

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE
LA TERRE



DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

Réf :/UAMOB/FSNVST/DSA/2022

MEMOIRE DE FIN DE MASTER EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNV **Filière :** Science Alimentaire

Spécialité : Technologie Agroalimentaire et Contrôle de Qualité

Présenté par :

RACHEDI Fatima & DJOURDIKH Yasmine

Thème

**Elaboration d'un fromage fondu enrichi par l'avoine et
l'évaluation de sa qualité physicochimique, microbiologique et
sensorielle, au niveau de la laiterie Giplait de Boudouaou**

Soutenu le : 04/07 /2022

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom

Grade

Mme MOHAMMEDI Saliha

MAA

Univ. Bouira

Présidente

Mme MAZRI Hafaa

MCA

Univ. Bouira

Promotrice

Mme MOUDACHE Messaad

MCA

Univ. Bouira

Examinatrice

Année Universitaire : 2021/2022

Remerciements

Avant tout nous adressons nos remerciements à ALLAH, notre Dieu qui nous a aidé et celui qui nous a donné la force, la patience et le courage pour pouvoir réaliser ce travail en disant « Dieu Merci ».

*On commence par exprimer notre profonde reconnaissance et nos vifs remerciements à notre promotrice **Mme MAZRI Chafiaa**, Maître de conférences à l'université de Bouira, qui nous a honorés en acceptant de diriger ce travail. Ses encouragements, ses efforts qu'elle a consenti et ses précieux conseils, et sur tout sa confiance tout au long de ce travail pour puisse avoir ce jour.*

*Nous exprimons nos respectueux remerciements à **Mme MOHAMMEDI Saliha** d'avoir accepté de présider le jury et **Mme MOUDACHE Messad** d'avoir accepté d'examiner ce travail.*

Nous remercions la laiterie et fromagère de Boudouaou ainsi que l'ensemble de son personnel pour nous avoir accueilli et permis d'effectuer les différents tests et analyses et pour avoir mis à nous disposition le matériel et les moyens nécessaires à la réalisation d'une partie de ce travail.

Nos sincères reconnaissances vont à tous ceux et celles, qui ont permis par leurs conseils et leurs compétences la réalisation de ce mémoire.

...Merci !



Dédicace

Je tiens tout d'abord à remercier le bon Dieu de m'avoir aidé à réaliser ce mémoire.

*Je tiens à exprimer ma plus profonde reconnaissance à : **Mes chers parents**, aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les encouragements, prières et les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être. Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux qui m'ont toujours entouré et motivé à sans cesse devenir meilleur ; Que dieu tout puissant vous garde et vous procure santé, bonheur et longue vie et faire en sorte que jamais je ne vous déçoive. Puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit et soit le témoignage de mon amour.*

*A ma **Grand-Mère** pour son amour, et qu'elle m'a toujours accordé en témoignage de ma reconnaissance envers sa confiance, ses sacrifices et sa tendresse.*

*A mes chers **frères** et mes adorables **sœurs** qu'aucun mot ne pourra décrire leur dévouement et leur soutien pour vous exprimer toute mon affection et ma tendresse.*

A la lumière de mes jours : Luna que dieu vous garde pour moi.

*A la personne la plus douce, gentille et modeste au monde, ma promotrice, **Mme MAZRICHafiaa**, aucun mot ne pourra exprimer votre valeur pour moi. Votre rencontre est un grand honneur.*

*J'adresse aussi mes dédicaces à mes amies avec qui j'ai passé des moments agréables, en particulier à : **Nacera, Nassima, Chorouk, Nihad et Ouissam**.*

*En souvenir de notre sincère et profonde amitié et des moments agréables que nous avons passés ensemble. Je tiens à remercier ma binôme **Yasmine**.*

A Toutes les personnes qui ont cru en moi, qui m'encouragent et qui me donnent toujours l'envie d'aller en avant.

-FATIMA-



Dédicace

*Au meilleur cadeau de la vie au sens de l'amour et de l'affection au sourire de la vie et au mystère de l'existence la personne la plus pure sur la face de la terre. La mer du réconfort et l'entrée en vigueur de la sûreté, à qui sa supplication a été mon succès ... «**Ma mère Fatima**».*

*À mon ange dans la vie, à qui sacrifié pour me donner une goutte d'amour. À qui essayé et fait tous ses possibilités pour me fournis tous mes besoins .À ceux qui a enlevé toutes les épines pour m'ouvrir le chemine de la connaissance. Au grand cœur ... "**Papa Rabah**."*

*Aux bougies de ma vie, mes sœurs: **Hassiba et Siham** et mes frères **Lyas et Saïd**, qui m'ont soutenu et m'ont poussé à surmonter les difficultés et à continuer.*

*À mes proches et à ceux qui m'ont soutenu en cas de besoin. Et ils ont soutenu ma foi dans le temps perdu : **Karim, Hamouche et Maïssa**.*

*A tous mes proches amis **Wissam, Fatima, Nihad**, ..., a toute ma famille **Djourdikh**, et la famille **Yala**,*

*Et bien sur la famille **Anteur**.*

A tous ce qui m'ont transmis leur savoir et aidé à avancer.

*A mon très cher binôme, **Fatima**.*

A tous la promotion de technologie agroalimentaire et contrôle de qualité

-YASMINE-

Sommaire

Remerciement

Dédicace

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Synthèse bibliographique

Introduction.....	01
I- Le fromage.....	02
I-1- Généralité sur le fromage	02
I-1-1- Définition du fromage.....	02
I-1-2- Composition du fromage	03
I-1-3- Les types des fromages	04
I-2- Le Fromage fondu.....	05
I-2-1- Valeur nutritionnelle du fromage fondu.....	05
I-2-2- Paramètres de qualité du fromage.....	06
I-2-3 Analyse organoleptique.....	07
II- L'avoine.....	08
II-1- Généralité sur l'avoine.....	08
II-2- Description de la plante	08
II-2-1- Origine.....	08
II-2-2- Classification.....	08
II-3- Composition du grain d'avoine	09
II-4- La production de l'avoine dans le monde et en Algérie	09
II-5- L'utilisation de l'avoine	11
II-6- Usage thérapeutique	11

Partie expérimental

I- Matériel et méthode.....	11
I-1- Présentation de matériels.....	15
I-2- Méthodes utilisé.....	15
I-2-1- Préparation de poudre d'avoine.....	15

I-2-2- Préparation de la solution mère.....	16
I-2-3- Recherche des Entérobactéries.....	16
I-2-4- Recherche des <i>staphylococcus aureus</i>	16
I-2-5- Recherche des moisissures.....	17
I-3- Procédé de production du fromage fondu selon la laitier Boudouaou.....	17
I-3-1- Incorporation d'avoine dans le fromage fondu.....	18
I-3-1-1- Les analyses physico-chimique.....	18
I-3-1-2- Analyses microbiologiques.....	20
I-3-1-3- Les analyses sensorielle	21
II- Résultats et discussion	
II-1- Analyses microbiologique de la matière végétale.....	22
II-1-1- Résultats avant la pasteurisation.....	22
II-1-2- Résultats après pasteurisation.....	23
II-2- Elaboration de fromage fondu incorporés par l'avoine suivie d'analyses physico-chimiques et microbiologiques.....	23
II-2-1- Choix des doses d'incorporation.....	23
II-2-2- Analyses physicochimiques.....	23
II-2-3- Analyses microbiologiques.....	29
II-2-4- Résultats d'analyses sensorielles.....	30
Conclusion.....	33
Références bibliographiques	
Annexes	
Résumé	

Liste des figures:

Figure01 :La production des céréales d’hiver en Algérie durant la période allant de 2019 à2020.....	10
Figure02 : Organigramme de la méthodologie d’étude.....	14
Figure03 : Photographie d’avoine utilisée	15
Figure04 : Photographie de la solution mère	16
Figure05 : Protocole de fabrication du fromage fondu à l’unité de (LFB).....	17
Figure06 : Les échantillons de fromage élaborés à différentes concentrations.....	18
Figure 07 : La solution mère des différents échantillons de fromage élaborés.....	20
Figure08 : Evolution du pH durant la conservation des fromages fondus élaborés.....	23
Figure 09 : Evolution de l’extrait sec total durant la conservation des fromages fondus élaboré.....	25
Figure 10 : Evolution de l’humidité durant la conservation des fromages fondus élaborés...	26
Figure 11 : Variation de la teneur en matière grasse des fromages fondus élaborés en fonction du temps.....	27
Figure 12 : Variation du rapport de matière grasse /matière sèche des fromages fondus élaboré en fonction du temps.	28
Figure 13 : Profil sensoriel des fromages au 30ème jour de stockage.....	31
Figure 14 : Résultats des choix d’appréciation des quatre échantillons.....	32

Liste des tableaux :

Tableau I: Les différents types de fromages.....	04
Tableau II : Composition du fromage fondu.....	05
Tableau III: Principaux levures et moisissures responsables d'altérations dans les fromages.....	06
Tableau IV : Principaux germes pathogènes rencontrés en fromagerie.....	06
Tableau V : Origines possibles de défauts de fabrication et remèdes possibles à envisager.....	07
Tableau VI: La composition du grain d'avoine.....	09
Tableau VII : Résultats des analyses microbiologiques de la poudre d'avoine.....	22
Tableau VIII : Résultats d'analyses microbiologiques des quatre échantillons de fromage fondu étudiés.....	29

Liste des abréviations :

AFNOR : Association Française de normalisation.

BP: Baird Parker.

C: Carbone.

°C : Température en degrés Celsius.

c.à.s : Cuillère à soupe.

CACQE : Centre Algérien du Contrôle de la Qualité et de l'Emballage.

ES : Extrait sec.

EST : Extrait Sec Total.

Ex: Exemple.

FAO: Food and Agriculture Organization.

g : gramme.

H : Humidité.

h : heure.

ha : hectare

ITGC : Institut Technique des Grandes Cultures

J : Joule.

