ml)

Arabia	Murciana Granadina	Norme
16 ± 41 a	0 ± 0 b	Abs

(n = 3 ± l'écart type. Les lettres a et b indexées aux moyennes expriment les différences significatives des variances des laits à P < 0,05)

2-1-5-Staphylococcus aureus

La charge en *Staphylococcus aureus* est inacceptable ceci revient à l'hygiène de l'environnement ; surtout à l'hygiène du trayeur (Tableau 42).

Tableau 42 : Dénombrement de *Staphylococcus aureus* des laits de chèvre de la race Arabia et de la race Murciana Granadina (UFC/ml)

Arabia	Murciana Granadina	Norme
241±544	287±33	Abs

(n = 3± l'écart type. Le test de Newman et Keuls est non significatif à P< 0,05)

2-1-6-Clostridium sulfito-réducteur

Les laits des deux races sont d'une qualité satisfaisante concernant ce paramètre (Tableau 43).

Tableau 43 : Dénombrement des CSR des laits de chèvre de la race Arabia et de la race Murciana Granadina (UFC/ml)

Arabia	Murciana Granadina	Norme
0±0	0±0	50

(n = 3± l'écart type. Le test de Newman et Keuls est non significatif à P< 0,05)

2-1-7-Salmonelles

Concernant ce paramètre, les laits des deux races sont d'une qualité satisfaisante (Tableau 44).

Tableau 44 : Recherche des *Salmonelles* dans laits de chèvre de la race Arabia et de la race Murciana Granadina (UFC/ml)

Arabia	Murciana Granadina	Norme
0±0	0±0	Abs

(n = 3± l'écart type. Le test de Newman et Keuls est non significatif à P< 0,05)

2-1-8-Levures et moisissures

Le dénombrement des levures et moisissures des laits des deux races dépasse les normes exigées (Figure 44). Le lait d'Arabia contient moins de levures et de moisissures que le lait de Murciana Granadina avec une différence de l'ordre de 11.10^6 UFC/ml pour les levures et de 64.10^3 UFC/ml pour les moisissures.

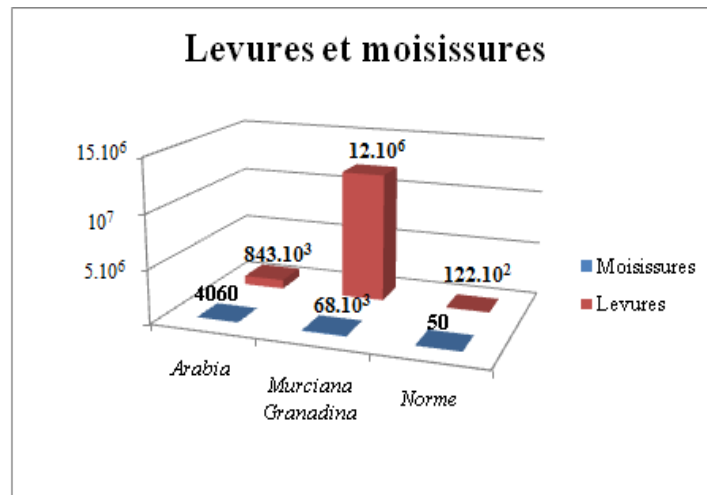


Figure 44 : Dénombrement des levures et des moisissures des laits de chèvre de la race Arabia et de la race Murciana Granadina (UFC/ml)

Ceci laisse à supposer que la Murciana Granadina est plus alimenté par du pain moisi que la race locale. Peut être que la race Arabia est bien plus adaptée à chercher sa nourriture que la Murciana Granadina qui n'est pas encore familière avec les conditions Algériennes. L'éleveur se sentait donc peut être obligé de subvenir à ses besoins avec les moyens du bord. Ceci pourrait mettre en question le sujet d'adaptation de la race Murciana Granadina.

2-2-Etude de la flore microbienne lactiques

2-2-1-Flore totale

Le dénombrement de la flore totale montre une charge microbienne importante dans le lait d'Arabia que dans le lait de Murciana Granadina (Tableau 45).

Tableau 45 : Dénombrement de la flore totale des laits de chèvre de la race Arabia et de la race Murciana Granadina (UFC/ml)

Arabia	Murciana Granadina
$47913.10^6 \pm 1,1595.10^{11}$ a	$36.10^7 \pm 6.10^7$ b

(n = 3 ± l'écart type. Les lettres a et b indexées aux moyennes expriment les différences significatives des variances des laits à P < 0,05)

2-2-2-LAB

La population lactique de la race Arabia et proche de celle de la race Murciana Granadina. Un écart de l'ordre de 4,47% est observé (Figure 45).

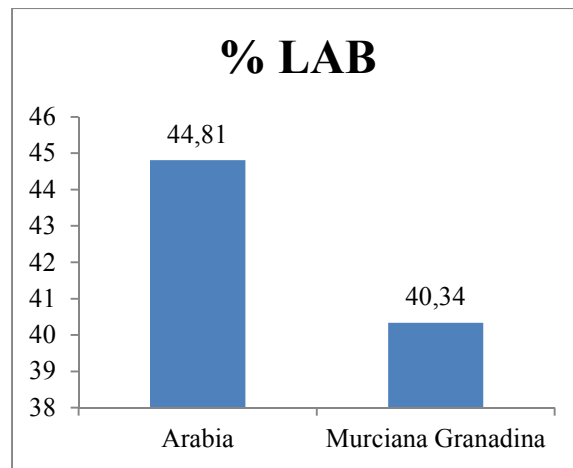


Figure 45 : Composition du lait de chèvre en bactéries lactiques pour la race Arabia et la race Murciana Granadina

2-2-3-Proportion des genres lactiques

D'après les résultats obtenus, la proportion des *Lactococcus* est similaire dans les laits, qui, au contraire pour les *Enterococcus* où leur quantité est supérieure dans le lait de la race Murciana Granadina que du lait de la race Arabia (Figure 46). Les *Leuconostoc* sont absents dans le lait de la race Murciana Granadina et sont présents en quantité infime dans le lait de la race Arabia.

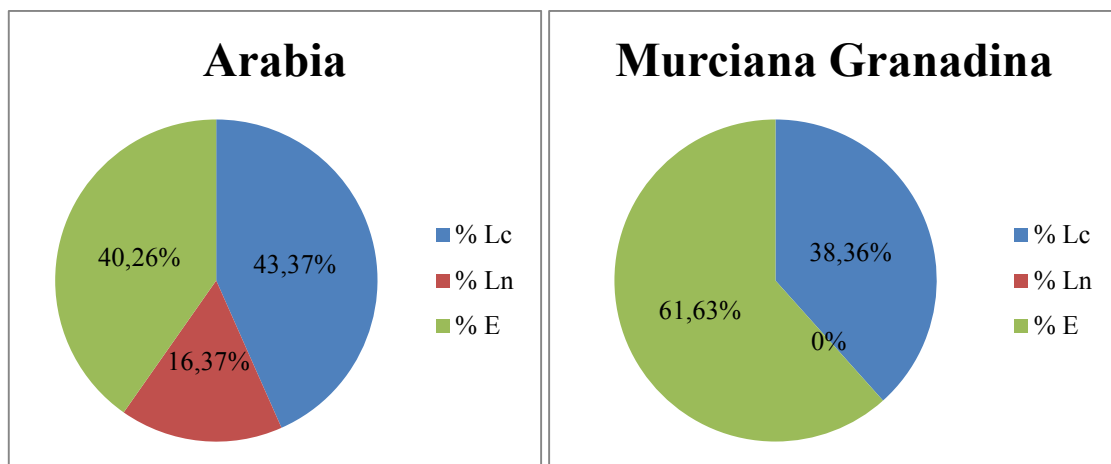


Figure 46 : Composition du lait de chèvre en genres lactiques pour la race Arabia et la race Murciana Granadina

Le lait de la rae Arabia contient des *Lactococcus* en major partie et des *Enterococcus*. Les *Leuconostoc* y sont présent en quantité infime. Le lait de la race Murciana Granadina contient énormément d'*Enterococcus* suivi d'une proportion modérée en *Lactococcus*.

Cette variation en genres lactiques peut être diverse selon les races (Badis *et al.*, 2004). Le lait de la chèvre Makatia est riche en *Lactobacillus* et *Streptococcus thermophilus* (Badis *et al.*, 2004). De même pour le lait de la race Kabyle, il est aussi riche en *Lactobacillus*, puis

viennent les *Lactococcus* et peu de *Streptococcus* et de *Leuconostoc* (Badis *et al.*, 2005). D'autres travaux menés par Laouabdia-Sellami *et al.* (2007), rapportent que le lait de la chèvre Kabyle est riche en *Lactobacillus*, suivi des *Lactococcus* et peu de *Streptococcus* et de *Leuconostoc*. Par contre, le lait de la chèvre Arabia contient beaucoup de *Leuconostoc* et de *Lactococcus* suivi d'une faible proportion en *Lactobacillus* et en *Streptococcus* (Badis *et al.*, 2005; Laouabdia-Sellami *et al.*, 2007).

Le lait de la race Arabia est proche de celui étudié par Badis *et al.* (2005) et Laouabdia-Sellami *et al.* (2007). Selon Badis *et al.* (2004), ces différences de composition en bactéries lactiques peuvent être en liées avec la composition nutritionnelle des laits de chèvre.

Effet zone

1-Etude de la qualité physico-chimique des laits de chèvre

1-1-pH

Globalement, les valeurs de pH des laits enregistrés au niveau du littoral et les hauts plateaux sont similaires, légèrement différents de celui de la steppe, qui semble plus acide avec une différence estimée à 0,08. Ceci laisse à dire que le lait de la steppe contient plus d'acides que les autres laits (Tableau 46).

Tableau 46 : pH des laits de chèvre des zones étudiées

Littoral	Hauts plateaux	Steppe
6,6±0,086 ^a	6,6±0,087 ^a	6,52±0,104 ^b

(n = 3± l'écart type. Les lettres a et b indexées aux moyennes expriment les différences significatives des variances des laits à P< 0,05)

Nos résultats sont en accord avec ceux rapportés par Amroun et Zerrouki (2014) où le pH évalué des laits de chèvre de la zone littorale est estimé à 6,27. Par ailleurs dans la région montagnaise de la wilaya de Constantine, les valeurs de pH tendent vers la neutralité soit une valeur moyenne de l'ordre de 7,1 (Boumendjel *et al.*, 2017). Cette variance est probablement due au système d'élevage extensif entrepris et à la diversification d'alimentation spécifique de chaque zone (Goetsch *et al.*, 2011).

1-2-Acidité Dornic

Le lait des hauts plateaux est caractérisé par une acidité plus au moins prononcée dépassant les 18°D, alors que les autres laits sont dans les normes avec une valeur d'acidité moyenne de l'ordre de 17,08°D (Tableau 47). Notons que, contrairement aux autres zones, le lait des hauts plateaux contient plus d'acide lactique suite à la fermentation du lactose du lait.

Tableau 47 : Acidité Dornic (°D) des laits de chèvre des zones étudiées

Littoral	Hauts plateaux	Steppe
16,5±1,64 ^c	20,16±5 ^a	17,66±2,34 ^b

(n = 3± l'écart type. Les lettres a, b et c indexées aux moyennes expriment les différences significatives des variances des laits à P< 0,05)

L'acidité Dornic évaluée dans la région de Constantine est estimée à 18,88°D (Boumendjel *et al.*, 2017). Cette différence d'acidité observée entre les zones étudiées est vraisemblablement liée à l'activité des microorganismes présents dans le lait.

1-3-Protéines et matière grasse

La fraction protéique pour l'ensemble des laits des différentes zones étant stable estimée à un taux moyen de 3,38%. En revanche, la matière grasse varie selon les zones; elle est élevée au niveau du littoral et modérée au niveau des hauts plateaux et la steppe avec un écart estimé à 1,65% (Figure 47).

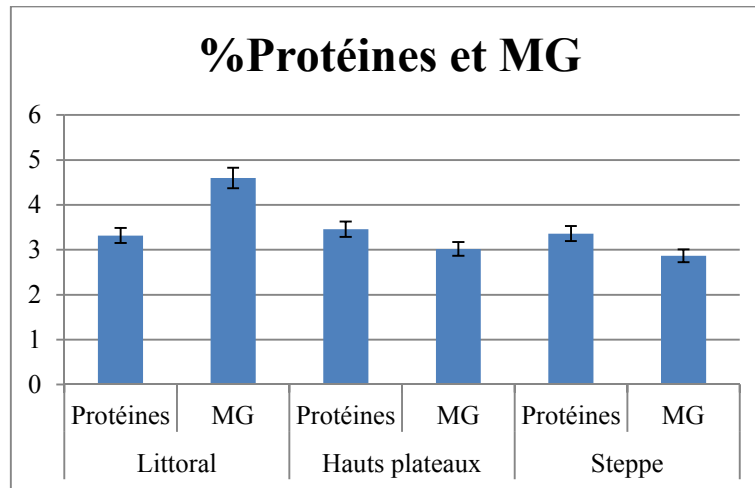


Figure 47 : Teneur en protéines et en matière grasse (%) des laits de chèvre des zones étudiées (g/100 ml)

Le TP et le TB du littoral rapportés par Amroun et Zerrouki (2014) sont de l'ordre de 5,68% et de 4,82% respectivement, alors que selon Boumendjel *et al.* (2017), les régions situées à l'intérieur (Constantine) sont caractérisées par un TP de 2,98% et un TB de 4,4%. C'est ainsi que le taux de MG du littoral que nous avons enregistré est similaire à celui rapporté par les deux auteurs, alors que le TP du littoral est inférieur à celui rapporté par Amroun et Zerrouki (2014) et supérieur à celui de Boumendjel *et al.* (2017). Toutefois, la zone steppique est caractérisée par un taux de MG assez faible.

