

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 : Sciences alimentaires
Spécialité : Production et transformation laitière



جامعة بجاية
Tasdawit n Bgayet
Université de Béjaïa

Référence :

Mémoire de fin de cycle en
vue de l'obtention du diplôme

Master

Thème

**Elaboration d'un yaourt enrichi au gel de
*l'Aloe vera***

Présenté par

BERKI Assia & BECHROUNE Rima

Soutenu le : 20/09/2020

Devant le jury composé de :

Mme GUERFI F.

MCB

Présidente

Mr CHIKHOUNE A.

MCA

Examineur

Mme FELLA S.

MAA

Encadreur

Année universitaire: 2019/2020



Dédicaces

Je dédie ce travail à

Mes chers parents qui m'ont soutenue depuis le premier jour

A mes deux frères et ma belle sœur

A tout membre de ma famille qui m'a accompagnée durant
mon parcours

A mes amis et en particulier Koukous, avec lesquels j'ai tant
partagé

Aux écrivains qui m'ont bercée l'âme et submergée
d'humanité

A la noblesse que j'ai découverte chez un humain

A la famille de ma binôme

Assia



Dédicaces

Je dédie ce travail

A Mes très chers parents qui m'ont soutenu et encouragé
durant toutes mes études : Merci pour le bonheur, les valeurs
et l'éducation que vous m'avez procuré

A Mes deux frères que j'aime beaucoup, hocine et boussaad

A Mes cousines, Mira et Liza

A ma copine, Massiva

A Ma binôme ainsi qu'à sa famille

Rima



Remerciement

En premier nous somme reconnaissantes d'être en bonne santé après avoir traversé des mois face à la pandémie du COVID-19

Nous tenons à exprimer notre gratitude à notre promotrice Mme **FELLA Samira** pour la qualité de son encadrement, sa disponibilité et son accompagnement durant toute la période de notre travail

*Nous tenons également à exprimer nos sincères remerciements à :
Mme **GUERFI F** d'avoir accepté de présider le jury et de juger
notre travail.*

*Mr **CHIKHOUNE A** d'avoir accepté d'examiner et de juger notre
travail*

*L'ensemble du personnel du laboratoire **PREVOLAB** qui nous ont
accueillis et aidés au début de notre stage*

Et toute personne ayant contribué à la réalisation de ce travail.

Table des matières

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction 1

Partie: Synthèse bibliographique

Chapitre I: Généralités sur l'*Aloès vera*

1. Historique	3
2. Description	3
3. Classification botanique	4
4. Origine, habitat et distribution géographique	4
5. Utilisations de la plante	5
5.1. Utilisations alimentaires	5
5.2. Utilisations cosmétiques.....	5
5.3. Utilisation comme produits de santé	5
6. Procédé d'obtention du gel d' <i>Aloe vera</i>	6
6.1. Récolte de la feuille	6
6.2. Retrait du gel	6
6.2.1. Méthode traditionnelle	6
6.2.2. Méthode de la feuille entière	6
6.2.3. Méthode de la feuille totale	7
6.3. Obtention du produit fini	7
6.3.1. Traitement à froid	7
6.3.2. Traitement à chaud	7
6.4. Conditionnement	8
7. Composition chimique de l' <i>Aloe vera</i>	8
8. Activités et effets thérapeutiques de l' <i>Aloe vera</i>	9
8.1. Activité dans le domaine cosmétique.....	9
8.2. Activité antibactérienne et antifongique.....	9

8.3. Activité antioxydante	10
8.4. Activité anti-inflammatoire	10
8.5. Effets anticancéreux	10
8.6. Effets anti-diabétiques	10
8.7. Effet sur la sécrétion d'acide gastrique et les ulcères	10
9. Toxicité du gel de l' <i>Aloe vera</i>	11

Chapitre II : Généralités sur le yaourt

1. Historique	12
2. Définition	12
3. composition du yaourt	13
3.1. Matière première	13
3.1.1. Lait frais	13
3.1.2. Poudre de lait.....	14
3.2. L'eau.....	15
3.3. Les additifs	15
4. Bactéries spécifique du yaourt (Les bactéries lactiques).....	15
4.1. <i>Lactobacillus bulgaricus</i>	16
4.2. <i>Streptococcus thermophilus</i>	16
5. Comportement associatif des deux bactéries.....	17
6. Processus de fabrication du yaourt	18
6.1. Traitement thermique	20
6.2. Fermentation lactique	20
6.3. Conditionnement et stockage	21
7. Propriétés physico-chimiques.....	21
7.1. pH et taux d'acide lactique	21
7.2. Viscosité et texture	21
7.3. Extrait sec total	21
7.4. Taux de matière grasse	21
8. Propriétés microbiologiques	22
9. Intérêts nutritionnels et thérapeutique	22
9.1. Intérêts nutritionnels.....	22
9.2. Intérêts thérapeutiques.....	23

Partie expérimentale

Chapitre I : Materiel et méthode

1. Récolte des échantillons	26
2. Méthode d'extraction du gel d'aloé vera.....	26
2.1 Analyse physico-chimique du gel	27
2.1.1. Mesure du pH.....	27
2.1.2. Mesure de brix.....	28
2.1.3. Détermination de l'acidité titrable.....	28
2.1.4. Détermination de la teneur en humidité	29
3. Fabrication d'un yaourt a l'Aloé vera	30
3.1. Etapes de fabrication du yaourt au gel d'Aloé vera	30
3.2. Suivi de stabilité du yaourt.....	31
4. Analyses complémentaires	31
4.1. Analyses microbiologiques du gel d' <i>Aloé vera</i>	31
4.2. Analyses physico-chimiques et microbiologiques du yaourt élaboré	32
4.3. Analyses sensorielle	32

Chapitre II : Resultas et discussions

1.1. Analyses physico-chimique du gel d' <i>Aloé vera</i>	33
1.1. Humidité.....	33
1.2. pH.....	33
1.3. Acidité titrable.....	33
1.4. Brix.....	33
2. Stabilité du produit	34
Conclusion et Perspectives.....	36

Références bibliographiques

Résumé

Liste des abréviations

AFNOR: Association Française de Normalisation

DPPH: 1,1- diphényl-2-picrylhydrazyl

FAO: Food and Agriculture Organization

JORA: Journal Officiel de la République Algérienne

MGLA: Matière grasse laitière anhydre

NF: Norme française

Liste des figures

Figure 1: Coupe transversale d'une feuille d' <i>Aloe Vera</i>	4
Figure 2: Composition chimique du gel d' <i>Aloe vera</i> (sous forme d'extrait sec)... ..	9
Figure 3: Composition global du lait de vache avec le détail de sa composition minérale... ..	14
Figure 4 : Schéma illustrant les interactions de <i>streptococcus thermophilus</i> et <i>lactobacillus bulgaricus</i> en culture mixte dans le lait.....	18
Figure 5 : Diagramme de fabrication des yaourts ferme et brassé	19
Figure 6: Diagramme d'extraction du gel d' <i>Aloe vera</i>	27
Figure 7 : Diagramme de fabrication du yaourt enrichi avec le gel d' <i>Aloe vera</i>	30
Figure 8 : photo du produit fini réalisé (prise par nous-mêmes).....	31

Liste des tableaux

Tableau I: Composition chimique de l'aloé vera.....	8
Tableau II : Composition moyenne en matières grasses % du lait de vache.....	13
Tableau III : Composition des laits en poudre (% m/m)	15
Tableau IV : Composition physicochimique de yaourt... ..	15
Tableau V : Critères microbiologique de yaourt.....	22
Tableau VI : Résultats du suivi de la stabilité du yaourt... ..	34

Introduction

Le lait se prête à de très nombreuses transformations et donne naissance à une multitude de produits laitiers qui sont au cœur de notre alimentation : laits, fromages, yaourts, beurres, crèmes, desserts lactés et autres produits laitiers (**Bourlioux et al., 2011**).

Le yaourt a une histoire traversant le temps. De nos jours, le nombre de travaux de recherche sur le yaourt et la santé a augmenté de façon exponentielle. Des études épidémiologiques ont montré que la consommation de yaourts est associée à des profils alimentaires sains, faisant de lui un marqueur universel de qualité de la diète (**Goulet, 2017**).

L'*Aloe Vera* est l'une des plantes les plus anciennes mentionnées en raison de ses propriétés médicinales et de ses bienfaits pour la santé. Souvent appelée « plante miracle » ou « guérisseuse de la nature », l'*Aloe Vera* est une plante aux nombreuses surprises, contient différents contenus nutritionnels tels que les vitamines, les minéraux, les enzymes, sucres, composés de phénol, lignine, saponine, stérol ainsi que des acides aminés. C'est largement utilisé dans les soins de santé et les produits cosmétiques (**Mehta, 2017**).

L'*Aloe vera* possède donc des vertus exceptionnelles, à tel point qu'elle est devenue une stratégie marketing. Des crèmes aux compléments alimentaires en passant par les yaourts, lessives et autres boissons « bien-être » (**Michayewicz, 2013**).

De ce fait, L'incorporation de l'*Aloe Vera* dans le yaourt n'est pas très répandue, c'est en mettant l'accent sur ces faits qu'on a pensé qu'il serait intéressant d'enrichir le yaourt par cette plante locale très peu exploitée. C'est dans ce cadre que s'inscrit notre étude.

Ce travail est subdivisé en deux parties :

- La première partie consiste à faire une étude bibliographique qui porte sur des généralités concernant l'*Aloe vera* et le yaourt.
- La deuxième partie est une partie expérimentale consiste à faire des analyses physicochimiques sur l'*Aloe vera* et l'élaboration du yaourt enrichi.

Partie théorique

1. Historique

Le mot Aloe vient de l'arabe « alloeh » signifiant brillant et amer. Il fait référence au goût amer du latex d'*Aloe vera*. Le mot Vera quant à lui vient du latin, signifiant vérité (**Boudreau et Beloud, 2006**).

Les premières traces de l'utilisation de l'Aloès ont été retrouvées en Mésopotamie sur des tablettes d'argiles datant de 2100 avant J-C. Pas moins de douze papyrus ont par la suite été retrouvés mentionnant son usage. Surnommée la « plante de l'immortalité » par les égyptiens, elle est présente dans de nombreux mythes et légendes faisant même référence à son utilisation par les deux reines Cléopâtre et Néfertiti. Mais la réputation de l'*Aloe vera* ne se cantonne pas à l'Égypte puisque la plante était utilisée dans de nombreuses médecines traditionnelles notamment arabe, chinoise, grecque ou romaine. Quelques physiiciens considérés comme les pères de la médecine moderne (Pline l'Ancien et Galien) l'utilisaient déjà dans leurs recettes thérapeutiques (**Atherton, 1998**).

Le principal aloès utilisé depuis les années 90 est l'*Aloe vera* dont les propriétés sont mises en avant par de grandes compagnes marketing afin de le présenter comme une alternative aux médecines classique (**Morin, 2008**).

2. Description:

L'Aloès se distingue par des feuilles lancéolées, charnues, avec des bords épineux en dents de scie ; ces feuilles poussent en rosette et fournissent une résine amère employée en médecines comme laxatif et purgatif. Ses fleurs sont tubulaires et poussent autour d'une hampe centrale (**Nacef et djerroumi, 2012**).

Après 4 à 5 ans, la plante peut atteindre jusqu'à un mètre de hauteur. La feuille est la partie de l'*Aloe Vera* la plus utilisée, une écorce en recouvre la totalité (l'épiderme), sous cette écorce, une mince couche vasculaire se présente sous forme de gel jaune (le latex). Puis, à l'intérieur se trouve une pulpe blanche (le gel) (**Eshun, K.; HE ; 2004**). (**Voir fig. 1**).