JOA : Journal Officiel de la République Algérienne

Kg : Kilogramme.

L : Litre.

MG : Matière grasse.

MS : Matière Sèche.

min : minute.

ml : millilitre.

mm : millimètre.

N° : Numéro.

ND : N déterminé.

pH : Potentiel d'Hydrogène.

Qx : quintaux

R : Rapport.

rpm : rotations par minute.

SAU : La Superficie Agricole Utile.

S. aureus : *Staphylococcus aureus*.

T : Tonnes

TIAC : Toxi-infections Alimentaire Collectives.

TIACs : Toxi-infections Alimentaire Collectives due à *Staphylococcus*.

UFC : Unité Formant Colonie.

µg: Microgramme.

µM : Micromolaire.

VRBG : Violet Red Bile Glucose.

VRBL : Violet Red Bile Lactose.

% : Pourcentage.

Introduction

Introduction :

Depuis des milliers d'années l'avoine a été cultivé a l'état spontanée et consommée par l'homme durant les périodes de disette, mais depuis les années 1990, un intérêt particulier est accordé à cette céréale comme plante médicinale (une consommation de 3 grammes de bêta-glucane de l'avoine favorise la diminution du cholestérol) et aliment bénéfique pour la santé afin d'élaborer de nouveaux produits et offrir au consommateur une gamme variée d'aliments fonctionnels à base d'avoine vu sa richesse en fibres alimentaire comme prébiotique en plus de sa valeur nutritive comme aliment de base. Elle a des effets bénéfiques sur la digestion humaine (Peer, 2017). Selon les statistiques de l'**F.A.O** de 2020 la production d'avoine dans le monde s'élève à 22997181 tonnes/an. L'Algérie est classée le 28^{ième} producteur avec 118018 tonnes/an avec 6 variétés à valoriser et à exploiter.

Plusieurs travaux de recherche sont publiés sur l'incorporation de l'avoine dans la matrice alimentaire, on cite par exemple ; le yaourt Activia en flocons d'avoine, Activia probiotique céréales de marque Danone en France, les cookies de flocons d'avoine en Algérie (OLLAGRO), l'étude réalisée par Cherki *et al.*, (2018) sur l'effet de l'ajout de la farine et flocon d'avoine sur les qualités physico-chimiques et organoleptiques des yaourts brasés, le jus d'avoine préparé et introduit dans les régimes alimentaire pour les sportifs.

Notre projet s'incère dans le cadre de la valorisation de l'avoine locale « Hamel » de Bouira et son exploitation dans l'agro-alimentaire. Dans ce mémoire nous avons élaboré un nouveau produit comme aliment fonctionnelle ; produit laitier type fromage fondu enrichi avec la poudre de l'avoine comme ingrédient fonctionnel pour sa richesse en prébiotiques indispensables pour les probiotique de produit laitier, flore utile pour le microbiote intestinal. Le travail consiste de tester trois doses différentes d'avoine dans un fromage fondu de la laiterie de Boudouaou située à Boumerdes, afin de sélectionner la plus appréciée par le consommateur algérien pour l'intégrer dans le régime alimentaire humain pour une alimentation durable.

Notre travail se résume en trois parties essentielles :

- ✓ Elaboration de fromage fondu incorporés par l'avoine a des trois doses
- ✓ Les analyse physicochimies et microbiologiques
- ✓ L'analyse sensorielle des quatre échantillons de fromages préparés à différentes concentrations d'avoine.

I- Le fromage

I-1- Généralité sur le fromage

Le terme fromage dérive du latin "Formaticum", ce qui veut dire une forme (**Dulor, 2002**)

Selon les Romains le mot latin caseus, signifiant fromage, et la racine donnera le mot caséine en français, nom qui désigne protéine coagulable du lait.

La première coïncidence de manipulation du fromage comme aliment est inconnue. Les technologues tiennent preuve que l'homme a connu depuis longtemps ce phénomène de coagulation du lait depuis la découverte sur les rives du lac Neuchâtel (en Suisse) des moules à caillé depuis 5000 ans avant Jésus Christ, cependant l'ascendance exacte de la transformation du lait en fromage est aléatoire, s'entend pour dire que le fromage serait originaire du sud-ouest asiatique et daterait d'environ 8000 ans (**Gelais et al., 2002; Katz et Weaver, 2003**).

I-1-1- Définition du fromage

Le fromage est le produit affiné ou non affiné selon la norme Food and Agriculture Organization (FAO), de consistance molle, dure ou extra dure qui peut être enrobé et dans lequel, le rendement protéine de lactosérum par rapport aux caséines ne dépasse pas celui de lait ; il est obtenu par coagulation complète ou partielle du lait grâce à l'action de la présure ou différents agents coagulants appropriés et par égouttage partiel du lactosérum résultant de cette coagulation (**FAO, 1996**).

I-1-2- Composition du fromage

Le fromage représente un groupe alimentaire très varié dont sa constitution est très changeante d'après la qualité de la matière première utilisée ou selon la technique de fabrication. La structure des fromages est due aux constituants énergétiques tels que les protéines, les sels minéraux, les vitamines, l'eau et les lipides (**Eck, 1987**).

Le fromage est l'un des produits laitiers les plus appréciés, obtenu grâce à l'action conjuguée de l'élimination de lactosérum et de recyclage des matières sèches (**Madjoudj, 2018**). La première phase est la coagulation du lait suite à une modification physico-chimique des micelles de caséines par acidification ou par l'action des enzymes coagulantes ou par l'action combinée des deux (**Eck et Gillis, 1997**). La deuxième phase est l'égouttage consiste à

retire l'eau dans le caillé, et à le rendre plus ferme, le gel formé par acidification ou par action de la présure est dans un état physique instable. Selon la nature du coagulum, plus ou moins rapidement, la phase dispersante se sépare spontanément du coagulum sous forme de lactosérum liquide jaune pâle. L'élimination progressive du lactosérum (par synérèse) s'accompagne de la rétraction et d'un durcissement du gel. Il conduit à un caillé dont l'extrait sec est plus ou moins élevé, et qui correspond au fromage formé (**Bennett et Johnston, 2004; Boutonnier, 2012**). La troisième phase est le salage agit comme antiseptique, freine le développement des micro-organismes, favorise la conservation de fromage, accélère le séchage et formation de croûte, le salage s'effectue par deux méthodes : salage avec sel fin ou gros et salage en saumure qui est plus régulier car il permet d'économiser des quantités importantes en sel (**Goudédranche et al., 2008**). La dernière phase c'est l'affinage de fromage qui correspond à l'élimination d'eau, la formation d'une croûte, la délivrance des substances aromatiques par la protéolyse et la lipolyse (**Veisseyre, 1975**).

I-1-3- Les types des fromages

Il existe plus de 350 types de fromages dans le monde à pâte dure ou molle, pressée cuite ou crue, à croûte fleurée ou lavée, on peut regrouper les fromages en 03 catégories :

Tableau I : Les différents types de fromages

Type de fromage	Fromage de type lactique	Fromage de type présure	Fromage de type mixte
Caractéristiques	<p>-Obtenu essentiellement par coagulation biologique appelé aussi coagulation lactique ou coagulation par acidification.</p> <p>-Ce sont des fromages à pâte fraîche.</p> <p>-Ils sont fabriqués à une température qui va de 16 à 23°C.</p> <p>-Ce type de fromage demande pour sa fabrication 3 à 10 ml de présure pour 100 l de lait.</p>	<p>-Obtenus essentiellement par coagulation chimique appelé aussi coagulation par l'action des enzymes (la présure).</p> <p>-Ce sont des fromages à pâte pressée, à pâte ferme cuite et à pâte ferme non cuite.</p> <p>-ils sont fabriqués à une température qui va de 34 à 40°C.</p> <p>-Ce type de fromage demande pour sa fabrication 25 à 35 ml de présure pour 100L de lait.</p>	<p>-Obtenus par Coagulation chimique et par coagulation biologique.</p> <p>-Ils sont obtenu par les deux méthodes de manière équivalente.</p> <p>-Ce sont des fromages à pâte molle.</p> <p>-Ils sont fabriqués à une température de 28 à 37°C.</p> <p>-Ce type de fromage demande pour sa fabrication 15 à 25 ml de présure pour 100L de lait.</p>
Exemple	<p>Fromage à pâte fraîche :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Petit suisses -Fromage demi-sel -Chabichou -Mothais sur feuille -Rocamadour -Picodons 	<p>Fromage à pâte pressée :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Saint-nectaire -Tome de Savoie -Saint-paulin -Port-salut -Reblochon <p>Fromage à pâte Ferme non cuite :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Cantal -Laguiole <p>Fromage à pâte Ferme cuite :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Comté -Emmenthal -Beaufort 	<p>Fromage à pâte molle :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Camembert -Brie -Carré de l'est -Bleu -Roquefort -Munster -Pont-l'évêque -Maroille -Livarot

(Majdi, 2008)

I-2- Le Fromage fondu

Le fromage fondu obtenu par la fonte d'un fromage ou d'un mélange des fromages frais ou affinés additionnées éventuellement d'autres produits laitiers comme le lait, beurre, caséine, lactosérum, ainsi que des ingrédients aromatiques peuvent être incorporés. (Fredot, 2009).