Les paramètres climatiques des régions tels que la température peuvent avoir un effet sur la composition spécifique du lait de l'animal (Amroun et Zerrouki, 2014). Selon Kljajevic *et al.* (2017), la composition du lait peut être influencée par l'environnement et le système alimentaire appliqué. Ce dernier peut avoir un grand impact sur la composition du lait, c'est le cas du fourrage et du concentré qui modulent la teneur du TB (Chilliard *et al.*, 2014).

1-4-Lactose

La teneur en lactose des laits des hauts plateaux est supérieure à celle enregistrée dans le littoral et la steppe avec une différence moyenne estimée à 0,61% (Tableau 48). Dans la zone du littoral, le taux moyen rapporté par Amroun et Zerrouki (2014) est de l'ordre de 2,63%,

bien en dessous des taux que nous avons enregistré soit 4,7%. Cette différence peut être due à l'alimentation ou bien due à l'animal lui-même (Cozma *et al.*, 2014).

Tableau 48 : Teneur en lactose (%) des laits de chèvre des zones étudiées (g/100 ml)

Littoral	Hauts plateaux	Steppe
4,87±0,77 ^b	5,36±1,47 ^a	4,63±0,33 ^b

(n = 3± l'écart type. Les lettres a et b indexées aux moyennes expriment les différences significatives des variances des laits à P< 0,05)

1-5-Cendres

Les laits des hauts plateaux enregistrent un taux moyen en minéraux plus important que ceux du littoral et de la steppe. Les différences enregistrées sont de l'ordre de 0,10% et 0,12% respectivement (Tableau 49).

Tableau 49 : Teneur en cendres (%) des laits de chèvre des zones étudiées (g/100 ml)

Littoral	Hauts plateaux	Steppe
0,7±0,082 ^b	0,8±0,082 ^a	0,68±0,03 ^c

(n = 3± l'écart type. Les lettres a, b et c indexées aux moyennes expriment les différences significatives des variances des laits à P< 0,05)

La variation de la fraction minérale serait due à la qualité de la végétation (alimentation) spécifique de chaque zone et qui varie selon les saisons (Chen *et al.*, 2014; Poulsen *et al.*, 2015).

2-Etude de la qualité microbiologique des laits de chèvre

2-1-Etude de la qualité sanitaire des laits de chèvre

2-1-1-FTAM

Les laits du littoral répondent aux normes dictées par la réglementation du point de vue charge microbienne, contrairement aux laits des hauts plateaux et de la steppe qui semblent fortement contaminés (Tableau 50).

Tableau 50 : Dénombrement de la FTAM des laits de chèvre des zones étudiées (UFC/ml)

Littoral	Hauts plateaux	Steppe	Norme
11.10 ³ ±13.10 ³ ^c	94.10 ⁶ ±15.10 ⁶ ^a	66.10 ⁶ ±65.10 ⁶ ^b	10 ⁵

(n = 3± l'écart type. Les lettres a, b et c indexées aux moyennes expriment les différences significatives des variances des laits à P< 0,05)

2-1-2-Coliformes totaux

Les coliformes totaux sont très présents dans les laits de la steppe suivis par les laits des hauts plateaux, alors que leur présence est fortement réduite dans les laits du littoral (Tableau 51).

Tableau 51 : Dénombrement des coliformes totaux des laits de chèvre des zones étudiées (UFC/ml)

Littoral	Hauts plateaux	Steppe	Norme
250±612 ^c	5.10 ⁴ ±7.10 ⁴ ^b	6.10 ⁶ ±95.10 ⁵ ^a	/

(n = 3± l'écart type. Les lettres a, b, c indexées aux moyennes expriment les différences significatives des variances des laits à P< 0,05)

2-1-3-Coliformes fécaux

Les laits du littoral et des hauts plateaux sont exempt de coliformes fécaux. Les laits de la steppe dépassent la norme avec 616 UFC/ml (Figure 48).

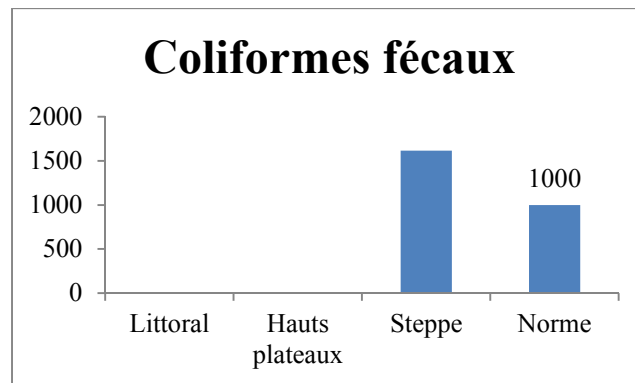


Figure 48 : Dénombrement des coliformes fécaux des laits de chèvre des zones étudiées (UFC/ml)

2-1-4-Streptocoques fécaux

Les laits de la steppe et du littoral sont des laits acceptables. Par contre, ceux des hauts plateaux sont d'une qualité inacceptable (Tableau 52).

Tableau 52 : Dénombrement des streptocoques fécaux des laits de chèvre des zones étudiées (UFC/ml)

Littoral	Hauts plateaux	Steppe	Norme
0±0 ^b	9.10 ³ ±22.10 ³ ^a	0±0 ^b	Abs

(n = 3± l'écart type. Les lettres a et b indexées aux moyennes expriment les différences significatives des variances des laits à P< 0,05)

2-1-5-Staphylococcus aureus

Ce paramètre n'est présent que dans les laits du littoral et de la steppe, ceci pourrait incriminer l'hygiène du trayeur (Tableau 53).

Tableau 53 : Dénombrement de *Staphylococcus aureus* des laits de chèvre des zones étudiées (UFC/ml)

Littoral	Hauts plateaux	Steppe	Norme
235±360 ^a	0±0 ^c	127±176 ^b	Abs

(n = 3± l'écart type. Les lettres a, b et c indexées aux moyennes expriment les différences significatives des variances des laits à P< 0,05)

2-1-6-Clostridium sulfito-réducteur

Les spores sont absentes dans tous les laits (Tableau 54).

Tableau 54 : Dénombrement des CSR des laits de chèvre des zones étudiées (UFC/ml)

Littoral	Hauts plateaux	Steppe	Norme
0±0	0±0	0±0	50

(n = 3± l'écart type. Le test de Newman et Keuls est non significatif à P< 0,05)

2-1-7-Salmonelles

Les *salmonelles* sont absentes dans tous les laits (Tableau 55).

Tableau 55 : Recherche des *Salmonelles* dans laits de chèvre des zones étudiées (UFC/ml)

Littoral	Hauts plateaux	Steppe	Norme
0±0	0±0	0±0	Abs

(n = 3± l'écart type. Le test de Newman et Keuls est non significatif à P< 0,05)

2-1-8-Levures et moisissures

L'analyse des résultats du dénombrement de la flore fongique montre que celle-ci (levures et moisissures) est abondante dans les laits de la steppe comparativement aux laits des hauts plateaux, alors que dans les laits du littoral, cette mycoflore est quasiment absente notamment les moisissures (Figure 49). Cela peut être expliqué par le mode d'alimentation et aux pratiques d'élevage.

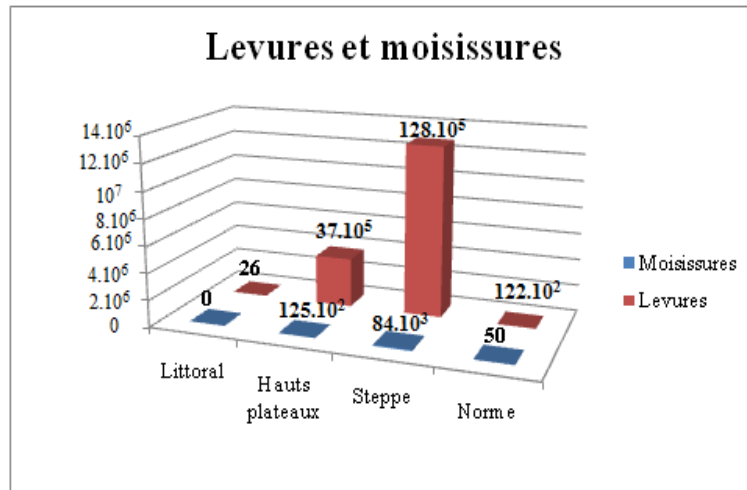


Figure 49 : Dénombrement des levures et des moisissures des laits de chèvre des zones étudiées (UFC/ml)

2-2-Etude la flore microbienne lactique

2-2-1-Flore totale

D'après les résultats, la flore totale décroît de la région du sud en allant vers le nord avec des écarts considérables, ceci pourrait être lié aux mauvaises conditions d'hygiène (Tableau 56).

Tableau 56 : Dénombrement de la flore totale des laits de chèvre des zones étudiées (UFC/ml)

Littoral	Hauts plateaux	Steppe
$38.10^4 \pm 86.10^6$ c	$23.10^6 \pm 71.10^5$ b	$51.10^7 \pm 7.10^8$ a

(n = 3 ± l'écart type. Les lettres a, b et c indexées aux moyennes expriment les différences significatives des variances des laits à P < 0,05)

2-2-2-LAB

A partir des isolats de bactéries lactiques obtenus, la comparaison de la composition du lait de chèvre des zones étudiées est présentée dans le tableau 57 et la figure 50. On constate que le lait du littoral est plus riche en LAB que les autres laits ceci pourrait revenir à l'alimentation (Badis *et al.*, 2004).

Tableau 57 : Composition du lait de chèvre des zones étudiées en bactéries lactiques

	Littoral	Hauts plateaux	Steppe
% LAB	51,67	41,88	40,13

(n = 3 ± l'écart type. Les lettres a et b indexées aux moyennes du même paramètre expriment les différences significatives des variances des laits à P < 0,05)

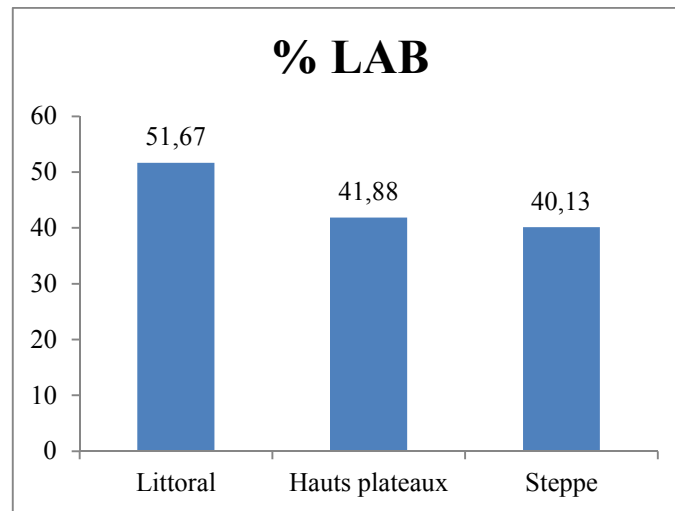


Figure 50 : Composition du lait de chèvre des zones étudiées en bactéries lactiques

2-2-3-Proportion des genres lactiques

Les *Lactococcus* se répartissent dans un ordre décroissant du nord vers le sud. Les *Enterococcus* sont plus présent dans les laits de la steppe, puis dans ceux du littoral et peu dans ceux des hauts plateaux. Les *Leuconostoc* ne sont présents que dans les laits des hauts plateaux (Figure 51).

