

*République Algérienne Démocratique et Populaire*

*Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique*

**Université A. MIRA – Bejaia**

**Faculté : Sciences de la Nature et de la Vie**

**Département de Microbiologie**

**Spécialité : Microbiologie Appliquée**



Réf :.....

Mémoire De Fin De Cycle

En Vue De L'obtention Du Diplôme

**MASTER**

***Thème***

**Mise au point d'un lait fermenté synbiotique**

***(Lactobacillus paracasei et figues sèches)***

Présenté par M<sup>elles</sup>

**HIDJA Souad et LAHBIB Lina**

Soutenu le : 21 Juin 2018

**Devant le jury composé de :**

Mr BENSAID KARIM

MAA

Président

M<sup>elle</sup> BENDALI FARIDA

Professeur

Encadreur

Mr BENDJEDDOU KAMEL

MCB

Examineur

**Année universitaire : 2017/2018**

# Dédicaces

*Je dédie ce travail particulièrement*

*à mes chers parents, qui ont consacré leur existence à bâtir la mienne, pour leur soutien, patience et soucis de tendresse et d'affection pour tout ce qu'ils ont fait pour que je puisse aller aussi loin.*

*A mon père qui a cru en moi,*

*qui est toujours disponible pour nous, prêt à nous aider. Je lui confirme mon profond respect, ce travail et le fruit de tes sacrifices.*

*A ma très chère mère affable, honorable, aimable,*

*la source de tendresse, de patience inépuisable. Qu'elle trouve ici, l'expression de mon amour et de mon affection.*

*A mes deux oncles et leurs petites familles qui me sont très chers.*

*A ma tante Gania aussi généreuse qu'elle soit qui présente le symbole de la bonté et du courage par excellence.*

*A mon cher et adorable frère Youva que j'aime beaucoup et qui m'a toujours encouragé durant toutes mes études.*

*A toute ma grande famille et mes adorables amies et toutes les personnes qui me sont très chères*

*A ma binome et amie Souad ainsi que toute sa famille*

*Mes enseignants*

*qui m'ont accompagné tout au long de mon cursus d'études, qui devraient voir dans ce travail la fierté d'un savoir bien acquis.*

*A toute la promotion Microbiologie Appliquée 2017/2018*

# Dédicaces

*Je dédie ce travail particulièrement*

*A mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, que Dieu te garde dans son vaste paradis, à toi mon papa.*

*A ma très chère mère affable, honorable, aimable, la source de la tendresse de patience inépuisable, qui a toujours peiné pour me créer les conditions nécessaires pour bien réussir dans mes études.*

*A mes grands-parents et mes oncles surtout DADA Amar*

*A mes chères sœurs :Hadjila, Naima et surtout ma Sassa que j'aime beaucoup, pour leurs encouragements permanents et leur soutien moral*  
*A mes chers frères : Azeddine, Salim, Nabil et à mon cher frère Toufik et sa femme.*

*A tout mes amis en particulier :*

*Hanane, Alim, Soussou, Wili, Nadjjet, Mouna et Amel.*

*A ma binome et amie Lina ainsi que toute sa famille.*

*A mes enseignants qui m'ont accompagné tout au long de mon cursus d'études, qui devraient voir dans ce travail la fierté d'un savoir bien acquis.*

*A toute la promotion Microbiologie Appliquée 2017/2018.*

SOUAD

# Remerciements

*Un mémoire, tant nominatif soit-il, est un travail de réflexion collective, donc au terme de ce travail, il nous est à la fois un plaisir et un devoir de remercier sincèrement toutes les personnes qui ont participé à sa réalisation.*

*Avant tout, nous remercions Le BON DIEU le tout puissant de nous avoir donné le courage, la volonté et la patience pour achever ce travail.*

*Notre vif remerciement et notre profonde gratitude s'adressent à notre enseignante et promotrice Melle Bendali F. qui a accepté de nous encadrer, on la remercie infiniment pour sa grande patience, ses encouragements, son aide et ses conseils judicieux, durant la réalisation du présent travail.*

*Nous remercions les membres de jury, le président Mr. Bensaid K, et l'examineur Mr Bendjeddou K, d'avoir accepté d'évaluer ce travail, leurs remarques et suggestions ne feront que rehausser la qualité de cette étude et de ce manuscrit.*

*Nous remercions nos familles pour leurs aides durant nos études et leurs soutiens.*

*Enfin, on adresse nos plus sincères remerciements à tous les proches,*

*Et à tous nos amis avec lesquels on a travaillé*

*Toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

*Merci à tous*



# *Sommaire*

# Sommaire

<b>Introduction .....</b>	<b>1</b>
---------------------------	----------

## Synthèse bibliographique

<b>I.Lait fermenté .....</b>	<b>3</b>
I.1. Définition .....	3
I.2. Principaux laits fermentés en Algérie .....	3
<b>II. Lait fermenté synbiotique .....</b>	<b>4</b>
II.1. Probiotiques .....	5
II.2. Prébiotiques .....	6
<b>III. Figue sèche.....</b>	<b>8</b>
III. 1. Définition.....	8
III. 2. Composition et qualité nutritive .....	8
III.3- Flore microbienne originelle.....	9
III. 4. Effet prébiotique .....	10

## Matériels et méthodes

<b>I. Analyse du lait cru .....</b>	<b>12</b>
I.1. Mesure de pH.....	12
I. 2. Vérification rapide de la qualité microbiologique du lait.....	12
I.3. Dénombrement de la flore totale.....	13
II.Analyse du lait cru retenu .....	13
II.1.Analyses physicochimiques.....	13
II.2.Analyses microbiologiques.....	14
II.2.1.Recherche et dénombrement des différentes flores microbiennes .....	14
<b>III. Mise au point d'un lait fermenté enrichi en <i>Lactobacillus paracasei</i> et en figues sèches .....</b>	<b>16</b>
III.1. Préparation des figues sèches.....	16
III.2.Estimation de la charge microbienne des figues sèches .....	16

III.3. Préparation des pré-cultures .....	16
III.4. Traitement thermique du lait cru (Tyndallisation adaptée).....	17
III.5. Vérification de la stérilité du lait traité .....	17
III.6. Etapes de préparation du lait fermenté synbiotique .....	17
III.6.1. Incubation du lait traité .....	19
III.6.2. Dénombrement de la flore lactique au moment de l'inoculation du lait traité thermiquement.....	19
III.6.3. Analyses physico-chimiques et microbiologiques du lait fermenté .....	20
III.7. Etude des qualités physico-chimiques et microbiologiques du laits fermenté au cours de la conservation .....	21

## **Résultats et discussion**

<b>I. Résultat d'analyse physico-chimique et microbiologique du lait cru ....</b>	<b>22</b>
I.1. Analyse physico-chimique.....	22
I.1.1. pH.....	22
I.1.2. Acidité titrable.....	22
I.2. Appréciation de la qualité microbiologique du lait.....	23
I.3. Analyse microbiologique du lait cru retenu.....	24
<b>II. Mise au point d'un lait fermenté enrichi en <i>Lactobacillus paracasei</i> et en figes sèches .....</b>	<b>27</b>
II.1. Résultats des analyses microbiologiques et physicochimique du lait UHT + figes sèches après incubation 24 h à 30 °C .....	27
II.2. Résultats de dénombrement des pré-cultures .....	28
II.3. Vérification de la stérilité du lait après traitement thermique.....	28
II.4. Analyse du lait fermenté synbiotique .....	28
II.4.1. Résultats des analyses physicochimiques et microbiologiques du lait fermenté.....	29
II.5. Résultats de l'étude des qualités physico-chimique et microbiologique des laits fermentés au cours de la conservation.....	34
<b>Conclusion .....</b>	<b>39</b>

## **Références bibliographiques**

## **Annexes**

# Liste des abréviations

**AFNOR**: Association Française de Normalisation

**Ca** : Calicium

**°D** : Degré Dornic

**EVA**: Ethyl Violet Azide

**FAO/WHO** : Food and Agriculture Organization / World Health Organisation

**Fe** : Fer

**FTAM** : Flore Totale Aérobie Mésophile

**JORA** : Journal Officiel de la République Algérienne

**Lc** : *Lactococcus*

**Lb**: *Lactobacillus*

**Ln** : *Leuconostoc*

**m** : masse

**Mg** : Magnésium

**MRS** : de Man Rogosa et Sharpe

**N** : Normalité

**PCA** : Plat Count Agar

***S.aureus*** : *Staphylococcus aureus*

**UFC** : Unité Formant Colonie

**UHT** : Ultra Haute Température

**V** : Volume

**VF** : Viande Foie

**VRBL** : Violet cristal Rouge neutre Bile Lactose

**ssp** : subspecies

## Liste des tableaux

N°	Titre	Page
I	Composition chimique des figes fraîches et sèches (composition moyenne pour 100 g)	9
II	Flore bactérienne originelle de la figue sèche	10
III	Analyses microbiologiques effectuées sur le lait fermenté	21
IV	Valeurs du pH et de l'acidité des trois échantillons de lait cru analysé	22
V	Résultats du test de lactofermentation pour les trois échantillons du lait cru analysé	23
VI	Résultats de la détermination de l'acidité titrable et de mesure du pH du lait fermenté synbiotique après 23 h	31

## Liste des tableaux en annexe

N°	Titre
<b>I</b>	Gélose MRS (CONDA, Espagne)
<b>II</b>	Gélose M17 (TMMEDIA,Inde)
<b>III</b>	Gélose PCA (LIOFILCHEM, Italie)
<b>IV</b>	Gélose VRBL (BIOKAR,Inde)
<b>V</b>	Gélose VF (HiMedia, Inde)
<b>VI</b>	Gélose de Sabouraud (BIOKAR, France)
<b>VII</b>	GéloseSlanetz et Bartley(BIOKAR, Inde)
<b>VIII</b>	Gélose Baird Parker (Conda, Espagne)
<b>IX</b>	BouillonGuollitiContoni (TMMEDIA,Inde)
<b>X</b>	Bouillon de Roth (HiMedia,Inde)
<b>XI</b>	Bouillon EVA LITSKY (LIOFILCHEM, Italie)
<b>XII</b>	Normes algériennes pour le lait cru.

## Liste des figures

N°	Titres	Page
1	Effets fonctionnels des prébiotiques sur le tractus gastro-intestinal	7
2	Schéma des différentes étapes de préparation des pré-cultures de <i>Lactobacillus paracasei</i> et de <i>Lactococcus lactis</i>	18
3	Protocole de mise au point du lait fermenté synbiotique	20
4	Résultats des analyses microbiologiques du lait cru retenu	25
5	Résultats du dénombrement de l'apport en flore microbienne des figues sèches	28
6	Evolution du pH et de l'acidité Dornic en fonction du temps des différents laits fermentés.	30
7	Résultats du dénombrement des flores totale et lactique des laits fermentés avec <i>Lb.paracasei</i> et <i>Lb.paracasei</i> + figues sèches	31
8	Résultats du dénombrement des flores totale et lactique des laits fermentés avec <i>Lc.lactis</i> et <i>Lc.lactis</i> + figues sèches	32
9	Résultats du dénombrement des flores totale et lactique des laits fermentés avec <i>Lb.paracasei</i> + <i>Lc.lactis</i> et <i>Lb.paracasei</i> + <i>Lc.lactis</i> + figues sèches	32
10	Résultats du suivi du pH au cours de la conservation à 6°C	34
11	Résultats du suivi de l'acidité titrable au cours de la conservation à 6°C	35
12	Résultats du suivi de la qualité microbiologique du lait fermenté au cours de la conservation à 6°C	36

# *Introduction*

L'histoire des laits fermentés est étroitement liée à la consommation du lait et sa conservation. Elle est également liée au nomadisme et aux habitudes alimentaires des différentes régions du monde (**Bourlioux, 2007**).

En Algérie, la tradition des produits laitiers est bien établie, transmise de génération en génération et qui a un aspect important dans la culture algérienne. Ces produits diffèrent par leur goût et leur consistance selon la source du lait (vache, chèvre, brebis et chamelle) (**Meribai et al., 2017**). Le lait, abondant durant certaines périodes de l'année, est difficile à conserver et facilement périssable, surtout dans les zones à climat chaud, cependant les gens des différentes cultures l'ont toujours traité et transformé en Lben, Raib ou en d'autres produits laitiers par l'intermédiaire des bactéries lactiques, dans le but de préserver sa valeur nutritive, augmenter sa durabilité et en même temps permettre sa commercialisation (**Claps et Morone, 2011**).

Les produits laitiers rentrent dans la catégorie des aliments fonctionnels grâce à leur composition complexe en substances biologiques actives comme les enzymes, peptides antimicrobiens, oligosaccharides et acides gras (**Bharti et al., 2012**).

Le développement de ces produits laitiers fonctionnels : fromage et laits fermentés, peut être aussi réalisé par l'ajout des prébiotiques et/ou probiotiques qui sont dotés de propriétés intéressantes et pourraient être une alternative à l'amélioration de la santé. Certains d'entre eux sont d'ailleurs désormais reconnus et utilisés comme composants alimentaires (**Salminen et al., 1998**). Il y a eu un intérêt considérable à l'utilisation des prébiotiques tels que les fibres alimentaires pour améliorer la survie et la colonisation des bactéries probiotiques et assurer la gestion et l'équilibre de la microflore intestinale (**Ziemer et Gibson, 1998**). Parmi les sources de prébiotiques, la figue sèche est l'un des fruits les moins étudiés et exploités.

L'Algérie est parmi les pays méditerranéens les plus producteurs de figes, avec une production d'environ 120000 tonnes, elle figure parmi les cinq premiers producteurs de la figue dans le monde (**FAO STAT, 2013**). Vu la richesse et les bénéfices de ce fruit, spécifiquement ses bienfaits sur la santé de l'Homme, il a été intégré et utilisé en tant qu'élément prébiotique dans la production des produits laitiers.

Peu d'études ont été consacrées à la valorisation de la figue en tant que prébiotique, c'est pour cela, que nous nous sommes intéressés à la mise au point d'un lait fermenté synbiotique à base de deux principaux ingrédients, *Lactobacillus paracasei* comme probiotique et les figes sèches comme source de prébiotiques.

Pour lancer la production de lait fermenté synbiotique, une collecte de lait cru local a été réalisée dans trois fermes au niveau de la Wilaya de Bejaia et des figues sèches (tahayount) du terroir ont été récoltées dans la région d'Akbou. De plus, une souche probiotique, isolée localement a été sélectionnée. Un suivi de la fermentation (acidité et pH) est réalisé en présence et en absence des figues sèches.

Le document est divisé en trois parties. Une synthèse bibliographique relative au sujet, une partie pratique relatant la méthodologie et une dernière réservée à la présentation des résultats obtenus étayés par une discussion.

*Synthèse  
bibliographique*

## **I. Lait fermenté**

### **I.1. Définition**

La dénomination « lait fermenté » est réservée aux produits laitiers préparés avec des laits écrémés ou non ou des laits concentrés ou en poudre, écrémés ou non, enrichis ou non en constituants du lait, ayant subi un traitement thermique au moins équivalent à la pasteurisation,ensemencés avec des micro-organismes appartenant à l'espèce ou aux espèces caractéristiques de chaque produit. La coagulation ne doit pas être obtenue par d'autres moyens que ceux qui résultent de l'activité des micro-organismes utilisés **(Dyssli, 1989)**.

La quantité d'acide lactique libre qu'ils contiennent ne doit pas être inférieure à 0,6 gramme pour 100 grammes lors de la vente au consommateur et la teneur en matière protéique rapportée à la partie lactée ne doit pas être inférieure à celle d'un lait normal. Les laits fermentés doivent être maintenus jusqu'à la vente au consommateur à une température susceptible d'éviter leur altération qui est fixée en France par l'arrêté conjoint des ministres chargés de l'agriculture, de la santé et de la consommation **(Dyssli, 1989)**.

### **I.2. Principaux laits fermentés en Algérie**

A l'instant des autres pays on trouve sur le marché Algérien un grand nombre de laits fermentés qui diffèrent par leur matière première, flore microbienne, technologie, goût, texture et leur durée de conservation. Ils sont représentés essentiellement par :

#### **a) Yaourt**

Le yaourt est un lait fermenté obtenu exclusivement par la coagulation du lait sous l'action de deux bactéries : *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* **(Michaylova et al., 2007 ; Quiberoni et al., 2010)**. Ces bactéries doivent être vivantes dans le produit et leur nombre doit être au moins égal à  $10^7$  UFC/g de yaourt à la date limite de consommation **(Hols et al., 2005; Pfeiler et Klaenhammer, 2007; Champagne et al., 2009)**.

#### **b) L'ben**

L'origine de ce produit remonte à des temps immémoriaux, probablement à l'époque où l'Homme a commencé à domestiquer les espèces laitières et à utiliser leurs laits. Sa fermentation lactique lui donne son arôme naturel et sa saveur inimitable. Sa préparation artisanale est simple, le lait est abandonné à lui-même jusqu'à sa coagulation. Celle-ci se fait à

température ambiante et dure 24 à 48 h selon la saison. Le barattage qui lui succède dure 30 à 40 minutes. A la fin du barattage, on ajoute généralement un certain volume d'eau (environ 10 % du volume du lait), chaude ou froide, suivant la température ambiante, de façon à ramener la température de l'ensemble à un niveau convenable au rassemblement des grains de beurre (**Benkerroum et Tamime, 2004**).