Parmi les compositions du fromage fondu on retrouve le lait sous ses différentes formes : poudre, liquide. Les poudres de lait qui sont des produits résultant de l'élimination partielle d'eau (Claude et al., 2002). Le deuxième composant c'est l'eau joue un rôle important dans la préparation des aliments, elle intervient comme matière première il faut qu'elle soit potable (Adjelane, 2018). Troisième composant est la pré-fonte il s'agit de fromage déjà fondu qui résulte de la récupération de la pâte contenue dans différents endroits du circuit de la production. En pratique lorsqu'elle était refondue (Adjelane, 2018). Dernière composant ; les sels de fonte sont des agents très importants pour la fabrication du fromage fondu son d'origine de la fonte. Les sels utilisés pour cette fabrication sont les phosphates et les citrates (Chambre et al., 2004). Le rôle des sels de fonte dans la fabrication de fromage fondu est ajusté le pH dans une échelle allant de 5.4 à 5.8 selon les caractères recherchés. Solubilisation des protéines et séquestration du calcium c'est la capacité des sels de fonte à solubiliser la caséine dépendent essentiellement de sa capacité à échanger le calcium du produit laitier contre le sodium qui le contient initialement (Veisseyre, 1975)

I-2-1- Valeur nutritionnelle du fromage fondu

Le fromage est un aliment très riche sur le plan nutritionnels, il apporte les éléments indispensables à la croissance et au développement du corps (Tableau II) auquel il apporte les éléments énergétiques et bâtisseurs nécessaires à son fonctionnement (lipides, glucides, protéines, minéraux, vitamines,...Etc.)(Meyer, 1973).

Tableau II : Composition du fromage fondu.

Composants	Composition par 100g de fromage fondu
Eau	32g
Lipide	25.4g
Protéine	38g
Glucide	18.3g
Calcium	940mg
Sodium	1600mg
Vitamine A (2/3) mg	1200mg

(Meyer, 1973)

I-2-2- Paramètres de qualité du fromage

Pour évaluer la qualité du fromage on se base sur les paramètres physico-chimiques qui consiste à mesurer les différents paramètres tels que le pH, la matière grasse, l'extrait sec des matières usagées compris le produit fini, afin de les comparer aux normes exigées. Pour les paramètres microbiologiques il vise selon **Benyahia et Hamdadou (2008)**, d'une part à vérifier le manque de germes ayant des incidences technologiques nuisibles et d'autre part à contrôler l'absence des germes pathogènes et la présence en nombre limité des micro-organismes indicateurs d'hygiène. Il s'agit des levures, des moisissures et des bactéries qui sont des flores naturelles, des spores et des microorganismes de différente origine : le lait, l'atmosphère, le matériel utilisé...La deuxième flore d'altération, il existe certaine levure et moisissure capables de se manifester dans le fromage (Tableau III), par contre la quantité de toxines produites est affaiblie pour provoquer des intoxications.

Tableau III : Principaux levures et moisissures responsables d'altérations dans les fromages

Micro-organisme	Origines
- <i>Scopulariopsis fusca</i>	-Papier, emballage.
- <i>Penicillium brevicompactum</i>	-Terre, bois, liège, emballage
- <i>Trichosporon penicillatum</i>	-Air
- <i>Penicillium funiculosum</i>	-Stores, matériel, lait, eau, air
- <i>Geotrichum candidum</i>	-Défaut d'égouttage, de salage du fromage, implantation insuffisante du pénicillium
-Mucor, Rhizopus, ...Etc.	-Bois, liège, stores, matériel, lait, eau, air

(Le Jaouen, 1993)

La troisième flore est la flore de contamination, les germes pathogènes provoquant des dangers qu'implique leur présence dans les produits (Tableau IV).

Tableau IV : Principaux germes pathogènes rencontrés en fromagerie

Nom de la bactérie	Effets
- <i>Escherichia coli</i>	-Toxi-infection, gastro-entérite
- <i>Listeria monocytogenes</i>	-Listériose, toxi-infection
- <i>Salmonelle spp</i>	-Toxi-infection, gastro-entérite
- <i>Clostridium perfringens</i>	-Toxi-infection
- <i>Staphylocoques pathogènes</i>	-Intoxication
- <i>Bacillus cereus</i>	-Intoxication
-Germes dits banaux mais charge importante	-Intoxication(Le Jaouen, 1993)

(Le Jaouen, 1993)

I-2-3- Analyse organoleptique

Pour les particularités organoleptiques, généralement ils résultent du jugement de certaines qualités en relation avec le consommateur : Aspect externe : couleur, brillance,...Etc. La texture : mastication, tartinabilité,...Etc. La flaveur : olfaction et goût.

I-3- Défauts de fabrication

Au cours du processus technologique, quelques défauts technologiques peuvent apparaître (Tableau V).

Tableau V : Origines possibles de défauts de fabrication et remèdes possibles à envisager.

Aspect de la pâte	Origines possible	Remèdes
La pâte n'est pas homogène	-Le pH trop bas, et sa valeur dépend de la matière employée (Ex : Emmental besoin un pH élevée que le cheddar). -Apport de sel de font insuffisant. -Temps de cuisson très court.	-Augmenter le pH. -Augmenter la dose. -Augmenter le temps.
La pâte est trop liquide	-Fromage de fonte est trop vieille et ne gonfle pas -Sel de fonte à faible pouvoir crément. -Le mélange contient une quantité élevée d'eau.	-Mélanger la matière première jeune avec autre moyennement affiné. -Utilisé un sel de fonte à fort pouvoir crément. -Vérifier la qualité d'eau
A l'ouverture des pétrins la pâte est relativement épaisse	- pH faible.	-Augmenter le pH.
A l'ouverture des pétrins la pâte est trop molle	-pH élevé.	-Diminuer le pH.

(Berger *et al.*, 1993)

II / L'avoine

II-1- Généralité sur l'avoine

Les produits céréaliers en Algérie occupent une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale, elle est très importante dans le système alimentaire algérien, elle fournit plus de 60% de l'apport calorifique et 75 à 80% de l'apport protéique de la ration alimentaire (**Djermoun, 2009**). Les principales céréales sont le maïs, le riz, blé, l'orge, les mils l'avoine et le seigle. L'avoine depuis longtemps utilisée pour les animaux, est de plus en plus entrée dans l'alimentation humaine grâce à ses bienfaits sur la santé humaine

II-2- Description de la plante

II-2-1- Origine

L'avoine est une importante culture céréalière dans le monde en développement, elle est toujours figurée parmi les cultures les plus anciennes d'humanité originaire du nord-est de l'Europe (Autriche et Russie) et des plateaux de l'Éthiopie et de la Chine. On a découverte le premier ancien grain d'avoine en Égypte dans les vestiges de la 12^e Dynastie, autour de 2000 avant J.-C (**Gibson, 2002**).

II-2-2- Classification

Selon **Cherki et Hadji (2018)** la classification botanique de l'avoine est :

Règne : Plantae

Sous-règne : Tracheobionta

Division : Mangoliophita

Classe : Liliopsida

Sous -classe : Commelinidae

Ordre : Cyperales

La famille : Poaceae

Sous-famille : pooideae.

Tribu : Aveneae

Genre : Sativa

Espèce : Avena sativa

Selon un bulletin d'étude de Ministère d'Agriculture Françaises apparu en 2018 les variétés cultivées en France sont : l'avoine noires (Black beauties, Charmoise, Rgt black pearl, Timoko), et l'avoine blanches (Gerald, Sw dalguise ou Vodka).

En Algérie, il existe une gamme des variétés sélectionné par l'ITGC : Rouge31 (Lahmar31), Avon (Nour), Hamel, Noire912 (Lakhal912), prévision (Bahri), Wwi 78.

II-3- Composition du grain d'avoine

L'intérêt grandissant pour l'avoine comme aliment bénéfique pour notre santé s'est accru depuis plusieurs années grâce sa composition nutritionnelle à sa richesse en fibres alimentaires (Tableau VI).

Tableau VI : La composition du grain d'avoine

Composant	Valeur moyenne%	Intervalle%
Amidon	51.1	44-61
Protéine	15.2	11-20
Humidité	10.0	9-14
Fibre	8.9	7-11
Lipide	7.6	5-10
B-Glucane	4.2	2.2-6.6
Sucres libres	1.1	0.9-1.3

(Boumella, 2020)

L'avoine contient une quantité considérable de valeur nutritionnelle comme les protéines, l'amidon, les acides gras insaturés et les fibres alimentaires solubles et insolubles. Elle contient aussi des micronutriments tels que la vitamine E, le zinc, le fer, le sélénium, cuivre, le manganèse..., et fait partie des aliments les plus riches en vitamine B.

II-4- La production de l'avoine dans le monde et en Algérie

D'après les résultats de L'F.A.O.(2020), la fédération de Russie permet la première et la plus grande production d'avoine au monde avec une valeur de 4719324 tonnes/an et un rendement de 1729,2kg/hectare, Canada arrive la deuxièmes avec une production de 3436000 tonnes/an, suivi de l'Espagne avec 1486948 tonnes/an, l'Algérie est classée 28^{ieme} producteur avec 118018 tonnes/an avec un rendement de 1454,5kg/hectare.

En Algérie, les produits céréaliers occupent une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale. Le blé dur occupe la première place suivie de l'orge, de blé tendre et de l'avoine.

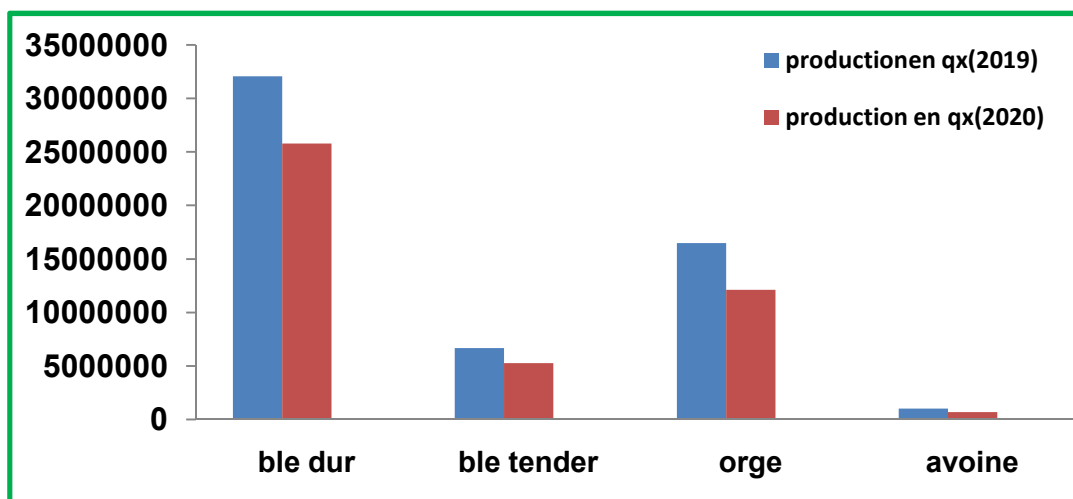


Figure01 : La production des céréales d'hiver en Algérie durant la période allant de 2019 à 2020 (Ministère de l'Agriculture Algérien, 2022).