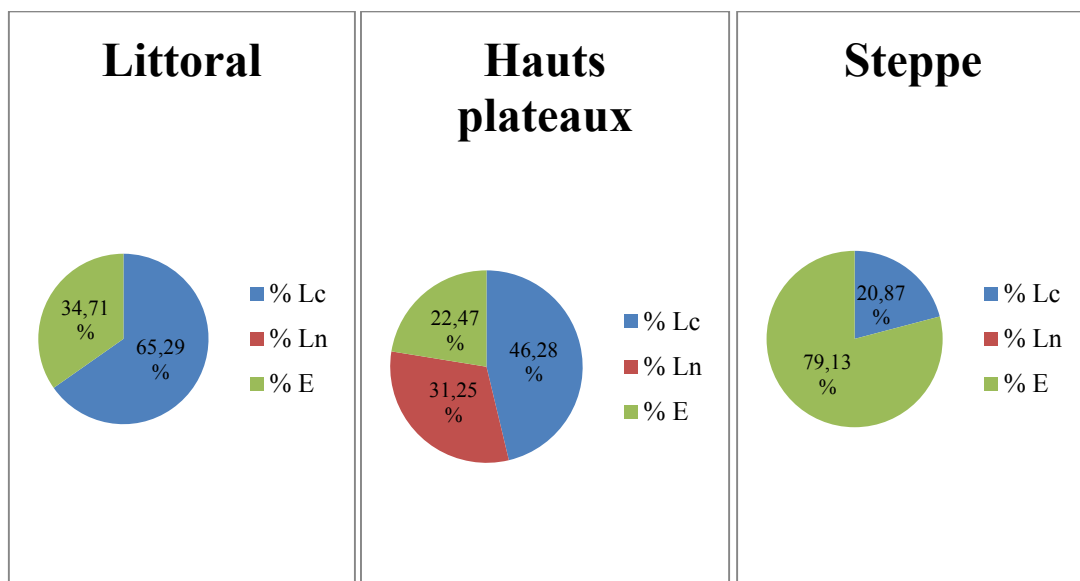


Figure 51 : Composition du lait de chèvre en genres lactiques des zones étudiées

En Kabylie, le lait de chèvre contient en major partie des *Lactobacillus* suivi des *Lactococcus* et peu de *Streptococcus* et de *Leuconostoc* (Laouabdia-Sellami *et al.*, 2007). Pour la wilaya de Djelfa, le lait de chèvre contient principalement des *Leuconostoc* et des *Lactococcus*, suivi des *Lactobacillus* avec peu de *Streptococcus* (Laouabdia-Sellami *et al.*, 2007), alors que la collection lactique des laits des régions arides est caractérisée par une dominance de

Lactococcus, suivi de *Streptococcus* et de *Leuconostoc* (Saidi *et al.*, 2002). Enfin, on déduit que les laits des hauts plateaux ressemblent à ceux du lait de la wilaya de Djelfa. Cette diversité n'a pas encore été cernée (Laouabdia-Sellami *et al.*, 2007), elle peut être due à l'effet de l'alimentation (Badis *et al.*, 2004).

Interaction des trois facteurs

1-Etude de la qualité physico-chimique des laits de chèvre

Tableau 58: Paramètres physico-chimiques des laits de chèvre corrélé à l'interaction des trois facteurs (°D, g/100ml)

	Littoral				Hauts plateaux				Steppe			
	Hiver		Printemps		Hiver		Printemps		Hiver		Printemps	
	Arabia	Murciana Granadina	Arabia	Murciana Granadina	Arabia	Murciana Granadina	Arabia	Murciana Granadina	Arabia	Murciana Granadina	Arabia	Murciana Granadina
pH	/	6,52±0,005 ^d	6,57±0,05 ^b _c	6,68±0,01 ^a	6,6±0,08 ^b	/	6,58±0,03 ^{bc}	/	6,48±0,10 ^d	6,58±0,05 ^{bc}	6,56±0,04 ^{bc}	/
°D	/	17,5±0,45 ^b	15,66±0,52 ^{bc}	14,66±0,52 ^c	22,66±3,2 ^{7a}	/	16,33±1,21 ^{bc}	/	17,66±3,14 ^b	17±0,89 ^b	17,66±0,82 ^b	/
TB	/	3,8±0,08 ^a	3,14±0,4 ^{bc}	2,85±0 ^c	3,87±0 ^a	/	3,17±1,14 ^{bc}	/	3,53±0,17 ^{abc}	3,19±0,11 ^{bc}	3,46±0 ^{ab}	/
MG	/	5,04±0,15 ^a	4,7±0 ^a	4,17±0 ^b	3,05±0,21 ^{cd}	/	2,49±1 ^e	/	3±0,33 ^{cd}	3,29±0,55 ^c	2,61±0 ^{de}	/
L	/	5,58±0,12 ^{ab}	4,59±0 ^{cd}	4,17±0 ^d	5,89±0,61 ^a	/	4,64±1,65 ^{cd}	/	4,25±0,06 ^{cd}	4,58±0,14 ^{cd}	5,05±0 ^{bc}	/
C	/	0,46±0,03 ^d	0,63±0 ^c	0,78±0 ^a	0,79±0,08 ^a	/	0,25±0 ^e	/	0,7±0,01 ^b	/	0,65±0 ^c	/

(n=6±écart type. Les lettres a, b, c, ... indexées aux moyennes expriment les différences significatives des variances des laits à P< 0,05)

2-Etude de la qualité microbiologique des laits de chèvre

Tableau 59: Paramètres de la qualité sanitaire des laits étudiés combiné à l'interaction des trois facteurs (UFC/ml)

	Littoral				Hauts plateaux				Steppe				Normes
	Hiver		Printemps		Hiver		Printemps		Hiver		Printemps		
	Arabia	Murciana Granadina	Arabia	Murciana Granadina	Arabia	Murciana Granadina	Arabia	Murciana Granadina	Arabia	Murciana Granadina	Arabia	Murciana Granadina	
FTAM	/	15.10 ² ±0	9.10 ³ ±7.10 ³	35.10 ³ ±0	18.10 ⁷ ±18.10 ⁸	/	87.10 ⁴ ±0	3.10 ⁸ ±43.10 ⁷	64.10 ⁶ ±43.10 ⁶	68.10 ⁶ ±9.10 ⁷	/	/	10 ⁵
CT	/	0±0 ^b	0±0 ^b	15.10 ² ±0 ^b	99.10 ³ ±7210 ^{4b}	/	0±0 ^b	11.10 ³ ±14.10 ³	12.10 ⁶ ±11.10 ^{6a}	65.10 ² ±2.10 ^{3b}	/	/	/
CF	/	0±0	0±0	0±0	0±0	/	0±0	0±0	32.10 ² ±33.10 ²	0±0	/	/	10 ³
SF	/	0±0	0±0	0±0	18.10 ³ ±31.10 ³	/	0±0	67±58	0±0	0±0	/	/	Abs
Sa	/	7.10 ² ±0	3±6	0±0	0±0	/	0±0	19.10 ³ ±3.10 ³	255±170	0±0	/	/	Abs
CSR, S	/	0±0	0±0	0±0	0±0	/	0±0	0±0	0±0	0±0	/	/	50/Abs
Lev	/	80±0	0±0	0±0	74.10 ⁵ ±75.10 ⁵	/	0±0	68.10 ⁵ ±10 ⁶	25.10 ⁶ ±37.10 ⁶	0±0	/	/	Abs
Moisi	/	0±0 ^b	0±0 ^b	0±0 ^b	25.10 ³ ±4.10 ^{4b}	/	0±0 ^b	0±0 ^b	17.10 ⁴ ±10 ^{4a}	0±0 ^b	/	/	10 ²

(n = 3±écart type. Les lettres a, b, c, ... indexées aux moyennes expriment les différences significatives des variances des laits à P< 0,05)

Tableau 60: Paramètres de la flore lactique des laits étudiés combinée à l'interaction des trois facteurs

	Littoral				Hauts plateaux				Steppe			
	Hiver		Printemps		Hiver		Printemps		Hiver		Printemps	
	Arabia	Murciana Granadina	Arabia	Murciana Granadina	Arabia	Murciana Granadina	Arabia	Murciana Granadina	Arabia	Murciana Granadina	Arabia	Murciana Granadina
FT	/	28.10 ⁷ ±0 ^c	47.10 ⁷ ±0 ^c	169.10 ⁵ ±0 ^c	/	/	3.10 ⁷ ±0 ^c	/	10 ⁸ ±7.10 ⁸ ^b	5.10 ⁸ ±26.10 ⁷ ^c	3.10 ¹¹ ±0 ^a	/
LAB	/	99,71±0 ^a	54,97±0 ^b	28,4±0 ^{bc}	/	/	55,37±0 ^b	/	31,88±39,11 ^{bc}	14,43±13,21 ^c	43,78±0 ^b	/
Lc	/	0±0 ^c	95,87±0 ^a	62,5±0 ^b	/	/	55,06±0 ^c	/	4,98±4,31 ^{de}	10,057±12,11 ^d	64,27±0 ^b	/
Ln	/	0±0	0±0	37,5±0	/	/	0±0	/	0±0	0±0	35,73±0	/
E	/	100±0 ^a	4,13±0 ^d	0±0 ^d	/	/	44,94±0 ^c	/	95,02±4,31 ^{ab}	89,94±12,11 ^b	0±0 ^d	/

(n=3±écart type. Les lettres a, b, c, ... indexées aux moyennes expriment les différences significatives des variances des laits à

P< 0,05)

3-Discussion générale

Les résultats ci-dessus expriment l'impact des trois facteurs réunis sur la qualité du lait de chèvre en Algérie. En plus de ces derniers, un paramètre homogène vient s'ajouter et qui est le système d'élevage. Le système d'élevage est un système extensif ; les chèvres sortent en prairies deux fois par jours à savoir en matinée et en soirée.

Les laits avaient un pH varié allant de 6,48 à 6,68 influencé en major partie par les saisons. Au contraire, l'acidité Dornic variait par rapport à la race ; généralement le lait de chèvre a une acidité basse équivalente à 12°D (Rafiq *et al.*, 2016). Quand le potentiel en H⁺ est bas ceci indique que l'échantillon étudié contient des acides issus notamment de l'alimentation. Concernant l'acidité, il est à noter que l'acidité titrable est la somme de l'acidité naturelle et l'acidité développée. L'acidité naturelle est propre à chaque lait car elle dépend de la composition en protéines en acide citrique en phosphate et en CO₂ (Amiot *et al.*, 2002) ; d'où la possibilité de sa dépendance suivant l'espèce si ce n'est également suivant la race.

La composition en protéines et en matière grasse dépendaient en major partie des saisons. Un autre effet venait s'ajouter à la composition en matière grasse se traduisant par l'effet zone. Ces deux effets remontent à la même cause ou source et qui est l'alimentation. Etant donné que l'élevage est un élevage extensif, les chèvres se contentaient de ce qui avait dans les prairies et les forêts. Généralement, il y a plus d'espaces verts en printemps qu'en hiver. En plus des saisons, les zones influençaient aussi sur la matière grasse ; cet impact est relatif essentiellement aux pratiques d'élevage. Au littoral où il y a plus de vert les chèvres en printemps comme en hiver (cas de beau temps) sortaient aux alentours. Ainsi, le temps pris pour pâturer rentre aussi comme facteur indirecte qui influe sur la qualité du lait (Keli *et al.*, 2017). Au contraire, dans les hauts plateaux et la steppe où il y a moins de vert, les chèvres sortaient en période printanière et restaient en stabulation en période hivernale. Les éleveurs se voyaient obligés de leur administrer en hiver (quand le temps n'était pas favorable) à titre complémentaire des quantités infimes d'aliments pour vaches laitières. L'alimentation complémentaire étaient sous forme de concentré (orge, avoine et maïs) ce qui expliquait la hausse de matière grasse en hiver par rapport au printemps en ces zones là. Comme il a été évoqué par Chilliard *et al.* (2014), la matière grasse du lait dépend de l'alimentation administrée. Chaque aliment ajouté pour le bétail influe sur la qualité du lait étant donné que tout ce qui est ingéré est retrouvé systématiquement dans le lait. Plusieurs travaux ont été menés sur le rapport entre l'alimentation et la composition du lait de vache ; le lait de chèvre est moins étudié. Le fort apport énergétique (amidon) induit généralement à une hausse de protéines et une baisse de MG (Mansour, 2015). Par contre pour la MG, une alimentation

riche en lipides augmente le TB et diminue le TP. Le fourrage (fibres) améliore la composition du lait (Keli *et al.*, 2017) en participant à l'élévation du TB (Mansour, 2015) car il contient de l'azote non protéique et ne contient pas d'amidon (Stoll, 2002). Généralement, l'ensilage est aussi connu pour favoriser une augmentation du TB (Elgersma *et al.*, 2004). Un exemple d'ensilage très utilisé est l'ensilage de maïs ; ce type d'ensilage stimule les fermentations butyriques, qui, induisent à la hausse de MG (Mansour, 2015).

Le lactose du lait de chèvre variait de 4,17% à 5,89%. D'après ce qu'ont montré les résultats, cette variance était relative à la race caprine. Généralement la fraction en lactose est de 4,39% (Musallam *et al.*, 2017). Cependant cette fluctuation ne peut être bien expliquée car généralement il est dit que la teneur en lactose est stable.