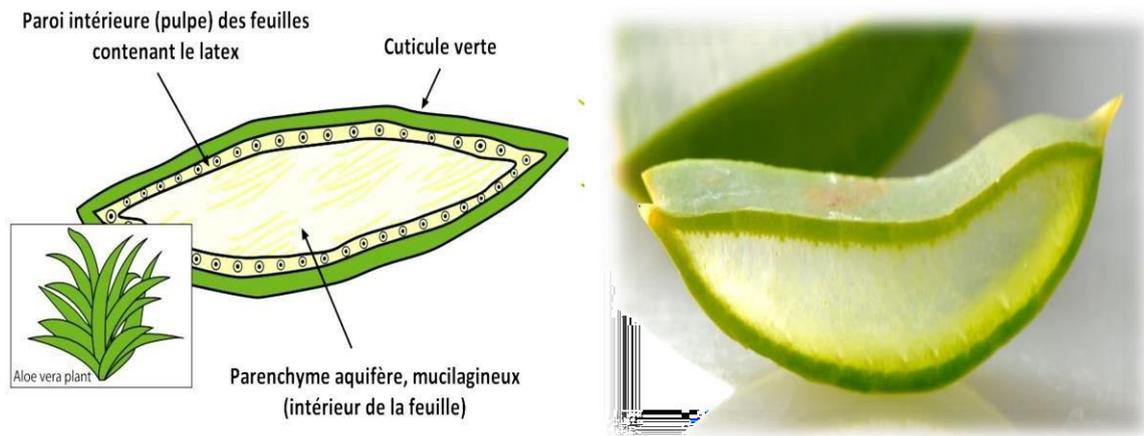


Figure 1: Coupe transversale d'une feuille d'*Aloe Vera* (Eshun, 2004).

3. Classification botanique

Selon la classification de Cronquist (1981) La classification de Cronquist est une classification des Angiospermes. Elle est la dernière version des classifications majeures (Michayewi, 2013).

Règne : plantae

Ordre : liliales

Sous-règne : Tracheobionta

Famille : Aloeaceae

Division : Magnoliophyta

Genre : Aloe

Classe : Liliopsida

Espèce : *Aloe vera*

Sous-classe : Liliidae

Nom commun : Aloès

4. Origine, habitat et distribution géographique

L'*Aloe vera* pousse actuellement à l'état naturel en Afrique du Nord, en Afrique orientale et Afrique du Sud, en Turquie, sur les îles de Canari, à Madère, sur les îles de Cap Vert, dans le Caucase, dans les Caraïbes, en Amérique du Sud, en Amérique Centrale, dans le sud des Etats-Unis (Californie, Texas, Arizona et Floride), en Polynésie, en Inde, au Sri Lanka, en Chine méridionale et en Australie. Dans la plupart de ces pays, l'*Aloe vera* est également cultivée pour répondre à la demande internationale, en constante augmentation.

Pour l'Afrique et autres pays en développement, cela pourrait donc devenir une manne financière.

La qualité, en termes de valeur nutritionnelle, est toutefois très variable d'une provenance à l'autre, car elle dépend beaucoup de la nature du sol, températures et du degré d'ensoleillement.

Les aloès sont des plantes des zones tropicales et subtropicales ils sont originaires d'Afrique : 144 espèces viennent d'Afrique du Sud et 45 de Madagascar . Quant à l'*Aloe vera* le plus septentrional de tous, il serait originaire d'Afrique du Nord (**Fleurentin , 2004. Helle , 2006**).

5. Utilisations de la plante

L'*Aloe Vera* est une plante à plusieurs usages et utilisations parmi ceux-ci nous citons:

5.1. Utilisations alimentaires

Les Aloés sont des plantes riches en différents nutriment de haute valeur nutritionnelle, telle que : les vitamines, les minéraux, les sucres et les protéines...etc. (**Bassetti et Sala, 2005**).

Le gel des Aloés est utilisé comme une source nutritionnelle (complément alimentaire) dans l'industrie agroalimentaire, surtout pour la préparation des boissons de santé sans effets laxatif, il est aussi utilisé comme ingrédients dans divers produits alimentaires par exemple, produits laitiers, crème glacée, la confiserie ...etc. (**Ramachandra et Rao, 2008**).

L'*Aloe Vera* peut être consommée comme légume (au Japon) et être transformé en nourriture ou boissons (**Chang et al., 2011**).

5.2. Utilisations cosmétiques

L'industrie des produits cosmétiques utilise de plus en plus le gel des Aloès pour ses propriétés (hydratantes) dans la formulation des baumes pour les lèvres, des masques, de crèmes et produits solaires pour éviter et guérir les brulures. Aussi bien dans les dermatites obtenues après irradiation par les rayons que dans les brulures accidentelles. Le gel accélère la guérison plus ou moins selon leur gravité, ainsi l'Aloès en crème de peau a les propriétés de supprimer les boutons, la poudres d'Aloès dans les produits et les savons de douche a un excellent effet anti irritant et de désodorisant (**Li, 2009**).

5.3. Utilisation comme produits de santé

Les produits de santé d'*aloès* peuvent être employés extérieurement ou intérieurement (Schweizer, 2006). Il y a des capsules et des comprimés d'*Aloe vera* au marché (Li, 2009). En Afrique du sud, une décoction de feuilles est administrée aux femmes pour faciliter leur accouchement, en Italie des jus de feuille d'*Aloe vera* sont commercialisés comme des boissons curatives (Fakim et Schmelzer, 2008).

6. Procédé d'obtention du gel d'*Aloe vera*

Le procédé utilisé pour récupérer le gel d'*Aloe vera* est extrêmement important. En effet, différentes problématiques sont à prendre en compte afin de ne pas altérer ses propriétés physico-chimiques (Ramachandra et Rao, 2008). :

- Les composants du latex ne doivent pas être présents dans le produit final afin d'éviter les propriétés laxatives et l'amertume ;
- Le gel s'oxyde très rapidement en contact avec l'oxygène ;
- Le gel se décompose s'il atteint les 65°C pendant plus de 15min.

Pour éviter toute décomposition ou contamination, différentes méthodes sont développées telles que (traitement à froid et à chaud cités au dessous) (Ramachandra et Rao, 2008).

6.1. Récolte de la feuille :

Pour récupérer le gel d'*Aloe vera*, il faut d'abord découper les feuilles de la plante. Les feuilles les plus proches du sol sont choisies et découpées.

Elles doivent être réfrigérées pendant le transport et rapidement traitées afin d'éviter toute oxydation et donc la perte de l'activité biologique. Les feuilles sont ensuite lavées à l'aide d'un bactéricide avant d'en extraire le gel (Ramachandra et Rao, 2008).

6.2. Retrait du gel

6.2.1. Méthode traditionnelle

La méthode traditionnelle consiste à retirer l'écorce du gel à l'aide d'un couteau. Cette technique assez précise permet de ne pas toucher au latex qui pourrait endommager le gel. Une fois retiré de son écorce et du latex, le gel est de nouveau lavé dans une solution antibactérienne puis placé dans un tritrateur réfrigéré pendant 170h.

Cette méthode permet d'obtenir un jus d'*Aloe vera* très pur mais nécessite beaucoup de main d'œuvre qualifiée. De ce fait des méthodes automatisées ont été élaborées et opérationnalisées pour une production industrielle (**Ramachandra et Rao, 2008**).

6.2.2. Méthode de la feuille entière

Cette méthode consiste à découper la feuille d'*Aloe vera* en tranches puis la broyer entièrement avant d'utiliser un traitement chimique permettant de libérer les constituants. Le jus d'*Aloe vera* est ensuite pressé et filtré afin de retirer les particules d'écorces puis traité avec du carbone activé qui permet non seulement d'enlever les anthraquinones du latex (qui apportent un effet laxatif) mais aussi de décolorer le gel afin que les consommateurs ne soient pas perturbés par un éventuel changement de couleur. Finalement, après une nouvelle série de filtration, le jus d'*Aloe vera* est ainsi obtenu. (**Ramachandra et Rao, 2008**).

6.2.3. Méthode de la feuille totale

La méthode de la feuille totale est une nouvelle approche qui permet de mélanger les avantages des deux méthodes précédentes. Les feuilles sont tout d'abord découpées de façon artisanale afin d'extraire le gel propre puis ce gel est filtré et purifié chimiquement notamment grâce à des enzymes ou à un ajout de vitamine C et d'acide citrique (**Ramachandra et Rao, 2008**).

6.3. Obtention du produit fini

Afin de pouvoir conserver les bienfaits de l'*Aloe vera* et le commercialiser, une étape de pasteurisation et d'ajout de conservateurs est nécessaire. Il peut aussi être concentré afin de réduire la quantité d'eau ou même complètement séché afin d'obtenir une poudre (**Ramachandra et Rao, 2008**). Deux traitements sont nécessaires :

6.3.1. Traitement à froid

Dans le traitement à froid, l'ensemble des étapes est effectué sans chaleur ce qui permet de conserver au maximum les propriétés du gel. Des enzymes peuvent alors être utilisées afin de stériliser le produit. D'autres systèmes de stérilisation comme la lumière ultra-violette suivie d'une filtration peuvent aussi être employés (**Ramachandra et Rao, 2008**).

6.3.2. Traitement à chaud

Le gel d'*Aloe vera* conserve ses propriétés sous une température de 65°C pendant une durée de moins de 15min. Un procédé à chaud peut alors être utilisé. La meilleure méthode serait alors la HTST consistant à chauffer à 85-95°C pendant 1 à 2 minutes suivies d'un refroidissement rapide à 5°C pendant 10 à 15 secondes (**Ramachandra et Rao, 2008**).

6.4. Conditionnement

Finalemment, l'*Aloe vera* doit être stocké dans des conditions particulières de température et d'humidité afin de conserver au maximum ses propriétés (**Ramachandra et Rao, 2008**).

7. Composition chimique de l'*Aloe vera*

Tableau I : composition chimique de l'*Aloe vera* (**Yimei Jia et al., 2008. Atherton, 1997; Bazeeb, 2002**).

Classe	Composants chimiques
Les polysaccharides	acémannane, glucomannane
Les vitamines	B1, B2, B3, B6, B9, B12, C, bêta-carotène.
Les minéraux	Calcium, cuivre, Fer, Magnésium, Potassium, Sodium, Zinc, Phosphore, Bore, Chrome.
Les enzymes	Alinase, Amylase, Bradykinase, Carboxypeptidase, Catalase, Cellulase, Glucose-Oxydase, Lipase, Phosphatase, Déshydrogénase.
Les acides aminés	Acide Glutamique, Glutamine, Glycine, Histidine, Isoleucine, Leucine, Lysine, Phénylalanine, Proline, Sérine, Théonine, Tyrosine, Valine.
Les dérivés anthracéniques	barbaloïne, <i>Aloe-émodol</i> , isobarbaloïne,

	aloïnosides.
Les substances antiseptiques	soufre, phénol, lupéol, anthraquinones.
Les substances antalgiques	lupéol, magnésium, acide salicylique.
Les substances anti-inflammatoires	acides gras, bradykinase, gibbérelline, anthraquinone. Les autres constituants : Aloesine, Aloenine, acide cinnalique, acides chrysophanique, résistanol, lignine, saponines, huiles volatiles, choline...