Dans la figure 01 qui représente la production des céréales d'hiver en fonction de la variété cultivée en Algérie durant 2019 et 2020, on remarque que durant les 02 campagnes 2019 et 2020, les quatre types de céréales qui ont enregistré une meilleure production sont : en premier le blé dur suivi de l'orge, blé tendre et dernier l'avoine avec des quantités plus élevées en 2019 par rapport à la production de 2020, les quantités enregistrées en 2019 sont de l'ordre de 32×10^6 qx, $16,4 \times 10^6$ qx, $6,6 \times 10^6$ qx et 1×10^6 qx respectivement.

La production de l'avoine en 2020 est de l'ordre de 693855qx, elle est classée la quatrième des céréales d'hiver avec un rendement de 11,1qx par hectare (Ministère de l'Agriculture Algérien, 2022).

Selon les statistiques de Ministère de l'Agriculture Algérien (2022), la superficie des terres utilisées par l'agriculture en Algérie en 2020 est de 3502168 ha, quant on a calculée la superficie utilisée par l'avoine, on a trouvée environ 2% de la Superficie Agricole Utile (SAU). Pour la wilaya de Bouira on a trouvé 69389 ha de SAU, avec le même pourcentage de superficie de l'avoine.

La production de céréales d'hiver en Algérie et en Bouira est respectivement : 43895460qx, 1988256 qx, pour l'avoine, la production représente 693855 qx et celle de

Bouira est de l'ordre de 28261 qx, elle représente approximativement 4% de la production d'avoine en Algérie.

II-5- L'utilisation de l'avoine

L'avoine est l'une des sources les plus importantes d'alimentation animale et humaine dans le monde entier.

En alimentation animale, elle est utilisée principalement pour son grain ou comme fourrage lorsqu'elle est récoltée à l'état vert, elle constitue un bon aliment pour les ruminants et pour l'alimentation des chevaux, et les chevaux de sport, et conviennent bien aux volailles, Elle a été largement adopté comme aliment pour le bétail, les bovins laitiers.

L'utilisation de l'avoine pour l'alimentation animale a diminué régulièrement en raison de l'utilisation et l'intérêt émergents de l'avoine comme aliment de santé humaine.

En alimentation humaine on l'utilise pour la production de nombreux produits alimentaires destinés à la consommation humaine grâce à l'avantage de son contenu en fibres solubles et insolubles, C'est la céréale la plus riche en lipides (acides gras insaturés) (**Rioux et al., 2010**). On utilise l'avoine sous forme de flocon ou farine, et la préparation de certaines boissons alcoolisées.

Dans l'industrie chimique, le son d'avoine utilisé pour produire un solvant qui s'appelle le furfural, utilisé dans la fabrication de nombreux produits industriels, notamment le nylon, des huiles lubrifiantes, des résines et des fongicides (**Rioux et al., 2010**).

II-6- Usage thérapeutique

Depuis longtemps les herboristes utiliseraient l'avoine pour soulager divers maux : la fatigue, les troubles nerveux, la dépression, l'insomnie, les rhumatismes, la gale et la lèpre. Des infusions de flocons d'avoine sont utilisées pour stimuler l'appétit et atténuer les douleurs de la gorge et du thorax, aussi prévenir les maladies coronariennes et les troubles cardiovasculaires. Les grains entiers d'avoine aident à abaisser le taux de glucose sanguin et contiennent le β -sitostérol, un composé anti-tumeurs (**Rioux et al., 2010**).

L'avoine est aussi utilisée comme nématicide, est considérée comme un bio-pesticide, l'avoine sécrète par son appareil racinaire des substances fongicides, toxiques pour Fusarium, Gaeumannomyces et Rhizoctonia (**Husson et al., 2012**).

Les parties de l'avoine utilisées à des fins médicinales sont : les grains entiers décortiqués sous forme de flocon ou en semoule, la paille exempte de feuilles et de toute salinité et hachée, les sommités fleuries fraîches ou séchées (**Rioux *et al.*, 2010**).

Méthodes et matériel

Notre étude expérimentale étalée sur un mois est réalisée au niveau de la laiterie fromagère Boudouaou. Cette dernière à vu le jour en 1969, c'est l'année de l'apparition d'une unité privée de fabrication de fromage qui s'appelait fromagerie de la mitigea intégrée à l'Office Régional du Lait et de produits laitiers du Centre ORLAC. En 1972, elle fut nationalisée et léguée à l'office national Algérienne du lait ONALIT, pendant cette durée l'entreprise n'avait qu'un seul atelier de fabrication de fromage. Entre les périodes 1974 et 1978 l'unité a eu trois ateliers pour la production du lait pasteurisé, atelier du fromage fondu et fromage rouge de type Edam. En 21 septembre 1997 l'appellation de l'unité est devenue SPA Laiterie et Fromagerie de Boudouaou «SPA/LFB».

L'unité de LFB est située à l'entrée de la ville de Boudouaou 35 km à l'est d'Alger et 12 km de la ville de Boumerdes, elle occupe une surface totale de 80000 m² dont 1.8 ha représente équipements industriels et utilitaires, moyens de distribution et de stockage sous froid.

L'objectif de notre étude consiste dans un premier temps, à préparer un fromage fondu enrichi avec l'avoine (Figure 02) afin d'élaborer un nouveau produit fonctionnel afin d'apporter des fibres alimentaires indispensables qui confère des effets bénéfiques sur le système digestif, parmi ces effets normaliser le transit intestinal, traiter les problèmes d'obésité permet de rassasier rapidement et de perdre du poids, est aussi efficace pour traiter les maladies de la peau comme l'eczéma, elle est contre l'insomnie, la consommation de l'avoine deux fois par semaine en moyenne permet de limiter le taux de cholestérol dans le sang, et aussi elle est riche en minéraux et oligo-éléments (magnésium, phosphore, calcium), aussi ce qui est réputé pour apaiser et prévenir le stress pour tout en améliorant la valeur nutritionnelle (glucides, protéines, lipides), l'aspect et le goût du fromage. Ensuite étudier ces caractéristiques physicochimiques l'unité LFB dispose d'un poste responsable pour convertir ces paramètres recherchés en termes de paramètres mesurables tels que pH, matière grasse, texture afin de confirmer analytiquement la bonne qualité du produit fabriqué, et microbiologiques pour garantir la sécurité et la salubrité des aliments et pour éviter la présence des microorganismes pathogènes dans les produits (pour l'avoine la recherche des Entérobactéries, *Staphylococcus aureus*, moisissure et pour le produit fini la recherche des coliformes totaux et fécaux, *Staphylococcus aureus*, levure et moisissure) des produits

élaborés avec différente concentration et finir par une analyse sensorielle pour évaluer les caractéristiques organoleptiques .