La fraction minérale était acceptable dans les hauts plateaux et le littoral et moindre dans la steppe. Suivant Amiot *et al.* (2002) et Kumar *et al.* (2016), la proportion en minéraux peut varier suivant l'alimentation.

Les paramètres bactériologiques étaient fortement présents en période hivernale. Comme précisé précédemment, en cette période les chèvres étaient en mode « stabulation », et, l'hygiène des étables était sans doute non acceptable. De plus, l'Arabia des zones steppiques possède de long poils ce qui accentue d'autant plus l'hygiène de l'animal. En général, les tests bactériologiques sont liés directement à l'hygiène de l'animal (mamelle, peau et poils) ainsi que l'hygiène du trayeur et de l'eau utilisée pour le lavage de l'animal en question (Paciovski *et al.*, 2015). Les saisons influençaient sur les levures et moisissures non pas par l'état des enceintes mais plutôt par la mauvaise alimentation à base de pain. Cependant, le lait de chèvre était exempt de *Clostridium* sulfito-réducteur et de *Salmonelles* ; ceci laisse à supposer que ce lait pouvait contenir des substances inhibitrices naturelles contre ces pathogènes.

La proportion en bactéries lactiques variait suivant les saisons ; les LAB étaient plus présents en printemps qu'en hiver. Ceci est dû à la contamination et à la complémentation avec du pain.

Les *Lactocoques* et *Entérocoques* étaient inversement proportionnés par rapport aux saisons. Comme indiquait à la session du contrôle bactériologique, la contamination observée en hiver par les streptocoques fécaux augmentait le taux des Entérocoques dans le lait qui était due à l'hygiène (Bonfoh, 2003).

Les *Leuconostoc* ne reflétaient aucun impact des facteurs étudiés. Les résultats obtenus pouvaient être dû à une contamination des boîtes, d'erreur de manipulation ou bien une perte des souches à force de repiquer.

Conclusion et perspectives

A travers cette recherche sur le lait de chèvre Algérien et en tenant compte de nombreux paramètres tels que la zone, la race et la saison et leur influence sur les paramètres physico-chimiques (pH, acidité, teneurs en protéines, en MG, en lactose et en cendres) et microbiologiques grâce à l'estimation quantitative et qualitative de la flore microbienne d'une manière générale et la flore lactique en particulier, nous avons ainsi pu faire ressortir les points importants suivants :

- pH : une nette influence sur les valeurs de pH de laits chèvre a été obtenue sous l'effet de la saison (printemps), la race (Murciana Granadina) et la zone (littoral et hauts plateaux)
- Acidité Dornic : les facteurs race (Arabia) et zone (hauts plateaux) ont une influence sur les valeurs obtenues d'acidité Dornic du lait de chèvre.
- Protéines : les protéines étaient modulées par les saisons (hiver plus que le printemps).
- Matière grasse : la matière grasse était modulée par les saisons (printemps plus qu'hiver) et par l'effet zone (littoral plus que les hauts plateaux et la steppe).
- Lactose : le lactose a été influencé par le facteur saison (hiver plus que printemps) et le facteur zone (Hauts plateaux plus que littoral et steppe).
- Cendres : les trois facteurs saison (hiver plus que printemps), race (Arabia plus que Murciana Granadina) et zone (hauts plateaux plus que littoral plus que steppe) ont un effet sur la teneur en cendres.
- Concernant les paramètres bactériologiques, ils ont été influencés notamment par le facteur saison (hiver plus que le printemps).
- Bactéries lactiques : le facteur saison (printemps plus qu'hiver) ainsi que le facteur zone (littoral que les hauts plateaux et la steppe) ont un effet sur la proportion des LAB.
- *Lactococcus* : leur nombre varie selon les saisons (printemps plus qu'hiver) et les zones d'étude (littoral plus que hauts plateaux et la steppe).
- *Enterococcus* : les trois facteurs étudiés (zone, race et saison) ont une influence sur la proportion des *Enterococcus*.
- *Leuconostoc* : leur nombre est modulé par les facteurs race (Arabia plus que Murciana Granadina) et la zone (hauts plateaux plus que le littoral et la steppe).
- Les tests phénotypiques se sont avérés moins fiables que le MALDI-TOF MS. Ce dernier constitue une méthode prouvant plus de fiabilité tout en économisant du temps et du financement.

A partir des résultats obtenus, il a été possible de dégager les perspectives suivantes :

- Utilisation directe du MALDI-TOF MS, ceci après isolement pour un gain de temps et l'obtention de résultats plus précis. De plus, pour une bonne étude de la dynamique bactérienne il est préférable d'utiliser la Q-PCR au lieu d'un comptage manuel.
- Réalisation d'un suivi d'élevage caprin en se concentrant surtout sur le facteur alimentation.
- Entreprendre son propre élevage en homogénéisant les pratiques d'élevage avec un bon maintien d'hygiène, une bonne conduite d'élevage (alimentation, traite...).
- Etudier les aptitudes technologiques du lait de chèvre lors de sa transformation en produits dérivés (fromage, yaourt, beurre...) grâce à sa propre flore indigène.
- Réaliser des essais à des fins de transformation en étudiant les combinaisons entre les souches performantes pour formuler un bon starter.

Références

- Abdelguerfi A (2003) Evaluation des besoins en matière de renforcement des capacités nécessaires à la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité importante pour l'agriculture. Rapport de synthèse, Tome IX. Projet ALG/97/G31 FEM/PNUD, Plan d'action et stratégie nationale sur la biodiversité, M.A.T.E, R.A.D.P.
- Adrian J (1987) Les vitamines. In : CEPIL. Le lait matière première de l'industrie laitière. CEPIL-INRA, Paris pp. 113-119.
- AgroParisTech (1996) Institut des sciences et industries du vivant et de l'environnement.
- Alais C (1984) Science du lait. Sépaic, Paris.
- Alais C, Linden G (2004) Biochimie alimentaire. 5^{ème} édition: Lavoisier, Paris 520: 162-168.
- Albenzio M, Campanozzi A, DiCöApolito M, Santillo A, Mantovani MP, Sevi A (2012) Differences in protein fraction from goat and cow milk and their role on cytokine production in children with cow's milk protein allergy. *Small Ruminant Research* 105: 202-205.
- Alférez MJM, López-Aliaga I, Nestares T, Díaz-Castro J, Barrionuevo M, Ros P B, Campos M S (2006) Dietary goat's milk improves Fe bioavailability in rats with induced ferropenic anemia in comparison with cow's milk. *International Dairy Journal* 16: 813-818.
- Al-Saiady M Y (2006) Effect of restricted feeding, breed and diet on sheep milk yield. *Journal of Applied Animal Research* 30:85-88.
- Ambrosoli R, Di-Stasio L, Mazzocco P (1988) Content of alpha S1 casein and coagulation properties in goat milk. *Journal of Dairy Science* 71 (1): 24-28.
- Amiot J, Fournier S, Lebœuf Y, Paquin P, Simpson R, Turgeon H (2002) Composition, propriétés physico-chimiques, valeur nutritive, qualité technologique et technique d'analyse du lait. In : Vignola CL Fondation de technologie laitière du Québec Inc. Science et technologie du lait, Transformation du lait. Chapitre 1, pp 1-73.
- Amroun TT, Zerrouki N (2014) Caractérisation de la composition biochimique du lait de chèvres kabyles élevées en région montagneuse en Algérie. *Rencontres Recherche Ruminants* 21: 293.
- Andiç S, Tunçturk Y, Boran G (2015) Changes in volatile compounds of cheese. In *Processing and impact on active components in food* Chapter 28 pp.231-239.

- Axelsson L (2004) Classification and physiology. In: Salminen S, Wright AV, Ouwehand A (3^eE). Lactic acid bacteria: Microbiological and functional aspects. Marcel Dekker, Inc, NewYork pp. 1-66.
- Badis A, Guetarni D, Moussa-Boudjemaa B, Henni DE, Tornadijo ME, Kihal M (2004) Identification of cultivable lactic acid bacteria isolated from Algerian raw goat's milk and evaluation of their technological properties. Food Microbiology 21: 343-349.
- Badis A, Laouabdia-Sellami N, Guetarni D, Kihal M, Ouzrout R (2005) Caractérisation phénotypique des bactéries lactiques isolées à partir de lait cru de chèvre de deux populations caprines locale "Arabia et Kabyle". Sciences & Technologie C 23: 30-37.
- Barth CA, Behnke U (1997) Nutritional significance of whey and whey components. Nahrung 41: 2-12.
- Béal C, Marin M, Fontaine E, Fonseca F, Obert JP (2008) Production et conservation des ferments lactiques et probiotiques. In : Corrieu G, Luquet FM. Bactéries lactiques, de la génétique aux ferments. Tec& Doc, Lavoisier, Paris pp. 661-765.
- Becroft DMO, Holland JT (1996) Goat's milk and megaloblastic anaemia of infancy. N. Z. Med. J. 65: 303-307.
- Bedair M, Sumner LW (2008) Current and emerging mass-spectrometry technologies for metabolomics. Trends Anal Chem 27: 238–250.
- Beijerinck MW (1912) Die durch Bakterien aus Rohrzucker erzeugten schleimigen Wandstoffe. Folia Microbiol 1: 377-408.
- Bekhouche F (2006) Bactéries lactiques du lait cru de vache et microorganismes pectinolytiques des olives noires et vertes. Thèse de doctorat. Université Mentouri de Constantine. Algérie.
- Bekhouche F, Boulahrouf A (2005) Etude quantitative et qualitative des bactéries lactiques de lait cru produit par des vaches locales appartenant à six stations d'élevage de Constantine. Sciences & Technologie C 23: 38-45.
- Boulangier A, Grosclaude F, Mahé M F (1984) Polymorphism of caprine (*Capra hircus*) alpha-s-1 and alpha-s-2 caseins, Genet. Sel. Evol. 16:157-175.
- Boumendjel M, Feknoun N, Mekideche F, Dalichaouche N, Feknous I, Touafchia L, Metlaoui N, Zenki R (2017) Caractérisation du lait de chèvre produit dans la région du nord-est

- Algérien. Essai de fabrication du fromage frais. Algerian Journal of Natural Products 5 (2) :492-506.
- Bourgeois CM, Larpent JP (1996) Microbiologie alimentaire : Aliments fermentés et fermentations alimentaires. Tec & Doc, Lavoisier, Paris, pp. 432-704.
- Boza J, Sanz-Sampelayo MR (1997) Nutritional aspect of goat milk, Ann. Acad. Cienc. Vet. Andal. Orient. 10:109-139.
- Buist G, Venema G, Kok J (1998) Autolysis of *Lactococcus lactis* influenced by proteolysis. Journal of Biotechnology, 22: 5953-5974.
- Caprigène France (1995) Organisation française d'amélioration de la production caprine.
- Cardamone L, Quiberoni A, Mercanti DJ, Fornasari ME, Reinheimer JA ,Guglielmotti DM (2011) Adventitious *Leuconostoc* strains with interesting technological properties useful for adjunct starters. Dairy Science & technology 91 (4): 457-470.
- Carr FJ, Chill D, Maida N (2002) The lactic Acid bacteria: A Literature Survey. Critical Rev. Microbiol 28 (4): 281-370.
- Cerning J (1990) Exocellular polysaccharides produced by lactic acid bacteria. FEMS Microbiol Rev 87: 113-130.
- Chandan RC, Attaie R, Sahani KM (1992) Nutritional aspects of goat's milk and its products. In: Proceedings of 5th International Conference on Goats, New Delhi, India 2 (2): 399-420.
- Chen B, Lewis MJ, Grandison AS (2014) Effect of seasonal variation on the composition and properties of raw milk destined for processing in the UK. Food Chem 158: 216-223.
- Chen H, Bao CH, Shu G, Wang CH (2016) Response surface methodology for optimizing fermentation conditions of goat yogurt with *Bifidobacterium bifidum* and *Lactobacillus casei*. Emirates J. Food Agric. 28: 547-553.
- Chilliard Y, Glasser F, Ferlay A, Bernard L, Rouel J, Doreau M (2007) Diet, rumen biohydrogenation and nutritional quality of cow and goat milk fat. Eur J Lipid Sci Tech 109: 828-855.
- Chilliard Y, Toral PG, Shingfield KJ, Rouel J, Leroux C, Bernard L (2014) Effect of diet and physiological factors on milk fat synthesis, milk fat composition and lipolysis in the goat: A short review. Small ruminant Research 122: 31-37.