Le L'ben est également produit à l'échelle industrielle. C'est un lait pasteurisé fermenté. L'acidification est provoquée par ensemencement de ferments lactiques mésophiles. Le lait qui sert à la préparation du L'ben est reconstitué. Il subit une pasteurisation à 84°C pendant 30 secondes, puis refroidi à 22°C et ensemencé de levains lactiques (*Lactococcus lactis* ssp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* biovar *diacetylactis*, *Leuconostoc* (*Ln.*) *dextranicum*, *Ln. citrovorum* et *Ln. mesenteroides*) (**Benkerroum et Tamime, 2004**).

### **c) Raïb**

Le Raïb est un des produits laitiers fermentés les plus populaires en Algérie. En plus du L'ben (lait écrémé fermenté), le Raïb a une très ancienne tradition dans notre pays ; il est fabriqué traditionnellement à partir du lait cru de vache ou de chèvre par fermentation spontanée et incontrôlée (**Abdelebassit et al., 2008**). Contrairement au L'ben, le Raïb ne subit pas une opération de barattage et d'écémage, il s'agit d'un lait fermenté entier.

## **II. Lait fermenté synbiotique**

De nos jours, pour améliorer les effets thérapeutiques, les produits laitiers contiennent généralement des probiotiques en association ou non avec des prébiotiques. L'association entre les probiotiques et les prébiotiques est très importante pour le développement correct de la saveur et de la texture des produits laitiers fermentés fonctionnels. Ceci est lié à leur potentiel de production de quantités variables d'acides organiques, de composés volatils et d'exopolysaccharides au cours de la fabrication. Cette combinaison a donné naissance à des produits laitiers avec allégation santé, appelés aussi laits fermentés synbiotiques (**Radha et al., 2016**). En effet, on appelle " **Lait fermenté synbiotique** " tout lait fermenté qui contient à la fois des probiotiques et des prébiotiques (**Schrezenmeir et Vrese, 2001**).

Les synbiotiques sont essentiellement une combinaison synergique de deux approches probiotique et prébiotique. Il semble que la raison d'utiliser ce concept est basée sur des observations montrant l'amélioration de la survie du microorganisme probiotique pendant le passage dans le tube digestif supérieur en présence du prébiotique (**Chibbar et al., 2017**).

Il y a eu un intérêt considérable à l'utilisation des prébiotiques pour améliorer la survie et la colonisation des bactéries probiotiques, ajoutées dans les produits alimentaires. Par conséquent, la sélection d'une bonne combinaison synbiotique permet d'évaluer les activités des bactéries probiotiques en présence de différents prébiotiques ainsi que l'amélioration de la santé et de la nutrition (**Radha et al., 2016**).

## **II.1- Probiotiques**

Le mot « probiotique » dérive d'un concept très ancien qui a donné naissance à des applications récentes. Les études sur des aliments et boissons probiotiques sont largement rapportées dans la littérature (**Kandyliis et al., 2016**). Selon le comité mixte de la **FAO/WHO (2001)**, les probiotiques sont des microorganismes vivants qui lorsqu'ils sont administrés en quantités adéquates, confèrent un avantage pour la santé de l'hôte.

Les probiotiques sont largement utilisés dans les produits fonctionnels d'origine animale, principalement les laits fermentés, comme le yaourt (**Silva et Ferrari, 2016**), car une fois ajoutés aux aliments ils aident à rétablir la flore intestinale qui joue un rôle majeur dans la santé de l'hôte (**Gibson et Roberfroid, 1995**). Les probiotiques sont principalement constitués de lactobacilles et de bifidobactéries. Ces bactéries sont reconnues pour leurs effets antimicrobiens contre les bactéries pathogènes, la protection contre les diarrhées associées aux antibiotiques et les allergies alimentaires ainsi que leurs effets anti-tumoraux (**Salminen et al., 1998; Orrhage et Nord, 2000; Cummings et al., 2001**).

Les lactobacilles sont actuellement consommés sous forme d'aliments fonctionnels et leurs effets bénéfiques ont été établis dans plusieurs études (**Reid, 2003**). Il est fondamental que ces bactéries soient capables de résister aux conditions gastro-intestinales sévères, où elles sont soumises à des amylases dans la cavité buccale, à l'acidité dans l'estomac, aux sels biliaires et au suc pancréatique dans le duodénum (**Hernandez et al., 2012**). En effet, la limitation majeure des probiotiques réside dans le fait qu'ils doivent avoir une viabilité élevée dans le produit, rester vivants dans l'intestin et exercer leurs effets bénéfiques. C'est pour cela que plusieurs études ont été réalisées pour explorer l'efficacité de certains composés à améliorer la résistance de la bactérie à l'environnement gastro-intestinal humain (**Chen et al., 2005**). Elles ont rapporté que l'ajout des prébiotiques améliorerait leur protection et leur taux de survie (**Kalpa et al., 2016**).

Les probiotiques fermentent principalement des aliments non digérés. Cette nature de fermentation peut assurer des avantages pour la santé; dans ce contexte, les probiotiques et prébiotiques jouent un rôle significatif (**Fooks et al., 1999**).

## **II.2- Prébiotiques**

Le concept prébiotique a été développé pour la première fois en 1995 par Gibson et Roberfroid (**Coussement, 1996; Gibson et al., 2000**).

Selon Food and Agriculture Organisation (FAO) et l'organisation mondiale de la santé (l'OMS), les prébiotiques sont définis comme «ingrédients alimentaires non digestibles qui affectent de manière bénéfique l'hôte en stimulant sélectivement la croissance et / ou l'activité d'un ou d'un nombre limité de bactéries dans le côlon». Ces derniers ont retenu l'attention de l'industrie et le monde scientifique en raison de leurs avantages potentiels pour la santé (**Roberfroid, 2000; Gibson et al., 2004**).

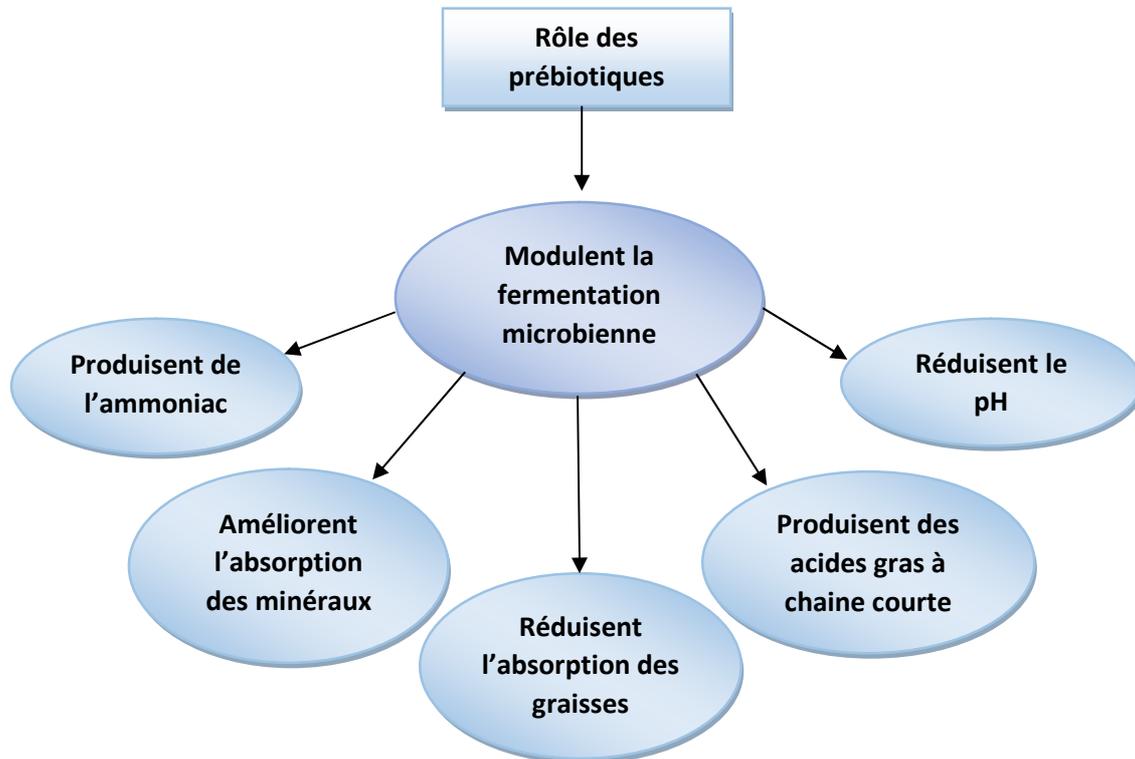
En fonction de leur nature chimique, les prébiotiques sont répartis en trois catégories : des dérivés saccharidiques (disaccharides, oligosaccharides et polysaccharides), des protéines ou des peptides et des lipides (**Fric, 2007**).

La prise des prébiotiques, les oligosaccharides non digestibles en général et les fructooligosaccharides en particulier, peut moduler significativement le microbiote colique en augmentant le nombre de bactéries spécifiques, modifiant ainsi sa composition (**Gibson, 2004 ; Roberfroid, 2000**).

L'intestin grêle et le colon ont au moins  $10^{11}$  bactéries par gramme de leur contenu (**Fooks et al., 1999**). Plusieurs rapports ont confirmé la capacité des bactéries probiotiques à fermenter des oligosaccharides (prébiotiques) qui contournent le métabolisme des mammifères (**Gibson et al., 2000**). En effet, les prébiotiques ne peuvent pas être digérés par les enzymes dans l'intestin grêle mais ils sont fermentés par les bactéries probiotiques dans le colon. Ceci induit l'augmentation de l'absorption des minéraux tels que le Ca, Mg et Fe et la production de composants capables de prévenir le cancer du côlon (**Gibson et Roberfroid, 1995**).

▪ **Effets fonctionnels des prébiotiques sur le tractus gastro-intestinal**

Selon **Radha et al. (2016)**, les prébiotiques présentent des effets fonctionnels sur le tractus gastro-intestinal en modulant la fermentation de la microflore qui le compose (**figure1**).



**Figure 1.** Effets fonctionnels des prébiotiques sur le tractus gastro-intestinal (**Radha et al., 2016**).

Les aliments peuvent renfermer naturellement des prébiotiques ou peuvent être enrichis avec ces derniers au cours de la fabrication. (**Aryana et al., 2007 ; Korbekandi et al., 2013**).

La plupart des prébiotiques utilisés comme compléments alimentaires sont des dérivés saccharidiques, principalement d'origine végétale. Cette famille de composés comprend plusieurs oligosaccharides : inuline, lactulose, amidon résistant et de la pectine (**Pan et al., 2009**).

Les prébiotiques ont pour sources les végétaux tels que les légumineuses, les céréales comme l'orge, le blé, les pois chiches et les lentilles; les légumes comme l'oignon, l'ail et le

poireau, et les fruits comme fruits de jacquiers, fruits de palmiers et les figes (**Ozcan et al., 2016**).

### **III. Figue sèche**

#### **III. 1. Définition**

La figue « *Ficus carica* » est le fruit du figuier, un arbre de la famille des Moracées (**El Khaloui, 2010**). Elle est très anciennement connue dans le monde, citée dans la « Sourate Attine » du Coran (**El Khaloui, 2003**). C'est une source nutritionnelle importante pour les habitants de la région Méditerranéenne depuis le début de l'histoire de l'humanité (**Kislev et al., 2006**). La figue est consommée fraîche ou sèche ; mais environ 80 % sont consommées sous forme de figes sèches (**Marpudi et al., 2013**).

Les figes destinées au séchage sont récoltées en temps frais, elles ont une humidité de 40 à 60 % (**El Khaloui, 2010**), puis elles sont séchées par différentes techniques qui permettent leur conservation sur une période prolongée (**Okos et al., 1992**). Ce séchage peut être réalisé traditionnellement au soleil ou par le système séchoir en industries qui est une technique plus ou moins récente qui permet d'avoir une bonne qualité hygiénique en évitant la contamination des figes par les insectes et les poussières lors du séchage solaire et ainsi de garder leur qualité organoleptique (**Ferradji et al., 2001**).

Le séchage a pour objectif de réduire fortement les diverses actions participant à la décomposition des aliments afin de stabiliser et de standardiser les denrées périssables par inhibition des réactions chimiques indésirables (**Okos et al., 1992**) et par l'abaissement de l'activité de l'eau (**El Khaloui, 2010**). Ce procédé reste une pratique courante, surtout pour les produits locaux (**Cantin et al., 2011**). Par contre, une mauvaise maîtrise de cette technique entraîne la perte des valeurs nutritives et thérapeutiques de l'aliment (**Piga et al., 2004**).

#### **III. 2. Composition et qualité nutritive**

La figue fraîche renferme en moyenne 80% d'eau et 13 % de sucres, après leur séchage le taux de sucres peut arriver jusqu'à 55%, ce qui la rend trop calorique avec 250 Kcal/100 g. Elle est riche en vitamines A, B1, B2 et C, en éléments minéraux et renferme 8g en fibres alimentaires solubles dans l'eau, cette teneur importante en fibres lui confère des avantages sur le tube digestif en favorisant le transit intestinal (**Vinson, 1999; Jeddi, 2009 ; El Khaloui, 2010**). Grâce aux acides gras essentiels que contient la figue sèche: oméga-3,

oméga-6 et phytostérol, elle joue un rôle considérable dans la réduction du taux de cholestérol. Ces acides gras sont connus pour ne pas être synthétisés par l'organisme et que leur seule source est notre alimentation. En outre, ils sont indispensables pour le bon fonctionnement du cœur, du cerveau et du système nerveux (**Jeddi, 2009**). La composition moyenne des figes fraîche et sèche est donnée dans le **tableau I**.

**Tableau I.** Composition chimique des figes fraîche et sèche (composition moyenne pour 100 g) (**CIQUAL-CNEVA, 1993 ; Favier et al., 1993**).

<b>Constituants</b>	<b>Figue fraîche</b>	<b>Figue sèche</b>
Energie (Kcal)	54,00	253,00
Eau (g)	79,50	25,00
Glucides (g)	13,00	53,00
Protéines (g)	0,90	3,20
Lipides (g)	0,20	1,20
Fibres alimentaires (g)	2,30	8,00
Vitamine C (mg)	5,000	3,60
Vitamine A (mg)	0,046	0,08
Vitamine B1 (mg)	0,050	0,08
Vitamine B2 (mg)	0,050	0,09
Calcium (mg)	60,00	160,00
Potassium (mg)	232,00	770,00
Sodium (mg)	03,00	14,00
Phosphore (mg)	23,00	71,00
Magnésium (mg)	18,00	62,00
Fer (mg)	0,78	2,50

### **III.3- Flore microbienne originelle**

Les conditions d'entreposage humides et le stockage à de hautes températures ambiantes provoquent la croissance bactérienne dans les figes sèches, la contamination peut atteindre environ  $10^7$ – $10^8$  UFC/g (**Akbas, 2008**) où on trouve *Escherichia coli* et surtout les spores de *Bacillus cereus* comme des contaminants majeurs de ce fruit (**Frazier et Westhoff, 1988**). La flore bactérienne originelle de la figue sèche est donnée dans le **tableau II**.

**Tableau II.** Flore bactérienne originelle de la figue sèche (Al Askari et al., 2012)

Bactérie	Pourcentage (%)
<i>Enterobacter</i>	45
<i>Klebsiella</i>	30
<i>Escherichia coli</i>	10
<i>Serratia marcescens</i>	10
<i>Buttiauxella agrestis</i>	5

Parmi les autres microorganismes qui se trouvent sur la figue sèche; les levures et les moisissures sont retrouvées en grand nombre en raison de leur capacité à utiliser une grande variété de substrats et leur tolérance relative aux basses températures, faible pH et activité d'eau (NCLLS, 2002). La présence de moisissures et de levures sur les figues sèches, avec des charges élevées, est un indicateur de qualité inférieure. Ces moisissures agissent sur la santé humaine et animale par la production de substances toxiques qui sont des métabolites secondaires appelées mycotoxines (Al Askari et al., 2012).

La charge microbienne élevée des figues sèches reflète des conditions d'hygiène non conformes qui peuvent être dues à : la méthode de préparation traditionnelle, les conditions de transport, le stockage dans des lieux à forte humidité et la contamination par les mains des vendeurs ou des acheteurs au cours de l'exposition du produit (Al Askari et al., 2012).

## II. 4- Effet prébiotique

La figue sèche est une bonne source de glucides et de minéraux alors qu'elle a une teneur moyenne en protéines et en fibres alimentaires avec une très faible quantité de graisse. La figue sèche comme un produit alimentaire particulier, grâce à sa composition nutritionnelle, peut être considéré comme prébiotique si l'absorption de ces composants n'a pas lieu dans la partie supérieure du système digestif, elle agit comme substrat pour la croissance et/ou la stimulation des bactéries bénéfiques du côlon ; elle améliore la composition de la microflore intestinale ; et elle induit des effets bénéfiques sur la santé de l'hôte (Miyazato et al., 2010).

L'utilisation potentielle de la figue comme source de prébiotiques est déterminée en raison de sa teneur en fibres alimentaires qui sont classées selon l'Autorité européenne de sécurité des aliments (European Food Safety Authority, EFSA), en quatre groupes: les polysaccharides non amylacés (cellulose, hémicelluloses, pectines et hydrocolloïdes), les oligosaccharides résistants comme les galacto-oligosaccharides (GOS) et les fructo-

oligosaccharides (FOS), la lignine qui est cependant liée à des fibres alimentaires et de l'amidon résistant tel que l'amylose rétrogradé, les granules d'amidon brut (**Gibson et Roberfroid, 1995 ; Westenbrink, 2013**).