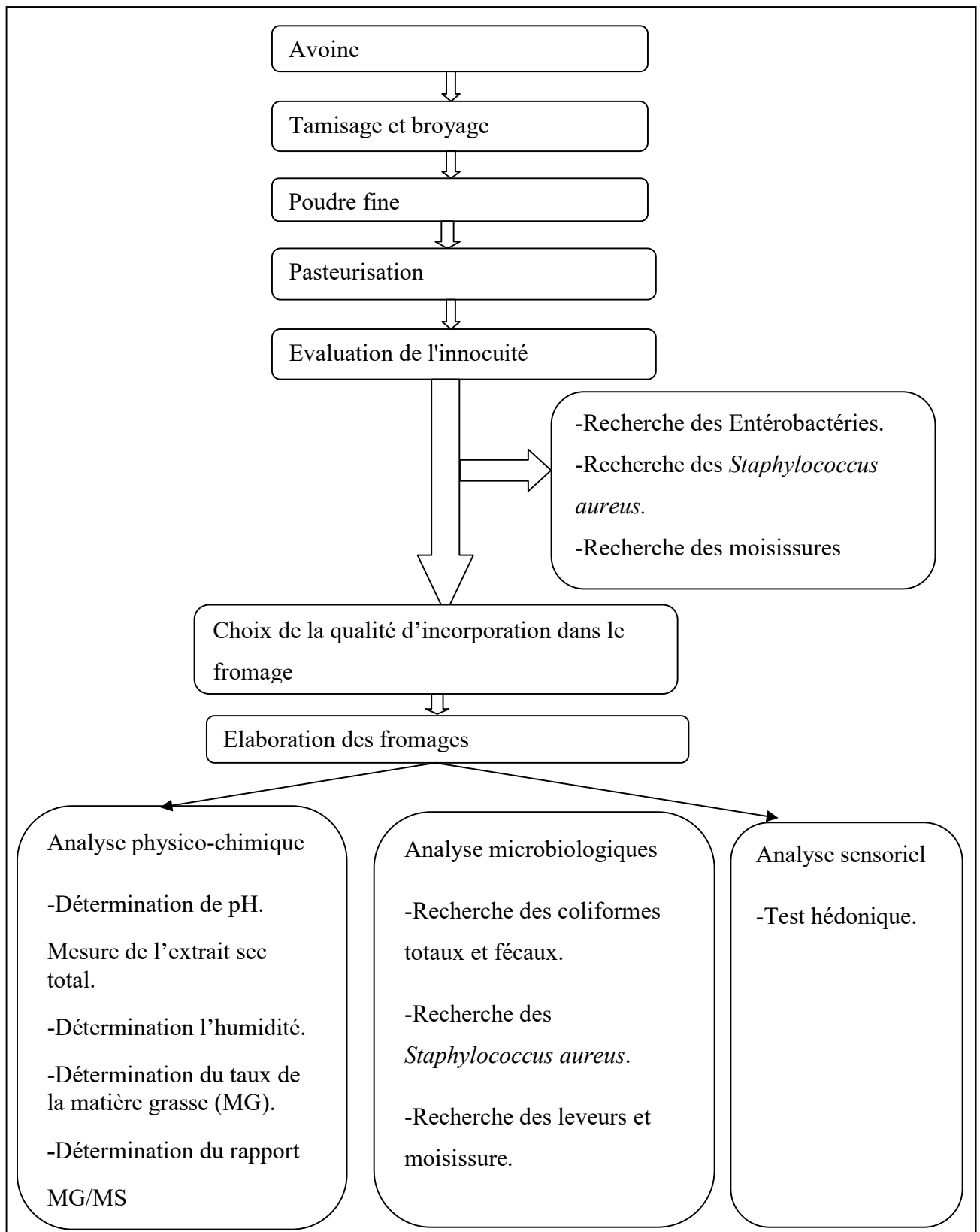


Figure 02 : Organigramme de la méthodologie d'étude

I-1- Présentation de matériel

Au cours de notre expérimentation, le matériel végétal utilisé est l'avoine variété de HAMEL, acheté chez un herboriste dans la région ELESNAM de la wilaya de BOUIRA au moins d'Avril 2022 (Figure03). Le matériel biologique utilise est fromage cheddar, poudre de lait, sel de fonte et l'eau. Le matériel de mesure de laboratoire divisé en deux groupes : le matériel pour les analyses physico-chimique le pH mètre, la balance électronique, dessiccateur, centrifugeuse, butyromètre, burette, pot stérile en verre. Le matériel pour les analyses microbiologique bec benzène, pipette pasteur, boîte pétri et l'étuve.



Figure 03 : Photographie d'avoine utilisée

I-2- Méthodes utilisé

I-2-1- Préparation de poudre d'avoine

On prépare la matière végétale, broyée grossièrement à l'aide d'un broyeur à main (pilon). La poudre obtenue à été broyée à l'aide d'un broyeur électrique, jusqu'à l'obtention d'une poudre fine. Après broyage la poudre est tamisée (tamis à 200 μm) pour obtenir une poudre très fine et homogène, après pasteurisée et stockée à l'abri de lumière et de l'humidité jusqu'à l'utilisation. Avant l'utilisation de la matière végétale doit faire les analyses microbiologiques. Ces dernières nous permettent de vérifier l'innocuité de la matrice végétale utilisée. Selon le journal officiel de la république algérienne, les germes recherchés et dénombrés dans les farines sont (JOA N°39,2017) : les Entérobactéries, *Staphylococcus aureus*, moisissures.

I-2-2- Préparation de la solution mère

Dans les conditions d'asepsie, 25g d'avoine homogénéisées dans 225 ml de la solution Ringer (Annexe N°02), on obtient une dilution 10^{-1} . Cette suspension constitue la solution mère (Figure04).

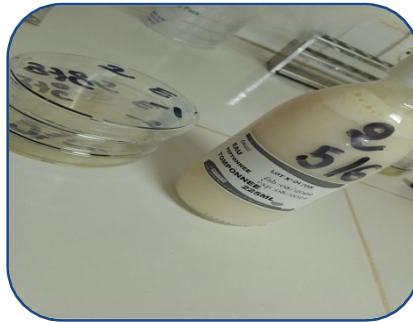


Figure04 : Photographie de la solution mère

I-2-3- Recherche des Entérobactéries

Le milieu utilisé la gélose Violet Red Bile Glucose (VRBG), Annexe N°02, qui dépend de la capacité des entérobactéries à fermenter le glucose. Le milieu est inhibé contre les bactéries gram-positives et certaines bactéries gram-négatives grâce à la présence de sels biliaires (Mossel *et al.*, 1962). Réalisé par la méthode de semis en masse. Une quantité de milieu de culture VRBG est versée sur une boîte de Pétri contenant préalablement 1 ml de solution mère en sachant que la gélose est bien mélangée à l'inoculum. Après solidification, une deuxième couche est coulée à partir du même milieu de culture et laissée se solidifier. Les boîtes ainsi inoculées sont incubées à 37 °C pendant 24 heures. Les Entérobactéries apparaissent sous forme des colonies rose. _

I-2-4- Recherche des *Staphylococcus aureus*

Le milieu utilisé est le milieu gélosé Baird Parker (Annexe N°02) qui contient du tellurite de potassium (K_2TeO_3). Au moment d'emploi à l'aide d'une pipette stérile, 0,1ml de la solution mère à la surface d'une plaque de la gélose Baird Parker (BP), étaler soigneusement l'inoculum à la surface de la gélose en essayant de ne pas toucher les bords de la boîte avec un râteau stérile. La boîte sera incubée à 37°C pendant 48 heures, Les colonies de *Staphylococcus aureus* apparaissent sur le milieu de couleur noire, brillante, voutée avec une bordure blanche mince entourées d'un halo clair.

I-2-5- Recherche des moisissures

Le milieu utilisé est la gélose Sabouraud chloramphenicol dextrose (Annexe N°02) est un milieu peptone complétement au dextrose pour encourager la croissance des champignons. Réalisée par la méthode d'ensemencement en masse, une quantité de milieu de culture Sabouraud chloramphenicol dextrose est coulée sur la boîte de pétri contenant préalablement 1ml de la solution mère, après solidification, une deuxième couche de même milieu de culture est rajoutée, et laissée solidifier. Les boîtes sont incubées à 25°C pendant 5 jours.

Pour chaque analyse une boîte témoin contenant environ 15 ml de gélose utilisée, et une autre contenant 1ml de la solution mère a été préparée pour contrôler leurs stérilités.

I-3- Procédé de production du fromage fondu selon la laitier Boudouaou

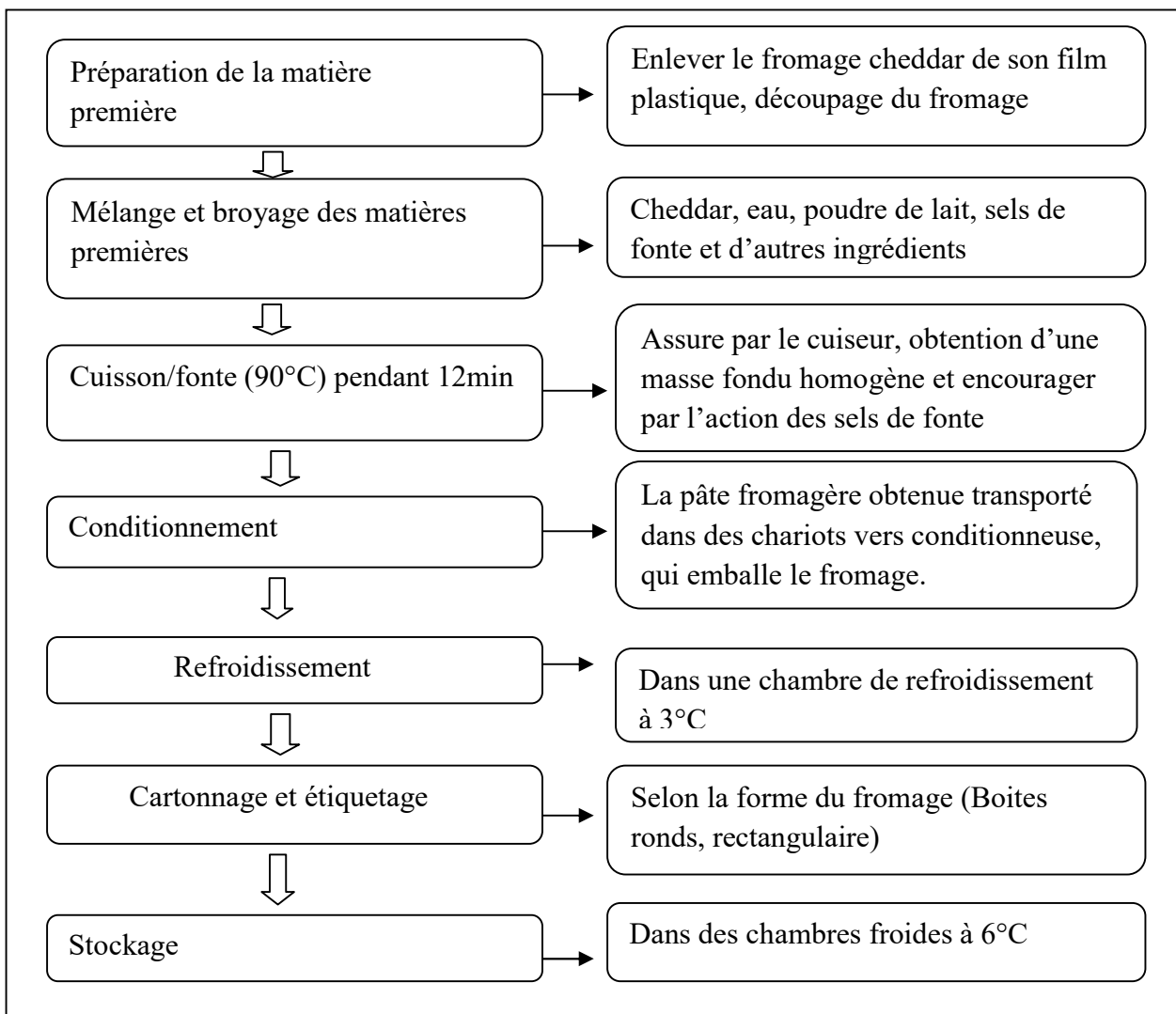


Figure 05 : Protocole de fabrication du fromage fondu à l'unité de (LFB).