8. Activités et effets thérapeutiques de l'*Aloe vera*

Généralement, l'*Aloe vera* a de nombreuses utilisations à la fois pour les humains et les animaux. Trois préparations distinctes de la plante sont utilisées : le latex d'*Aloe vera*, le gel d'*Aloe vera* et l'extrait de feuille entière d'*Aloe vera*, dont les ingrédients biologiques peuvent agir seuls ou en synergie (Christaki et Florou-Paneri, 2010).

8.1. Usages cosmétiques

L'utilisation d'*Aloe vera* dans les cosmétiques n'est pas nouvelle. *Aloe vera* est utilisée à des concentrations variant de 1 à 98%. Il est bien connu que le gel d'*Aloe vera* permet de conserver l'humidité pour des périodes extrêmement longues et a des effets apaisants. Ainsi, *Aloe vera* a trouvé une application étendue dans les industries cosmétiques, tels que les hydratants, nettoyeurs, lotions solaires, dentifrices, rince-bouche, crèmes à raser, déodorants et shampooings (Christaki et Florou-Paneri, 2010).

8.2. Activité antibactérienne et antifongique

De nombreux chercheurs ont mentionné que l'*Aloe vera* inhibe la croissance de certains microorganismes comme *Streptomyces pyogènes*, *Shigella flexneri*, *Klebsiella sp.*, causant des intoxications alimentaires ou des infections diverses. Quant à l'activité antifongique, elle a

reçu moins d'attention, bien qu'une activité inhibitrice contre *Candida sp* ait été rapportée (Christaki et Florou-Paneri, 2010).

8.3. Activité antioxydante

Les antioxydants dérivés des plantes, par exemple les substances phénoliques, sont connus pour être des composants très importants en raison de leurs actions bénéfiques potentielles. Certains composants antioxydants sont présents naturellement dans l'extrait aqueux des feuilles d'*Aloe vera* qui comprend les polyphénols, les flavonoïdes, l'acide ascorbique (Moniruzzaman, et al., 2012).

8.4. Activité anti-inflammatoire

Le mannane acétylé dans le gel d'*Aloès* qui réduit l'inflammation induite par les agents via la promotion de la synthèse des prostaglandines ainsi que l'infiltration accrue des leucocytes. Les effets des extraits aqueux et éthanolique du gel d'*Aloe vera* inhibent la formation d'œdème (Hamman, 2008).

8.5. Effets anticancéreux

Différentes études indiquent une activité anti-tumorale pour le gel d'*Aloe vera* en termes de réduction de la charge tumorale, de rétrécissement de la tumeur, de nécrose tumorale et de taux de survie prolongé. Un mécanisme d'action qui a été proposé pour ces effets anticancéreux des polysaccharides d'*Aloès* est la stimulation de la réponse immunitaire (Hamman, 2008).

8.6. Effets anti-diabétiques

Des extraits d'*Aloe vera* augmentent la tolérance au glucose chez les rats normaux et diabétiques (Al-Awadi et Gumaa, 1987). De plus, la sève d'*Aloe vera* prise pendant 4 à 14 semaines a montré un effet hypoglycémiant significatif (Ghannam et al., 1986). Les extraits de pulpe de feuilles et de gel d'*Aloe vera* sont inefficaces pour abaisser le taux de glycémie des rats non diabétiques, mais l'extrait de pulpe de feuilles présente une activité hypoglycémiant chez les rats diabétiques de type I et II (Okyar et al., 2001).

8.7. Effet sur la sécrétion d'acide gastrique et les ulcères

Le gel d'*Aloe vera* a la capacité de guérir les ulcères gastriques ou de protéger contre sa formation chez les animaux et les humains. Les activités antiulcéreuses d'*Aloe vera* ont été

attribuées à plusieurs mécanismes possibles, y compris ses propriétés anti-inflammatoires, les effets de cicatrisation, les effets stimulants du mucus et la régulation des sécrétions gastriques. Ainsi, cette capacité particulière de l'extrait à inhiber la production d'acide gastrique pourrait être le résultat d'une action directe sur les cellules produisant l'acide (**Sharma et al., 2014**).

9. Toxicité du gel de l'*Aloe vera*

Les effets toxiques du gel d'*Aloe vera* n'ont été rapportés que dans quelques études. Il existe une diversité dans les résultats des effets toxiques observés, ce qui peut être dû en grande partie à la composition du gel qui est influencée par divers facteurs, notamment les saisons, les lieux, l'irrigation, la période de récolte et, surtout, le manque de normalisation des préparations de gel.

Une étude publiée en 1998 a observé l'effet du gel d'*Aloe vera* sur la croissance et les paramètres métaboliques des rats. Il a été administré soit sous forme brute ou traitée (le gel brut est extrait de la feuille puis lyophilisé et broyé en poudre fine ; le gel traité subit une étape supplémentaire : le broyat est filtré sur charbon de bois afin d'éliminer les anthraquinones). Une supplémentation alimentaire de gel d'*Aloe vera* brut, pendant 1 mois et demi, à des concentrations de 3 %, 5 %, et 10 % (soit environ 330, 550, et 1100 mg/kg) provoque de la diarrhée, un ralentissement de la croissance, une polydipsie et une polyurie chez le rat (**Herlihy et al., 1998**).

Aucun effet toxique n'a été observé pour les 2 types de gel pour une concentration alimentaire de 1 %, soit environ 110 mg/kg ; mais l'ingestion pendant 5 mois et demi de cette même dose a entraîné des modifications sériques de l'hormone parathyroïdienne et de la calcitonine. Cela suggère que le gel d'*Aloe vera* peut altérer le métabolisme du calcium (**Herlihy et al., 1998**).

1. Historique :

Le lait fermenté a certainement été consommé en Mésopotamie, en Palestine et en Égypte dès le néolithique, mais il n'existe pas de preuves directes de cette consommation. Plus tard, au premier siècle AP. J.-C., Pline l'Ancien fait mention de leur production par les tribus barbares qui savent épaissir le lait en une matière d'une agréable acidité et cite ce produit comme étant d'essence divine et comme remède à de nombreux maux (**Bourlioux et al., 2011**).

Dans le sillage des découvertes de Louis Pasteur sur la fermentation lactique, de nombreux chercheurs s'intéressent aux micro-organismes présents dans le lait. En 1905, le Bulgare Stamen Grigorov a découvert, la bactérie *Lactobacillus bulgaricus* qui donne l'acidité au yaourt (**Lablondele, 2007**).

Dans les pays occidentaux, les produits fermentés sont connus sous le terme de yaourt ou yogourt ou yoghourt. C'est en 1925 que les mots « yaourt » ou « yoghourt » ont fait leur entrée officielle dans le Petit Larousse. Le premier est d'origine grecque, le second d'origine turque (yoghourt) (**Bourlioux, 2007**).

Les yaourts et les produits fermentés frais, identifiés comme aliments bénéfiques pour la santé, sont des produits de grande consommation. Ainsi, selon une enquête du Centre National Interprofessionnel de l'Economie Laitière, la production de yaourt et d'autres laits fermentés ne cesse de croître. La dynamique actuelle de ce marché oblige donc les industriels à formuler sans cesse de nouveaux produits laitiers frais (**Enkelejda, 2004**).

2. Définition du yaourt :

La définition du yaourt ou yogourt, selon la norme du codex alimentarius est donné comme suite « Le yaourt est un produit laitier coagulé obtenu par fermentation lactique grâce à l'action de *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus delbrueckii subsp bulgaricus* à partir du lait frais ainsi que du lait pasteurisé (concentré, partiellement écrémé ou enrichi en extrait sec) avec ou sans addition de lait en poudre, poudre de lait écrémé, etc.

Les bactéries présentes doivent être encore vivantes au moment de la consommation du yaourt, ce qui permet une meilleure digestion et un meilleur transit. La teneur en ferments viables à la commercialisation doit être supérieure à 10^7 germes/g de produit (**Burillard et al., 2016**).

3. Composition du yaourt

La composition chimique du yaourt est très complexe, elle se distingue par une forte hydratation et la diversité des éléments organiques et minéraux présents dans le lait (Anonyme, 2020).

3.1. Matière première

3.1.1. Lait frais

La principale matière première pour la fabrication du yaourt est le lait, essentiellement, le lait de vache. Il est constitué d'environ 88% d'eau et de 12% de matière sèche contenant des glucides, des protéines et des minéraux. Après l'eau, les constituants les plus abondants sont les glucides particulièrement représentés par le lactose. Les principaux constituants protéiques sont les caséines (82%), la β -lactoglobuline est la protéine sérique la plus abondante (45%) (Tamime et robinson, 1985).

Le tableau II, donne la composition moyenne en % pour le lait de vache.

Tableau II : Composition moyenne en % du lait de vache (Jensen, 1995)

Composants	Vache
Protéines	3.4
Caséines	2.8
lipides	3.7
Lactose	4.6
Minéraux	0.7

La figure (Figure 2) ci-dessous montre la composition globale et la composition minérale du lait de vache.

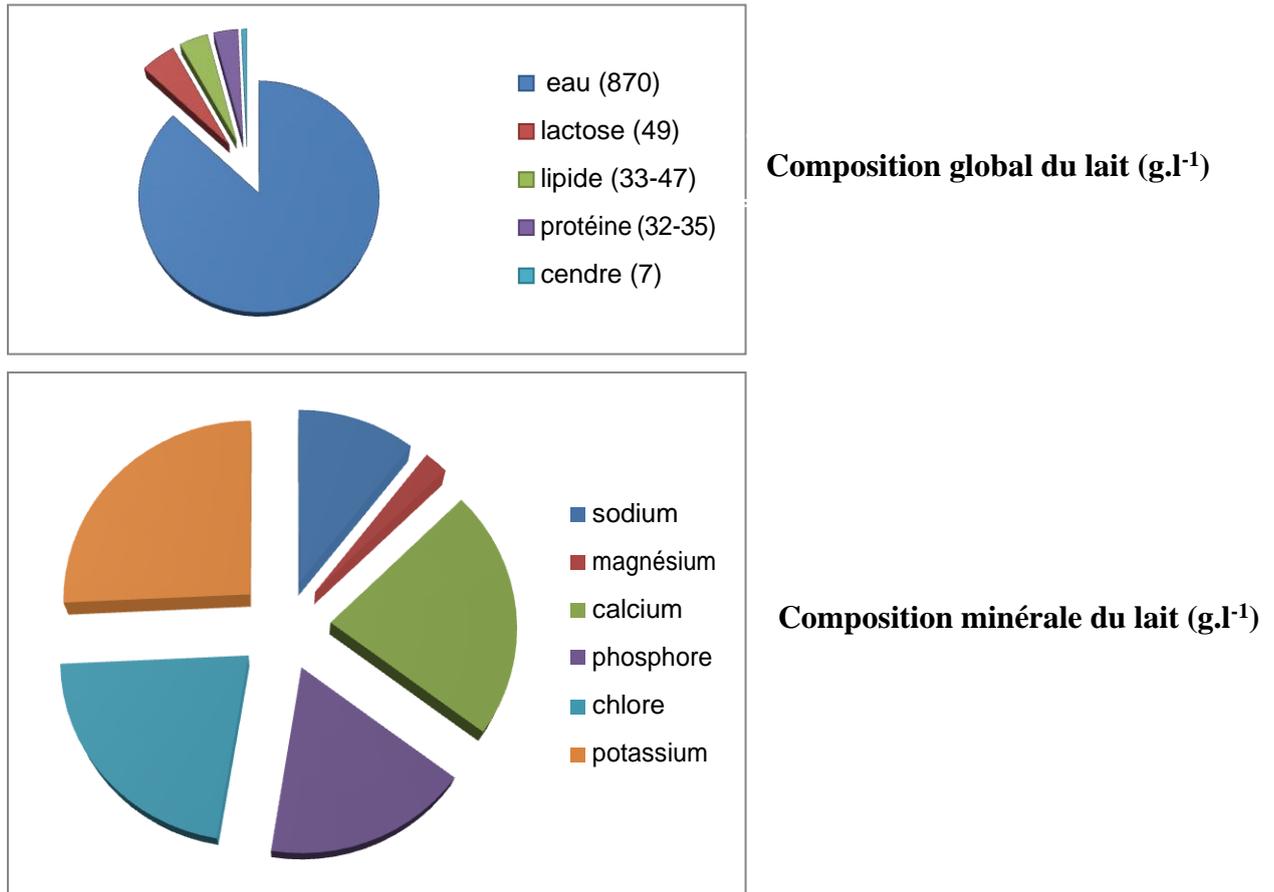


Figure 3: Composition globale du lait de vache avec le détail de sa composition minérale. (Romain *et al.*, 2008).