L'amidon résistant ne peut pas être digéré en raison de sa configuration moléculaire dense protégée par la paroi cellulaire qui inhibe l'accessibilité et l'action des enzymes digestives. La gélatinisation est un processus dans lequel les granules d'amidon sont perturbés lorsqu'ils sont chauffés sous une forte humidité. Ces gels après refroidissement forment des cristaux d'amidon rétrogradés qui sont résistants à la digestion enzymatique et sont donc catégorisés sous des amidons résistants (**Homayouni et al., 2013**).

Une étude sur la poudre de figes à montrer que la fige sèche peut être utilisée avec succès comme prébiotique pour des souches du genre *Lactobacillus* (**Radha, 2016**).

*Matériel et  
méthodes*

## **I. Analyse du lait cru**

Pour lancer une production de lait fermenté synbiotique, enrichi en *Lactobacillus paracasei* et des figes sèches, une collecte de lait cru a été réalisée dans trois fermes au niveau de la Wilaya de Bejaia (Bejaia ville, Amizour et Chemini) durant un mois. Cette collecte avait pour objectif la sélection d'un lait de bonne qualité microbiologique et qui permet d'avoir une bonne production de lait fermenté.

Des échantillons de lait de mélange sont recueillis, juste après la traite, dans des bouteilles propres de 1,5 L et transportés immédiatement dans des glacières vers le laboratoire (Laboratoire de Microbiologie 1, bloc 9, Département de Microbiologie, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université de Bejaia) où l'analyse est réalisée le jour de la collecte. Une série de tests permettant d'estimer la qualité hygiénique du lait et la capacité de sa transformation en lait fermenté est réalisée. Les tests indirects et le dénombrement de la flore aérobie mésophile (FTAM) sont réalisés sur les trois types de lait alors que les autres tests ne sont effectués que sur le lait retenu.

### **I.1. Mesure du pH**

Le pH est mesuré à l'aide d'un pH mètre (BANTE, Chine) en plongeant l'électrode de ce dernier dans un bécher contenant 10 ml du lait à analyser.

### **I.2. Vérification rapide de la qualité microbiologique du lait**

#### **•Test de réductase**

L'appréciation de la qualité microbiologique du lait collecté est réalisée par le test de réductase. Il s'agit en la détermination du temps de décoloration du lait (10 ml) additionné de 1 ml de bleu de méthylène (BIOCHEM, Canada). Après agitation à l'aide d'un vortex, le tube est incubé à 30°C. Une observation est effectuée au bout de 30 min, 1 heure, 1 heure 30 min jusqu'à 3 heures. La rapidité de cette décoloration est directement proportionnelle au nombre de microorganismes présents (**Guiraud et Galzy, 1980**).

- **Test de lactofermentation et vérification indirecte de l'absence d'antibiotiques**

Un tube contenant 10 ml de lait est incubé dans une étuve à 37°C (Memmert, Pologne). La lecture est effectuée après 24 h. Elle consiste en l'observation de la coagulation du lait et l'aspect du caillé (Guiraud et Galzy, 1980).

### **I.3. Dénombrement de la flore totale**

Afin de réaliser le dénombrement de la FTAM, une série de dilutions décimales est préparée dans des conditions d'asepsie. À partir du lait cru, 1 ml est prélevé et dilué dans 9 ml d'eau physiologique pour avoir la dilution  $10^{-1}$  puis successivement les dilutions  $10^{-2}$  jusqu'à avoir le nombre de dilutions décimales voulu (Guiraud et Galzy, 1980). Le dénombrement de la FTAM est effectué par ensemencement en masse de 1 ml des dilutions  $10^{-6}$ ,  $10^{-7}$  et  $10^{-8}$  dans de la gélose PCA (Plate Count Agar, LIOFILCHEM, Italie) suivi d'une incubation à 30°C/72 h (JORA, 2004).

## **II. Analyse du lait cru retenu**

### **II.1. Analyses physico-chimiques**

En plus de la mesure du pH tel que décrit plus haut, l'acidité Dornic est également déterminée. L'ensemble des analyses est réalisé sur trois échantillons de lait.

La mesure de l'acidité titrable est réalisée par le dosage de l'acide lactique à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) à N/9. Pour se faire, à un échantillon de 10 ml de lait additionné de 3 gouttes de phénophtaléine (préparée à 1% dans l'alcool à 95%) comme indicateur coloré, de la soude à N/9 est ajoutée jusqu'à avoir un virage de couleur vers le rose pâle qui indique la neutralisation. La coloration rose doit persister au moins 10 secondes (Larpent, 1997).

La valeur de l'acidité du lait est exprimée en degré Dornic (°D) et elle est obtenue par la formule suivante :

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

Acidité : quantité d'acide lactique (°D)

$V_{\text{NaOH}}$  : volume de la solution de NaOH N/9 utilisé (ml)

10 : volume de lait titré (ml)

## **II. 2. Analyses microbiologiques**

Les analyses microbiologiques consistent en une recherche des entérocoques et de *Staphylococcus aureus* ainsi qu'un dénombrement des flores suivantes:

- Flore lactique
- Coliformes totaux et fécaux
- Entérocoques et *S. aureus*
- Clostridiiums sulfito-réducteurs à 46°C (et leurs spores)

### **I.2.1. Recherche et dénombrement des différentes flores microbiennes**

#### **• Recherche des entérocoques**

Ce test consiste en l'ensemencement de 100 µl de lait dans 5 ml de milieu de Roth (HiMedia,Inde) . Après incubation à 37°C pendant 24 h , un repiquage de 500 µl à partir d'un tube positif (trouble) dans du milieu EVA (Ethyl- Violet-Azide)-Litsky (HiMedia,Inde) est effectué suivi d'une incubation à 37°C. Après 24 h d'incubation, un isolement en stries est réalisé à la surface de la gélose Slanetz-Bartly (BIOKAR, Inde) et les boîtes sont incubées à 37°C/ 24-48 h.

#### **•Recherche de *Staphylococcus aureus***

Ceci consiste en l'ensemencement de 100 µl de lait dans un volume de 5 ml de bouillon Giolliti-Cantoni (TMMEDIA,Inde ) (additionné de téllurite de potassium) et incubation à 37°C pendant 24h . Au terme de la période d'incubation, un ensemencement en stries est réalisé sur gélose Baird Parker à partir d'un tube positif (noircissement) et incubation à 37°C/ 24 h (**JORA, 2004**). La préparation du milieu Baird Parker (CONDA, Espagne) est effectuée en ajoutant 5 % (v/v) d'une solution de jaune d'œuf préparée à 50 % (m/v) dans de l'eau physiologique et 0,3 % (v/v) de téllurite de potassium (**JORA, 2005**).

#### **- Dénombrement des différentes flores du lait**

Après préparation d'une série de dilutions décimales comme décrit plus haut, les flores suivantes sont dénombrées :

• **Dénombrement de la flore lactique**

Le dénombrement de la flore lactique est effectué par ensemencement de 1 ml des dilutions  $10^{-6}$ ,  $10^{-7}$  et  $10^{-8}$  dans de la gélose MRS (de Man Rogosa et Sharpe ; CONDA, Espagne) à un pH= 6,5. Par contre, les lactobacilles ou les lactocoques sont dénombrés par ensemencement de 1 ml des mêmes dilutions dans de la gélose MRS (pH= 5,4) ou de la gélose M17 (TMMEDIA,Inde) (pH= 6,5) respectivement. L'ensemble des milieux est incubé à 30°C/48 – 72 h (JORA, 2004).

• **Dénombrement des coliformes**

Le dénombrement des coliformes totaux consiste en l'ensemencement en masse de 1 ml des dilutions  $10^{-5}$ ,  $10^{-6}$  et  $10^{-7}$  dans de la gélose VRBL (gélose lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre, BIOKAR,Inde) suivie d'une incubation à 37°C/24-48 h. Par contre, le dénombrement des coliformes fécaux consiste en l'ensemencement en masse de 1 ml des dilutions  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$  et  $10^{-4}$  dans la même gélose mais avec une incubation à 44°C/24-48 h (JORA, 2004)

• **Dénombrement de *Staphylococcus aureus***

Un volume de 1 ml de lait est ensemencé en masse dans de la gélose de Baird Parker, suivi d'une incubation à 37°C/24-48 h. La gélose de Baird Parker est préparée comme indiqué en haut.

• **Dénombrement des levures et moisissures**

Prélèvement de 1 ml des dilutions  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$  et  $10^{-6}$ , suivi d'un ensemencement en masse dans de la gélose Sabouraud (BIOKAR, France), puis incubation à 28°C/5 jours.

• **Dénombrement des Clostridium sulfito-réducteurs et de leurs spores**

Deux tests sont réalisés :

- Le premier vise le dénombrement des formes végétatives des Clostridium sulfito-réducteurs : il consiste en un ensemencement de 1 ml de lait dans un tube avec addition de 9 ml de gélose viande -foie (VF, HiMedia, Inde) en surfusion additionnée de quelques gouttes des deux additifs (Alun de fer et Sulfite de sodium) et incubation à 46°C/ 48 h (Guiraud, 2003).

-Le deuxième test est réalisé en deux étapes et vise le dénombrement des formes sporulées des *Clostridium* sulfite réducteurs:

**Etape 1 :** Un volume de 1 ml de lait est traité à 80°C/10 min dans un Bain Marie (Raypa, Espagne).

**Etape 2 :** Après refroidissement rapide à l'eau froide (choc thermique), le lait traité estensemencé dans 9 ml de gélose VF et incubé à 46°C/ 48 h (**Guiraud, 2003**).

### **III. Mise au point d'un lait fermenté enrichi en *Lactobacillus paracasei* et en figes sèches**

Dans le but de préparer un lait fermenté synbiotique, enrichi en *Lactobacillus paracasei* et en figes sèches, un protocole expérimental est mis au point.

#### **III.1. Préparation des figes sèches**

Des figes sèches (Tahayount, 250 g) d'une valeur marchande moyenne sont récoltées dans la région d'Akbou. Une fois au laboratoire, les figes sont entreposées, à l'étuve, à 44°C/4 jours afin de mieux les sécher. Après l'élimination totale de l'humidité des figes sèches, ces dernières sont coupées en petits morceaux, dans des conditions d'asepsie, par des ciseaux stériles puis stockées dans des bocaux en verre bien fermés à température ambiante.

#### **III.2. Estimation de la charge microbienne des figes sèches**

Afin d'estimer la charge microbienne présente sur les figes sèches, 2 g de ces dernières sont pesés avec la balance (RADWAG, Pologne) et inoculés dans un flacon de 50 ml de lait UHT (Commerce), suivie d'une incubation à 30°C/24 h. A l'issue de la période d'incubation, le pH du lait UHT est mesuré et son acidité Dornic est déterminée. De même, des dénombrements des flores totale et lactique, en utilisant les dilutions  $10^{-6}$ ,  $10^{-7}$  et  $10^{-8}$  sont réalisés. En plus de ces deux flores, des dénombrements des levures et moisissures (dilutions  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$  et  $10^{-6}$ ) et des spores de *Clostridium* sulfite-réducteur sont effectués. L'ensemble de ces analyses est réalisé comme indiqué pour le lait cru.

#### **III.3. Préparation des pré-cultures**

Deux souches bactériennes sont utilisées dans cette étude; une souche de *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* AY2014 et une autre de *Lactobacillus paracasei* ssp. *paracasei* BN2016. Les deux souches ont été isolées d'un fromage artisanal et identifiées par spectrométrie de masse Maldi-TOF (Institut Charles Violette, U. Lille). Les deux souches font partie de la collection des souches microbiennes du laboratoire de Microbiologie Appliquée (FSNV, U. Bejaia). La souche de *Lactococcus lactis* a été démontrée très acidifiante donc choisie pour être utilisée

comme ferment lactique tandis que la souche de *Lb. paracasei* a été démontrée répondant aux critères de sélection des probiotiques et de ce fait utilisée comme tel.

Pour préparer les pré-cultures, cinq colonies fraîches (72 h) de chaque souche lactique utilisée (*Lactobacillus paracasei* et *Lactococcus lactis*) sont repiquées, respectivement, dans 10 ml de bouillon MRS (pH= 6,5) puis incubées à 30°C/24 h. Après croissance, un dénombrement des deux souches lactiques est effectué puis, une centrifugation est réalisée à 2000 g/ 20 min (SIGMA, Allemagne) et le culot est re-suspendu après lavage, avec de l'eau physiologique, dans 10 ml de lait UHT (**figure 1**).

Une fois le lait est inoculé et avant son incubation, le pH est mesuré et l'acidité Dornic est déterminée.

### **III.4. Traitement thermique du lait cru (tyndallisation adaptée)**

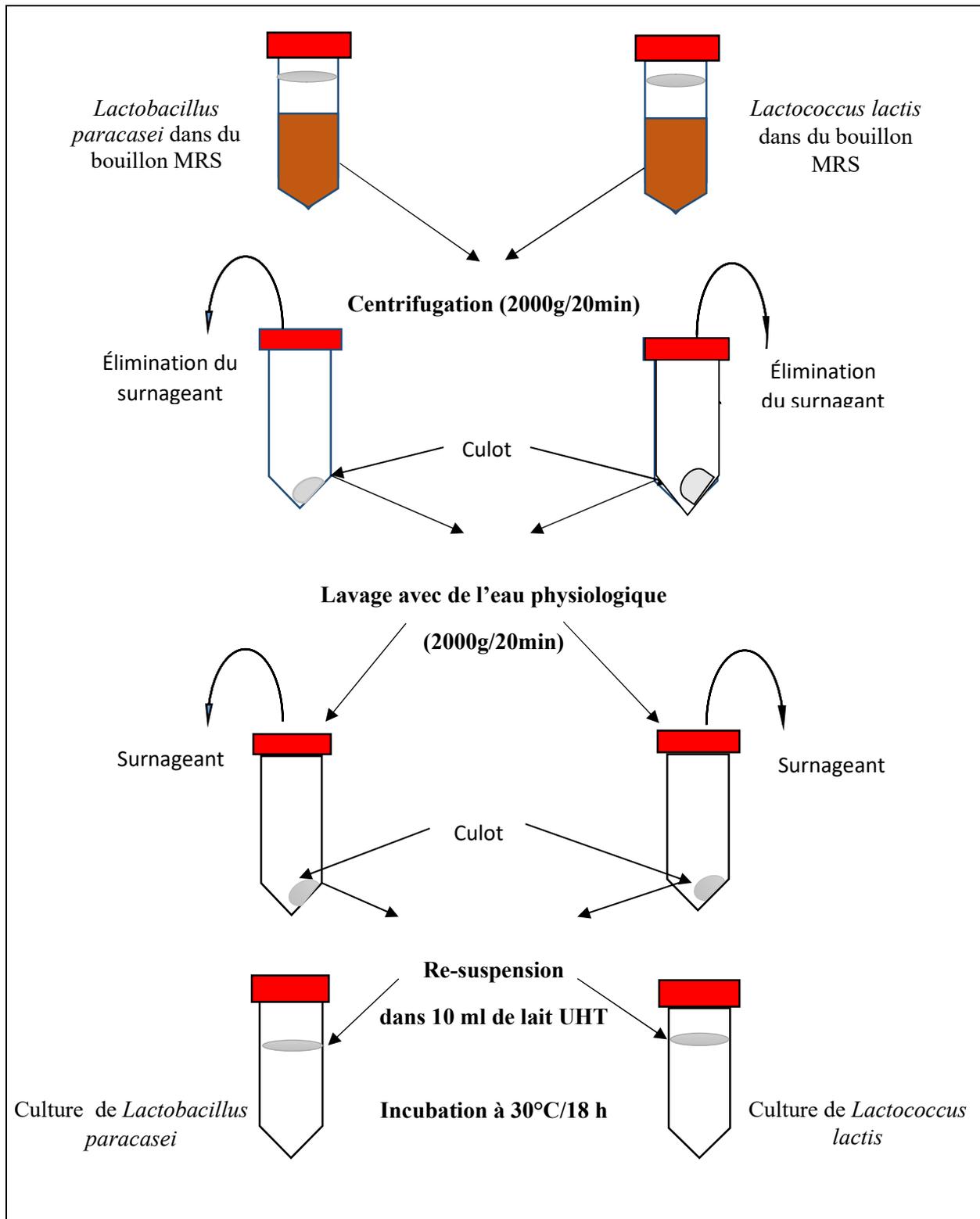
Le lait cru, destiné à la fabrication du lait fermenté, est réparti stérilement à l'aide d'une éprouvette de 50 ml stérile dans des flacons de 250 ml stériles. Ces derniers sont immergés dans un Bain Marie à 80°C/30 min puis incubés à l'étuve à 30°C/2 h. Cette opération (traitement thermique-incubation) est répétée 3 fois. Une fois le traitement thermique est achevé, le lait est incubé à l'étuve à 30°C/24 h.

### **III.5. Vérification de la stérilité du lait traité**

Afin de s'assurer de l'efficacité du traitement thermique, 5 ml de bouillon MRS sontensemencés avec 1 ml du lait traité, après refroidissement, puis incubé à 30°C/24-48 h. Un isolement, en stries, est par la suite réalisé sur gélose MRS, suivi d'une incubation à 30°C/48 h afin de déceler la présence d'une éventuelle croissance bactérienne.