I-3-1- Incorporation d'avoine dans le fromage fondu

L'ajout de la poudre d'avoine est effectué au niveau du laboratoire microbiologique dans des conditions aseptiques. Le conditionnement est réalisé manuellement dans des flacons stériles de 100g (Figure 06), emballés dans des sachets et stockés à 6°C 24 échantillons du fromage fondu préparés, sont codés de A à D de sorte que le A représente le standard le B correspond.

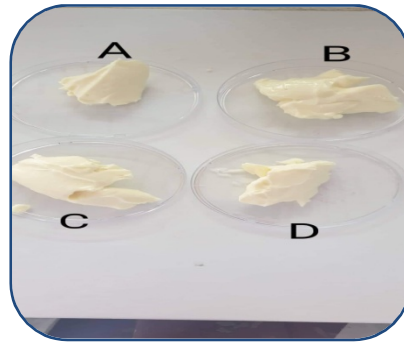


Figure 06 : Les échantillons de fromage élaborés à différentes concentrations

Les effets de l'incorporation d'avoine sur le fromage fondu ont été évalués par le suivi de l'évolution des paramètres physico-chimiques et microbiologiques, effectués à partir du premier jour de fabrication jusqu'à 30 jours de stockage à 6°C.

I-3-1-1- Les analyses physico-chimique

a- Détermination du pH

La mesure de pH de fromage fondu est basée sur la lecture directe de la valeur du pH sur le pH-mètre (JOA N°73, 2016). L'électrode du pH-mètre, préalablement étalonnée, est rincée avec de l'eau distillée, puis est directement introduite dans l'échantillon du fromage. La valeur de pH de l'échantillon est obtenue par simple lecture sur l'écran de l'appareil.

b- Détermination de l'extrait sec(EST)

La détermination de l'extrait sec total est reposée sur la dessiccation par l'évaporation de l'eau d'une quantité de fromage fondu. La matière sèche est exprimée en pourcentage en masse. Cette expérience est réalisée à l'aide d'un dessiccateur. Dans un dessiccateur réglé à une température de 102°C, 1g du fromage est mis puis étalé sur toute la coupelle d'aluminium préalablement tarée. Le couvercle du dessiccateur est fermé. Après quelque minute, la valeur de l'extrait sec est indiquée en pourcentage sur l'afficheur de l'appareil.

c- Détermination de l'humidité(H)

Elle est déterminée en se basant sur les résultats de la matière sèche, et en appliquant la formule suivant:

$$H(\%)=100-EST$$

Avec : H (%) : Humidité en pourcentage, EST : Extrait sec total.

d- Détermination du taux de la matière grasse (MG)

Basée sur la dissociation des protéines du fromage par l'addition de l'acide sulfurique et séparation de la matière grasse par centrifugation dans un butyromètre de Van – Gulik (JOA N°67, 2014). 3g de fromage sont pesés dans un godet en verre perforé placé dans un butyromètre à fromage. Ensuite, l'acide sulfurique est ajouté jusqu'à immersion du godet afin de faire dissoudre les protéines du fromage. Le butyromètre, col en bas, est placé dans un bain marie pendant 2h. Chaque 20 min, le contenu est agité jusqu'à dissolution totale du fromage. Après avoir rajouté 1ml d'alcool iso-amylque (3-méthyle-1-butanol) à l'échantillon, le volume est complété par l'acide sulfurique jusqu'au trait du 35 ml de la graduation du butyromètre. Enfin le butyromètre est centrifugé à 1000 rpm pendant 10 min avec chauffage. Le taux de la matière grasse est lu sur les graduations du butyromètre.

e- Détermination du rapport matière grasse/matière sèche (MG/MS)

Le rapport matière grasse / matière sèche exprimée en gramme pour 100g de matière sèche est donné par la formule suivante :

$$R(\%)= (MG/MS) \times 100$$

Avec MG : Matière grasse, MS : Matière sèche, R : Rapport.

I-3-1-2- Analyses microbiologiques

a- Préparation de la solution-mère

Dans des conditions d'asepsie, 25g de fromage sont pesés puis dissous et homogénéisés dans 225ml de la solution de Ringer (JOA N°39, 2017). Cette suspension constitue la solution mère (Figure07).



Figure 07 : La solution mère des différents échantillons de fromage élaborés.

b- Recherche des coliformes totaux et fécaux

Les coliformes sont capables de se multiplier en présence de sels biliaires et capable de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz. Le milieu utilisé est le milieu VRBL (Violet Red Bile Lactose) contenant les sels biliaires, le vert brillant comme agents sélectifs, qui inhibent la croissance de la flore secondaire Gram positif. Réalisée par la méthode d'ensemencement en masse, A partir de la solution mère, porter aseptiquement 1ml dans une boîte de pétri vide puis ajoutée environ 15ml de gélose VRBL. Faire ensuite des mouvements circulaires et de va et vient en forme 8 pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose laisser solidifier sur paillasse. Les boîtes seront incubées à 30°C pour les coliformes totaux et à 44°C pour les coliformes fécaux pendant 24 heures. Après incubation ils apparaissent en masse sous forme de colonies de couleur rose.

c- Recherche des *Staphylococcus aureus*

La même méthode utilisée dans l'analyse microbiologique de la matrice végétale, la méthode est décrite en détail dans la section I-2-4.

d- Recherche des levures et moisissures

La même méthode utilisée dans l'analyse microbiologique de la matrice végétale, la méthode est décrite en détail dans la section I-2-5.

I-3-1-3- Les analyses sensorielle

Cette partie a été réalisée au niveau de notre faculté et au niveau de laboratoire du contrôle de qualité de laitière fromagerie Boudouaou. Elle comporte des dégustateurs accompagnés d'un questionnaire comportant des informations sur le dégustateur et l'échelle de notation utilisée. Le panel est constitué de sexes masculin et féminin ; experts en analyse de la flaveur des produits alimentaires de l'unité LFB, enseignants et étudiants de notre faculté de science de la nature et de la vie à Bouira. L'épreuve elle a porté essentiellement sur le test hédonique qui permet d'évaluer d'une façon générale le degré d'appréciation des échantillons de fromage, quatre échantillons de fromages codés comme suit :

- ✓ Fromage A : C'est un témoin (fromage fondu sans addition de poudre d'avoine).
- ✓ Fromage B, C et D : Fromage fondu incorporé avec 0,1 ; 0,5 et 1 % de poudre d'avoine respectivement ont été présentés pour chacun dégustateur.

Les quatre échantillons ont été présentés pour chacun afin de donner une appréciation sur une échelle de notation de 1 à 10 points. Il est demandé aux dégustateurs de remplir un questionnaire fourni en Annexe N°03 en se basant sur l'analyse de la couleur, de l'odeur, de goût et la texture des quatre fromages.

II – Résultats et discussion

II-1- Analyses microbiologique de la matière végétale

Le contrôle microbiologique de la poudre d'avoine a été effectué avant et après la pasteurisation, les résultats obtenus sont présentés dans le tableau VII et illustrés dans l'Annexe N°03.

Tableau VII : Résultats des analyses microbiologiques de la poudre d'avoine.

Germe	Résultats		Norme* (UFC/ml)
	Avant la pasteurisation	Après la pasteurisation	
Entérobactéries	14 UFC/ml	Absence	10 ²
<i>Staphylococcus aureus</i>	Absence	Absence	10 ²
Moisissures	11UFC/ml	Absence	10 ⁴

(*): JOA N°39.

II-1-1- Résultats avant la pasteurisation

La recherche des Entérobactéries : l'analyse microbiologique révèle que l'avoine était contaminée par les Entérobactéries. Une étude menée en Inde sur l'incidence et les caractéristiques de *Bacillus cereus*, a montré la présence de ces germes avec des valeurs moyennes inférieures à 20 UFC/ml, cette valeur est supérieure à la notre ce qui explique que l'avoine est un produit qui se contamine facilement d'où l'intérêt de son traitement technologique avant son addition dans la matrice alimentaire.

La recherche de *Staphylococcus aureus* : Nos résultats obtenus révèlent l'absence de *Staphylococcus aureus* dans la poudre d'avoine analysée (Tableau VII).

Beaucoup d'études ont d'ailleurs rapportées que les personnes qui ont un contact direct avec les denrées alimentaires sont souvent des porteurs sains de *S. aureus*, notamment au niveau des mains et des fosses nasales (Acco *et al.*, 2003 ; Mahony *et al.*, 2005).

La recherche des moisissures : Les moisissures ont été également observées à l'œil nue, mais leur nombre était négligeable, il est inférieur à la norme prescrites par le Journal Officiel de la République Algérienne N°39, qui est fixée à moins de 10⁴ UFC/ml (Tableau VII)

II-1-2- Résultats après la pasteurisation

Les analyses microbiologiques effectuées après la pasteurisation (Tableau VII) se sont révélées négatives pour tous les germes recherchés. Cette absence, confirme l'efficacité de cette opération qui a permis la destruction des microorganismes. La pasteurisation est indispensable pour le traitement des herbes, des épices et des graines thermosensibles sans nuire à leur qualité nutritionnelle (Rougereau, 1984).

II-2- Elaboration de fromage fondu incorporés par l'avoine suivi d'Analyse physicochimiques et microbiologique :

II-2-1- Choix des doses d'incorporation

A la base des essais préliminaires sur les analyses sensorielles de deux fromages élaborés à des concentrations de 0.1% et de 1%, nous avons écarté toutes les concentrations qui sont supérieures à 1% à cause de l'amertume perçue à cette concentration, et inférieures à 0,1 du fait de l'absence de la perception de l'arôme.

Les doses de 0,1% ; 0,5% et 1% ont été choisies afin de les incorporer dans le fromage fondu. Ce qui nous a permis d'élaborer trois types de fromage fondu en luttant de l'échantillon de référence (fromage témoin de LFB).

II-2-2- Les analyses physicochimiques

Suivi du pH : La figure 08 indique l'évolution du pH au cours de la conservation des différents échantillons de fromages élaborés.