3.1.2. Poudre de lait :

Le lait en poudre est un lait auquel on a enlevé la quasi totalité de son eau pour n'en conserver que l'extrait sec.

L'industrie laitière en Algérie fonctionne essentiellement sur la base de matières premières importées, c'est-à-dire de la poudre de lait et de la matière grasse laitière anhydre (MGLA). Sur le plan technologique, elle est fondamentalement un « processus de recombinaison » consistant en la réhydratation de poudre de lait à laquelle est associée de la matière grasse (Amellal, 2000).

Afin d'augmenter la viscosité apparente et la consistance des yaourts, la teneur en matière sèche du lait est augmentée au préalable jusqu'à 10-12% (Schkoda *et al.*, 2001 ; Van marle, 1998). Cet enrichissement est réalisé par concentration (évaporation ou osmose inverse) ou, plus fréquemment, par addition de poudre de lait écrémé ou de protéine de lactosérum à des doses variant de 1 à 3% (Jeantet *et al.*, 2008).

Le tableau III, représente la Composition en matière grasse des trois différents types de laits en poudre.

Tableau III: Composition grasse des laits en poudre % (FAO, 2010)

Composants	Lait entier	Lait partiellement écrémé	Lait écrémé
Matière grasse laitière			
Minimum	26	>105	
Maximum	<40	<26	105
Eau maximum	5	5	5

3.2. L'eau

L'eau est l'une des matières premières de tous les types des produits laitiers reconstitués et recombines. Elle doit être potable, de bonne qualité, dépourvue de microorganismes et d'un niveau de dureté acceptable (Gosta, 1995).

3.3. Les additifs

En outre, d'autres composés sont rajoutés au mélange afin d'améliorer les caractéristiques organoleptiques et nutritionnelles ainsi que la consistance du produit fini. Ces composés comportent du sucre, arômes, épaississants, stabilisants,... (Gosta, 1995). La composition chimique d'un pot de yaourt est présentée dans le tableau suivant

Tableau IV : Composition physicochimique du yaourt (Laurence et al .,2004)

Composition	Teneur
Eau	88%
Protéines	4%
Lipides	0-4g
Cholestérol	15mg
Glucides	5-18%
Lactose	3%
Teneur en matière sèche	10-16%
Calcium	155-200mg

4. Bactéries spécifique du yaourt (Les bactéries lactiques)

Les bactéries lactiques sont les micro-organismes les plus utilisés pour la fabrication des laits fermentés. Dans le cas des yaourts, les bactéries utilisées sont les espèces: *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*. Le rôle principal de ces deux bactéries spécifiques est d'abaisser le pH du lait au point isoélectrique de la caséine (pH 4,6) de façon à former un gel (ou coagulum) (FAO, 1995).

4.1. *Lactobacillus bulgaricus*

Lactobacillus delbrueckii ssp bulgaricus est une bactérie thermophile, Gram positive et catalase négative, en forme de bâtonnets plus ou moins longue, et immobile. Elle est très exigeante en calcium et en magnésium, et sa température optimale de croissance est d'environ 42°C (Marty-Teyssset et al., 2000). C'est une bactérie lactique homofermentaire capable de produire 1,4 à 1.6% d'acide lactique (Classeau, 2010). Qui se développent bien à 45-50 °C en acidifiant fortement le milieu (Veisseyre, 1975).

Cette bactérie a un rôle essentiel dans le développement des qualités organoleptiques et hygiéniques du yaourt (Marty-teyssset et al., 2000). Elle fermente le glucose, le galactose, le lactose et le fructose, et est responsable de la production d'acétaldéhyde (composé aromatique du yaourt par transformation de la thréonine) (Classeau, 2010).

4.2. *Streptococcus thermophilus*

Streptococcus salivarius ssp thermophilus est un cocci Gram positif, anaérobie facultative et immobile (Roussel et al., 1994). Se multiplie bien à 37-40 °C mais se développe encore à 50 °C. C'est une espèce homofermentaire thermorésistante qui survit à un chauffage à 65°C maintenu pendant 30 minutes. Elle est nettement moins acidifiante que l'espèce précédente. Un phage thermorésistant peut la détruire (Veisseyre, (1975).

Le rôle principal de *St. Thermophilus* est la fermentation du lactose du lait en acide lactique et en plus de son pouvoir acidifiant, elle est responsable de la texture dans les laits fermentés. Elle augmente la viscosité du lait par production de polysaccharides (composés de galactose, glucose, ainsi que de petites quantités de rhamnose, arabinose et de mannose) (Bergamaier, 2002).

5. Comportement associatif des deux bactéries

L'association de souche de *Streptococcus thermophilus* et de *Lactobacillus delbreukii ssp bulgaricus* pour la fabrication du yaourt est l'exemple le plus connu et probablement le plus stable. Dans le lait, *Lb.bulgaricus* est plus protéolytique que *St.thermophilus* fournit les acides aminés et/ou les peptides dont cette souche a besoin et stimule ainsi sa croissance (**Desmazeaud et Hermier, 1972**).

En retour, la croissance de *Streptococcus thermophilus* en absence de faible concentration d'oxygène produit de l'acide formique stimulant le développement de *Lb.bulgaricus* (**Veringa et al., 1968**). En plus du formiate, le CO₂ produit par *St.thermophilus* à partir de l'urée présent dans le lait (**Tinson et al., 1982b**) serait lui aussi nécessaire pour stimuler la croissance de *Lb.bulgaricus* (**Driessen et al., 1982**).

Cette interaction peut aboutir à une augmentation de la croissance de ces souches (**Driessen et al., 1982**) et à une acidification du lait plus importante que la somme de ces activités propres à chacune des deux espèces (**Moon et Reinbold, 1976**).

Cependant la réussite de l'association dépend de la concentration des deux bactéries et des propriétés des souches elles-mêmes. Pour fabriquer un bon yaourt, le rapport entre les deux bactéries doit être de 1 : 1. La dominance du *St. thermophilus* conduit un yaourt sans arôme et celle du *Lactobacillus* à un yaourt trop acide (**Rasic et Kurman, 1978**). *St.thermophilus* pourrait aussi inhiber la croissance de *Lb. bulgaricus* quand la culture mixte arrive en phase stationnaire (**Moon et Reinbold, 1976**).

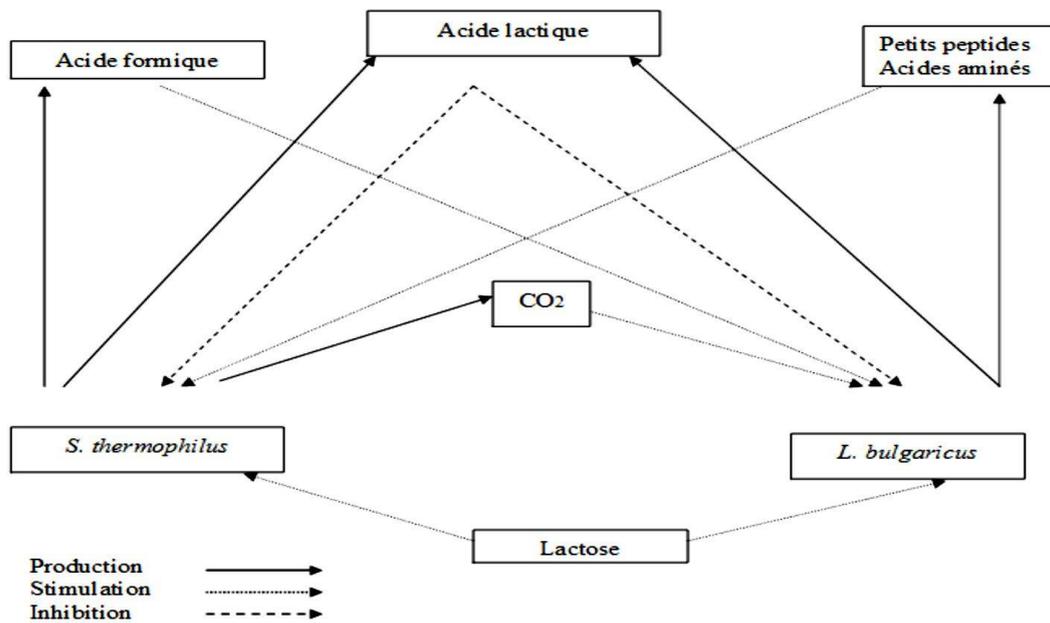


Figure 6: Schéma illustrant les interactions de *Sreptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* en culture mixte dans le lait (Mahaut *et al*, 2000).

6. Processus de fabrication du yaourt

La fabrication des yaourts, à partir du lait enrichi, se fait en trois étapes principales qui sont : Le traitement thermique, la fermentation, le conditionnement et le stockage.