### **III.6. Etapes de préparation du lait fermenté synbiotique**

Le procédé de mise au point du lait fermenté synbiotique est comme indiqué sur la **figure 3**.



**Figure 2.** Schéma des différentes étapes de préparation des pré-cultures de *Lactobacillus paracasei* et de *Lactococcus lactis*.

### **III. 6.1. Inoculation du lait traité**

Une inoculation du lait traité est réalisée avec 10 % (v/v) de la pré-culture en additionnant ou non les figues sèches (4 %, m/v) comme suit:

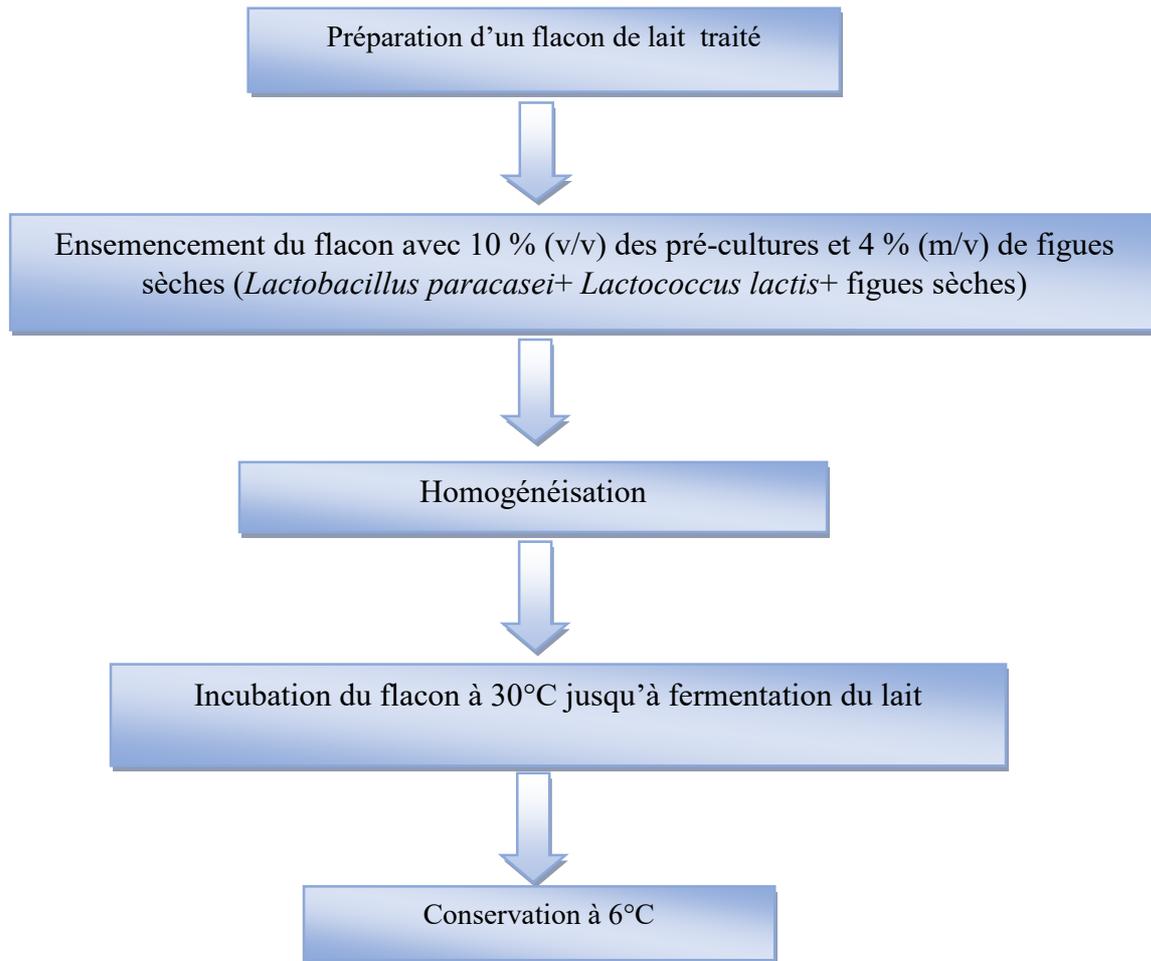
- Lait fermenté (1) : Inoculation de 45 ml de lait traité avec 5 ml de la pré-culture de *Lactobacillus paracasei*.
- Lait fermenté (2) : Inoculation de 45 ml de lait traité, additionné de 2 g de figues sèches, avec 5 ml de la pré-culture de *Lactobacillus paracasei*.
- Lait fermenté (3) : Inoculation de 45 ml de lait traité avec 5 ml de la pré-culture de *Lactococcus lactis*.
- Lait fermenté (4) : Inoculation de 45 ml de lait traité, additionné de 2 g de figues sèches, avec 5 ml de la pré-culture de *Lactococcus lactis*.
- Lait fermenté (5) : Inoculation de 40 ml de lait traité avec 5 ml de la pré-culture de *Lactobacillus paracasei* et 5 ml de la pré-culture de *Lactococcus lactis*.
- Lait fermenté (6) : Inoculation de 40 ml de lait traité, additionné de 2 g de figues sèches, avec 5 ml de la pré-culture de *Lactobacillus paracasei* et 5 ml de la pré-culture de *Lactococcus lactis*.

### **III. 6.2. Dénombrement de la flore lactique au moment de l'inoculation du lait traité thermiquement**

Afin d'estimer la charge des deux souches lactiques inoculées, des ensemencements, en masse, de 1 ml de la dilution  $10^{-8}$  du lait inoculé, dans de la gélose MRS à pH= 5,4 (pour *Lactobacillus paracasei*) et de la gélose M17 (pour *Lactococcus lactis*) sont effectués respectivement suivis d'une incubation à 30°C/48-72 h.

### **III.6.3. Analyses physico-chimique et microbiologique du lait fermenté**

L'analyse physico-chimique consiste en la mesure de pH et la détermination de l'acidité Dornic. Une cinétique d'acidification est réalisée toutes les deux heures (2 h) et ceci après 2, 4, 6 et 8 h d'incubation puis à 23 h. Les analyses microbiologiques réalisées sont indiquées dans le **tableau III**.



**Figure 3 :** Protocole de mise au point du lait fermenté synbiotique.

### III.6.3. Analyses physico-chimiques et microbiologiques du lait fermenté

L'analyse physico-chimique consiste en la mesure de pH et la détermination de l'acidité Dornic. Une cinétique d'acidification est réalisée toutes les deux heures (2 h) et ceci après 2, 4, 6 et 8 h d'incubation puis à 23 h. Les analyses microbiologiques réalisées sont indiquées dans le **tableau III**.

**Tableau III. Analyses microbiologiques effectuées sur le lait fermenté (JORA, 2004).**

<b>Flore</b>	<b>Milieu</b>	<b>Dilution</b>	<b>Technique d'ensemencement</b>	<b>Conditions d'incubation</b>
Flore Totale Aérobie Mésophile (FTAM)	PCA	10 <sup>-7</sup> - 10 <sup>-10</sup>	1 ml de dilution en masse	30°C/72 h
Flore lactique ( <i>Lactobacillus</i> )	MRS pH= 5,4			30°C/48-72 h
Flore lactique ( <i>Lactococcus</i> )	M17			30°C/48-72 h

### **III.7. Etude des qualités physico-chimique et microbiologique du lait fermenté au cours de la conservation**

Un suivi des qualités physico-chimique et microbiologique est réalisé pour le lait fermenté formulé et conservé à 6°C. La prise d'échantillons pour l'analyse est effectuée après 24 h, 12 jours et 22 jours. L'analyse physico-chimique consiste en une mesure de pH et une détermination de l'acidité Dornic. Les analyses microbiologiques sont ceux indiqués dans le **tableau III** en utilisant les dilutions 10<sup>-8</sup>-10<sup>-10</sup>.

*Résultats et  
discussion*

## **I. Résultats des analyses physico-chimiques et microbiologiques du lait cru**

### **I. 1. Analyses physico-chimiques**

Les résultats des analyses physico-chimiques des trois échantillons de lait cru analysés sont présentés dans le **tableau IV**.

**Tableau IV.** Valeurs du pH et de l'acidité des trois échantillons de lait cru analyser.

<b>Paramètre</b> <b>Origine du lait cru</b>	<b>pH moyen</b>	<b>Acidité moyenne</b> <b>(°D)</b>
A- Bejaia ville	6,8	13
B- Amizour	6,7	12
C- Chemini	6,8	18

### **I. 1. pH**

Les valeurs de pH des trois laits analysés varient entre 6,7 et 6,8, qui sont conformes au pH d'un lait de vache normal qui ne doit pas être inférieur à 6,5 ou supérieur à 6,9 (**Mathieu, 1998**). En effet, ces valeurs renseignent sur l'état de fraîcheur des trois échantillons de lait analysé (**Mahaut et al., 2000**).

Selon **Alais (1984)**, le pH n'est pas une valeur constante et peut varier selon le cycle de lactation et sous l'influence de l'alimentation, comme il change aussi avec l'état sanitaire du pis où il peut dépasser 7 dans le cas d'une mammite. Selon ce dernier, le pH évolue avec la composition du lait, une teneur élevée en substances acides : protéines, anions phosphates, citrate ou acide lactique s'accompagne d'un pH faible. Il affirme que le pH et l'acidité dépendent de la teneur en caséines en sels minéraux et en ions. De même, **Mathieu (1998)** a rapporté que le pH est sous l'influence des conditions hygiéniques lors de la traite, de la flore microbienne totale présente dans le lait et son activité métabolique.

### **I. 2. Acidité titrable**

Selon le **JORA (1993)** et la norme **AFNOR (1980)**, l'acidité Dornic du lait frais est fixée entre 15-18 °D. Les résultats obtenus pour deux échantillons de laits (A et B) sont de 12°D et 13°D respectivement, ces valeurs sont inférieures à celle fixée par la norme, contrairement à l'échantillon C=18°D qui a montré une valeur conforme à la norme (18°D),

proche de celle apportée par **Guiraud et Galzy (1980)** (14°D) et qui peuvent être le résultat de l'addition de l'eau avant la vente.

L'acidité du lait peut être un indicateur de la qualité du lait au moment de la livraison car elle permet d'apprécier la quantité d'acides produite par les bactéries ou les éventuelles fraudes (**Joffin et Joffin, 1999**).

### I.2. Appréciation de la qualité microbiologique du lait

#### ❖ Test de réductase : épreuve au bleu de méthylène

Le métabolisme des bactéries permet en modifiant le potentiel d'oxydo-réduction du lait, grâce à l'action de leurs réductases de façon suffisante, de transformer le bleu de méthylène en son dérivé incolore. La rapidité de la décoloration est directement proportionnelle au nombre de microorganismes présents dans le lait (**Beerens et Luquet, 1987**). Plus l'activité microbienne est forte, plus courte sera la durée de décoloration (**Guiraud, 1998**).

La décoloration des échantillons de lait analysés n'a été décelée qu'après 18 h, ce qui permet d'estimer approximativement que la charge microbienne du lait est faible (moins de  $2.10^5$  UFC/ml), par conséquent la qualité microbiologique du lait analysé est considérée bonne (**Guiraud, 1998**).

#### ❖ Test de lactofermentation

Les résultats du test de lactofermentation sont présentés dans le **tableau V**.

**Tableau V.** Résultats du test de lactofermentations pour les trois échantillons de lait cru analysé

Echantillon	pH	Observation
A	4,60	Un caillé friable de couleur beige avec une odeur désagréable
B	6,00	Leger caillé de couleur beige avec une odeur désagréable
C	4,50	Un caillé homogène de couleur blanche avec une odeur agréable

Il s'agit d'effectuer une incubation à température favorable pour déterminer le temps nécessaire à la coagulation lactique et pour examiner les caractéristiques du caillé formé. Ce test donne des informations importantes sur la flore du lait (l'aptitude de la flore microbienne originelle à l'acidification du lait) et donc permet d'orienter sa future utilisation (**Guiraud et**

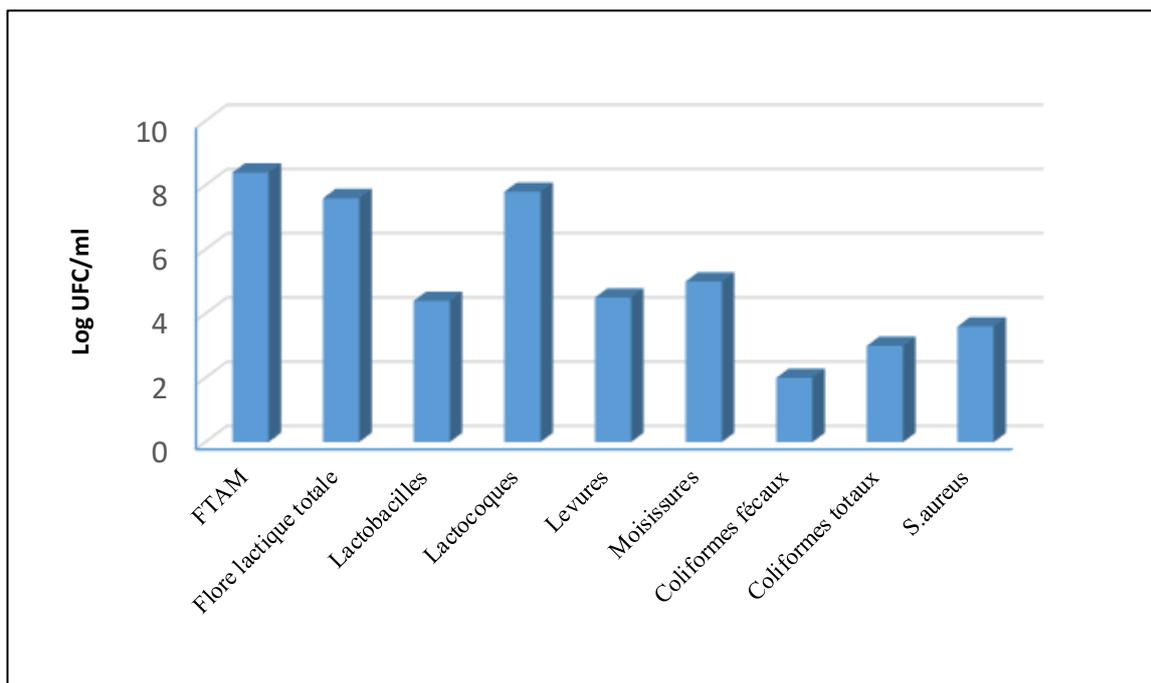
**Galzy, 1980**). Une incubation de chaque lait analysé dans l'étuve à 37°C pendant 24 h a permis d'observer la formation d'un caillé friable avec une odeur désagréable dans l'échantillon **A** (pH de 4,6) et formation d'un léger caillé dans l'échantillon **B** avec un pH de 6,00. Ces résultats pourraient être expliqués par la présence d'une flore d'altération avec une charge élevée dans le lait (**Luquet, 1977**). Contrairement à l'échantillon **C**, où on a eu une formation d'un caillé homogène, ayant un pH de 4,5, de couleur blanche avec une agréable odeur. Selon **Guiraud et Galzy (1980)**, ce résultat suggère l'absence de flores indésirables et une fermentation lactique franche par la flore d'intérêt technologique.

### I.3. Analyses microbiologiques du lait cru retenu

Suite aux résultats de la détermination de l'acidité titrable et du test de lactofermentation, l'échantillon C (lait de Chemini) a été retenu pour la mise au point du lait fermenté.

À la sortie de la mamelle, le lait d'un animal sain, traité de façon aseptique, est très faiblement chargé en microorganismes. En effet, ces derniers proviennent de l'extérieur et pénètrent dans la mamelle par le canal du trayon (**Magnusson et al., 2007**).

Les résultats de la recherche et du dénombrement des principaux groupes microbiens dans le lait retenu sont présentés dans la **figure 4**.



**Figure 4** : Résultats des analyses microbiologiques du lait cru retenu

### ➤ Flore totale aérobie mésophile (FTAM)

Selon les résultats du dénombrement de la FTAM dans le lait analysé, la valeur obtenue ( $2,3 \cdot 10^8$  UFC/ml), ne répond pas à la norme fixée par le **JORA (2017)** qui est de l'ordre de  $10^6$  UFC/ml. Le lait analysé est donc impropre à la consommation tel quel mais peut servir à la transformation après traitement.

### ➤ Flore lactique (lactobacilles et lactocoques)

La charge globale en bactéries lactiques du lait analysé a été de  $4 \cdot 10^7$  UFC/ml, avec des taux de lactobacilles et de lactocoques de  $2,3 \cdot 10^4$  et  $7 \cdot 10^7$  UFC/ml respectivement. Ces résultats sont similaires aux résultats rapportés par **Ouadghiri (2009)** qui a trouvé des valeurs qui variaient de  $8,2 \times 10^3$  UFC/ml à  $2,1 \times 10^7$  UFC/ml sur gélose MRS et M17 respectivement.

### ➤ Levures et moisissures

Les résultats obtenus révèlent la présence de levures et moisissures à des taux de  $3 \cdot 10^4$  et  $10^5$  UFC/ml respectivement. Ces valeurs sont proches de celles rapportées par **Bonfoh et al. (2006)** au Mali (moyenne de  $6,1 \cdot 10^4$  UFC/ml pour les levures et  $1,2 \cdot 10^4$  UFC/ml pour les moisissures). Cependant, **Tantaoui-Elaraki et al. (1983)** ont rapporté l'absence de moisissures dans 20 échantillons de lait cru, analysés au Maroc.