REFERENCES

- Cholet O (2006) Etude de l'écosystème fromager par une approche biochimique et moléculaire. Thèse de Doctorat. Institut National Agronomique Paris-Grignon. France.
- Christensen JE, Dudley EG, Pederson JA, Steele JL (1999) Peptidases and amino acid catabolism in lactic acid bacteria. *Antonie van Leeuwenhoek* 76: 217-246.
- Claeys LW, Verraes C, Cardoen S, De Block J, Huyghebaert A, Raes K, Dewettinck K, Herman L (2014) Consumption of raw or heated milk from different species: An evaluation of the nutritional and potential health benefits. *Food Control* 42: 188-201.
- Collins M D, Samelis J, Metaxopoulos J, Wallbanks S (1993) Taxonomic studies of some *Leuconostoc* like organisms from fermented sausages: Description of a new genus *Weissella* for the *Leuconostoc paramesenteroides* group of species. *Journal of Applied Bacteriology* 75: 595-603.
- Coulibaly I (2010) Contribution à l'étude de la résistance au séchage des bactéries lactiques Dissertation originale. Thèse de doctorat. Université de Liège-Gembloux. France.
- Cozma A, Miere D, Filip L, Banc R, Stanciu O, Andrei S, Loghin F (2014) Factors Influencing the Concentration of Certain Liposoluble Components in Cow and Goat Milk: A Review. *Not Sci Biol*, 6 (3): 267-272.
- Daddaoua A, Puerta V, Requena P, Martinez-Ferez A, Guadix E, de Medina FS, Zarzuelo A, Suarez MD, Boza JJ, Martinez-Augustin O (2006) Goat milk oligosaccharides are anti-inflammatory in rats with hapten induced colitis. *J Nutr* 136: 672-676.
- De Man JC, Rogosa M, Sharpe ME (1960) A medium for the cultivation of Lactobacilli. *Journal of Applied Bacteriology* 23 (1): 130-135.
- De Vuyst L, Degeest B (1999) Heteropolysaccharides from lactic acid bacteria. *FEMS Microbiology Reviews* 23: 153-177.
- Degeest B, Vaningelgem F, De Vuyst L (2001) Microbial physiology, fermentation kinetics, and process engineering of heteropolysaccharide production by lactic acid bacteria. *International Dairy Journal* II: 747-757.
- Dellagio F, de Roissart H, Torriani S, Curk MC, Janssens D (1994) Taxonomie, métabolisme, croissance et génétique des bactéries lactiques In : De Roissard H, Luquet FM *Lorica. Bactéries lactiques. Aspects fondamentaux et technologiques. Uriage, France Vol 1 Ch.I-1* pp 25-116.

- De Roissard H (1986) Les bactéries lactiques : lait et produit laitier vache, brebis, chèvre. Ed: APRIA Vol: III.
- Deutsch SM, Falentin H, Dols-Lafargue M, Lapointe G, Roy D (2008) Capsular exopolysaccharide biosynthesis gene of *Propionibacterium freudenreichii subsp. shermanii*. International Journal of Food Microbiology 125: 252-258.
- Devriese LA, Pot B (1995) The genus *Enterococcus*. In: wood BJB, Holzapfel WH. The Genera of lactic Acid Bacteria. Blackie academic ET Professional, London pp. 327-367.
- Di TA, Bonanno A, Cecchini S, Giorgio D, Di GA, Claps S (2015) Effects of Sulla forage (Sulla coronarium L.) on the oxidative status and milk polyphenol content in goats. Journal of Dairy Science 98: 37-46.
- Dingle TC, Butler-Wu S M (2013) Maldi-tof mass spectrometry for microorganism identification. Clin Lab Med 33: 589-609.
- Dobranić V, Kazazić S, Filipović I, Mikulec N, Zdolec N (2016) Composition of raw cow's milk microbiota and identification of *Enterococci* by MALDI-TOF MS - short communication. Vet. arhiv 86 (4): 581-590.
- Dunican LK, Seeley HW (1965) Extracellular polysaccharide synthesis by members of the genus *Lactobacillus*: conditions for formation and accumulation. J Gen Microbiol 40: 297-308.
- Ednie AR, Harper JM, Bennett ES (2015) Sialic acids attached to N- and Oglucans within the Nav 1.4 D1S5-S6 linker contribute to channel gating. Biochim Biophys Acta 1850 (2): 307-317.
- EIKhéchine A, Couderc C, Flaudrops C, Raoult D, Drancourt M (2011) Matrix-assisted laser desorption/ionization time-of-flight mass spectrometry identification of mycobacteria in routine clinical practice. PLoS ONE 6 (9): e24720.
- Elgersma A, Ellen G, van der Horst H, Boer H, Dekker PR, Tamminga S (2004) Quick changes in milk fat composition from cows after transition from fresh grass to a silage diet. Anim. FdSci. Technol 117: 13-27.
- El-Tarabany MS, El-Bayoumi KM (2015) Reproductive performance of backcross Holstein x Brown Swiss and their Holstein contemporaries under subtropical environmental conditions. Theriogenology 83: 444- 448.

- Fantazi K (2004) Contribution à l'étude du polymorphisme génétique des caprins d'Algérie. Cas de la vallée de Oued Righ (Touggourt). Thèse de Magister. INA. Alger.
- Feliachi K, Kerboua M, Abdelfettah M, Ouakli K, Selhab F, Boudjakdji A, Takoucht A, Benani Z, Zemour A, Belhadj N, Rahmani M, Khecha A, Haba A, Ghenim H (2003) Rapport National sur les Ressources Génétiques Animales: Algérie. Commission nationale AnGR, ministère de l'agriculture et du développement rurale.
- Fenselau C, Demirev PA (2001) Characterisation of intact microorganisms by MALDI mass spectrometry. *Mass Spectrom. Rev* 20: 157-171.
- Ferreira MCC, Queiroga RCRE (2003) Composição química do leite de cabras puras no Curimataú paraibano durante o período de lactação. *Revista do Instituto de Laticínios Candido Tostes* 58 (330) : 21-26.
- Filipovitch DJ (1954) Etude sur les variations de la densité du lait de mélange. *Le lait* 34 (333-334): 129-132.
- Foulquié-Moreno MR, Sarantinopoulos P, TsakalidouE, De Vuyst L (2006) The role and application of *Enterococci* in food and health. *International journal of food Microbiology* 106: 1-24.
- Freiwald A, Sauer S (2009) Phylogenetic classification and identification of bacteria by mass spectrometry. *Nature Protocols* 4: 732-742.
- Garcia-Quintàns N M C, De Mendoza D, Lôpez P (1998) The Citrate Transport System of *Lactococcus lactis subsp. lactis biovar diacetylactis* Is Induced by Acid Stress. *Applied and Environmental Microbiology* 64 (3): 850-857.
- Gaucher I, Boubellouta T, Beaucher E, Piot M, Gaucheron F, Dufouret E (2008) Investigation of the effects of season, milking region, sterilisation process and storage conditions on milk and UHT milk physico-chemical characteristics: a multidimensional statistical approach. *Dairy Sci. Technol.* 88 (3): 291-312.
- Gerrit S, Bart AS, Wim JME (2005) Flavour formation by lactic acid bacteria and biochemical flavor profiling of cheese products. *FEMS Microbiol Rev* 29: 591-610.
- Goetsch AL, Zeng SS, Gipson TA (2011) Factors affecting goat milk production and quality. *Small Ruminant Research* 101: 55-63.

- Goetsch A, Detweiler G, Sahlu T, Puchala R, Dawson L (2001) Dairy goat performance with different dietary concentrate levels in late lactation. *Small Ruminant Research* 41 (2):117-125.
- Guiraud JP (1998) "Microbiologie alimentaire". Technique et ingénierie, série Agro-alimentaire. Paris, pp. 652.
- Guiraud JP, Galzy P (1980) L'analyse microbiologique dans les industries alimentaires. Editions de l'usine nouvelle. Paris, pp. 239.
- Hachelaf W, Boulchrelda M, Benbouabdellah M, Coquin P, Desjeux J F, Boudraa G, Touhami M (1993) Digestibilité des graisses du lait de chèvre chez des enfants présentant une malnutrition d'origine digestive. Comparaison avec le lait de vache, *Lait* 73:593-599.
- Haddie JM (1986) Other *Streptococci*. In: Sneath PHA, Mair NS, Sharpe ME, Holt JGW et Baltimore W. *Bergey's manual of systematic bacteriology* 1: 1070.
- Haenlein GFW (1992) Role of goat meat and milk in human nutrition. Proceedings of the Fifth International Conference on Goats, New Delhi, India Indian Council of Agricultural Research Publishers 2 (2): 575-580.
- Haenlein GFW (1996) Nutritional value of dairy products of ewes and goats milk. *International journal of animal science* 11: 395-411.
- Haenlein GFW (2004) Goat milk in human nutrition. *Small Ruminant Research* 51: 155-163.
- Harvey RJ, Collins EB (1962) Citrate transport System of *Streptococcus diacetylactis*. *Journal of Bacteriology* 83: 1005-1009.
- Hejtmánková A, Pivec V, Trnková E, Dragounová H (2012) Differences in the composition of total and whey proteins in goat and ewe milk and their changes throughout the lactation period. *Czech Journal of Animal Sciences* 57 (7): 323-331.
- Hilario MC, Puga, CD, Ocana AN, Romo FP (2010) Antioxidant activity, bioactive polyphenols in Mexican goats' milk cheeses on summer grazing. *J. Dairy Res.* 77: 20–26.
- Ho TNT, Tuan N, Deschamps A, Caubet R (2007) Isolation and identification of lactic acid bacteria (LAB) of the Nem Chua fermented meat product of Vietnam. *International Workshop on Food Safety and Processing Technology* pp.134-142.

REFERENCES

- Holzappel WH, Gerber ES (1983) *Lactobacillus* heterofermentative species producing l (+) lactate. Syst. Appl. Microbiol, 4: 522-534.
- Horneffer V, Forsmann A, Strupat K, Hillenkamp F, Kubitscheck U (2001) Localization of analyte molecules in MALDI preparations by confocal laser scanning microscopy. Anal. Chem. 73: 1016-1022.
- Hosseini S, Sergio O, Chapa M (2017) Fundamentals of MALDI-ToF-MS Analysis Applications in Bio-diagnosis, Tissue Engineering and Drug Delivery. In Springer briefs in applied sciences and technology, forensic and medical bioinformatics. Springer Edition, India pp. 1-19.
- Hughenoltz J (1993) Citrate metabolism in lactic acid bacteria. FEMS Microbiology Reviews 12: 165-178.
- Iancu R, David E, Oancea S, Tufeanu R (2011) The Influence of Extensive System on Goat Milk. Animal Science and Biotechnologies 44 (2): 417-420.
- Idamokoro EM, Muchenje V, Masika PJ (2017) Yield and Milk Composition at Different Stages of Lactation from a Small Herd of Nguni, Boer, and Non-Descript Goats Raised in an Extensive Production System. Sustainability 9 (6) : 1000.
- Itelv (2010) Département de conservation des espèces caprines en Algérie.
- Jandal JM (1996) Comparative aspects of goat and sheep milk. Small Ruminant Research 22: 177-185.
- Jaubert G (1997) Biochemical characteristics and quality of goat milk. CIHEAM, options Méditerranéennes 25: 71-74.
- Jeness R (1980) Composition and characteristics of goat milk. Journal of Dairy Science 63: 1605-1630.
- JORA (1998) Arrêté interministériel du Journal officiel de la république Algérienne N° 35 relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires.
- JORA (2005) Arrêté du Journal officiel de la république Algérienne N° 42 rendant obligatoire une méthode de recherche des *Salmonella* dans le lait et les produits laitiers.

- Joyandeh H, Abroumand A (2010) Physico-chemical, nutritional, heat treatment effects and dairy product aspects of goat and sheep milks. *Words Applied Science Journal* 11 (11): 1316-1332.
- Kamaly K et Marth EH (1989). Enzyme Activities of Lactic *Streptococci* and Their Role in Maturation of Cheese: A Review. *Journal of Dairy Science* 72(8):1945-1966.
- Karas M, Bachmann D, Hillenkamp F (1985) Influence of the wavelength in high-irradiance ultraviolet laser desorption mass spectrometry of organic molecules. *Anal Chem* 57: 2935-9.
- Keenan TW, Lindsay RC (1966) Removal of green flavour from ripened butter cultures. *J. Dairy su.* 49: 1563-1565.
- Keles G, Yildiz-Akgul, F, Kocaman, V (2017) Performance and milk composition of dairy goats as affected by the dietary level of stoned olive cake silages. *Asian Australas. J. Anim Sci* 30: 363-369.
- Keli A, Ribeiro LPS, Gipson TA, Puchala R, Tesfai K, Tsukahara Y, Sahlou T, Goetsch A L (2017) Effects of pasture access regime on performance, grazing behavior, and energy utilization by Alpine goats in early and mid-lactation. *Small Ruminant Research* 154: 58-69.
- Kempler GM, McKay LL (1979) Characterization of Plasmid Deoxyribonucleic Acid in *Streptococcus lactis subsp. diacetylactis*: Evidence for Plasmid-linked Citrate Utilization. *Applied and Environmental Microbiology* 37 (3): 316-323.
- Khaldoune A, Bellah F, Amrani M, Dejanadi F (2001) Actes de l'atelier national sur la stratégie de développement des cultures fourragères en Algérie, ITGC.
- Khalid NM, Marth EH (1990) Lactobacilli, their enzymes and role. In: Ripening and spoilage of cheese. *Rev. Dairy Sci.* 73: 158-167.
- Kittivachra R, Sanguandeeikul R, Sakulbumrungsil R, Phongphanphane P (2007) Factors affecting lactose quantity in raw milk. *Songklanakarinn J. Sci. Technol.* 29: 937-943.
- Kljajevic NV, Tomasevic IB, Miloradovic ZN, Nedeljkovic A, Miocinovic JB, Jovanovic ST (2017) Seasonal variations of Saanen goat milk composition and the impact of climatic conditions. *Journal of Food Science and Technology* 55: 299.
- Krásný L, Hynek R, Hochel I (2013) Identification of bacteria using mass spectrometry techniques *Int. J. Mass Spectrom* 353: 67 -79.