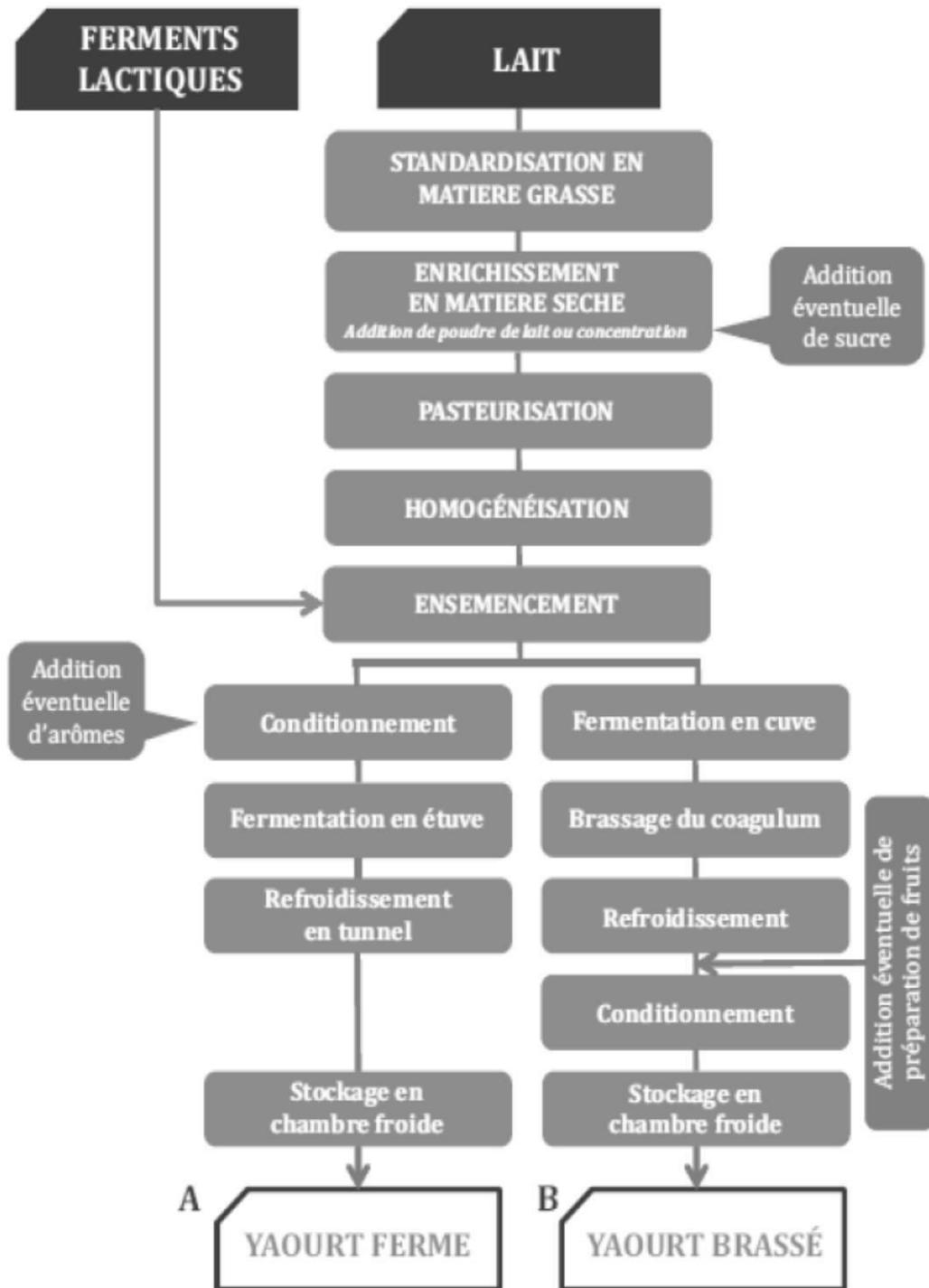


Figure 7 : Diagramme de fabrication des yaourts ferme et brassé (Bourlioux, et al., 2011)

6.1. Traitement thermique

Le lait enrichi, éventuellement sucré, subit un traitement thermique. Le barème de traitement thermique le plus couramment utilisé est 90-95°C pendant 3 à 5min (**Mahaut et al., 2000**).

Ce traitement a de multiples effets sur la flore microbienne ainsi que sur les propriétés physicochimiques et fonctionnelles du lait. Il crée des conditions favorables aux développements des bactéries lactiques, il détruit les germes pathogènes et indésirables (**Boudier, 1990**) et inactive les inhibiteurs de croissance tels que les lactopéroxydases (**Farkye et Imafidon, 1995**).

Le traitement thermique a également un effet sur la conformation tridimensionnelle des protéines, induisant la modification de leurs propriétés fonctionnelles. Il dénature la majorité des protéines du lactosérum (85%) qui se fixent ainsi sur les molécules de caséines (**Mahaut et al., 2000**).

6.2. Fermentation lactique

Le lait, enrichie et traité thermiquement, est refroidi à la température de fermentation, 40-45°C. Cette température correspond à l'optimum de développement symbiotique des bactéries lactiques (**Loones, 1994**). Leur inoculation se fait à un taux assez élevé, variant de 1 à 7% pour un ensemencement indirect à partir d'un levain avec un ratio *Streptococcus thermophilus/ Lactobacillus bulgaricus* de 1,2 à 2 pour les yaourts naturels, et pouvant atteindre 10 pour les yaourts aux fruits (**Boudier, 1990 ; Mahaut et al., 2000**). L'ensemencement direct à partir de bactéries lactiques concentrées congelées se fait à des taux de l'ordre de 0,03%. Une bonne agitation est nécessaire pour rendre parfaitement homogène le mélange lait/ferments.

Le laitensemencé est amené à une température généralement voisine de 45°C par un passage à travers des réchauffeurs à plaques. La température optimale de développement du streptocoque est de 42-45°C ; celle du lactobacille est de 47-50°C. Selon les régions, les consommateurs préfèrent des yaourts plus au moins acides et plus au moins aromatiques. Les caractères recherchés dépendent des souches utilisées et de la température d'incubation (**Enkeljda, 2004**).

6.3. Conditionnement et stockage

L'ajout éventuel des fruits intervient avant le conditionnement. Enfin, les yaourts conditionnés dans des pots en verre ou en plastique, sont stockés en chambre froide à 4°C en passant au préalable dans des tunnels de refroidissement. A ce stade, ils sont prêts à être consommés. La durée limite de leurs consommations est de 28 jours. Pendant le stockage, les bactéries lactiques maintiennent une activité réduite. Cette évolution, appelée post acidification, se traduit par une légère baisse du pH, surtout pendant les 2 premiers jours de stockage (Enkelejda, 2004).

7. Propriétés physico-chimiques

7.1. pH et taux d'acide lactique

La fédération internationale du lait, préconise un taux de 0,7% d'acide lactique. Cette valeur est respectée dans certains pays avec une variabilité allant de 0,6 à 1,5%. Certaines normes imposent un pH inférieur à 4,5 ou 4,6 et une acidité de 78-100°D.

7.2. Viscosité et texture

La transformation du lait en yaourt s'accompagne de la mise en place d'une structure complexe et d'un changement important des propriétés rhéologiques en passant d'un liquide newtonien à un gel viscoélastique à destruction non réversible Selon JORA 1998 est de 27500-32500 Centipoise (PaciKora, 2004).

7.3. Extrait sec total

La matière sèche est la fraction massique des substances restantes après dessiccation complète de l'échantillon. Elle est exprimée en pourcentage ou en g/l (Nongonierma *et al.*, 2006).

7.4. Taux de matière grasse

Le taux de matière grasse doit être inférieur à 3% dans les cas des yaourts (nature, sucré ou aromatisé), compris entre 0,5 et 3% dans le cas des yaourts partiellement écrémés et 0,5% dans les yaourts écrémés (Ozer *et al.*, 1998).

8. Propriétés microbiologiques

Selon l'Arrêté interministériel Algérien du 24 janvier 1998 modifiant et complétant l'arrêté du 23 juillet 1994, relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires, les critères microbiologiques du yaourt sont illustrés dans le tableau ci-après :

Tableau V: Critères microbiologiques du yaourt (JORA, 1998).

Yaourt	M
Coliformes totaux	10
Coliformes fécaux	1
<i>Staphylococcus aureus</i>	10
Levures	<10 ²
Moisissures	Absence
<i>Salmonelles</i>	Absence

M: Seuil limite d'acceptabilité au-delà duquel les résultats ne sont plus considérés comme satisfaisants, sans pour autant que le produit soit considéré comme toxique.

9. Intérêts nutritionnels et thérapeutiques

Les produits laitiers fermentés sont largement consommés et présentent des caractéristiques nutritionnelles et probiotiques bien spécifiques (Serra et al., 2009 ; Béal et Sodini, 2003). Un pot de yaourt nature possède la même valeur nutritive qu'un verre de lait (Jeantet et al, 2008). Au cours de la fermentation, la composition du lait subit un certain nombre de modifications, dont certaines font que le produit soit de meilleure valeurs nutritionnelles et thérapeutiques (Serra et al, 2009; Sodini et Béal, 2012).

9.1. Intérêts nutritionnels

- **Amélioration de la digestion du lactose**

Selon des études réalisées par Luzzana et al., (2003) il a été établi que la consommation du yaourt peut atténuer les symptômes de l'intolérance au lactose, ceci est dû en particulier aux ferments lactiques vivants qui transforment une partie du lactose en galactose et glucose.

- **Amélioration de la digestibilité de la matière grasse**

L'homogénéisation améliore la digestibilité en augmentant la dispersion des globules gras (Mahaut *et al.*, 2000).

Cette opération s'effectue à l'aide d'un homogénéisateur à deux étages :

- Le premier étage à haute pression où se déroule l'homogénéisation proprement dite qui consiste en l'éclatement des globules de matière grasse.
- Le deuxième étage à pression plus basse où s'effectuent la décomposition et la dispersion des fines gouttelettes de matière grasse dans la phase protéique.

- **Amélioration de la digestibilité des protéines**

Les yaourts peuvent également améliorer la digestibilité des protéines par la présence des acides aminés, libérés lors : du traitement thermique, de fermentation ou de l'activité protéolytique des bactéries lactiques (Jeantet *et al.*, 2008).

- **La biodisponibilité du calcium**

L'absorption du calcium du yaourt dont le lactose est en partie hydrolysé, est aussi bonne que celle du calcium du lait (Gaucheron, 2004).

Chez les sujets ayant un déficit en lactase, le fait que le lactose ne soit pas ou incomplètement hydrolysé conduit, pour certains auteurs, à une malabsorption du calcium (Cochet *et al.*, 1983).

9.2. Intérêts thérapeutiques

Outre les qualités nutritionnelles et organoleptiques, les yaourts peuvent avoir des effets bénéfiques sur la santé humaine (Xanthopoulos *et al.*, 2001). Ces effets dépendent à la fois des souches utilisées et des métabolites produits.

- **Activité antimicrobienne**

Le yaourt joue un rôle important dans la prévention contre les infections gastro-intestinales, son intérêt dans le traitement contre les diarrhées infantiles, a été démontré par Lucas *et al.*, (2004). Les bactéries du yaourt produisent des substances antimicrobiennes et des probiotiques (Jeantet *et al.*, 2008). Leur pouvoir antagoniste résulte aussi de la production du peroxyde d'hydrogène et de bactériocines, limitant la croissance de certains germes pathogènes (Tabak et Bensoltane, 2011).

- **Stimulation du système immunitaire**

L'effet immuno-régulateur du yaourt a pu être démontré. Son rôle dans l'augmentation de la production d'interférons, d'immunoglobulines et dans l'activation des lymphocytes B est attribuée à *Lactobacillus bulgaricus* (Jeantet *et al.*, 2008).

Dans le cas de maladies inflammatoires de l'intestin, l'administration de yaourt pendant la période de rémission prévient la récurrence de l'inflammation sans pour autant avoir des effets secondaires indésirables chez des souris (Chaves *et al.*, 2011).

- **Action anticholestérolémiant**

La consommation du yaourt permet de prévenir les maladies coronariennes et serait plus efficace que le lait pour maintenir une cholestérolémie basse (Mahaut *et al.*, 2000). Des tests *in vitro* ont démontré une réduction du taux de cholestérol dans un milieu de culture avec *Lactobacillus bulgaricus*. Plusieurs hypothèses ont été émises pour expliquer ce fait, comme l'assimilation du cholestérol par les bactéries (Izquierdo-Alegre, 2009).

- **Activité anti-carcinogène**

Les bactéries modifient les enzymes bactériennes à l'origine de carcinogène (indicateur de cancer) dans le tube digestif, inhibant ainsi la formation des substances précancéreuses (Jeantet *et al.*, 2008)

Partie expérimentale

1. Récolte des échantillons :

Les échantillons d'*Aloe vera* que nous avons utilisés dans cette étude ont été récoltés en mars pour effectuer les analyses physico-chimiques et le 20 aout 2020 pour élaborer le produit, dans la région d'Akbou située à 67 Km de la wilaya de Bejaia et utilisés frais.

2. Méthode d'extraction du gel d'*Aloe vera*

L'extraction du gel s'est faite selon les étapes suivantes :

➤ Couper la feuille

Avant de couper la feuille d'*Aloe vera* il faut s'assurer que la plante est assez mure, ses feuilles doivent être assez grandes et épaisses, d'environ 20 cm de longueur. Les feuilles qui se situent sur l'extérieur de la plante sont donc les plus anciennes. Elles sont plus charnues que celles qui sont au centre et surtout, elles sont pleines de gel. Avec un couteau bien aiguisé, couper soigneusement une feuille qui se trouve à la périphérie de la plante.