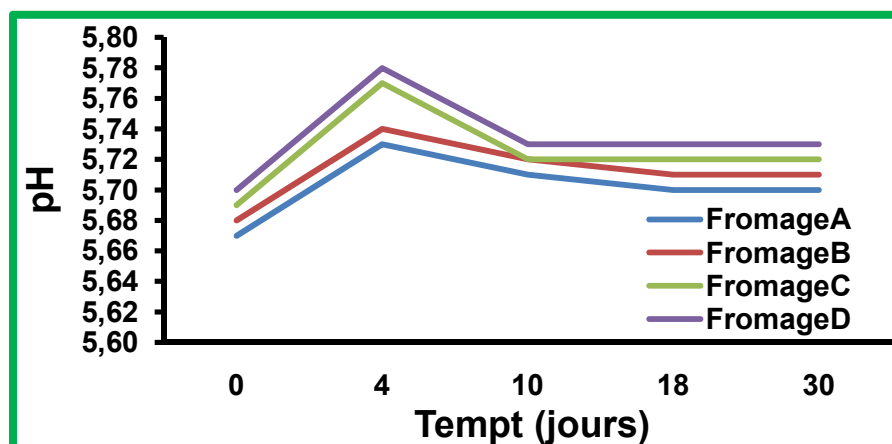


Figure 08 : Evolution du pH durant la conservation des fromages fondus élaborés.

Le pH est le paramètre qui influe le plus sur la texture et même à l'intérieur du fromage, c'est un paramètre important car il agit, d'une part sur la dissociation des différents groupes à liaison calcium donc sur l'action des sels de fonte, et d'autre part sur la solubilité des protéines (Vassal *et al.*, 1986 ; Boutonnier, 2000).

L'évolution du pH du fromage témoin diffère significativement du fromage à 0,1% d'avoine ; qui est passé de 5,67 (j0) jusqu'à 5,73 au 4^{ème} jour de conservation, pour diminuer ensuite et se stabiliser à partir de 18^{ème} jour à un pH de 5,70.

A partir de la courbe nous remarquons que le pH augmente en fonction du temps, mais d'une manière plus importante dans les échantillons de fromage enrichis avec l'avoine. Cette différence est due certainement, aux composés actifs d'avoine et leur effet sur le fromage fondu comme prébiotiques des levures acidophiles qui sont présentes dans le fromage. Leur prolifération dans les fromages élève sensiblement le pH et entraîne la production d'alcool.

Selon Lapointe la diminution de pH, à partir du 4^{ème} jour, observée peut être due à la transformation du lactose en acide lactique par les bactéries lactiques qui sont nourries et boostées avec les fibres de l'avoine.

Les valeurs obtenues sont conformes aux normes indiquées dans l'AFNOR et qui sont comprises entre 5,60 et 5,80 (Amariglio, 1986).

2-2-2- Détermination de l'extrait total sec (EST)

Les résultats de l'extrait sec des 4 échantillons de fromages fondus analysés sont représentés dans la figure 09 :

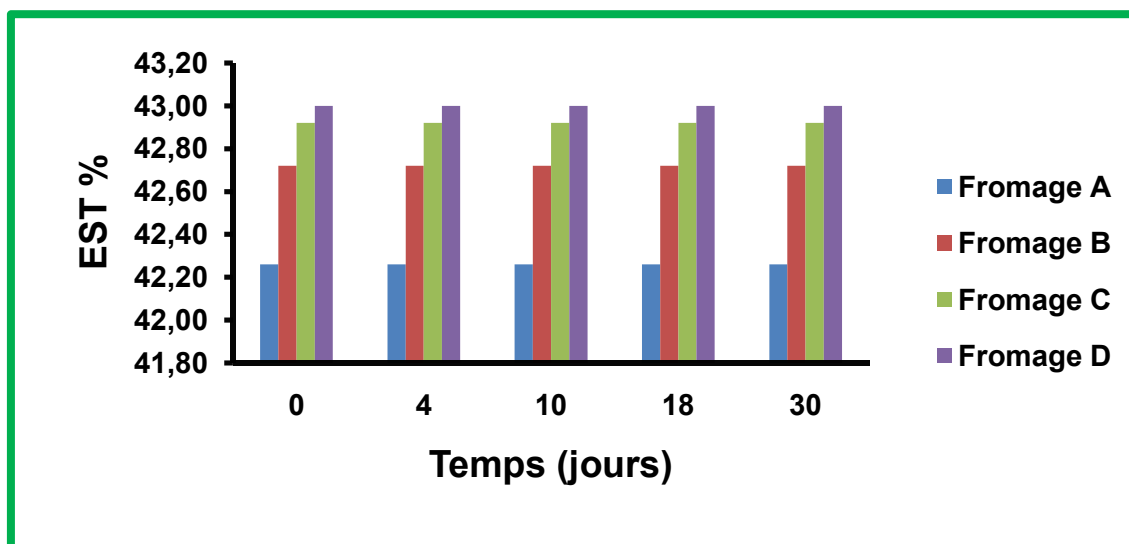


Figure 09 : Evolution de l'extrait sec total durant la conservation des fromages fondus élaborés (■ A : Fromage témoin, ■ B : fromage à 0,1% d'avoine, ■ C : fromage à 0.5 % d'avoine, ■ D : fromage à 1% d'avoine).

Dans la figure 9 on représente le pourcentage de l'extrait sec en fonction de temps mesuré en jour, on observe que l'extrait sec total pour le fromage témoin est de l'ordre de 42,26 %. Le pourcentage de l'extrait sec pour chaque type de fromage augmente avec l'augmentation de pourcentage de l'avoine, il est de 42,72% pour le fromage à 0,1% d'avoine ; de 42,92% pour le fromage à 0,5% d'avoine et de 43,00% pour le fromage à 1% d'avoine durant toute la période de conservation de 30 jours à 6°C. Cette augmentation est due probablement à l'absorption d'eau par les fibres alimentaires.

Ces résultats révèlent que la valeur nutritive des fromages enrichis par l'avoine semble beaucoup plus riche en matières nutritives et en fibre alimentaire que le fromage témoin.

Nos valeurs obtenues sont conformes à la norme exigée par l'entreprise qui doit être entre 40% et 45% (Amariglio, 1986), ce qui montre que le produit fabriqué est de bonne qualité nutritive. Nos résultats sont similaires à ceux de Djali et Hamadi (2017), on a observé dans le travail que le taux d'extrait sec total augmente avec la concentration d'enrichissement en extrait de l'Armoise, même ce n'est pas la même famille de type armoise.

II-2-2-3- Détermination de l'humidité

La figure 10 présente les résultats de taux de l'humidité des quatre échantillons de fromage fondu A, B, C, D à différents pourcentages d'avoine analysés.

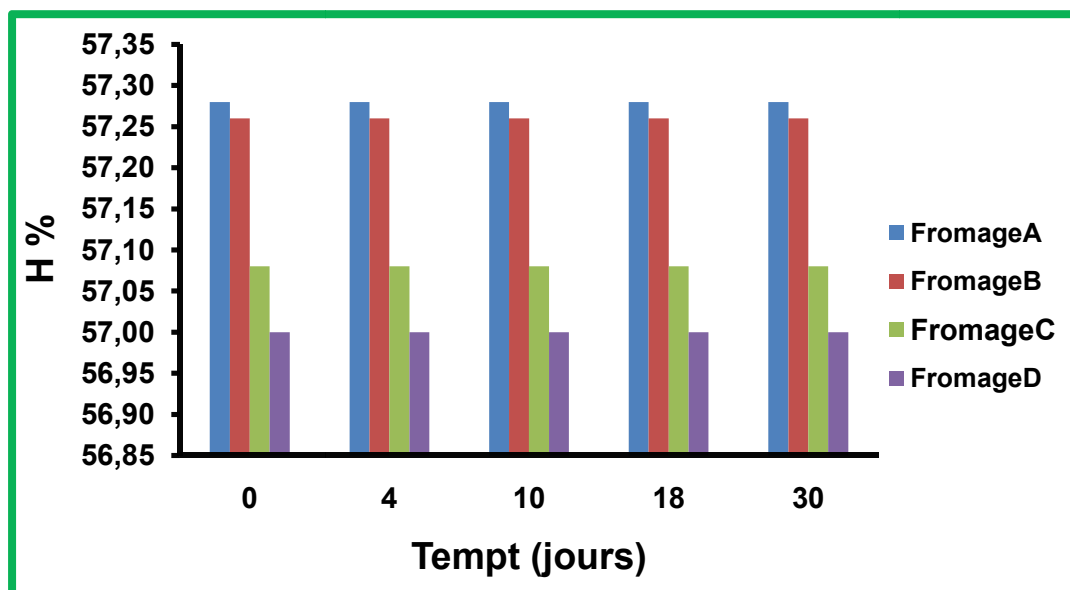


Figure 10 : Evolution de l'humidité durant la conservation des fromages fondus élaborés.

■ A : Fromage témoin, ■ B : fromage à 0,1% d'avoine,
 ■ C : fromage à 0,5% d'avoine, ■ D : fromage à 1% d'avoine

Le taux de l'humidité est stable pour le fromage témoin mais il est sujet ou diminution avec l'augmentation de pourcentage d'avoine qui est de l'ordre 57,28% pour le fromage témoin ; de 57,26% pour le fromage à 0,1% d'avoine ; de 57,08% pour le fromage à 0,5% d'avoine et de 57,00% pour le fromage à 1% d'avoine durant toute la période de conservation 30 jours à 6°C, cette différence est même due à la fibre qui a cette caractéristique spongieuse d'absorbé l'eau de faire gonflais est facilité le transit, Donc les fibres alimentaire qui absorbée cette humidité elle fait que l'humidité elle baisse avec l'augmentation de pourcentage incorporation d'avoine.