REFERENCES

- Kumar A, Augustine D, Mehta A, Dinash KR, viswam D, Philip R (2012) *Leuconostoc garlicum* : an unusual pathogen in the Era of vancomycin therapy. The Indian journal of Chest Diseases & Allied science 45: 127-130.
- Kumar H, Yadav D, Kumar N, Seth R, Kumar Goyal A (2016) Nutritional and nutraceutical properties of goat milk - A review. Indian J Dairy Sci 69 (5): 513-518.
- L'opez-Aliaga I, D'iaz-Castro J, Alf'erez M, Barrionuevo M, Campos M S A (2010) Review of the nutritional and health aspects of goat milk in cases of intestinal resection. Dairy science & technology 90 : 661.
- Labioui H, Elmoualdi L, Benzakour A, El Yachoui M, Berny EH, Ouhssine M (2009) Etude physico-chimique et microbiologique de laits crus. Bull. Soc. Pharm 148 : 7-16
- Lahrech A, Hamidi M, Choukri A, Ancer B (2018) Qualité microbiologique du lait et du fromage de chèvres Arbia: coagulation par *Cynara cardunculus*. *Livestock Research for Rural Development* 30.
- Lamontagne M, Champagne CP, Reitz-Ausseau J, Moineau S, Gardner N, Lamoureux M, Jean J, Fliss I (2002) Microbiologie du lait. Science et technologie du lait, Transformation du lait In : Vignola CL Fondation de technologie laitière du Quebec Inc. Chapitre 2 pp 75-151.
- Laouabdia-Sellami N, Badis A, Guetarni D, Ouzrout R, Kihal (2007) Caracterisation phenotypic of lactic acid bacteria from believed milk of goat of two caprine populations local Arabia and Kabyle. Journal of animal and veterinary advances 6 (12): 1474-1481.
- Laurent S, Federigui M, Jouve JL (1998) Manuel de bactériologie alimentaire. Poly technica Paris pp. 307.
- Law J, Haandrikman A (1997) Review Article: Proteolytic Enzymes of Lactic Acid Bacteria. International Dairy Journal 7: 1-11.
- Leclerc H, Gaillard FL, Simonet M (1994) Les grands groupes de bactéries. In : Microbiologie générale : la bactérie et le monde microbien. DOIN, Parispp.445.
- Lees GJ, Jago GR (1976) Acetaldehyde: an intermediate in the formation of ethanol from glucose by lactic acid bacteria. J. Dairy Res., 43: 63-73.
- Leroy F, De Vuyst L (2004) Lactic acid bacteria as functional starter cultures for the food fermentation industry. Tre.FoodSci. Technol. 15: 67-78.

- Lovecka P, Pacovska I, Stursa P, Vrchotova B, Kochankova L, Demnerova K (2015) Organochlorinated pesticide degrading microorganisms isolated from contaminated soil. *New. Biotechnol* 32:26 -31.
- Magnusson M Christiansson M M A, Svensson B (2007) *Bacillus cereus* spores during housing of dairy cows: factors affecting contamination of raw milk. *J Dairy Sci* 90: 2745-2754.
- Mahé S (1996) Valeur nutritionnelle du lait en alimentation Humaine. Colloques Inra du 7 novembre, Paris, France.
- Mamyry BA (1994) Laser assisted reflectron time-of-flight mass spectrometry. *Int J Mass Spectrom Ion Processes* 131: 1-19.
- Mansour ML (2015) Etude de l'influence des pratiques d'élevage sur la qualité du lait : effet de l'alimentation. Thèse de Doctorat. Université Ferhat Abbas Sétif 1 Algérie.
- Mara (1971) Programme de développement des élevages ruminants.
- Marilley L, Casey MG (2004) Flavours of cheese products: metabolic pathways, analytical tools and identification of producing strains. *Int J Food Microbiol* 90: 139-159.
- Martin MG, Sender PD, Peirû S, de Mendoza D, Magni C (2004) Acid-Inducible Transcription of the Operon Encoding the Citrate Lyase Complex of *Lactococcus lactis biovar diacetylactis* CRL264. *Journal of Bacteriology* 186 (17): 5649-5660.
- Martinez-Ferez A, Rudloff S, Guadix A., Henkel G A, Pohlentz G, Boza, J J, Guadix E M, Kunz C (2006) Goat's milk as a natural source of lactose-derived oligosaccharides: Isolation by membrane technology. *Int. Dairy J.* 16: 173-181.
- Mathur T, Singhal S, Khan S, Upadhyay DJ, Fatma T, Rattan A (2006) Detection of biofilm formation among the clinical isolates of *Staphylococci*: an evaluation of three different screening methods. *Indian Journal of Medical Microbiology* 24: 25-29.
- Mayeux JV, Sandine WE, Elliker PR (1962) A selective medium for detecting *Leuconostoc* in mixed-strain starter cultures. *Journal of Dairy Science* 45: 655-656.

- McCullough FSW (2004) Nutritional interest of goat's milk. Present information and future prospects. In: International Symposium on the future of the sheep and goat dairy sectors. Zaragoza, Spain, CIHEAM-IAMZ.
- McSweeney PLH, Sousa MJ (2000) Biochemical pathways for the production of flavour compounds in cheeses during ripening: A review. *Lait* 80: 293-324.
- Metchnikoff E (1908) *The prolongation of life*. G.P. Putnam's sons N.Y, 1st edition.
- Michlová T, Dragounová H, Seydlová R, Hejtmánková A (2016) The hygienic and nutritional quality of milk from Saanen goats bred in the Moravian-Silesian region. *Agronomy Research* 14 (S2): 1396–1406.
- Milewski S, Ząbek K, Antoszkiewicz Z, Tański Z, Sobczak A (2018) Impact of production season on the chemical composition and health properties of goat milk and rennet cheese. *Emirates Journal of Food and Agriculture* 30 (2): 107-114.
- Mora-Gutierrez A, Kumosinski TF, Farrell HM (1991) Quantification of α 1-casein in goat milk from French-Alpine and Anglo-Nubian breeds using reversed-phase high performance liquid chromatography. *Journal of Dairy Science* 74: 3303-3307.
- Morgnan F, Bodin J-P, Garborit P (2001) Lien entre le niveau de lipolyse du lait de chèvre et la qualité sensorielle des fromages au lait cru ou pasteurisé. *Lait* 81: 743-756.
- Mouhous A, Bouraine N, Bouaraba F (2013) L'élevage caprin en zone de montagne. Cas de la région de Tizi-Ouzou (Algérie). *Rencontres Recherches Ruminants* 20: 248.
- Moula N, Ait Kaki A, Touazi L, Farnir F, Leroy P, Antoine-Moussiaux N (2017) Goat breeding in the rural district of Chemini (Algeria). *Nature & Technologie B-Sciences Agronomiques et Biologiques* 16: 40-48.
- Mozzi F, Raya RR, Vignolo GM (2010) *Biotechnology of lactic acid bacteria: novel Applications*. Blackwell, Publishing Iowa Blackwell 13.
- Mukhekar A, Desale DJ, Narute AB (2017a) Effect of lactation order and stage of lactation on physico-chemical properties of Sangamneri goat milk. *International journal of recent scientific research* 8 (4): 16683-16686.
- Mukhekar A, Desale RJ, Potey M (2017b) Studies on physico-chemical properties of Sangamneri Goat Milk in various seasons of milking. *EPH-International Journal of Pharmaceutical, Chemical and Biological Science* 2 (1): 13-18.

- Murray PR (2012) What is new in clinical microbiology-microbial identification by MALDI-TOF mass spectrometry. *J. Mol. Diagn.* 14: 419-423.
- Musallam HM, Almozogai HM, Amkabis SS, Aoag MA, Hassan TM, Elhefian EA , Asseid FM (2017) Physicochemical Characteristics of Various Milk Samples. *Nova Journal of Medical and Biological Sciences* 6 (2): 1-3.
- Nacef M, Chevalier M, Chollet S, Drider D, Flahaut C (2016) MALDI-TOF mass spectrometry for the identification of lactic acid bacteria isolated from a French cheese: The Maroilles. *International Journal of Food Microbiology* 247: 2-8.
- Nedjraoui D (2002) Les ressources pastorales en Algérie. FAO, Rome, pp. 15.
- Neville MC, Zhang P, Allen JC (1995) Minerals, ions, and trace elements in milk. A-ionic interactions in milk. In: Jensen RG. *Handbook of milk composition*. Academic Press, San Diego pp. 577-592.
- Nunez- Sanchez N, Martinez- Marin AL, Polvillo O, Fernandez-Cabanas VM, Carrizosa J, Urrutia B, Serradilla JM (2016) Near infrared spectroscopy (NIRS) for determination of milk fat fatty acid profile of goats. *Food chem* 190: 244-252.
- Orla-Jensen S (1919) The lactic acid bacteria. *Mem. Acad. Roy. Sei. Let., Copenhagen, Sect. Sei.* 5: 81-196.
- Pacinovski N, Dimitrovska G, Kočoski L, Cilev GM , Petrovska B, Pacinovski A (2015) Nutritive advantages of goat milk and possibilities of its production in republic of Macedonia. *Macedonian Journal of Animal Science* 5 (2): 81-88.
- Park YW (1991) Relative buffering capacity of goat and cow milk, soy based infant formulas and commercial non-prescription anti acid drugs, *J. Dairy Sci.* 74: 3326–3333.
- Park YW (1994) Hypo-allergenic and therapeutic significance of goat milk. *Small Ruminant Research* 14: 151-159.
- Park YW (2006) Goat milk-chemistry and nutrition. In: Park YW, Haenlein GFW (Eds). *Handbook of Milk of Non-bovine Mammals*. Blackwell Publishing, Oxford, UK, pp. 34-58.
- Park YW, Haenlein GFW (2006) Therapeutic and hypoallergenic values of goat milk and implication of food allergy, in: Park YW, Haenlein GFW (Eds). *Handbook of Milk of Non-bovine Mammals*, Blackwell Publishing, Oxford, UK, pp. 121-135.

- Park YW, Juarez M, Ramos M, Haenlein GFW (2007) Physicochemical characteristics of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research* 68: 88-113.
- Paul AA, Southgate DAT (1978) The composition of foods. In: McCance and Widdowson's: Amsterdam: Elsevier/North-Holland.
- Pérez-Baena I, Dorantes JA, Sanchez-Quinche A, Gutiérrez A, Fernandez A, Rodriguez M, Gomez EA, Peris YC (2014) Cruzamientos Murciana-Granadina con boer Tierras Caprino 6: 64-68.
- Picon A, Garde S, Avila M, Nunez M (2016) Microbiota dynamics and lactic acid bacteria biodiversity in raw goat milk cheeses. *International Dairy Journal* 58 : 14-22.
- Picque D, Perret B, Latrille E, Corrieu G (1992) Caractérisation et classification des bactéries lactiques à partir de la mesure de leur cinétique d'acidification. *Lebensmittel Wissenschaft and Technology* 25: 181-186.
- Pilet M F, Magras C, Federighi M (2005) Bactéries lactique. In: Federighi M (2^{ème} Ed). *Bactériologie alimentaire*. Economica. 219-240. *Polysis. Agric.biol. chem.* 9 (11): 2115-2122.
- Poulsen NA, Rybicka I, Poulsen HD, Larsen LB, Andersen KK, Larsen MK (2015) Seasonal variation in content of riboflavin and major minerals in bulk milk from three Danish dairies. *Int Dairy J* 42: 6-11.
- Prasad H, Tewari HA, Senga OPS (2005) Milk yield and composition of the beetal breed and their crosses with Jamunapari, Barbari and Black Bengal breeds of goat. *Small Ruminant Research* 58: 195-199.
- Pritchard GG, Coolbear T (1993) The physiology and biochemistry of the proteolytic system in lactic acid bacteria. *FEMS Microbiol Rev* 12: 179-206.
- Rafiq S, Huma N, Pasha I, Sameen A, Mukhtar O, Khan M I (2016) Chemical Composition, Nitrogen Fractions and Amino Acids Profile of Milk from Different Animal Species. *Asian Australas. J. Anim. Sci.* 29 (7): 1022-1028.
- Raynal-Ljutovac K, Lagriffoul G, Paccard P, Guillet I, Chilliard Y (2008) Composition of goat and sheep milk products: an update. *Small Ruminant Research* 79: 57-72.