➤ Nettoyer la partie coupée, retirer les épines et enlever la peau

Une substance jaune s'écoule une fois la feuille coupée, C'est l'aloïne, cette substance est irritante et laxative. Elle ne doit donc pas être en contact avec le gel qui lui est épais et transparent. Poser la feuille dans un bol à la verticale dans l'évier afin d'éviter d'étendre de l'aloïne sur le plan de travail. En dirigeant la partie coupée de la feuille vers le bas pour que le liquide jaune puisse continuer de s'écouler. Ensuite, placez le bol sous le jet du robinet de l'évier. Mouillez abondamment la feuille et frottez-la avec vos doigts pour la nettoyer.

Retirer L'extrémité fine et pointue de la feuille, ici aussi, bien laver les parties coupées pour se débarrasser de l'aloïne. Essuyez et retirer soigneusement les épines dures et piquantes sur les côtés de la feuille le plus près possible, pour éviter de gâcher du gel.

C'est l'opération la plus délicate, pour extraire le gel d'*Aloe vera*, Poser la feuille bien à plat sur une planche à découper. Enlever la peau des deux côtés de la feuille. Passer la lame du couteau entre la peau et le gel épais.

➤ Prélèvement du gel

Bien enlever les petits morceaux verts de la peau qui peuvent rester sur le gel. Couper les blocs de gel en cubes plus petits pour les manipuler plus facilement. Les rincer plusieurs fois sous l'eau pour être sûre qu'il ne reste aucune trace d'aloïne. Mettre les cubes de gel d'*Aloe vera* dans un verre ou un bol propre.

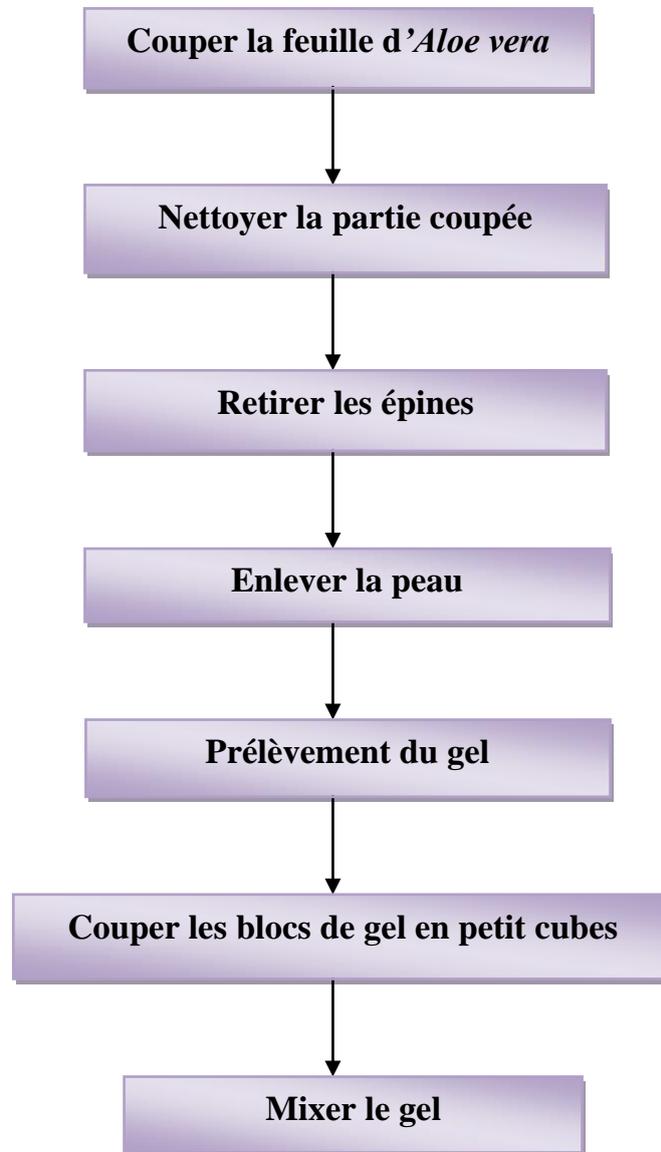


Figure 8: Diagramme d'extraction du gel d'*Aloe vera*.

2.1. Analyse physico-chimique du gel

2.1.1. Mesure du pH (Feldsine et al, 2002)

Principe

Le pH, exprimant l'acidité ou l'alcalinité d'un milieu, est égal au logarithme décimal de l'inverse de la concentration en ions H^+ . La mesure du pH de l'échantillon est effectuée par pH mètre.

Mode opératoire

La sonde du pH-mètre doit être immergée directement dans l'échantillon, ensuite la valeur du pH sera directement affichée sur l'écran du pH-mètre.

Expression des résultats

La valeur du pH sera directement affichée sur l'écran du pH-mètre

2.1.2. Mesure de brix (NFV : V05-109,1970)

Principe

Le réfractomètre est un appareil de mesure qui détermine l'indice de réfraction de la lumière d'une matrice solide ou liquide. Cet indice s'observe par la déviation d'un faisceau lumineux suivant la nature du milieu dans lequel il se propage. L'angle du faisceau dévie en fonction du taux de matière sèche soluble dans le milieu, plus la concentration de matière sèche soluble est élevée, plus la réfraction est importante.

Mode opératoire

Placer une goutte de l'échantillon sur la surface du prisme, puis rabattre le deuxième prisme sur le premier en transformant ainsi la goutte du liquide en une couche de 1/10mm d'épaisseur. Par la suite, diriger le réfractomètre vers une source lumineuse et regarder dans l'oculaire, ce qui permet de voir se dessiner deux zones sur l'échelle : une claire et une autre foncée. La limite entre les deux zones marque la grandeur de la réfraction.

Expression des résultats

Les résultats sont obtenus par simple lecture sur l'échelle du réfractomètre.

2.1.3. Détermination de l'acidité titrable (NFV : V 05-101,1974)

Principe

L'acidité titrable représente la somme des acides minéraux et organiques présents dans le produit; elle est exprimée en fonction de l'acide dominant. Elle consiste à titrer l'acide citrique avec une solution d'hydroxyde de sodium 0.1N en présence de la phénolphtaléine comme indicateur coloré.

Mode opératoire

On prélève un volume V_0 de (10 ml) de l'échantillon, et après avoir ajouté 2 gouttes de phénophtaléine 1%, on titre avec la solution NaOH (0.1N) jusqu'à obtention d'une couleur rose persistante pendant 30 s et on note par la suite la valeur du volume de la chute de la burette (V_{NaOH}).

Expression des résultats

Le résultat est exprimé en g équivalent d'acide citrique par 100 ml de jus *d'Aloe Vera* (AFNOR, 1970). L'acidité ou bien la quantité d'acide dans l'échantillon est obtenue en multipliant le volume de la chute de la burette (volume de NaOH) par un coefficient de 0,64 et en divisant sur la prise d'essai (volume de l'échantillon). L'opération est répétée trois fois.

2.1.4. Détermination de la teneur en humidité (NF V 18-109, 1982)

Principe

La méthode consiste à éliminer l'eau contenue dans un échantillon donné par chauffage dans une étuve ventilée à 105°C jusqu'à ce que la masse de cet échantillon reste constante.

Mode opératoire

Afin de déterminer la teneur en eau (humidité) présente dans les échantillons, une boîte de Pétrie en verre vide a été d'abord séchée dans l'étuve pendant 15 minutes à 105°C. Ensuite, 2 g de l'échantillon est pesé dans une boîte de Pétrie, qui est placée dans l'étuve à 105°C jusqu'à ce que le poids soit stable.

La teneur en eau est déterminée selon la formule suivante :

$$H\% = [(M1 - M2) / P] \times 100$$

H: Humidité (%).

M1 : Masse de la boîte + échantillon avant séchage (g). **M2** :

Masse de la boîte + échantillon après séchage (g). **P** : Masse de la prise d'essai (g).

3. Préparation d'un yaourt à l'*Aloe vera*

La préparation des yaourts au gel d'*Aloe vera* a été réalisée à la maison en utilisant les moyens de cuisine, avec les ingrédients nécessaires : le gel d'*Aloe vera*, lait entier, yaourt nature, poudre de lait.

3.1. Etapes de fabrication du yaourt au gel d'*Aloe vera*

Les étapes de la fabrication du yaourt sont dans le diagramme ci-dessous:

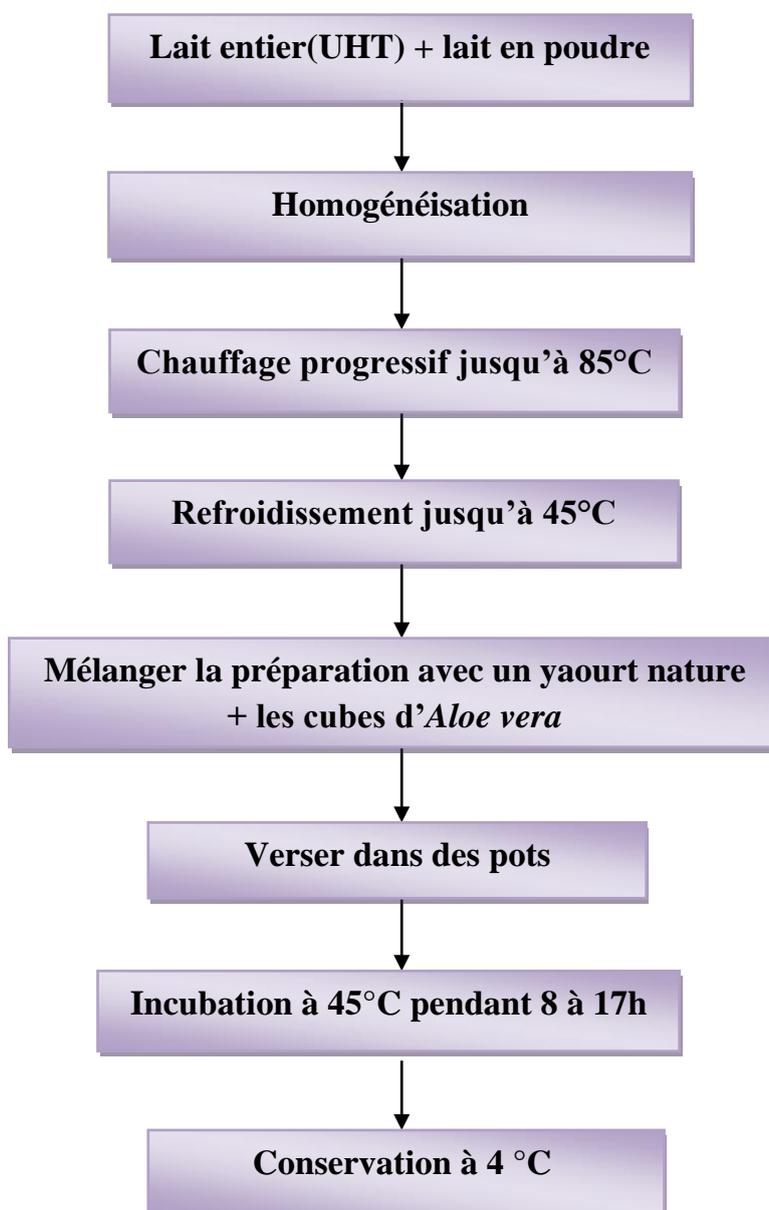


Figure 9 : Diagramme de fabrication du yaourt enrichi avec le gel d'*Aloe vera*



Figure 10 : Photographie du produit fini réalisé

3.2. Suivi de stabilité du yaourt

C'est l'examen de stabilité des produits finis dans des conditions défavorables dites «stressantes» qui sont essentiellement l'évaluation de la température, donc pour voir la réaction du produit soumis à ces conditions. Il consiste à conserver les produits finis dans deux chambres spéciales :

La première : la conservation se fait à 30 °C pendant 3 jours ; la deuxième à 25 °C pendant 10 jours, dans le but d'une analyse micro visuelle et afin de vérifier l'aspect.