Cette charge en levures et moisissures retrouvée dans l'échantillon de lait analysé pourrait être due à des contaminations externes telles que l'environnement de l'étable ou du laboratoire (murs, sol, air).

### ➤ Coliformes totaux et fécaux

#### • Coliformes totaux

Les résultats obtenus ont révélé la présence de coliformes à un taux de  $10^3$  UFC/ml, une valeur inférieure à celle rapportée par **Afif et al. (2008)** qui était de l'ordre de  $3,2 \cdot 10^5$  UFC/ml. D'après **Magnusson et al. (2007)**, les litières fortement souillées contiennent de fortes charges en coliformes, qui sont à l'origine d'une contamination des trayons et du lait. D'autres sources de contamination sont également à considérer tels que le manque d'hygiène pendant la traite et les mauvaises conditions de transport.

Les normes Algériennes (**JORA, 2017**) ne préconisent pas le dénombrement des coliformes totaux mais plutôt les coliformes fécaux.

- **Coliformes fécaux**

Comme leur nom l'indique, sont des contaminants d'origine fécale qui reflète la qualité hygiénique d'un produit. Ils sont cependant plus nombreux dans les laits de mélange. Leur abondance dans le lait cru reflète une inexistance des dispositions sanitaires requises au cours de la traite et de la récolte du lait, une contamination au cours du transport ou un stockage défectueux. Les principaux vecteurs sont la peau des trayons, souillée par les fèces et le matériel de traite mal conçu et mal nettoyé (**Richard, 1983**).

Le dénombrement des coliformes fécaux réalisé après incubation à 44°C a donné un taux de 10<sup>2</sup> UFC/ml ce qui est conforme à la réglementation algérienne (**JORA, 2017**) qui tolère une charge de 10<sup>3</sup> UFC/ml. Ces résultats témoignent de la bonne qualité hygiénique du lait collecté.

- **Entérocoques**

Nos résultats indiquent une présence des entérocoques dans le lait analysé ce qui ne répond pas à la norme algérienne (**JORA, 2017**) qui exige l'absence des entérocoques dans 0,1 ml de lait cru. Ce résultat traduit le manque d'hygiène lors de la traite. Quoique considérés comme des indicateurs de contamination fécale ancienne, les entérocoques sont très recherchés en industrie laitière. En effet, ils font partie du groupe des bactéries lactiques, qui sont utilisées depuis des siècles dans la transformation des aliments. Ces micro-organismes jouent un rôle essentiel dans la conservation (prolongation du temps de stockage) et dans la qualité bactériologique des aliments, tout en respectant leurs propriétés nutritionnelles et organoleptiques (**Galvez et al., 2012**).

- ***Staphylococcus aureus***

*Staphylococcus aureus* est considérée comme une bactérie pathogène majeure, causant des infections mammaires, ces dernières s'accompagnent d'une augmentation de la perméabilité entre le compartiment sanguin et le lait qui a pour conséquence des modifications de la composition du lait (**Booth et Dodd, 2000**). Les résultats obtenus ont révélé la présence de *S. aureus* à un taux de 10<sup>5</sup> UFC/ml de lait. Selon les normes algériennes (**JORA, 2017**) un taux de 10<sup>5</sup> UFC/ml en *S. aureus*, dans le lait cru, destiné à la consommation humaine est toléré. Les résultats du dénombrement de cette espèce dans l'échantillon de lait analysé, a montré un taux de 4.10<sup>3</sup> UFC/ml, une valeur inférieure à la norme, cela exclue la possibilité de présence d'entérotoxines et donc le lait est retenu pour la production du lait fermenté.

### ➤ Clostridiums sulfito-réducteurs

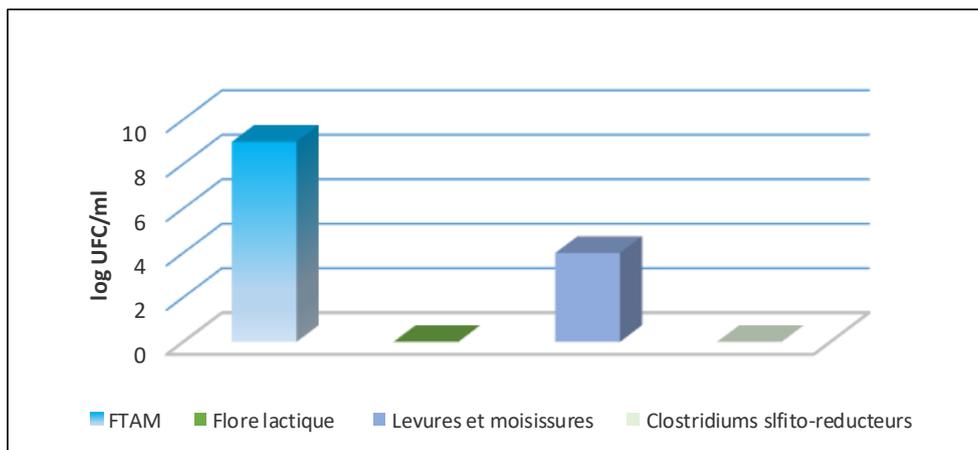
L'analyse microbiologique du lait cru a montré l'absence des Clostridium sulfito-réducteurs (formes végétatives et spores), ce qui est en corrélation avec les exigences des normes algériennes (JORA, 2017).

## II. Mise au point d'un lait fermenté enrichi en *Lactobacillus paracasei* et en figes sèches

### II.1. Résultats des analyses microbiologiques et physico-chimiques du lait UHT + figes sèches après incubation 24 h à 30°C

#### ❖ Résultats des analyses microbiologiques

Dans le but d'estimer l'apport en charge microbienne des figes sèches avant de lancer la production du lait fermenté synbiotique, un lait UHT a étéensemencé avec ces dernières et les résultats du dénombrement des différentes flores sont représentés dans la **figure 5**.



**Figure 5:** Résultats du dénombrement de l'apport en flore microbienne des figes sèches

Les résultats présentés dans la **figure 5**, montrent un apport élevé en flore totale (FTAM) de l'ordre de  $10^9$  UFC/ml, suivi d'une charge de  $10^4$  UFC/ml en levures et moisissures. Les résultats ont révélé aussi une absence en flore lactique et en Clostridiums sulfito-réducteurs.

Une étude réalisée par **Al Askari et al., (2012)** où un dénombrement direct pour la flore de la figue sèche a été réalisé a montré des taux en levures de  $3.6.10^7$  UFC/ml et  $3.4.10^6$  UFC/ml en moisissures.

Cette charge importante en FTAM, levures et moisissures reflète les mauvaises conditions d'hygiène des figues sèches qui peuvent être liées à plusieurs facteurs tels que le stockage dans les lieux à forte humidité, le petit point de vente, la méthode de préparation traditionnelle, les conditions de transports non conformes et la contamination par les mains des vendeurs ou des acheteurs au cours de l'exposition du produit (**Al Askari et al., 2012**).

### ❖ Résultats des analyses physico-chimiques

Les résultats montrent que le pH du lait UHT en présence des figues sèches (Tahayount) a été de 5,7 tandis que la valeur de l'acidité titrable a été de 45 °D. Cette acidité serait le résultat de l'activité métabolique de la FTAM et des levures présentes dans les figues en plus de l'acidité de la figue elle-même.

## II.2. Résultats du dénombrement des pré-cultures

Afin d'avoir le même nombre de cellules bactériennes dans 1 ml de culture durant toute la période de notre travail, 5 colonies fraîches de chaque souche ont été repiquées dans du lait UHT. Les résultats du dénombrement des deux souches lactiques ont montré des taux de  $9,3.10^9$  UFC/ml pour *Lb. paracasei* et de  $2,5.10^9$  UFC/ml pour *Lc. lactis*.

## II.3. Vérification de la stérilité du lait après traitement thermique

Le traitement thermique a été fait dans le but d'éliminer toute la flore originelle du lait, et l'absence de croissance bactérienne sur gélose MRS et PCA témoigne de la réussite du traitement effectué.

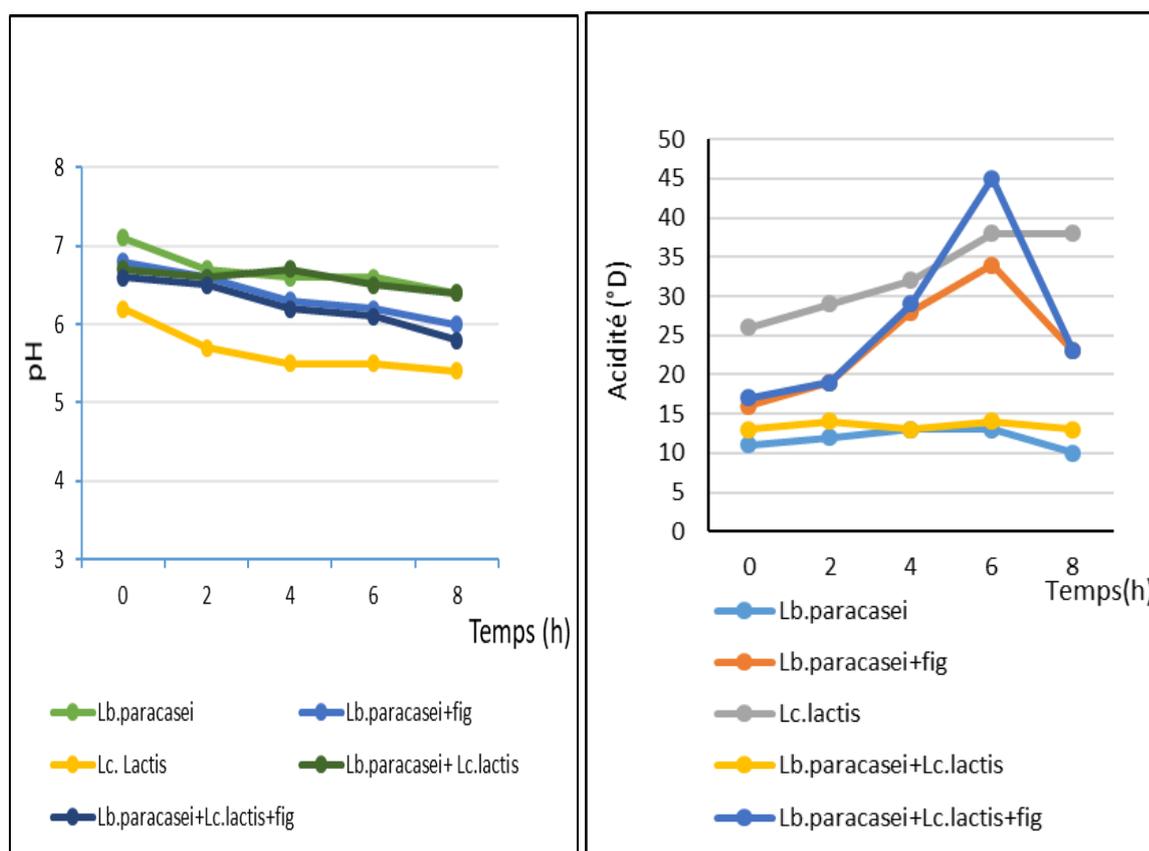
## II.4. Analyse du lait fermenté synbiotique

Un dénombrement des deux souches lactiques (ferment et probiotique) utilisées a été effectué au moment de l'inoculation du lait traité. De même, une mesure de pH et une détermination de l'acidité Dornic du lait inoculé ont été menées. Ces analyses ont pour objectif la détermination de la charge bactérienne initiale et des paramètres physico-chimiques du lait avant fermentation afin de pouvoir suivre leur développement durant la production.

### II.4.1. Résultats des analyses physico-chimiques et microbiologiques du lait fermenté

- **Cinétique d'acidification des différents laits fermentés mis au point**

L'évolution de l'acidité Dornic et du pH au cours de la production du lait fermenté pour les 5 combinaisons (lait + *Lc.lactis* ; lait + *Lc.lactis* + figues sèches ; lait + *Lb. paracasei* ; lait + *Lb. paracasei* + figues sèches ; lait + *Lc.lactis* + *Lb.paracasei* ; lait + *Lc.lactis* + *Lb.paracasei*+figues sèches) a été suivie toutes les 2 h pendant 8 h, puis déterminée après 23 h, afin d'explorer l'activité acidifiante des souches lactiques dans le lait. Les résultats obtenus sont illustrés dans la **figure 6**.



(a) (b)

**Figure 6 : Evolution du pH et de l'acidité Dornic en fonction du temps des différents laits fermentés.**

- **Résultats de mesure du pH**

Les valeurs de pH sont dues en grande partie à la dissociation de l'acide lactique par l'action des microorganismes.

D'après la **figure 6(a)**, on remarque une diminution progressive des valeurs de pH durant les huit premières heures de fermentation pour tous les types de laits fermentés, pour atteindre des valeurs finals (23h) allant de 6,4 à 4,2.

En comparant les valeurs de pH (5,3 et 5,1) obtenues dans chaque lait fermenté analysé en présence des pré-cultures seules : *Lb. paracasei*; *Lb. paracasei* + *Lc. lactis* respectivement avec celles obtenues en présence des figes sèches avec un pH de 4,5 pour *Lb. paracasei* + figes sèches et 4,1 pour *Lb. paracasei* + *Lc. lactis*+ figes sèches, on remarque qu'en présence des figes sèches, les valeurs du pH sont plus faibles (pH plus acides). Cette observation pourrait être en faveur d'un effet stimulateur des figes sèches sur l'activité métabolique des cultures bactériennes utilisées, soit directement par apport de sucres réducteurs (action sur *Lc. lactis* et *Lb.paracasei*) ou indirectement par apport de fibres (action sur *Lb. paracasei*).

- **Résultats de détermination de l'acidité titrable**

Les valeurs de l'acidité titrable montrent que la baisse du pH des laits fermentés pendant les huit premières heures **figure 6(b)** s'accompagne également d'une augmentation de l'acidité titrable, qui atteint une valeur assez remarquable après 23 h qui est de 123 °D.

A l'instar de l'abaissement du pH, l'augmentation de l'acidité est également plus importante dans les laits fermentés contenant les figes sèches (*Lb. paracasei*+ figes sèches; *Lb. paracasei* + *Lc. lactis*+ figes sèches) avec des valeurs de 97 °D et 123°D respectivement.

Selon **Mathieu (1998)**, cette acidité serait due à l'apparition de divers acides organiques, lors de la fermentation du lait, dont le plus abondant, l'acide lactique qui provient de la dégradation du lactose par la flore lactique.

Les couples de pH et acidité des autres échantillons de lait fermenté sont présentés dans **tableau VI**.

**Tableau VI** : Résultats de détermination de l'acidité titrable et mesure du pH du lait fermenté synbiotique après 23 h

Culture	Lait+ <i>Lb.p</i>	Lait+ <i>Lb.p</i> +figes	Lait+ <i>Lb.p</i> + <i>Lc.l</i>	Lait + <i>Lb.p</i> + <i>Lc.l</i> +figes	Lait+ <i>Lc.l</i>	Lait+ <i>Lc.l</i> + figes
pH	5,3	4,5	5,1	4,2	5,4	4.9
Acidité	40	97	46	123	38	70

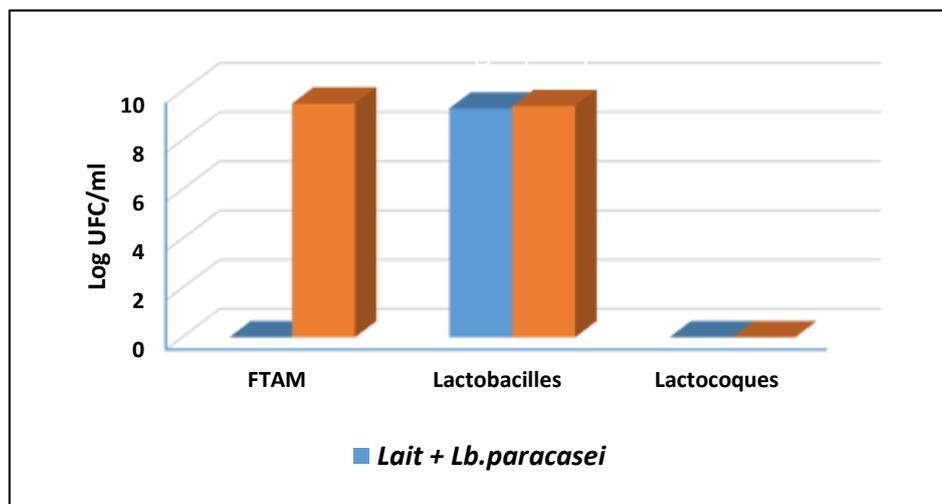
*Lb.p* : *Lactobacillus paracasei* ; *Lc.l* : *Lactococcus lactis*.

D'après les résultats de mesure de pH et de détermination de l'acidité titrable, et en comparant entre les résultats des deux paramètres suivis et entre les différents laits fermentés mis au point, une importante acidification (pH=4,2 et acidité= 123 °D) a été obtenue dans le lait fermenté contenant les deux souches lactiques (*Lb. paracasei* et *Lc. lactis*) et les figes sèches après 23h. Cela pourrait s'expliquer par l'activité synergique des deux bactéries d'une part et l'effet stimulateur des figes d'autre part.