REFERENCES

- Remeuf F (1992) Physico-chemical properties of goat milk in relation to processing characteristics. In: Proceedings of the National Symposium on Dairy Goat Production and Marketing. Oklahoma City, pp. 98-110.
- Roberfroid M (2001) Prebiotics: preferential substrates for specific germs. *American Journal of Clinical Nutrition* 73 (suppl): 406S-409S.
- Sahraoui H, Madani T, Kermouche K (2016) Le développement d'une filière lait caprin en régions de montagne: un atout pour un développement régional durable en Algérie. *Options Méditerranéennes*, A, no. 115-CIHEAM The value chain in Mediterranean sheep and goats. Industry organisation, marketing strategies, feeding and production systems.
- Saidi, Guessas B, Bensalah F, Badis A, Hadadji M, Henni D E, Prevost H, Kihal M (2002) Caractérisation des bactéries lactiques isolées du lait cru de chèvre des régions arides d'Algérie. *Journal Algérien des Régions Arides* 1: 1-10.
- Sandrin TR, Goldstein JE, Schumaker S (2013) MALDI TOF MS profiling of bacteria at the strains level: a review. *Mass Spectrom. Rev.* 32: 188-217.
- Santos IC, Hildenbrand ZL, Schug K A (2016) Applications of MALDI-TOF MS in environmental microbiology. *The Royal Society of Chemistry* 141: 2827-2837.
- Savijokie K, Ingmer H, Varmanen P (2006) Proteolytic systems of lactic acid bacteria. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 71: 394-406.
- Schleifer KH (1987) Recent changes in the taxonomy of lactic acid bacteria. *FEMS Microbiol. Letters.* 46: 201-203.
- Schubert S, Kostrzewa M (2017) MALDI-TOF MS in the Microbiology Laboratory: Current Trends. *Current issues in molecular biology* 23: 1720.
- Schwarz G, Thomas A (2017) MALDI-TOF MS rapid identification for food microbiology. Guide from the product management of BIOTECON Diagnostics MALDI-TOF identification service.
- Selvaggi M, Laudadio V, Dario C, Tufarelli V (2014). Investigating the genetic polymorphism of sheep milk proteins: A useful tool for dairy production. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 94 (15).

REFERENCES

- Shankar T, Vijayabaskar P, Sivasankara NS, Sivakumar T (2014) Screening Of Exopolysaccharide Producing Bacterium *Frateriuria Aurentia* From Elephant Dung. *App. Sci. Report.* 1: 105-109.
- Sharpe ME (1979) Identification of the lactic acid bacteria. In: Skinner FA, Lovelock DW (Eds). *Identification Methods for Microbiologists*, Academic Press, London, pp. 233-259.
- Sherman JM (1937) The *Streptococci*. *Bact Rev* 1: 3-97.
- Siefarth C, Buettner A (2014) The aroma of goat milk: seasonal effects and changes through heat treatment. *J Agric Food Chem* 62: 11805–11817.
- Siegumfeldt H, Rechinger KB, Jakobsen M (2000) Dynamic changes of intracellular pH in individual lactic acid bacterium cells in response to a rapid drop in extracellular pH. *Appl Environ Microbiol* 66: 2330-2335.
- Silanikove, Leitnet G, Merin U, Prosser C (2010) Recent advances in exploiting goat's milk: Quality, safety and production aspects. *Small Ruminant Research* 89: 110-124.
- Singhal N, Kumar M, Kanaujia PK, Viridi JS (2015) MALDI-TOF mass spectrometry: an emerging technology for microbial identification and diagnosis. *Frontiers in Microbiology* 6: 1-16.
- Soro-Yao A A, Schumann P, Thonart P, Djè K F, Pukall R (2014) The Use of MALDI-TOF Mass Spectrometry, Ribotyping and Phenotypic Tests to Identify Lactic Acid Bacteria from Fermented Cereal Foods in Abidjan (Côte d'Ivoire). *The Open Microbiology Journal* 8: 7-86.
- Stiles ME, Holzapfel WH (1997) Lactic acid bacteria of foods and their current taxonomy. *Int.J. Food Microbiol.*36: Acidification improves cryotolerance of *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus*. *CFILJ Biotechnol.* 128: 659-667.
- Stoll W (2002) Alimentation de la vache laitière et composition du lait. *Station fédérale de recherche en production animale* 9 (15) :19.
- Swindell SR, Benson KH, Griffin HG, Renault P, Erlich SD, Gasson MJ (1996) Genetic manipulation of the pathway for diacetyl metabolism in *Lactococcus lactis*. *Applied and Environmental Microbiology* 62: 2641-2643.

Stoll W (2002) Alimentation de la vache laitière et composition du lait. Station fédérale de recherche en production animale 9 (15) :19.

Talon R, Montel MC (1994) Activités estérases et lipolytiques des bactéries lactiques. In : de Roissard H, Luquet FM Lorica (Ed). Bactéries lactiques. Aspects fondamentaux et technologiques. Uriage, France. Vol 1 Chapitre I10 pp. 349-352.

Tamime AY (2002) Microbiology of starter cultures. In: Robinson RK (3^eEd). Dairy microbiology handbook. John Wiley and Sons, Inc., New York, pp. 261-366.

Tefiel H, Ata N, Chahbar M, Benyarou M, Fantazi K, Yilmaz O, Cemal I, Karaca O, Boudouma D, Bechir S, Gaouar S (2018) Genetic characterization of four Algerian goat breeds assessed by microsatellite markers. Small Ruminant Research 160: 65-71.

Terzaghi, B E, Sandine W E (1975) Improved medium for lactic Streptococci and their bacteriophages. Appl. Microbiol 29: 807-813.

Terzic-Vidojevic A, Tolinacki M, Nikolic M, Veljovic K, Jovanovic S, Macej O, Topisirovic L (2013) Artisanal Vlasina Raw Goat's Milk Cheese: Evaluation and Selection of Autochthonous Lactic Acid Bacteria as Starter Cultures. Lactic Acid Bacteria from Vlasina Cheese. Food Technology and Biotechnology 51 (4): 554-563.

Teuber M, Geis A, Neve H (1992) The Genus *Lactococcus* In: THG Balows A, Dworkin M, Harder W, Schleifer H (Ed). The prokaryotes, a handbook on Habitats, Isolation, and Identification of Bacteria. New York, Springer-Verlag, Vol II pp 1482-1501.

Thapa N, Pal J, Tamang JP (2006) Phenotypic identification and technological properties of lactic acid bacteria isolated from traditionally fish products of the eastern Himalayas. International J Food Microbiol, 107 (1): 8-33.

Thirabunyanon M, Boonprasom P, Niamsup P (2009) Probiotic potential of lactic acid bacteria isolated from fermented dairy milks on antiproliferation of colon cancer cells. Biotechnol. Lett., 31: 571-576.

Thompson J, Gentry-Weeks CR (1994) Métabolisme des sucres par les bactéries lactiques In : de Roissard H, Luquet FM Lorica (Ed). Bactéries lactiques. Aspects fondamentaux et technologiques. Uriage, France, Vol 1 Chapitre I6 pp. 239-290.

Todaro M, Scatassa ML, Giaccone P (2005) Multivariate factor analysis of Girgentana goat milk composition. ITAL.J.ANIM.SCI. 4: 403-410.

- Trujillo AJ, Guamis B, Carretero C (1997) The major protein of goat milk, *Alimentaria* pp. 19-28.
- Van Deest B W, Fordtran J S, Morawski SG, Wilson J D (1968) Bile salt and micellar fat concentration in proximal small bowel contents of ileectomy patients, *J. Clin. Invest.* 47: 1314-1324.
- Van Hylckama V J, Hugenholtz J (2007) Mining natural diversity of lactic acid bacteria for flavour and health benefits. *International Dairy Journal* 17 (11): 1290-1297.
- Vandamme P, Vancanneyt M, van Belkum A, Segers P, Quint WG, Kersters K et al (1996) Polyphasic analysis of strains of the genus *Capnocytophaga* and Centers for Disease Control group DF-3. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 46: 782-791.
- Verroken A, Janssens M, Berhin C, Bogaerts P, Huang TD, Wauters G et al (2010) Evaluation of matrix-assisted laser desorption ionization–time of flight mass spectrometry for identification of *Nocardia* species. *J. Clin. Microbiol.* 48: 4015-4021.
- Voges O, Proskauer B (1898) *Z.f. Hyg* 28: 20-22.
- Vuilleumard JC (1986) *Microbiologie des aliments. Evolution de l'activité protéolytique des bactéries lactiques.* Tec & Doc, Lavoisier 3: 1-65.
- Wang ZP, Russon L, Li L, Roser DC, Long SR (1998) Investigation of Spectral Reproducibility in Direct Analysis of Bacteria Proteins by Matrix-Assisted Laser Desorption/Ionization Time-of-Flight Mass Spectrometry. *Rapid Commun. Mass Spectrom* 12, 456–464.
- Wiley W, McLaren IH (1955) Time-of-flight mass spectrometer with improved resolution. *Rev Sci Instrum* 26: 1150-7.
- Williams A G, Noble J, Banks J M (2001) Catabolism of amino acids by lactic acid bacteria isolated from Cheddar cheese. *Int. Dairy J.* 11: 203-215.
- Wu KJ, Odom RW (1998) Peer reviewed: characterizing synthetic polymers by MALDI MS. *Anal Chem* 70: 456A–61A.
- Yangilar F (2013) As a potentially functional food: goats' milk and products. *J Food Nutr Res* 1 (4): 68-81.
- Yates JR III (1998) Mass spectrometry and the age of the proteome. *J. Mass Spectrom* 33: 1-19.

REFERENCES

- Yvon M, Rijnen L (2001) Cheese flavour formation by amino acid catabolism. *International Dairy Journal* 11: 185-201.
- Zahir NNM, Zulkifli NF, Hamid NA, Shamaan NA, Wirda A, Asnawi A, Yahrina Rahim N, Rahman TSA, Aripin KNN (2017) A Systematic Review on the Beneficial Effects of Goat Milk on Iron Deficiency Anaemia. *Adv. Sci. Lett.* 23 (5): 1936-6612
- Zeller B (2005) *Le fromage de chèvre : Spécificités technologiques et économiques*, thèse de Doctorat. Université Paul-sabatier de Toulouse. France.
- Zeng et al (2008) Current status of composition and somatic cell count in milk of goats enrolled in dairy herd improvement program in US. *New research on livestock science and dairy farming*. Nova science publishers, INC. Hauppauge, NY, US pp. 129-144.
- Ziebuhr W, Lobner I, Krimmer V, Hacker J (2001) Methods to detect and analyse phenotypic variation in biofilm-forming. *Methods in Enzymology* 336: 195-203.

Annexes

Annexe 1 : Questionnaire

ELEVAGES CAPRINS

Zone (ville) : Saison : Date :

Climat :

Région (type) :

Ferme :

Adresse :

N° du propriétaire :

N° de l'employeur (gérant, ouvrier) :

Etendue : Hectares

Bâtiments : Quel type d'étables avez-vous ?

Combien d'étables avez-vous ?

Personnels : Effectif du personnel qualifié :

Effectif du personnel non qualifié :

Vétérinaire :

N° de téléphone :

Fréquence de passage :

Son avis :

Bétaïls : Votre élevage est-il ? Intensif Extensif Semi-intensif

Quel est le type d'élevage ? Mixte Individuel

Effectif du bétail : Têtes

Quelles sont les races caprines existantes et leurs effectifs?

Quel est l'effectif des caprins par strates de descendance et par races :

Boucs :

Chèvres :

Chevreaux :

Chevrette:

Quel est l'effectif des chèvres par âge et par races :

Nouveau née :

1 mois :

2 mois :

6mois (Thenaiiya):

8 mois :

12 mois (Rebaiiya):

18 mois (Soudassiya):

24 mois (Themaniya):

30 mois :

36 mois :

42 mois :

Quel est l'effectif des chèvres en lactation :

Respectez-vous les conduites de reproduction des chèvres? Oui Non. Citer les:

Période de reproduction :

Première saillie :

Gestation (période, durée):

Tarissement :

Période de mise-bas :

Première mise-bas :

Première lactation (traite, tétée):

Intervalle entre deux mise-bas :

Sevrage :

Puberté :

Y a-t'il une cohabitation des boucs avec les chèvres ? Oui Non

Reproduction : Entre même race Entre différentes races ?

Il eut des épidémies auparavant? Oui Non

Il eut des chèvres malades ? Oui Non. Quel type de maladie ?

Des antibiotiques leurs sont administrées ? Oui Non. Durée ?