4. Analyses complémentaires

Afin de compléter la liste des analyses physicochimiques et microbiologiques sur le gel et le yaourt, les analyses suivantes non réalisées sont recommandées :

4.1. Analyses microbiologiques du gel d'*Aloe vera*

Afin de vérifier la qualité microbiologique du gel et d'éviter la contamination du produit fini, les analyses microbiologiques ci-dessous doivent être réalisées.

- Dénombrement des Entérobactéries et coliformes totaux ;
- Recherche des Levures et Moisissures.

4.2. Analyses physico-chimiques et microbiologiques du yaourt élaboré

Les analyses qui doivent être réalisées sur le produit sont les mêmes que celles réalisées sur le gel d'*Aloe vera*.

4.3. Analyses sensorielles

L'évaluation sensorielle implique une intervention active de l'homme, donc la mise en jeu d'un ensemble de mécanismes qui font qu'un stimulus de nature matérielle engendre des sensations qui, atteignent le niveau de la conscience, deviennent des perceptions en faisant intervenir l'homme comme instrument de mesure à partir de ses 5 sens: l'odorant, le goût, la vue, l'audition et le toucher (**Britz et Robinson, 2008**)

1. Analyses physico-chimique du gel d'*Aloe vera*

1.1. Humidité

Le taux d'humidité conditionne les paramètres de conservation, pour éviter d'éventuelles pertes économiques et nutritionnelles causées par des altérations microbiennes et/ou des activités enzymatiques (**Doukani et Tabac, 2014**).

Lors de notre étude, la valeur notée est de 99%, nos résultats sont en accord avec les travaux de (**Vega-Galvez et al., 2011**), qui ont trouvé une teneur en eau de l'*Aloe Vera* comprise entre 98 - 99%.

1.2. pH

Le pH est un paramètre déterminant de l'aptitude des aliments à la conservation, il constitue l'un des principaux obstacles que la flore microbienne doit franchir pour assurer sa prolifération (**Giddey, 1982**). La valeur obtenue lors de l'analyse est 4.9.

Pour le gel frais de l'*Aloe vera* le pH est 4.7 et de 5.8 pour le gel de quelques jours (**Morine, 2008**).

1.3. Acidité titrable

L'acidité titrable ou le taux de l'acide malique, est un excellent indicateur de fraîcheur du gel. L'acide malique est produit naturellement dans les feuilles des aloès.

L'acidité titrable pour l'échantillon étudié est égale à 0.054. Cette teneur est conforme aux normes de (**Miranda et al., 2009**), qui ont noté des valeurs d'acidité titrable allant de 0,037 à 0,065%, et à ceux de (**Navarro et al., 2009**), où l'acidité titrable du gel d'*Aloe vera* est égale à 0,053 % ± 0,02.

1.4. Brix

La valeur obtenue de l'analyse du gel d'*Aloe vera* est de 1.

Ce résultat est inférieur à celui de (**Zapata et al., 2013**), qui a obtenu un degré Brix du gel allant de 1,91 ± 0,4 % à 2,15 ± 0,2 %.

Selon **O'Brien (2005)**, la teneur en solides solubles dans le gel des aloès varie en fonction de la composition du sol.

2. Stabilité du produit

Les résultats obtenus pour le stress sont illustrés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 5 : résultats du suivi de la stabilité du yaourt

Chambre de stress	Yaourt a l'<i>Aloe vera</i>
Chambre de stress 3 jours à 30°C	Rien à signaler
Chambre de stress 10 jours à 25°C	Rien à signaler

Le produit s'est bien comporté face aux conditions extrêmes et défavorables dans lesquels il est soumis, et les résultats obtenus montrent que le produit est conforme et sain, ce qui veut dire absence de germes contaminants. Cela confirme le respect des bonnes pratiques d'hygiène durant toutes les étapes d'élaboration du produit.

Conclusion

Conclusion et Perspectives

La présente étude a pour but d'incorporer le gel d'*Aloe vera* dans un yaourt afin de bénéficier à la fois des vertus du yaourt et de celles de la plante.

La procédure suivie a été, en premier lieu, d'analyser le gel par la détermination de quelques propriétés physico-chimiques (pH, brix, humidité et acidité titrable)

En deuxième lieu d'incorporer le gel extrait dans le yaourt élaboré. Ensuite, faire le suivi de la stabilité du produit fini pour observer les éventuels changements dans l'aspect, le goût et la texture.

Les résultats des analyses physicochimiques effectuées sur le gel, qui sont de 99% pour l'humidité, 4.9 pour le pH, 0.054 pour l'acidité titrable et de 1 pour le brix, sont conformes aux normes, ainsi que le suivi de stabilité du yaourt qui n'a révélé aucun changement dans le produit.

L'élaboration d'un yaourt enrichi avec du gel d'*Aloe vera* est une méthode très intéressante pour améliorer la qualité nutritionnelle, organoleptique et aussi thérapeutique du yaourt.

Comme perspectives à ce travail, d'autres analyses complémentaires auraient été souhaitées telles que :

- Des analyses physicochimiques pour le gel
 - La détermination de la teneur en cendres ;
 - Le dosage des antioxydants ;
 - Le dosage des flavonoïdes.
- Des analyses microbiologiques pour vérifier la qualité hygiénique du yaourt.
- Une analyse sensorielle pour vérifier son appréciation par un panel de dégustateurs.
- Etude sur la toxicité du gel d'*Aloe vera*.

Références bibliographiques

A

Atherton, P., 1997. «The essential *Aloe vera*»; Newport Pagnell; Mill Enterprises.

Atherton, P., 1998. Aloe vera: magic or medicine? *Nurs. Stand.*, 12, 49–52, 54.

Amellal, R. 2000. La filière lait en Algérie : entre l'objectif de la sécurité alimentaire et la réalité de la dépendance. Institut National d'Agronomie El- Harrach . Option méditerranéenne. Sér.B N° 14, 230-232.

B

Bassetti A., Sala S., 2005. The great aloe book history, botany, composition, and pharmacological aspects of this legendary plant. Zuccari editions. 1. 191p.

Bazeeb, A .S. 2002. « The medicinal plants in Yemen»; (3rd edn. Ed) .EL Ershad press, Sana'a, Yemen.

Béal C. et Sodini I., (2003). Fabrication des yaourts et des laits fermentés. Technique de l'ingénieur, traité agroalimentaire. Paris, 16p.

BoudierJ.F. (1990).Produits frais, In laits et produits laitiers. Vache-brebis-chèvre. Luquet, F, M. (Ed), technique et documentation, Lavoisier, Paris, 35-66.

Boudreau, M. D.; Beland, F. 2006. An evaluation of the biological and toxicological properties of *Aloe barbadensis* (miller), *Aloe vera*. *J. Environ. Sci. Health. C. Environ. Carcinog. Ecotoxicol. Rev*, 24, 103–154.

Bourlioux, P., 2007: Histoire des laits fermentés. Cahiers de Nutrition et de Diététique, 42, 9-14.

Bourlioux, P., V. Braesco et D. D. G. Mater, 2011: Yaourts et autres laits fermentés. Cahiers de Nutrition et de Diététique, 46, 305-314.

Bourlioux P., Braesco V. et Mater DDG., (2011). Yaourts et autres laits fermentés. Cahiers de nutrition et de diététique 46, 305—314.

Britz J. et Robinson R.K., (2008). Advanced dairy science and technology, 300p.

Burillard, L., Daumas, V., Glaz, M., Kouyoumdjian, I., Lobrot, S., Logier, D., Mallot, N., Marchand, C. (2016), la fermentation alimentaire.

C

Chang X.L., Feng Y.M., Wang W.H., 2011. Comparison of the polysaccharides isolated from skin juice, gel juice and flower of *Aloe arborescens* tissues. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers.* 42: 13–19

Christaki, E. V. and P. C. Florou-Paneri (2010). "Aloe vera: A plant for many uses." *J Food Agric Environ* 8(2): 245-249.

Chaves S., Perdigon G. et deMoreno de Leblanc A.(2011). Yoghurt Consumption Regulates the Immune Cells Implicated in Acute Intestinal Inflammation and Prevents the Recurrence of the Inflammatory Process in a Mouse Model. *Journal of Food Protection* 174 (74): 801-811.

Cochet B., Jung A., Griessen M., Bartholdi P., Schaller P. etDonath A. (1983). Effects of lactose on intestinal calcium absorption in normal and lactase-deficient subjects. *Gastroenterology*, 84: 935-940.

D

Desmazeaud M., Hermier J.H. (1972). *Isolement et détermination de la composition qualitative des peptides issus de la caséine, stimulant la croissance de Streptococcus thermophilus.* *Eur. J. Biochem.*, 28 : 190-198.

Donadiou Y., 2006. Aloe Vera (extrait). Faculté de Médecine De Paris : 15-21.

Doukani K., Tabac S., Derriche A ., Hacini Z .(2014). Etude physicochimique et phytochimique de quelques types de miels Algériens, 45.

Driessen F. M., Kingma F., Stadhouders J. (1982). Evidence that *Lactobacillus bulgaricus* in yogurt is stimulated by carbon dioxide produced by *Streptococcus thermophilus*. *Neth. Milk Dairy J.*, 22: 135-144.

E

Enkelejda, P. (2004). Interactions physico-chimiques et sensorielles dans le yaourt brassé

aromatisé : quels impacts respectifs sur la perception de la texture et de la flaveur, thèse de doctora en science des aliments. Institut national agronomique parisgrignon.

Enkelejda, P. 2004. Interactions physico-chimiques et sensorielles dans le yaourt brassé aromatisé : quels impacts respectifs sur la perception de la texture et de la flaveur. Thèse de doctorat en Science des Aliments. Institut national agronomique paris grignon. Pp205.

ESHUN, K.; HE, Q. 2004 Aloe Vera: A Valuable Ingredient for the Food, Pharmaceutical and Cosmetic Industries—A Review. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 44, 91–96.

ESHUN, K.; HE, Q. 2004. Aloe Vera: A Valuable Ingredient for the Food, Pharmaceutical and Cosmetic Industries—A Review. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 44, 91–96.

F

Fakim A.G., Schmelzer G.H., 2008. Plant resources of tropical Africa.11 (1). medicinal plants 1. PROTA Foundation : 63-65.

Farkye N. Y et Imafidon G. I (1995). Thermal denaturation of indigenous milk enzymes. In Heat-induced changes in milk. Deuxième édition. Fox, P. H. (Ed), International Dairy Federation, Brussels, 331-345.

Feldsine, P., C. Abeyta, et al. (2002). "AOAC International methods committee guidelines for validation of qualitative and quantitative food microbiological official methods of analysis." *Journal of AOAC International* 85(5): 1187-1200.

Fleurentin J. (2004) .Guérisseurs et plantes médicinales du Yémen. Edition Karthala, Clamecy

G

Gaucheron, F. (2004). Minéraux et produits laitiers. Ed Techniques et documentations. Lavoisier –Paris, 22, 720-722.

Giddey, C. (1982). Les produits à humidité intermédiaire : Cas particulier du problème de la conservation des produits à humidité intermédiaire .Ed.APRIA. Paris, 21-28.