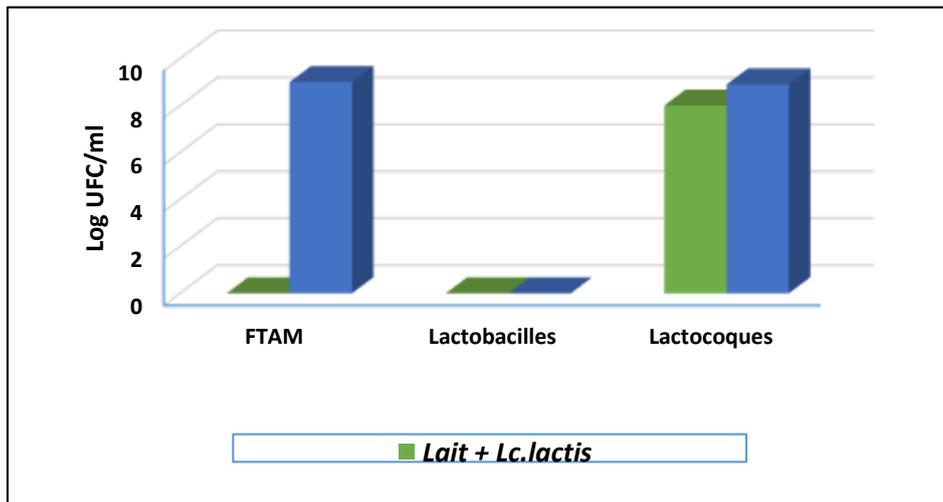
Ces résultats concordent avec ceux rapportés par (Aleid *et al.*, 2011) lors de la fortification d'un yaourt frais avec des fibres de dattes qui a permis d'obtenir un pH fortement plus bas.

### ❖ Résultats des analyses microbiologiques des laits fermentés

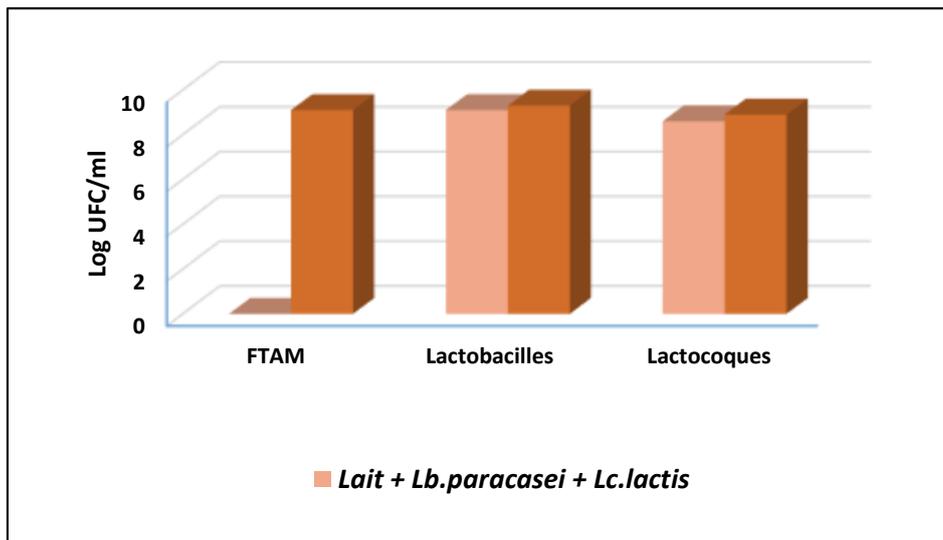
Les résultats des analyses microbiologiques des laits fermentés après incubation à 30°C pendant 24 heures sont présentés dans les **figures 7, 8 et 9**.



**Figure 7** : Résultats du dénombrement des flores totale et lactique des laits fermentés avec *Lb. paracasei* et *Lb. paracasei* + figes sèches



**Figure 8** : Résultats du dénombrement des flores totale et lactique des laits fermentés avec *Lc. lactis* et *Lc. lactis* + figues sèches



**Figure 9** : Résultats du dénombrement des flores totale et lactique des laits fermentés avec *Lb. paracasei* + *Lc. lactis* et *Lb. paracasei* + *Lc. lactis* + figues sèches

❖ Flore totale aérobie mésophile

Les résultats obtenus ont montré une charge importante de l'ordre de  $10^9$  UFC/ml pour les laits fermentés avec *Lb. paracasei* + *Lc. lactis* + (figues sèches), *Lc. lactis* + (figues sèches) et *Lb. paracasei* + (figues sèches) et une absence de cette flore dans les laits fermentés sans figues sèches. Un résultat cohérent vu la charge de figues en flore totale qui est de  $2,9 \cdot 10^9$  UFC/ml et la stérilité du lait utilisé.

Le dénombrement de la FTAM est un bon indicateur permettant de garantir la sécurité sanitaire des produits alimentaires. Un produit alimentaire avec une flore totale trop élevée est

considéré comme impropre à la consommation même en absence d'une flore pathogène (Verne-Bourdaï et al., 2002), et malheureusement aucune norme relative à la FTAM dans les laits fermenté n'est trouvée dans le JORA.

### ❖ Flore lactique : lactocoques et lactobacilles

Les résultats obtenus montrent des valeurs importantes en bactéries lactiques dans tous les types de laits fermentés, avec des taux égaux ou supérieurs à  $10^9$  UFC/ml.

Les bactéries lactiques sont principalement utilisées en tant que starter dans les produits alimentaires fermentés où leur présence en charges importantes permet de développer certaines caractéristiques organoleptiques et d'augmenter la durée de conservation (Dortu et Thonart, 2009).

La comparaison entre les résultats présentés dans les figures 7, 8 et 9 montre que les charges des lactobacilles et des lactocoques sont plus importantes dans les laits fermentés contenant les figues sèches avec des taux maximaux de  $9,6 \cdot 10^8$  UFC/ml pour les lactocoques dans le lait fermenté avec *Lc. lactis* + *Lb. paracasei* + figues et de  $3,02 \cdot 10^9$  UFC/ml pour les lactobacille dans le lait fermenté avec *Lb. paracasei*+ figues, alors qu'en absence des figues sèches, les taux maximaux sont de  $2,12 \cdot 10^9$  et  $10^8$  UFC/ml pour les lactobacilles et les lactocoques dans les échantillons de lait +*Lb.paracasei* et lait + *Lc.lactis* respectivement. Comme on remarque aussi que le taux de lactobacilles dans le lait + figues +*Lb.paracasei* seul ( $3,02 \cdot 10^9$  UFC/ml) et plus au moins important qu'en présence de *Lc. lactis* + *Lb. paracasei* + figues ( $2,1 \cdot 10^9$  UFC/ml).

D'après les résultats, on conclut que les figues sèches avec leur effet prébiotique stimulent la croissance de *Lb. paracasei* ainsi que la croissance de *Lc. lacti* grâce à leur richesse en sucres réducteurs et en fibres. De ce fait l'ajout des figues permet à la fois d'avoir une bonne fermentation et d'augmenté le taux de *Lb.paracasei* qui est un probiotique.

II.5. Résultats de l'étude des qualités physico-chimiques et microbiologiques des laits fermentés au cours de la conservation

❖ Suivi des paramètres physico-chimiques

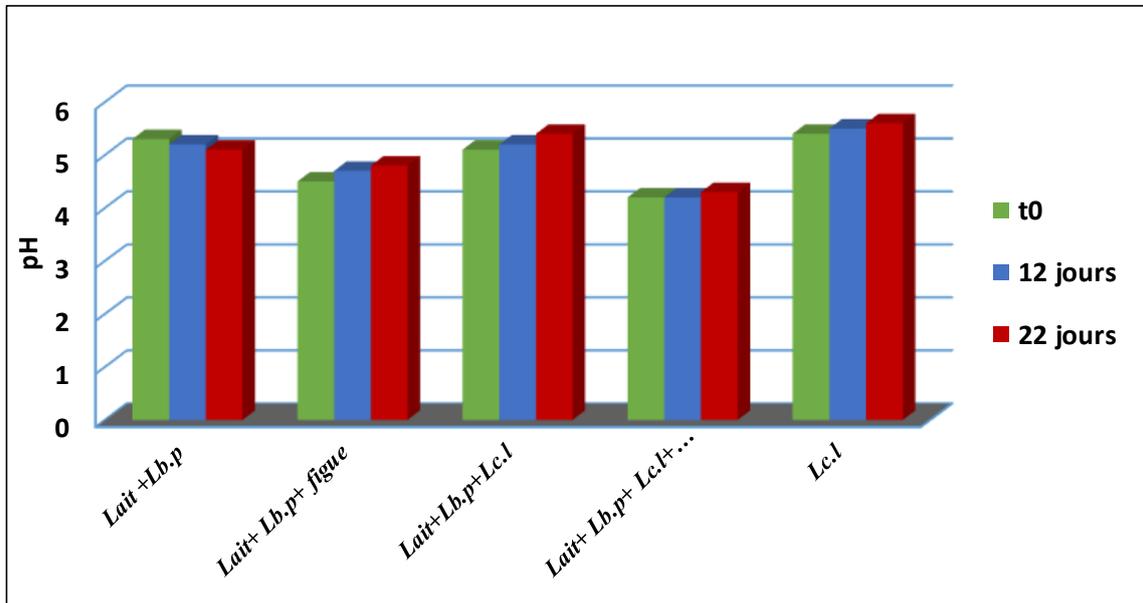
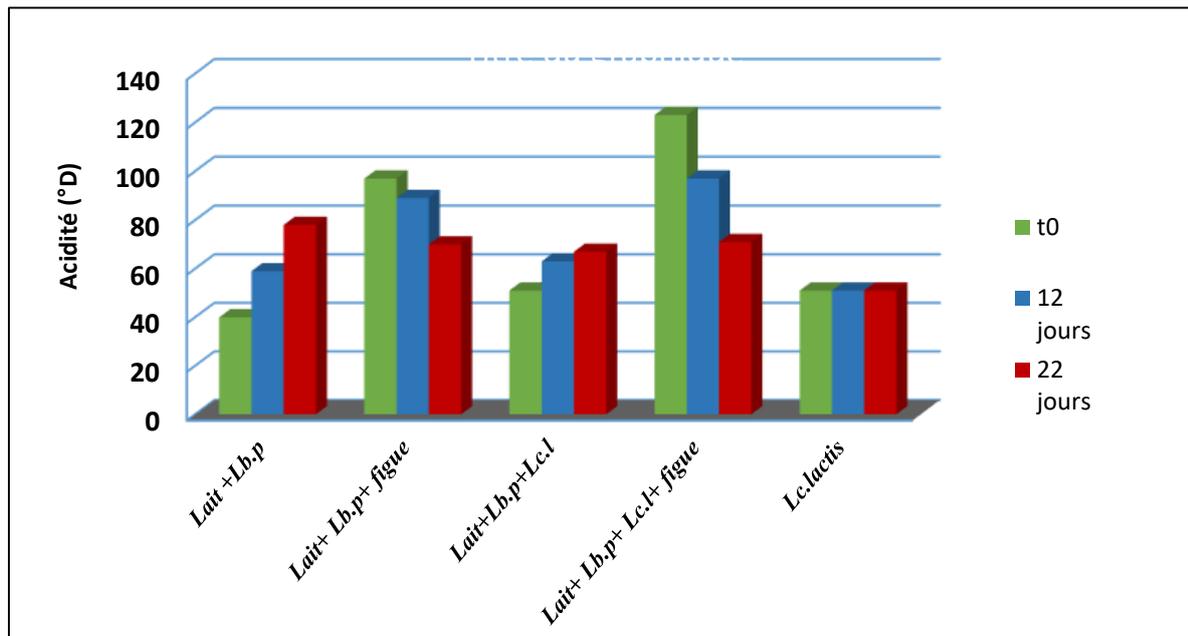


Figure 10 : Résultats du suivi du pH au cours de la conservation à 6°C

*Lb.p*: *Lactobacillus paracasei* ; *Lc.l* : *Lactococcus lactis* ; figues sèches

Le suivi de l'évolution du pH et de l'acidité Dornic au cours de la conservation à 6°C après une journée, 12 jours et 22 jours pour tous les types des laits fermentés (figure 10 et 11) a montré que ces paramètres varient d'une manière différente entre les laits fermentés contenant les figues sèches et ceux dépourvus de ces dernières. Les valeurs de pH et d'acidité pour les laits fermentés avec *Lb. paracasei* seul, *Lc. lactis* seul et *Lb. paracasei* + *Lc. lactis* varient entre [5,1 - 5,6] et [40°D– 78°D] au 22<sup>ème</sup> jour respectivement. Par contre, ces valeurs sont comprises entre [4,2 - 4,8] et [70°D – 123°D] au 22<sup>ème</sup> jour pour les laits fermentés avec *Lb. paracasei* + figues sèches et *Lb. paracasei* + *Lc. lactis* + figues sèches respectivement.

D'après ces résultats, on remarque d'une part qu'en présence des figues sèches les valeurs de pH sont faibles alors que les valeurs de l'acidité Dornic sont élevées et d'autre part on remarque que le degré d'acidité augmente et le pH diminue en fonction du temps pour les laits fermentés sans figues sèches contrairement aux laits fermentés avec figues sèches où le pH augmente et l'acidité Dornic diminue.



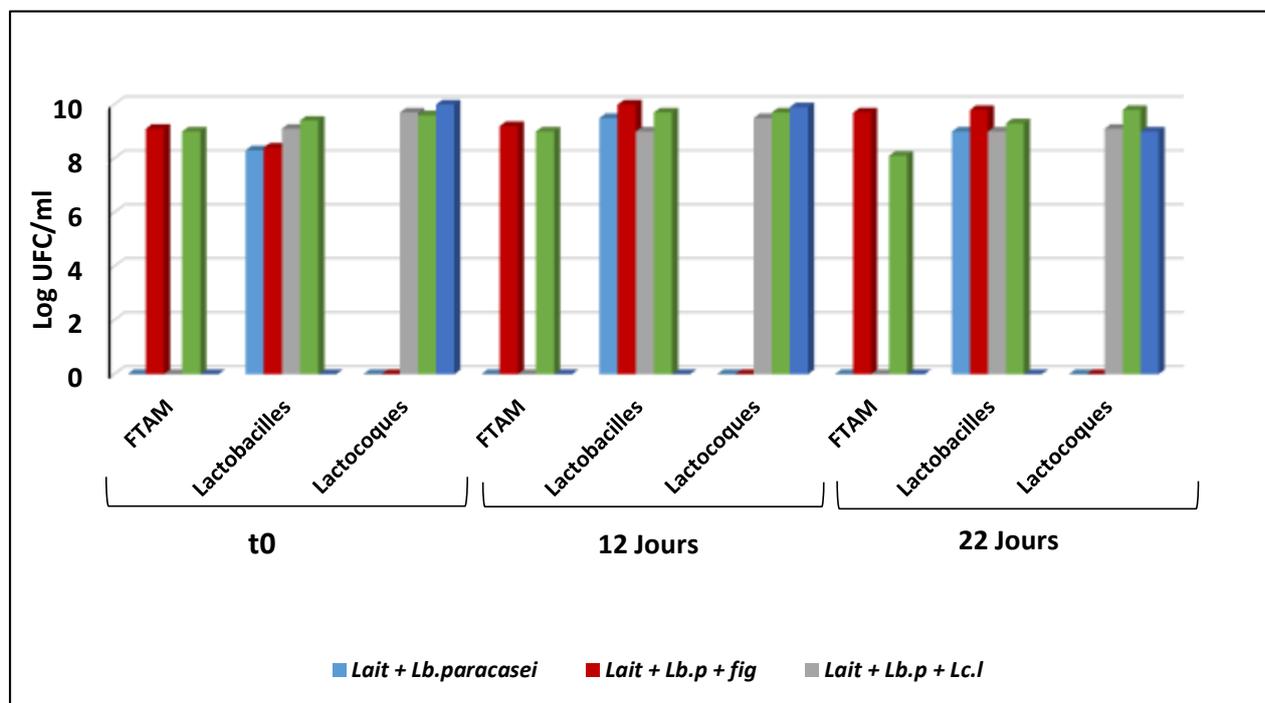
**Figure 11** : Résultats du suivi de l'acidité titrable au cours de la conservation à 6°C

*Lb.p*: *Lactobacillus paracasei* ; *Lc.l* : *Lactococcus lactis* ; figues sèches

La présence des figues sèches permet d'avoir des concentrations élevées en acide lactique, issu d'une activité importante de la flore lactique ce qui induit la baisse des valeurs de pH. Cette activité augmente de plus en plus durant la période de conservation ce qui provoque l'épuisement du milieu où les valeurs de pH ont augmenté pour atteindre 4,8 pour l'échantillon de lait au *Lb. paracasei* + figues sèches et 4,3 pour l'échantillon avec *Lb. paracasei* + *Lc. lactis* + figues sèches, alors que celles de l'acidité ont diminué à des valeurs de 70 et 71°D respectivement.

#### ❖ Suivi de la qualité microbiologique

Les résultats du suivi de la qualité microbiologique des différents laits fermentés au cours de leur conservation à une température de 6°C sont résumés dans la **figure 12**.