L'alimentation est-elle contrôlée ? Oui Non

De quel type est l'alimentation administrée ? Fourrage, Concentré, Pâturage

Si pâturage, précisez la végétation si possible :

Si contrôlée, précisez le type d'aliment et la quantité administrée :

Suivant les saisons ?

Quelle la production laitière/j du bétail :

Quelle est la production journalière/animal :

Quelle est la production journalière/ race :

Quelle est la destination de ce lait ? Autoconsommation Vente

Sous quelle forme est-il commercialisé ? Lait ou ses dérivés ?

À combien remonte le coût de ce lait ?

Peut-il être vendu en petites fractions ? Oui Non, Combien ?

Traite : Quel est le type de traite utilisée ? Manuelle Mécanique

Fréquence de traite : Matin Après-midi

Heure de traite :

Mélangez-vous les deux traites ? Oui Non

Mélangez-vous les deux laits des différentes traites ? Oui Non

Mélangez-vous les laits des différentes races ? Oui Non

Quels sont les ustensiles utilisés ?

Le premier écoulement est-il éliminé ? Oui Non

Une filtration est programmée ? Oui Non

Ya t-il une litière au moment de la traite ? Oui Non

Hygiène et manutention : Etable :


Litière au moment de la traite :

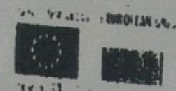
Animale, lavage à l'eau savonneuse et javel, essuyage de la mamelle et du pis ? Oui Non. Qualité :

Agent de la traite, charlotte avec un tablier et des mains propres ? Oui Non. Qualité :

Ustensiles :

Annexe 2 : Certificat du lactoscan


Center for Testing and European Certification


CENTER FOR TESTING AND EUROPEAN CERTIFICATION
23 Patriarh Evtimii blvd., Stara Zagora, Bulgaria
tel. 00 359 42/ 620368; fax 00 359 42/602 377
e-mail: ctec-sz.com, www.ctec-sz.com

CERTIFICATE

№ 09-000 - (2-09-804) - 013

"CTEC" Ltd. verifies that

Product **ULTRASONIC PORTABLE MILKANALYSER „Lactoscan S”**
type representative of Lactoscan SL; Lactoscan SA; Lactoscan LA;
Lactoscan MCC
power supply 12 V DC; rated power 50 W;
switching adapter: Input: 100–240 V~; 1,6 A MAX; 50-60 Hz;
output: 12 V DC; 5,42 A; 65 W MAX

Applicant **MILKOTRONIC Ltd, Bulgaria**
167 Tsar Simeon Veliki blvd A 25, Stara Zagora 6009
tel: +359 42 68 04 70


Manufacturer **MILKOTRONIC Ltd, Bulgaria**
4 Narodni Buditeli str., Nova Zagora 8900
tel: +359 457 6 70 83

Comply with the requirements of: **BDS EN 61010-1:2004** Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use
Part 1: General requirements
BDS EN 61010-2-081:2003+A1:2004 Safety requirements for electrical equipment for measurement, control and laboratory use
Part 2-081: Particular requirements for automatic and semi-automatic laboratory equipment for analysis and other purposes
EMC EN 61326-1:2006 Electrical equipment for measurement, control and laboratory use - EMC requirements
Part 1: General requirements

Certificate has been issued on the base of test reports:
Tests reports:
№ 2e-09-804/28.08.2009
№ 540/17.11.2009

Date of Issuing: 2009-11-20
Stara Zagora

Manager CTEC Ltd.
/dip: eng. Bragovesta Shindova/



Annexe 3 : Composition des milieux de culture

Eau physiologique. Pour 1l :

- 8,5g de chlorure de sodium
- 1g de peptone

PCA à pH 7. Pour 1l :

- 5g de tryptone
- 2,5g d'extrait de levure
- 1g de glucose
- 15g d'agar

Désoxycholate à 0,1% à pH 7,3. Pour 1l:

- 10g de peptone pepsique de viande
- 10g de lactose
- 1g de désoxycholate de sodium
- 5g de chlorure de sodium
- 2g de phosphate dipotassique
- 1g de citrate ferrique ammoniacal
- 1g de citrate de sodium
- 0,03g de rouge neutre
- 15g d'agar agar bactériologique

BEA à pH 7,1. Pour 1l :

- 17g de tryptone
- 3g de peptone pepsique de viande
- 5g d'extrait autolytique de levure
- 10g de bile de bœuf bactériologique
- 5g de chlorure de sodium
- 1g d'esculine
- 0,5g de citrate ferrique ammoniacal
- 0,15g d'azide de sodium

- 13g d'agar agar bactériologique

CHAPMAN au mannitol à pH 7,4. Pour 1l :

-5g de tryptone

-5g de peptone pepsique de viande

-1g d'extrait de viande

-10 g de mannitol

-75g de chlorure de sodium

-25mg de rouge de phénol

-15g d'agar agar bactériologique

Viande-foie à pH 7,6. Pour 1l :

-30g de peptone viande-foie

-2g de glucose

-2g d'amidon soluble

-2,5g de sulfite de sodium

-0,5g de citrate de fer ammoniacal

-11g d'agar agar bactériologique

Bouillon au Sélénite-Cystine à pH 7. Pour 1l :

-5g de tryptone

-4g de lactose

-4g de sélénite acide de sodium

-10g de phosphate disodique

-0,01g de L-cystine

MacCONKEY à pH 7,1. Pour 1l :

-17g de peptone pancréatique de gélatine

-1,5g de tryptone

-1,5g de peptone pepsique de viande

-10g de lactose

-1,5g de sels biliaires

-5g de chlorure de sodium

- 30mg de rouge neutre
- 1mg de cristal violet
- 13,5g d'agar agar bactériologique

OGA à pH 6,6. Pour 1l :

- 5g d'extrait autolytique de levure
- 20g de glucose
- 0,1g d'Oxytétracycline
- 15g d'agar agar bactériologique

MRS bouillon à pH 6,5. Pour 1l :

- 10g de peptone
- 10g d'extrait de viande
- 5g d'extrait de levure
- 20g de glucose
- 1ml de Tween 80
- 2g de phosphate dipotassique
- 5g d'acétate de sodium
- 2g de citrate d'ammonium
- 0,2g de sulfate de magnésium, 7H₂O
- 0,5g de sulfate de manganèse, 4H₂O

MRS gélose à pH 5,7. Pour 1l :

- 10g de peptone
- 10g d'extrait de viande
- 5g d'extrait de levure
- 20g de glucose
- 1ml de Tween 80
- 2g de phosphate dipotassique
- 5g d'acétate de sodium
- 2g de citrate d'ammonium
- 0,2g de sulfate de magnésium, 7H₂O

-0,5g de sulfate de manganèse, 4H₂O

-15g d'agar

M17 gélose à pH 7,1 à 1,5% de lactose. Pour 1l :

-2,5g d'extrait de levure

-5g d'extrait de viande

-5g de tryptone

-2,5g de peptone papainique de soja

-5g de peptone pepsique de viande

-0,5 d'acide ascorbique

-20g de lactose

-19g de glycérophosphate de sodium

-0,25g de MgSO₄

-15g d'agar

MSE gélose à pH 6,9. Pour 1l :

10g de tryptone

-2,5g de gélatine

-5g d'extrait de levure

-100g de saccharose

-5g de glucose

-75g de citrate de sodium

-0,075g d'azide de sodium

-15g d'agar

Violet de gentiane. Pour 1l :

-1g de violet de gentiane

-100ml d'éthanol à 95%

-2 g de phénol cristallisé

Fuscine. Pour 1l :

-1g de fuscine

-100ml d'éthanol à 95%

Bouillon nitraté à pH 7. Pour 1l :

- 3g d'extrait de viande
- 5g de peptone
- 1g de nitrate de potassium (KNO_3)

Naylor et Sharp bouillon hypersalé à pH 7,2. Pour 1l :

- 5g d'extrait de viande
- 5g de glucose
- 15g de peptone
- 65g d' NaCl

PCA-lait gélose à pH 7,2. Pour 1l :

- 5g de tryptone
- 2,5g d'extrait de levure
- 1g de glucose
- 1g de poudre de lait écrémée (0%)
- 15g d'agar

PCA-lait pour la protéolyse (1%, 2%, 5% et 10%) gélose à pH 7,2. Pour 1l :

- 5g de tryptone
- 20g de lactose
- 10g, 20g, 50g et 100g de poudre de lait écrémée (0%)
- 15g d'agar

Gélose aux triglycérides (pH 6,5, Stérilisation à 110°C pendant 5min). Pour 1l :

- 5g de peptone
- 3g d'extrait de levure
- 10ml de triglycérides
- 15g d'agar

Gélose BHI à pH 7,4. Pour 1l :

- 14,5g digestat pancréatique de gélatine
- 6g de cœur cérébral de bœuf, aliments solides pour infusion
- 6g de digestat peptique de tissu animal

-5g de NaCl

-2,5g de Na₂HPO₄

-3g de glucose

-13g d'agar agar

Valorisation de la thèse

Cette étude a été valorisée à travers la participation à plusieurs manifestations qu'elles soient écrites ou orales :

Publication :

- ❖ Nawal Benkrizi, Abdelkader Homrani, Ahmed Bekada, Naima Meghoufel, Djilali Benbouziane, Fatima Zohra Adli. MALDI-TOF analysis of seasonal dynamics of Lactic Acid Bacteria from Algerian Goat Milk suggests predominance of *Enterococcus* Genus. South Asian J Exp Biol Vol 7 Issue 4 Page 173-180.

Communications :

- ❖ Benkrizi Nawal, Homrani Abdelkader, Bekada Ahmed, Meghoufel Naima, Dahou Amine, Benkrizi Sidi Mohammed Fodil, Guenaoui N, Otsmane-Elhaou Zahia, Benhoucine Fatima Zohra, Selma Soumia. Etude Qualitative des Laites Locaux à des fins d'Amélioration de la Production Laitière : Cas du Lait de Chèvre de la Wilaya de Msila. Communication affichée au séminaire national sur 'l'avenir de l'agriculture et la transformation des produits agricoles en Algérie' tenu le 30 Avril 2017 à Tlemcen.
- ❖ Benkrizi Nawal, Homrani Abdelkader, Bekada Ahmed Mohamed Ali. ETUDE DES RESSOURCES BIOLOGIQUES LOCALES « CAS DU LAIT DE CHEVRE ». Communication affichée à la 7^{ème} journée scientifique de la faculté des sciences de la nature et de la vie, tenue le 26 et 27 Avril 2017 à Mostaganem.
- ❖ Benkrizi Nawal, Homrani Abdelkader, Bekada Ahmed Mohamed Ali. INVENTAIRE ET DISPERSION DES CHEPTELS A MOSTAGANEM « CAS D'UN ECOSYSTEME CAPRIN LAITIER ». Communication orale à la 7^{ème} journée scientifique de la faculté des sciences de la nature et de la vie, tenue le 26 et 27 Avril 2017 à Mostaganem.

MALDI-TOF analysis of seasonal dynamics of Lactic Acid Bacteria from Algerian Goat Milk suggests predominance of *Enterococcus* Genus

Nawal Benkrizi, Abdelkader Homrani, Ahmed Bekada, Naima Meghoufel, Djilali Benbouziane, Fatima Zohra Adli

Abstract

The goat milk is considered as nutraceutical due to its several beneficial compounds that increase its value. The purpose of this study was to investigate the variation of the goat milk's lactic profile during winter and spring (2015). Several tests were realised. First, the isolation of the lactic acid bacteria contained in goat milk was realised by three specific media: the MRS, the M17, and the MSE. Second, a screening by the study of the proteolysis at two different concentration of casein (2%, 5%) and the study of aroma production were made to highlight performing isolates. These performing isolates were identified by using a precision spectrometry method which is called the Matrix Assisted Laser Desorption Ionisation Time-of-flight (MALDI-TOF). The identification with mass spectrometry «MALDI-TOF» technique revealed that those seasons had a more quantitative effect than a qualitative one. As a result, an average of 48% of lactic acid bacteria was identified for both seasons with a decrease of 6% observed in winter. In addition, it was revealed that *Enterococcus* was the most dominant genus in the Algerian goat milk. Therefore, lactic strains of this milk were proved to be technologically competent in terms of proteolysis and aroma production.

Keywords: Algerian goat milk, seasonal dynamics, lactic acid bacteria, MALDI-TOF, predominance, *Enterococcus* genus

How to cite item

BENKRIZI, N., HOMRANI, A., BEKADA, A., MEGHOUFEL, N., BENBOUZIANE, D., ADLI, F.. MALDI-TOF analysis of seasonal dynamics of Lactic Acid Bacteria from Algerian Goat Milk suggests predominance of *Enterococcus* Genus. **South Asian Journal of Experimental Biology**, UAE, 7, may. 2018. Available at: <http://sajeb.org/index.php/sajeb/article/view/20433>.