Goulet, O., (2017). Yaourt, un nouveau regard. *Cahiers de nutrition et de diététique*. 52S, S3-S4.

Gosta, B. (1995). Manuel de transformation du lait. Ed Etat pack processing systems AB. Sweden.

H

Hamman, J. H. (2008). "Composition and applications of *Aloe vera* leaf gel." *Molecules*, 1599-1616.

Helle, E. (2006). Aloe vera : tous les bienfaits pour votre santé et votre beauté. Edition Vigot, Pari, 34.

Herlihy JT, Kim JD, Katu D N, Nelson JF, WardW F, IkenoY, Yu B P. 1998. Effects of aloe vera ingestion in the rat. II. Hormonal and metabolic characteristics. *Phytother Res*, 12, 355-360.

Herlihy J T, Bertrand H A, Kim J D, Ikeno Y, And Yu B P. 1998. Effects of aloe vera ingestion in the rat I. Growth, food and fluid intake and serum chemistry. *Phytother Res*, 12, 183-188.

I

Izquierdo-Alegre E. (2009). Les proteinsbactériennes en tant que bio-marqueurs de l'activité probiotique. Thèse de Doctorat en chimie analytique. L'Universitie de Strasbourg, France, 215.

J

Jeantet et R., Thomas C.,MichelM., Pierre S. et Gerard B. 2008. Les produits laitiers. Ed Techniques et Documentations. Lavoisier-Paris, 3-57.

Jeantet, R., Thomas, C., Michel, M., Pierre, S. Gerard, B. 2008. Les produits laitiers.2éme Ed. TEC et DOC. Lavoisier-Paris : 184.

Jensen R., (1995). Handbook of milk composition-General description of milks,Academic Press,Inc:3, 919.

L

Loones, A. (1994). Lait fermenté par les bactéries lactiques. In Bactéries Lactiques : aspects fondamentaux et technologiques. Vol 2, De Roissart, H and Luquet F. M. (Eds), Loriga, Uriage, 135-154.

Laurence, Audenet V. et Cohen Maurel E. (2004), conserve traditionnelle et fermière Paris Edition technique et documentation –Lavoisier ,p 633.

Luzzana, L., Agnellini D., Cremonesi P., Caramenti G. et Devita S. (2003). Milk lactose and lactulose determination by the differential pH technique. *Le lait*, 83, pp 409-416.

Lucas, A., Sodini I., Monnet C., Joplivet P. et Corrien G. (2004). Probiotic cell count and acidification in fermented milks supplemented with milk protein hydrolysates. *International Dairy Journal*, 14, pp 47-53.

LUTA, G; MCANALLEY BH. 2005. Aloe vera: chemical composition and methods used to determine its presence in commercial products. *GlycoSci Nutr.* 6(4):1-12.

Li, Y., 2009. The health efficacy of Aloe and its development and utilization. Asian Social Science. Biology Department, Dezhou University. Vol. 5, No. 9. 4 p.

M

Mahaut, M., Jeantet, R., Brulé, G et Schuck , P. (2000). Les produits industriels laitiers Tech&Doc, Lavoisier, Paris.

Mehta Indu 2017. History of Aloe Vera, Department of History Kumaun University, Nainital, Uttarakhand (India). *Journal of humanities and social science.* 22 (8): 21-24.

Michayewicz, N. 2013. L'Aloe vera, plante médicinale traditionnellement et largement utilisée depuis des millénaires, aux nombreuses propriétés thérapeutiques. Plante miracle? (Doctoral dissertation, Université de Lorraine).

Michayewicz N., 2013 - L'*Aloevera*, plante médicinale traditionnellement et largement utilisée depuis des millénaires, aux nombreuses propriétés thérapeutiques. Plante miracle? Thèse Doctorat, Université de Lorraine, France, 33-76 ,149.

Miranda M., Vega-G A., García P, D-Scalad K., Shic J., Xuec S., Uribea E., 2010. Effect of temperature on structural properties of Aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller) gel and Weibull distribution for modelling drying process. *Food and Bioproducts Brocessing*.88: 138– 144.

Moon N.J., Reinbold G.W. (1976). Commensalism and competition in mixed cultures of *Lactobacillus bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus*. *J. Milk Food Technol.*, 39.

Moniruzzaman, M., B. Rokeya, et al. (2012). "In vitro antioxidant effects of *Aloe barbadensis* Miller extracts and the potential role of these extracts as antidiabetic and antilipidemic agents on streptozotocin-induced type 2 diabetic model rats." *Molecules* **17**(11): 12851-12867.

Morine E. (2008). Aloe vera (L.) Burn.f. : Aspects pharmacologiques et clinique. Thèse pour le diplôme d'état de docteur en pharmacie. Université de Nantes Faculté de pharmacie, 224.

N

Nacef, M., Djerroumi, A. 2012. 100 plantes médicinales d'Algérie. 1ère édition, Edition HOUMA, Alger, Algérie, 159.

Navarro C, Puthalakath H, Adams JM, Strasser A, Lehmann R. 2009. Egalitarian binds dynein light chain to establish oocyte polarity and maintain oocyte fate. *Nat Cell Biol.* 6:427–435.

Nongonierma A.B., Springett M., Le Quéré J.L, Cayot P. and Voilley A. (2006). Flavour release at gas/matrix interfases of stirred yoghurt models. *International Dairy Journal*, 16, 102-110.

O

Okyar, A., A. Can, et al. (2001). "Effect of *Aloe vera* leaves on blood glucose level in type I and type II diabetic rat models." *Phytotherapy Research*, **15**(2): 157-161.

Ozer B.H., Robinson R.K., Grandison A and Set Bell A.E. (1998). Gelation properties of

milk concentrated by different techniques International Dairy Journal 8, 793-799.

O'Brien, C., 2005. Physical and chemical characteristics of Aloe Gels. University of Johannesburg, 386.

P

Paci, Kora, E. (2004). Interactions physico-chimiques et sensorielles dans le yaourt brassé aromatisé : quels impacts respectifs sur la perception de la texture et de la flaveur. Thèse de doctorat de l'Institut national agronomique Paris-Grignon. p 258.

R

Ramachandra, C. T. 2008. Srinivasa Rao, P. Processing of Aloe vera leaf gel: A review. *Am. J. Agric. Biol.Sci.*, 3, 502–510.

Ramachandra C.T et Rao S.P., 2008. Processing of Aloe Vera Leaf Gel: A Review. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*.3(2): 502-510.

Rasic J.L., Kurmann J.A. (1978). Yoghurt scientific grounds, technology, manufacture and preparation. In. Microbiologie industrielle: Les micro-organismes d'intérêt industriel, Leveau J.Y., Boux M. Ed. Tec & Doc. Paris. 175.

Rodríguez, E.; Darias Martín, J.; Díaz Romero. 2010. C. Aloe vera as a functional ingredient in foods. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 50, 305–326.

Romain, J., Thomas, C., Michel, M. Pierre, S.& Gérard, B. 2008. Les produits laitiers 2^{ème} Ed ; Tech et Doclavoisier, 185.

S

Schkoda P., Hechler A. et Hinrich J. (2001). Influence of the protein content on structural characteristics of stirred fermented milks. *Milchwissenschaft*, 56, 19-22.

Schweizer M., 2006. Aloe the health and healing plant. The fourth edition, 66 .

Serra M., Trujillo A.J., Guamis B. and Ferragut V., 2009. Evaluation of physical proprieties during storage of set and stirred yoghurts made from ultra-high pressure

homogenization-treated milk. Food hydrocolloids, 23:82-91.

Sharma, P., A. C. Kharkwal, et al. 2014. "A review on pharmacological properties of *Aloe vera*." Int J Pharm Sci Rev Res: 14-604.

Sodini I., Remeuf F., Haddad S. et Corrieu G., 2004. The relative effect of milk base, starter, and process on yogurt texture: a review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 44,113-137.

T

Tamime A. Y et Robinson R. K. 1985. Backround to manufacturing practice. In Yoghurt. Science and technology. (Eds), Pergamon press, Paris, 7-90.

Tabak S. et Bensoltane A. 2011. L'activité antagoniste des bactéries lactiques (*Streptococcus thermophilus*, *Bifidobacterium bifidum* et *Lactobacillus bulgaricus*) vis-à-vis de la souche *Helicobacter pylori* responsable des maladies gastroduodénales. Ed Nature et Technologie. Pp 71-79.

Tinson w., Broome M. C., Hillier a. J., Jago G. R. 1982. Metabolism of *Streptococcus thermophilus*. 2. Production of CO₂ and NH₃ from urea. Aust. J. Dairy Technol., 37: 14-1

V

Vanmarle M. (1998). Structure and rheological properties of yoghurt gels and stirred yoghurts, These, University of Twente, Enschede, Pays Bas.

Veringa H. A., Galestloot T. E., Davelaar H. 1968. Symbiosis in yoghurt (II) Isolation and identification of a growth factor for *Lactobacillus bulgaricus* produced by *Streptococcus thermophilus*. Netherland Dairy Journal, In : Bactéries lactiques et probiotiques, Luquet F-M. et Corrieu G. Ed. Toc & Dec, Paris. 307p

Vega G.A., Giovagnoli C., Pèrez W.M., Reyes J.E., Vergara J., Miranda M., Uribe E., Discola K., 2012. Application of high hydrostatic pressure to *Aloe vera* (*Aloe barbadensis* Miller) gel. Microbial inactivation and evaluation of quality parametrs. Innovative food science and Emerging technologies. 13: 57-63.

X

Xanthopoulos V., Petiadis D. et Tzanetakis N. 2001. Characterization and classification of *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus delbreuckiissp bulgaricus* strains isolated from traditional Greek yogurts. *Journal of Food Science*, 66 (5), 247-253

Y

Yimei Jia, Guodong Zhao, Jicheng Jia. 2008: «Preliminary evaluation: The effects of *Aloe ferox Miller* and *Aloe arborescens Miller* on wound healing»; *Journal of ethno pharmacology*; Vol 120, 181-189.

Z

Zapata P.J., Navarro D., Guilléna F., Castillo S., M-Romero D., Valero D., Serrano M., 2013. Characterisation of gels from different *Aloe* spp. as antifungal treatment: Potential crops for industrial applications. *Industrial Crops and Products*, 42: 223– 230.

Résumé

Notre travail porte sur l'enrichissement d'un yaourt avec du gel d'*Aloe vera*. Afin de valoriser la plante quelques analyses physicochimiques ont été réalisées sur le gel extrait.

Les propriétés physicochimiques (pH, acidité titrable, Brix, Humidité) ont révélé l'intérêt de l'ajout du gel d'*Aloe vera* au yaourt.

D'autres analyses physicochimiques et microbiologiques doivent être réalisées pour mieux valoriser le produit, afin de prouver que l'incorporation du gel dans le yaourt permettra d'améliorer ces effets nutritionnels et thérapeutiques à ceux du yaourt.

Mot clés : Gel d'*Aloe vera*, yaourt, analyses physicochimiques.

Abstract

Our work focuses on enriching yogurt with *Aloe vera* gel. In order to enhance the plant's value, some physicochemical analyzes were carried out on the extracted gel.

The physicochemical properties (pH, titratable acidity, Brix, Humidity) have revealed the value of adding *Aloe vera* gel to yogurt.

Other physicochemical and microbiological analyzes must be carried out to better enhance the product, to prove that incorporating the gel into yogurt will enhance its nutritional and therapeutic effects compared to yogurt.

Keywords: *Aloe vera* gel, yogurt, physicochemical analyzes.