**Figure 12** : Résultats du suivi de la qualité microbiologique du lait fermenté au cours de la conservation à 6°C

*Lb.p*: *Lactobacillus paracasei* ; *Lc.l* : *Lactococcus lactis* ; figues sèches

### ❖ Flore totale aérobie mésophile

Selon les résultats du dénombrement de la FTAM (**figure 12**), on remarque que cette flore diminue dans le lait fermenté avec *Lb. paracasei* + figues sèches d'une charge de  $1,6 \cdot 10^9$  UFC/ml du moment d'inoculation au douzième jour de conservation, où elle était de  $1,6 \cdot 10^9$  UFC/ml puis elle augmente vers le 22<sup>ème</sup> jour pour atteindre une charge de  $5,1 \cdot 10^9$  UFC/ml. Par contre, dans le lait fermenté avec *Lb. paracasei* + *Lc. lactis* + figues sèches, la charge en FTAM a été de  $1,1 \cdot 10^9$  UFC/ml au douzième jour, suivie d'une diminution jusqu'à  $1,7 \cdot 10^8$  UFC/ml au 22<sup>ème</sup> jour.

### ❖ Flore lactique : lactobacilles et lactocoques

Le suivi du développement de la flore lactique montre que la charge des lactobacilles change en fonction de la durée de conservation. Elle augmente au douzième jour pour donner des charges de  $3,1 \cdot 10^9$  ;  $9,4 \cdot 10^9$  et  $4,7 \cdot 10^9$  UFC/ml pour les échantillons de laits : *Lb. paracasei* ; *Lb. paracasei* + figues sèches et *Lb. paracasei* + *Lc. lactis* + figues sèches respectivement puis diminue vers le 22<sup>ème</sup> jour pour atteindre des charges de  $5,7 \cdot 10^9$  ;  $1,9 \cdot 10^9$  et

$10^9$  UFC/ml dans les laits fermentés avec *Lb. paracasei* + figues sèches, *Lb. paracasei* + *Lc. lactis* + figues sèches et *Lb. paracasei* respectivement. La charge dans le lait fermenté avec *Lb. paracasei* + *Lc. lactis* a marqué une diminution durant toute la période de conservation avec une charge minimale de  $10^9$  UFC/ml au bout du 22<sup>ème</sup> jour.

Pour les lactocoques, leur charge diminue durant la conservation dans les deux laits fermentés avec *Lc.lactis* + *Lb.paracasei* et *Lc.lactis*, avec des charges de  $1,3.10^9$  et  $10^9$  UFC/ml respectivement au 22<sup>ème</sup> jour, contrairement au lait avec *Lb. paracasei* + *Lc. lactis* + figues sèches où une augmentation de la charge de ce genre avec un taux maximale de  $6,8.10^9$  UFC/ml au 22<sup>ème</sup> jour a été constatée. Cette charge en lactobacilles (*Lb.paracasei* qui est un probiotique) reprend à la recommandation de la charge des probiotique apportée par **Shah, ( 2000)** qui est d'un nombre de  $10^8$  UFC/ml pour être plus efficace.

*Conclusion*

La tendance mondiale actuelle est la recherche de nouveaux produits alimentaires qui en plus de l'apport nutritionnel confèreraient des bénéfices pour la santé de l'Homme. L'association d'une flore bénéfique (probiotiques) avec une source végétale (prébiotiques) serait une des voies de mise au point de nouveaux produits dits « synbiotiques ».

Le travail réalisé cadre avec cette tendance et avait pour but la mise au point d'un lait fermenté synbiotique enrichi en *Lactobacillus paracasei* et en figes sèches.

Durant cette étude, une analyse du lait de vache cru a été réalisée pour apprécier sa qualité. A la lumière des résultats obtenus, une stérilisation s'est avérée indispensable vu la charge élevée en flore totale.

Six combinaisons de laits fermentés ont été mises au point afin de suivre l'évolution de la souche probiotique en présence et en absence des figes sèches (lait + *Lc. lactis* ; lait + *Lc. lactis* + figes sèches ; lait + *Lb. paracasei* ; lait + *Lb. paracasei* + figes sèches ; lait + *Lc. lactis* + *Lb. paracasei* ; lait + *Lc. lactis* + *Lb. paracasei* + figes sèches). Le suivi de l'évolution de l'acidité Dornic et du pH au cours de la fermentation du lait a montré que les souches de *Lb. paracasei* et de *Lc. lactis* présentaient un pouvoir acidifiant important en présence des figes sèches après 23 h d'incubation avec un pH de 4,5 et 4,9 respectivement. En effet, la combinaison la plus acidifiante était « lait + *Lc. lactis* + *Lb. paracasei* + figes sèches » avec un pH de 4,2 et une acidité de 123°D après 23 h d'incubation.

Les résultats du suivi de la qualité microbiologique des 5 combinaisons durant la conservation à 6°C, ont révélé que la charge de la FTAM dans le lait fermenté avec *Lb. paracasei* + *Lc. lactis* (+ figes sèches) a augmenté vers le 12<sup>ème</sup> jour, puis a diminué vers le 22<sup>ème</sup> jour, alors qu'en absence de *Lc. lactis* la charge a diminué vers le 12<sup>ème</sup> jour suivie d'une augmentation vers le 22<sup>ème</sup> jour. Une charge élevée en flore lactique a été observée avec une charge en lactobacilles augmentant vers le 12<sup>ème</sup> jour à un taux de  $9,4 \cdot 10^9$  UFC/ml puis diminuant légèrement vers le 22<sup>ème</sup> jour ( $5,7 \cdot 10^9$  UFC/ml) en présence des figes sèches. Par contre, la charge des lactocoques a augmenté durant toute la période de conservation jusqu'au 22<sup>ème</sup> jour avec une charge maximale de  $6,8 \cdot 10^9$  UFC/ml.

Enfin, étant donné que c'est le premier travail réalisé sur ce thème et quoique les résultats obtenus soient intéressants, cette étude reste préliminaire et mérite d'être reconduite pour mieux cerner tout les paramètres liés à la fermentation en présence des figes sèches. Comme perspectives nous suggérons:

- De refaire plusieurs essais, en testant diverses concentrations de figues et de taux de flore lactique (*Lactobacillus paracasei* et *Lactococcus lactis*),
- Tester des figues stériles et pour cela il faudra chercher la meilleure méthode de stérilisation préservant la qualité nutritionnelle de la figue.
- Une optimisation des paramètres de fermentation semble obligatoire pour la maîtrise de la mise au point du produit.
- Déterminer la composition finale du lait fermenté
- Réaliser une analyse sensorielle pour mieux apprécier l'acceptabilité du produit par le consommateur
- Réaliser une analyse statistique pour pouvoir comparer les résultats.

*Références*  
*Bibliographiques*

1. **ABDELBASSET M., et DJAMILA K.** Antimicrobial activity of autochthonous lactic acid bacteria isolated from Algerian traditional fermented milk “Raïb”. *African Journal of Biotechnology*, (2008), vol. 7, n° 16.
2. **AFIF A., FAID M., et NAJIMI M.** Qualité microbiologique du lait cru produit dans la région de Tadla au Maroc. *Reviews in Biology and Biotechnology*, (2008), vol. 7, n°1, p. 2-7.
3. **AFNOR**, Normes.Lait et produits laitiers –méthodes d’analyse. (1980)
4. **AKBAS M.Y et OZDEMIR M.** Application de l'ozone gazeux pour lutter contre les populations de spores d'*Escherichia coli*, de *Bacillus cereus* et de *Bacillus cereus* dans les figues séchées. *Microbiologie alimentaire*, (2008), vol. 25, n° 2, p. 386-391.
5. **Alais C. (1984).** Principes et techniques laitiers. Sciences du lait : 4ème édition.- Paris:Edition SEPAIC.-814 p.
6. **Al Askari G., Kahouadji A., Khedid K., Charof K et Mennane Z.** Characterizations physicochemical and microbiological of dried figs collected from the markets of Rabat-Sale, Temara and Casablanca. (2012). vol.7, n°26, p.12-19.
7. **ALEID, SM.** Biotechnologie industrielle: applications des fruits du palmier dattier. Dans: *Biotechnologie du palmier dattier*. Springer, Dordrecht, (2011). p. 675-709
8. **ARYANA K. J., PLAUCHE S., RAO R. M., et al.** Fat-Free Plain Yogurt Manufactured with Inulins of Various Chain Lengths and *Lactobacillus acidophilus*. *Journal of Food Science*, (2007), vol. 72, n° 3.
9. **BEERENS H., et LUQUET .M.F. (1987).** Guide pratique d’analyses microbiologiques des laits et produits laitiers. Edition: Technique et documentation – Lavoisier. Paris. p. 5-6.
10. **BENKERROUM N., et TAMIME A.Y.** Transfert de technologie de certains produits laitiers traditionnels marocains (Iben, jben et smen) à petite échelle industrielle. *Microbiologie des aliments*, (2004), vol. 21, n° 4, p. 399-413.
11. **BHARTI S. K., SHARMA N.K., MURARI K., et al.** Aspects fonctionnels des produits laitiers en santé humaine: un aperçu. *Journal international de pharmacologie et de thérapeutique*. (2012); 2: 29 , 2012, vol. 35
12. **BONFOH B., ROTH C., TRAORÉ A.N., et al.** Effect of washing and disinfecting containers on the microbiological quality of fresh milk sold in Bamako (Mali). *Food control*, (2006), vol. 17, n° 2, p. 153-161.

13. **BOOTH J., et DODD F.H. (2000).** Mastitis and milk production. The healthy of dairy cattle. Edition Andrews. London. p: 213-255.
14. **BOURLOIUX.P.** Histoire des laits fermentés .International Journal of Dairy Technology, (2007).vol.42 . p. 9-4.
15. **CANTÍN C.M., PALOU L., BREMER., Vanessa., et al.** Évaluation de l'utilisation de dioxyde de soufre pour réduire les pertes post-récolte sur les figues sombres et vertes. Biologie et technologie post-récolte, (2011), vol. 59, n° 2, p. 150-158.
16. **CHAMPAGNE CP., GAGNON D., ST-GELAIS D., et al.** Interactions between *Lactococcus lactis* and *Streptococcus thermophilus* strains in Cheddar cheese processing conditions. International dairy journal, (2009), vol. 19, n° 11, p. 669-674.
17. **CHANDRAN C., Das M., et MEENU H.** effect of prebiotics on symbiotic fermented milk. World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, (2016), vol.5, n°2, p.1557.
18. **CHEN K.N., CHEN M.J., LIU J. R., LIN C.W., ET CHIU H.Y.** Optimization of incorporated prebiotics as coating materials for probiotic microencapsulation. Journal of food science, (2005), vol. 70, n° 5.
19. **CIBBAR R., ALAHMADI A., DIELEMA L.A. (2017).** Implications for human health, prebiotics, probiotics, and dysbiosis treatment of inflammatory bowel disease in ulcerative colitis. The microbiota in gastrointestinal pathophysiology, p.343–354.
20. **CIPC Lait Commission Interprofessionnelle des Pratiques Contractuelles (2011).** Avis relatif à la définition et aux méthodes d'analyse de l'acidité du lait n°2011-02.
21. **CIQUAL et CNEVA (Centre Informatique sur la Qualité des Aliments et Centre National d'Études Vétérinaires et Alimentaires), (1993).** Répertoire générale des aliments (REGAL) : Table de composition des fruits exotiques, fruits de cueillette d'Afrique (Tome 3): Edition Tech et Doc. Lavoisier.p.31–34.
22. **CLAPS S., MORONE G. (2011).** Produits laitiers et fromagers traditionnels de l'Algérie. In Développement de la Filière laitière et Fromagère en Algérie, p. 57-77.
23. **COUSSEMENT P. (1996).** Pre- and syn-biotics with inulin and oligofructose: promising developments in functional foods.p.102–4.
24. **CUMMINGS J.H., MACFARLANE G.T., et ENGLYST H.N.** Digestion prébiotique et fermentation. Le journal américain de nutrition clinique, (2001), vol. 73, n° 2, p. 415s-420s.
25. **DORTU C. et THONART P.** Les bactériocines des bactéries lactiques: caractéristiques et intérêts pour la bioconservation des produits alimentaires/Bacteriocins from lactic acid

- bacteria: interest for food products biopreservation. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, (2009), vol. 13, n° 1, p. 143.
26. **DYSSLI B. Du 1er octobre 1988 au 31 décembre 1988.** *Revue Juridique de l'Environnement*, (1989), vol. 14, n° 2, p. 241-253.
27. **El KhALOU M.(2003).**le figuier un patrimoine génétique diversifié à exploiter. *Bulletin mensuel d'information et de liaison du programme National de Transfert de Technologie en Agriculture*. n°106.p. 2-4.
28. **El KhAIOUI M. (2010).** Valorisation de la figue au Maroc. *Bulletin mensuel d'information et de liaison du programme National de Transfert de Technologie en Agriculture*. n° 186.p.2-4.
29. **FAVIER J.C., IRELAND-RIPERT J., LAUSSUCQ C., et FEINBERG M.** Répertoire général des aliments: 3. Table de composition des fruits exotiques, fruits de cueillette d'Afrique. (1993).
30. **FAO STAT. (2013).** Statistiques récentes de la FAO dans le domaine relatives au secteur de la figue. Site web : [www.faostat.org](http://www.faostat.org).
31. **FAO/WHO. (2001).** Health and nutritional properties of probiotics in food including powder milk with live lactic acid bacteria. Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization Expert Consultation Report.
32. **FERRADJI A., MALEK A., BEDOUD M., et al.** Séchoir solaire à convection forcée pour le séchage des fruits en Algérie. *Revue des Énergies Renouvelables*, (2001), vol. 4, p. 49-59.
33. **FOOKS, LJ, FULLER, R., et GIBSON, GR.** Prébiotiques, probiotiques et microbiologie intestinale humaine. *Journal international des produits laitiers*, (1999), vol. 9, no 1, p. 53-61.
34. **FRAZIER W.C., et Westhoff D.C.** *Food Microbiology*. 4<sup>th</sup> Edn, McGraw Hill Book Co., New York, (1988), p. 401-439.
35. **FRIC P.** Probiotics and prebiotics—renaissance of a therapeutic principle. *Open Medicine*, 2007, vol. 2, n° 3, p. 237-270.
36. **Galvez AA., Dauphin RD., Destain J., Campos D., et Thonart P. (2012).** Les enterocoques:avantage et inconvénients en biothechnologie (sunthèse bibliographie) .*biotechnol .Agron .Soc .Envion*.16 (1), 67-76pp.

37. **GIBSON G.R, et ROBERFROID M.B.** Modulation alimentaire du microbiote colique humain: introduction du concept de prébiotique. *The Journal of Nutrition*, (1995), vol. 125, n° 6, p. 1401-1412.
38. **GILLIS J. C et al.** Definitions of cheese and standardisation. *Cheesemaking: from science to quality assurance*, (2000), n° 2, p. 788-790.
39. **GIBSON G.R., PROBERT H.M., VAN LOO J., RASTA R.A., et ROBERFROID M.B.** Dietary modulation of the human colonic microbiota: updating the concept of prebiotics. *Nutrition research reviews*, (2004), vol. 17, n° 2, p. 259-275.
40. **GIBSON G.R. et ROBERFROID M.B.** Modulation alimentaire du microbiote colique humain: introduction du concept de prébiotique. *The Journal of Nutrition*, (1995), vol. 125, n° 6, p. 1401-1412.
41. **GUIRAUD J.P et GALZY P. (1980).** L'analyse microbiologique dans les industries alimentaires. Edition : De l'Usine Nouvelle. Paris. 123p.
42. **GUIRAUD J.P et GALZY P. (1998).** L'analyse microbiologique dans les industries alimentaires. Edition : De l'Usine Nouvelle. Paris. 237p.
43. **GUIRAUD J.P. (2003).** L'analyse microbiologique dans les industries alimentaires. *Microbiologie Alimentaire*. Edition : Dunod, Paris, France, p652.
44. **HERNANDEZ-HERNANDEZ O., MUTHAIYAN A., MORENO F. J., et al.** Effect of prebiotic carbohydrates on the growth and tolerance of *Lactobacillus*. *Food microbiology*, (2012), vol. 30, no 2, p. 355-361.
45. **HOLS P., HANCY F., FONTAINE L., et al.** De nouvelles perspectives dans la biologie moléculaire et la physiologie de *Streptococcus thermophilus* révélées par la génomique comparative. *Examens de microbiologie FEMS*, (2005), vol. 29, n° 3, p. 435-463.
46. **HOMAYOUNI A., AMINI A., KESHTIBAN A.K., et al.** Amidon résistant dans l'industrie alimentaire: une perspective changeante pour le consommateur et le producteur. *Starch / Stärke* , (2013), vol. 65, p. 1-13.
47. **JEDDI L. (2009).** Valorisation des figues de Taounate, Potentiel, Mode et stratégies proposées, Option : Industries Agricoles et Alimentaires .Affectation actuelle : Direction provinciale d'agriculture de Taounate.
48. **JOFFIN C et JOFFIN JN., (1999).** *Microbiologie Alimentaire*. Collection Biologie et Technique. 5ème édition, p 11.
49. **JORA. (1993).** Arrêté interministériel 18 aout 1993 relation spécifications et à la présentation de certain lait de consommation. Pp 16-20.

50. **JORA : n° 32 du 23 mai (2004).** Arrêté du 27 mars 2004 rendant obligatoire une méthode de dénombrement des organismes microbiens pour le lait fermenté.
51. **JORA : n° 70 du 7 novembre (2004).** Arrêté 11 septembre 2004 rendant obligatoire méthode de préparation des échantillons pour l'essai et les dilutions en vue de l'examen microbiologique.
52. **JORA : n°42. (2005). Arrêté du 23 Janvier (2005).** Rendant obligatoire une méthode de recherche et dénombrement des Staphylocoques dans les produits laitiers.
53. **J.O.R.A : n°39 du 02 juillet (2017).** Arrêté 04 octobre 2016 fixant les critères microbiologiques des denrées alimentaire .p. 13-14.
54. **KALPA R. E., et PREETHA R.** Screening for Suitable Prebiotic for Probiotic Strain by in Vitro Fermentation. Biosciences Biotechnology Research Asia, (2016), vol. 13, n° 2, p. 1177-1181.
55. **KANDYLIS P., PISSARIDI K., BEKATOROU A., et al.** Dairy and non-dairy probiotic beverages. Current Opinion in Food Science, (2016), vol. 7, p. 58-63.
56. **KORBEKANDI H., MORTAZAVIAN A.M., IRAVANI S. (2013).** Technology and stability of probiotic in fermented milks. In: Probiotic and Prebiotic Foods: Technology, Stability and Benefits to the human health, Shah N, USA, p. 131-168.
57. **LARPENT-GOURGAUT M., MICHAUX O., LARPENT J.P., DESMASURES N., Desmazeud M., MANGIN I., MASSON f., MONTEL M.C et TAILLIEZ P.(1997).** Les ferments lactiques et bactéries apparentées in : Microbiologie alimentaire Edition: Lavoisier, Tec.Doc. Lavoisier, Paris.p.1073.
58. **LUQUET F.** la lactofermentation.Rev. (1997).n°6.p. 25-32.
59. **MAGNUSSON M., CHRISTIANSSON A., et SVENSSON B.** Spores de Bacillus cereus pendant le logement des vaches laitières: facteurs affectant la contamination du lait cru. Journal des sciences laitières, (2007), vol. 90, n° 6, p. 2745-2754.
60. **MAHAUT M., JEANTET R., BRULE G. (2000).** Initiation à la technologie fromagère: Technique documentation.EN 6636.
61. **MARPUDI S., RAMCHANDRAN P., SRIVIDAY N.** Aloe vera Gel Coating For Post-Harvest Quality Maintenance of Fresh Fig Fruits.( 2013).Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences.p.878-887.
62. **MATHIEU J. (1998).** Initiation à la physicochimie du lait, Lavoisier, Tec et Doc.Paris.179, p. 220.
63. **MERIBAIA A., JENIDI R., HAMMOUCHE Y., BENSOLTANE A.** Caractérisation physico-chimique et qualité microbiologique du klila : un fromage traditionnel sec des

- régions arides d'Algérie : Étude préliminaire. *Journal of new sciences*, (2017), 40(4).p. 2169-2174.
64. **MICHAYLOVA M., MONKOVA S., KIMURA K., SASAKI T et ISAWA K.** Isolation and characterization of *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* from plants in Bulgaria. (2007). *FEMS Microbiology Letters* 269.p.160–169.
65. **MIYAZATO S., NAKAGAWA C., KISHIMOTO Y., et al.** Promotive effects of resistant maltodextrin on apparent absorption of calcium, magnesium, iron and zinc in rats. *European journal of nutrition*, (2010), vol. 49, n° 3, p. 165-171.
66. **NATIONAL COMMITTEE FOR CLINICAL LABORATORY STANDARDS, (2002).** Performance standards for antimicrobial susceptibility testing, 12th informational supplement. M100-S12, NCCLS, Wayne, PA.
67. **OKOS M.R.G., NARASIMHAN R.K., SINGH et WITNAUER A.C. (1992).** Food dehydration. In D. R. Heldman and D. B. Lund (Eds.), *Handbook of Food Engineering*. New York: Marcel Dekker.
68. **ORRHAGE K. et NORD C.E.** Bifidobacteria and Lactobacilli in human health. *Drugs under experimental and clinical research*, (2000), vol. 26, n° 3, p. 95-111.
69. **OUADGHRI M.** (2009). biodiversité des bactéries lactiques dans le lait cru et ces dérivés « Lben » et « Jben » d'origine marocain. Thèse de Doctorat de Microbiologie et Biologie Moléculaire. Université Mouhamed V-AGDAL, faculté des sciences, Rabat,p132.
70. **OZCAN O., OZCAN T., YILMAZ-ERSAN., et al.** The use of prebiotics of plant origin in functional milk products. *Food Science and Technology*, (2016), vol. 4, n° 2, p. 15-22.
71. **PAN W., SUNAYAMA Y., NAGATA Y., et al.** Clonage d'un ADNc codant pour le sucrose: saccharose 1-fructosyltransférase (1-SST) de yacon et son expression dans du riz transgénique. *Biotechnologie et équipement biotechnologique*, (2009), vol. 23, n° 4, p. 1479-1484.
72. **PIGA A., PINNA I., ÖZER K.B., et al.** Déshydratation à l'air chaud des figes (*Ficus carica* L.): cinétique de séchage et perte de qualité. *Revue internationale des sciences et technologies de l'alimentation*, (2004), vol. 39, no 7, p. 793-799.
73. **PFEILER E.A., et KLAENHAMMER T.R.** The genomics of lactic acid bacteria. *Trends in microbiology*, (2007), vol. 15, n° 12, p. 546-553.
74. **QUIBERONI A., MOINEAU S., ROUSSEAU G.M., REINHEIMER J., et ACKERMANN H.W. (2010).** *Streptococcus thermophilus* bacteriophages. *International Dairy Journal*, (2010), 20:657-664.

75. **RADHA B., ESFANDIAR A., WANG F.C., et al.** Molecular transport through capillaries made with atomic-scale precision. *Nature*, (2016), vol. 538, no 7624, p. 222.
76. **RENGARAJAN E.K et PREETHA R.** Criblage de prébiotique approprié pour la souche probiotique par fermentation *in vitro*. *Biosci Biotech Res Asia*, (2016). 13 (2)
77. **REID G., SANDERS M.E., GASKINS H.R., GIBSON G.R., MERCENIER A., RASTALL R et al.** Nouveaux paradigmes scientifiques pour les probiotiques et les prébiotiques. *Journal of clinique gastroentérologie*, (2003), vol. 37, n° 2, p. 105-118.
78. **REID G.** Probiotiques: définition, portée et mécanismes d'action. *Meilleure pratique et recherche Clinical Gastroenterology* , (2016), vol. 30, n° 1, p. 17-25.
79. **RICHARD J., et HOUSSU C.** Nature de la flore microbienne dominante et sous-dominante des laits crus très pollués. *Le Lait*, (1983), vol. 63, n° 625-626, p. 148-170.
80. **ROBERFROID M.B.** Les prébiotiques et les probiotiques: sont-ils des aliments fonctionnels? *Le journal américain de nutrition clinique*, (2000), vol. 71, n° 6, p. 1682S-1687S.
81. **SALMINEN S., BOULEY C., BOUTRON.RUAULT M.C., CONTOR L., CUMMINGS J.H., FRANCK A., SAXELIN M.** *Lactobacillus GG*—a human probiotic strain with thorough clinical documentation. (1997). *Food Rev Int* 13(2).p. 293–313.
82. **SALMINEN S., BOULEY C., BOUTRON M.-C., et al.** Science de l'alimentation fonctionnelle et physiologie et fonction gastro-intestinale. *British Journal of Nutrition*, (1998), vol. 80, non S1, p. S147-S171.
83. **SALMINEN S., VON WRIGHT A., MORELLI L., et al.** Démonstration de la sécurité des probiotiques-une revue. *Revue internationale de microbiologie alimentaire*, (1998), vol. 44, n ° 1-2, p. 93-106.
84. **SCHREZENMEIR Jet DE VRESE M.** Probiotics, prebiotics, and synbiotics—approaching a definition—. *The American journal of clinical nutrition*, (2001), vol. 73, no 2, p. 361s-364s.
85. **SHAH N.P.** Effects of milk-derived bioactives: an overview. *British Journal of Nutrition*, (2000), vol. 84, no S1, p. 3-10.
86. **Silva1. S. B., Ferrari1. J. (2016).** DEVELOPMENT OF PROBIOTIC GRAPE JUICE AND *Lactobacillus paracassei* VIABILITY UNDER COLD STORAGE. *Congresso Brasileiro de Ciencia e Techenologia de Alimentos*.
87. **TANTAOUI-ELARAKI A., BERRADA M., EI MARRAKCHI A., et BERRAMOU A.** Etude sur le Lben marocain. *Le lait*, (1983), vol. 63, n° 627-628, p. 230-245.

88. **THAKKAR U., et PREETHA R.** Evaluation de la poudre de figue comme prébiotique et son utilisation pour le développement de microcapsules synbiotiques. *Biosciences Biotechnology Research Asie*, (2016), vol. 13, no 2, p. 1223-1229.
89. **Verne-bourdais E., Bonnef C., ET al ., (2002).** Microbiologie et qualité dans les industries agroalimentaire.
90. **Vinson J.A., (1999).** the functional food properties of figs. *Cereal foods World*. American Association of Cereal Chemists. 44 (2): 82-87.
91. **WESTENBRINK S., BRUNT K., VAN DER KAMP, et Jan-Willem.** Dietary fibre: challenges in production and use of food composition data. *Food chemistry*, (2013), vol. 140, n° 3, p. 562-567.
92. **ZIEMER C.J., et GIBSON G.R.** An overview of probiotics, prebiotics and synbiotics in the functional food concept: perspectives and future strategies. *International Dairy Journal*, (1998), vol. 8, n° 5-6, p. 473-479.

# *Annexes*

**Tableau I : Gélose MRS (CONDA, Espagne)**

<b>Compositions</b>	<b>Quantité en g/l</b>
Dextrose	20
Peptone	10
Extrait de viande	08
Extrait de levure	04
Acétate de sodium	05
Phosphate di potassique	02
Citrate d'ammonium	02
Sulfate de magnésium	0.2
Sulfate de manganèse	0.05
Agar	10

pH final .6.2+/-0.2 à 25 °C

**Tableau II: Gélose M<sub>17</sub> (TMMEDIA, Inde )**

<b>Compositions</b>	<b>Quantité en g/l</b>
Agar	10
Peptique digestif de tissu animal	05
Extrait de levure	2.5
Sulfate de magnésium	0.25
Lactose	05
Acide ascorbique	0.5
Extrait de viande	05
Peptique digestif de la farine de soja	05
Additif M <sub>17</sub>	23.5

pH final .7,8+/-0.2 à 25 °C

**Tableau III: Gélose PCA (LIOFILCHEM, Italie)**

<b>Compositions</b>	<b>Quantité en g/l</b>
Tryptone	05
Glucose	01
Extrais de la levure	2.5
Agar	15

pH final . 7.0+/-0.2 à 25°C

**Tableau IV: Gélose VRBL (BIOKAR, Inde)**

<b>Copositions</b>	<b>Quantité en g/l</b>
Peptique digestif de viande	07
Extrait de levure	03
Lactose	10
Sel billiaire	1.5
Chlorur de sodium	05
Rouge neuter	0.03
Cristal violet	0.002
Agar	12

pH final .7,4+/-0.2 à 25 °C

**Tableau V: Gélose VF (HiMedia, Inde)**

<b>Compositions</b>	<b>Quantité en g/l</b>
Viande foie de base	20
Dextrose	0.75
starch	0.75
Agar	11

pH final: 7.6+/-0.2 à 25 °C

**Tableau VI : Gélose de Sabouraud (BIOKAR, France )**

<b>Compositions</b>	<b>Quantité en g/l</b>
Peptide digest de viande	05
Peptide digeste de caseine	05
Glucose anhydrous	36.4
Agar	15

pH final : 5.6+/-0.2 à 25 °C

**Tableau VII : Gélose Slanetz et Bartley (BIOKAR, Inde)**

<b>Composition</b>	<b>Quantité en g/l</b>
Tryptophane	10
Extrait de boeuf	05
Extrait de levure	01
Glycine	12
Pyruvate	12
Chlorure de lithium	05
Gélose	17

pH final :7.2+/-0.2 à 25 °C

**Tableau VIII : Gélose Baird Parker (CONDA, Espagne)**

<b>Composition</b>	<b>Quantité en g/l</b>
Glycine	12.0
Digest pancréatique of caséine	10.0
Pyruvate de sodium	10.0
Extrait de viande	05.0
Chloride de lithium	05.0
Extrait de levure	01.0
Agar	20.0

pH final :6.8+/- à 25 °C

**Tableau IX : Bouillon Geiolliti Cantoni (TMMEDIA, Inde )**

<b>Compositions</b>	<b>Quantité en g/l</b>
Enzyme de caséine	10
Extrait de viande	05
Extrait de levure	05
Mannitol	20
Chlorure de sodium	05
Chlorure de lithium	05
Pyruvate de sodium	03
Glycine	1.2

pH final : 6.9+/-0.2 à 25 °C

**Tableau X: Bouillon Roth (HiMedia, Inde)**

<b>Compositions</b>	<b>Quantité en g/l</b>
Peptique digestif de tissu animal	20
Dextrose	05
Chloride de sodium	05
Phosphate hydrogéné dipotassique	02.7
Potassium dihydrogen phosphate	02.7
Azide de sodium	0.2

pH final: 6.8+/-0.2 à 25 °C

- **Préparation de bleu de méthylène :**

5g de bleu de méthylène dans 100ml d'eau distillée, autoclavé 20min à 120 °C.

- **Préparation de l'eau physiologique :**

9g de NaCl dans 1000ml de l'eau distillée, autoclavé 20min à 120 °C.

- **Préparation de phénolphtaléine :**

1g de phénolphtaléine dans 100ml d'alcool.

• **Préparation de la solution NaOH :**

1g de NaOH dans 100ml de l'eau distillée.

**Tableau XI: Bouillon EVA LITSKY (LIOFILCHEM, Italie)**

<b>Compositions</b>	<b>Quantité en g/l</b>
Triptose	20
Glucose	05
Phosphate di-potassium	02.7
Phosphate mono-potassium	02.7
Chloride de sodium	05
Azide de sodium	0.4
Ethyl violet	0.00083

pH final : 7.0+/-0.2 à 25 °C

**Remarque :**

Tous les milieux de cultures préparés sont autoclavés pendant 15min à 121 °C, sauf la gélose VRBL.

**Tableau XII: Normes Algériennes pour le lait cru (JORA, 1998)**

<b>Flores</b>	<b>Normes (UFC/ml)</b>
<b>Germes aérobie à 30°C</b>	10 <sup>5</sup>
<b>Coliforme fécaux</b>	10 <sup>3</sup>
<b>Streptocoque fécaux</b>	Absence / 0 ,1ml
<b><i>Staphylococcu aureus</i></b>	Absence
<b>Clostridium sulfito-réducteur à 46°C</b>	50
<b>Antibiotique</b>	Absence

## Résumé

La présente étude avait pour objectif la mise au point d'un lait fermenté synbiotique par ajout d'une souche probiotique (*Lactobacillus paracasei*) et des figes sèches comme source de prébiotiques. Six échantillons différents de lait fermenté ont été préparés dans le but d'évaluer l'influence des figes sèches sur *Lb. paracasei* et pour avoir une bonne fermentation, un ferment lactique (*Lactococcus lactis*) a été ajouté.

Les résultats physicochimiques des différents laits fermentés ont montré que l'acidité du lait en présence des figes sèches a été plus importante dans l'échantillon *Lb. paracasei* + *Lc. lactis* avec un couple pH-acidité de 4,2 et 123°D respectivement. Ces résultats nous permettent de dire que les figes sèches influencent significativement sur l'activité des deux bactéries.

Les résultats des analyses microbiologiques ont montré des charges très élevées en FTAM et en flore lactique avec des taux supérieurs à  $10^9$  UFC/ml en présence des figes sèches dans les échantillons contenant *Lb. paracasei*.

Par ailleurs, d'après les résultats obtenus, les caractéristiques physicochimiques et microbiologiques des échantillons des laits préparés sont différentes. Cette différence serait due d'une part à la présence du ferment et du probiotique dans un même échantillon et d'autre part à la présence des figes sèches et leur effet sur les deux bactéries.

**Mots clés :** Lait fermenté synbiotique, probiotique, prébiotique, *Lb. paracasei*, figes sèches

## Abstract

This study had for objective the development of synbiotic fermented milk by adding a probiotic strain *Lactobacillus paracasei* and dried figs as a prebiotic's source. Six different milk samples were prepared to assess the influence of figs on the *Lb. paracasei* and to have a good fermentation; a lactic starter (*Lactococcus lactis*) has been added.

The physicochemical results of the different milks showed that the acidity of the milk in the presence of the figs was more important for the sample containing *Lb. paracasei* + *Lc. lactis*, with a couple of pH-acidity of 4.2 and 123°D respectively. These results allowed us to say that figs influence significantly on the activity of the two bacteria.

The microbiological results showed very high levels of total and lactic flora, greater than  $10^9$  cfu/ml in the presence of dry figs, in the samples containing *Lb. paracasei*.

Moreover, according to the results obtained, physicochemical and microbiological characteristics of the fermented milk samples were different. This difference is due in part to the presence of the starter and the probiotic strain in the same sample and on the other hand the presence of figs and their effect on the two bacteria.

**Key words:** Synbiotic fermented milk, Probiotic, Prebiotic, *Lb. paracasei*, Dry figs