En effet l'humidité des fromages est liée à leur teneur en matière sèche, c'est-à-dire, un fromage très riche en matière sèche apparait le moins humide. Nos résultats indiquent la conformité à la norme exigée par l'entreprise qui doit être entre 56,5% et 60% (Amariglio, 1986)

II-2-2-4- Détermination du taux de la matière grasse (MG)

Le taux de la matière grasse des échantillons étudiés de fromage fondu sont illustrés dans la figure 11.

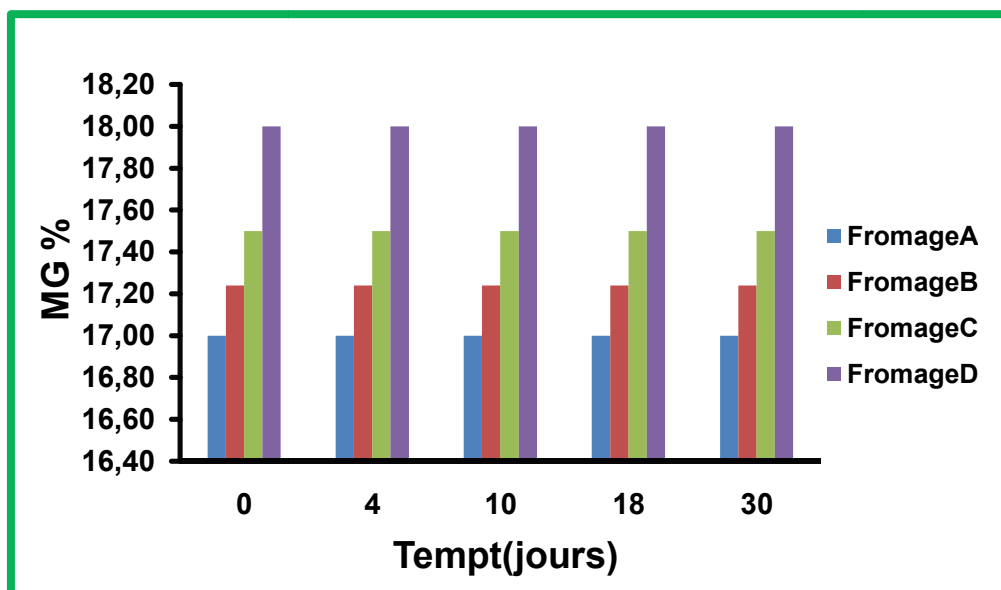


Figure 11 : Variation de la teneur en matière grasse des fromages fondus élaborés en fonction du temps (■ A : Fromage témoin, ■ B : fromage à 0,1% d’avoine, ■ C : fromage à 0,5% d’avoine, ■ D : fromage à 1% d’avoine)

D’après nos résultats, le taux de la matière grasse il est stable pour le fromage témoin mais il est sujet ou augmentation avec l’augmentation de pourcentage d’avoine qui est de l’ordre 17% pour le fromage témoin ; de 17,24% pour le fromage à 0,1% d’avoine ; de 17,50% pour le fromage à 0,5% d’avoine et de 18,00% pour le fromage à 1% d’avoine durant toute la période de conservation 30 jours à 6°C, ce qui montre que l’avoine ajouté influencé sur la teneur en matière grasse probablement due à sa richesse en amidon.

II-2-2-5- Détermination du rapport de matière grasse/matière sèche (MG/MS)

Les résultats du rapport de matière grasse /matière sèche des échantillons étudiés de fromage fondu sont illustrés dans la figure 12.

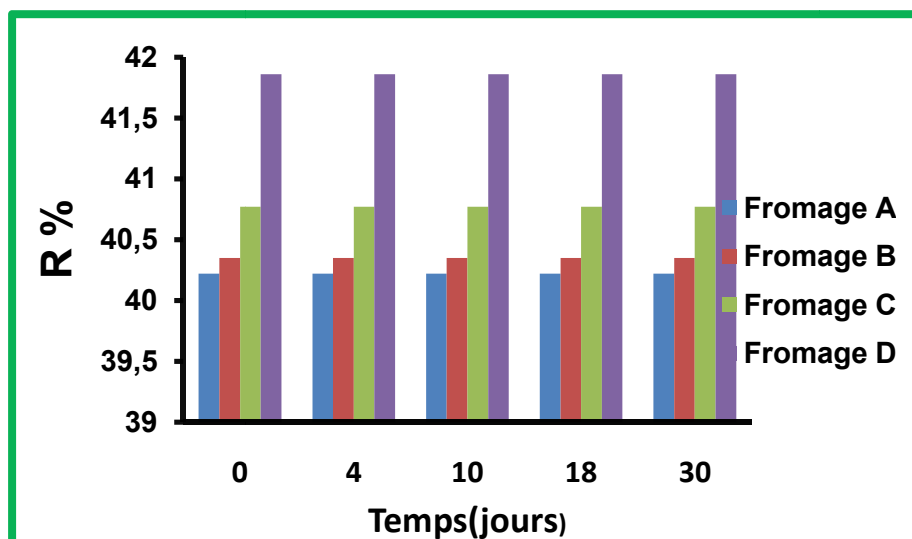


Figure 12: Variation du rapport de matière grasse /matière sèche des fromages fondus élaboré en fonction du temps. (■ A : Fromage témoin, ■ B : fromage à 0,1% d'avoine, ■ C : fromage à 0,5% d'avoine ■ D : fromage à 1% d'avoine)

Les résultats de la présente étude montrent que les valeurs du rapport de matière grasse /matière sèche sont respectivement de 40.35 %, 40.77% 41.86% pour les fromages enrichis en avoine par 0,1%, 0,5% et 1% et de 40.22% pour le fromage témoin. Nos résultats sont conformes à la norme fixée par l'unité LFB qui est entre 39% et 44% (**Amariglio, 1986**).

La teneur en matière grasse des fromages était exprimée en pourcentage par rapport à la matière sèche (Matière Grasse/Matière Sèche = MG / MS), c'est à dire par rapport à la matière fromagère restant après complète déshydratation du produit. On l'appelait « le gras sur sec ».

D'autre part on peut retrouver les normes dans le Codex alimentaire (1978) de l'ordre 10 à 65% pour le taux du rapport de matière grasse /matière pour les fromages fondus tartiner et les fromages fondu en bloc.

II-2-3- Analyse microbiologiques

L'objectif des analyses microbiologiques effectuées est de rechercher un certain nombre de micro-organismes dans le but de vérifier que la qualité des fromages correspond aux objectifs fixés.

Les résultats des analyses microbiologiques du notre produit fini exprimés en UFC/ml, pendant la durée de 30 jours, sont représentés dans le tableau VIII.

Tableau VIII : Résultats d'analyses microbiologiques des quatre échantillons de fromage fondu étudiés.

Germe	Temps (jour)	Echantillons				Norme LFB (UFC/ml)
		A	B	C	D	
Coliformes totaux	0	-	-	-	-	10^2
	4	-	-	-	-	
	10	-	-	-	-	
	18	-	-	-	-	
	30	-	-	-	-	
Coliformes fécaux	0	-	-	-	-	10^1
	4	-	-	-	-	
	10	-	-	-	-	
	18	-	-	-	-	
	30	-	-	-	-	
Staphylococcus aureus	0	-	-	-	-	10^2
	4	-	-	-	-	
	10	-	-	-	-	
	18	-	-	-	-	
	30	-	-	-	-	
Levure et moisissures	0	-	-	-	-	10^{3*}
	4	-	-	-	-	
	10	-	-	-	-	
	18	-	-	-	-	
	30	-	-	-	-	

(-) : Signifie l'absence, (*) Norme de JOA N°20.

Recherche des coliformes totaux et fécaux : L'analyse microbiologique ne révèle aucune contamination des échantillons en coliformes totaux et fécaux durant la période de conservation (Tableau 08).

La présence des coliformes fécaux est considérée comme un indice de contamination fécale, il s'agit plutôt de marqueurs de mauvaise maîtrise d'hygiène ainsi qu'à la mauvaise manipulation (**Guiraud et Rosec, 2004**). La présence des coliformes totaux n'est pas obligatoirement une indication directe de la contamination fécale (**Larpen, 1996**).

Recherche des *Staphylococcus aureus* : Pour les *Staphylococcus aureus*, nous constatons l'absence totale de ce germe dans les échantillons des fromages analysés (Tableau 08).

La bonne conduite d'hygiène au moment de la production rend notre produit exempt de *Staphylococcus aureus* (**Guiraud et Rosec, 2004**). La présence de ce microorganisme peut causer de sérieux problème sanitaire pour le consommateur.

Recherche des levures et moisissure : L'analyse microbiologique ne révèle aucune présence des levures et moisissures pour les quatre échantillons, pendant la durée de 30 jours de la période de conservation (Tableau 08).

Notre analyse microbiologique a montré l'absence totale des germes recherchés tel que les coliformes totaux et fécaux, les *Staphylococcus aureus* ainsi que les levures et les moisissures. La recherche de ces germes permet de garantir la qualité hygiénique des produits, et par-delà d'augmenter les ventes au profit des diminutions des pertes. Car l'utilisation des matières premières de bonne qualité microbiologique réduit les risques de pertes. Notre produit est de qualité microbiologique satisfaisante concernant tous les germes recherchés et ceci conformément aux normes de l'unité LFB (**JOA, 2021**).

II-2-4- Résultats d'analyses sensorielles

L'analyse sensorielle des quatre échantillons de fromages préparés avec différentes concentrations d'avoine a été réalisée pour évaluer leur qualité organoleptique sur la base des paramètres sélectionnés pour analyser le goût, la couleur, la texture et l'odeur, grâce au savoir faire d'un jury composé de 30 dégustateurs formé d'enseignants, d'étudiants et d'experts en analyse organoleptique et sensorielle des produits alimentaires de LFB. La dégustation a été

Résultats et discussion

réalisée en suivant les instructions d'une fiche élaborée (Annexe 03), la notification des paramètres sensoriels est réalisée sur une échelle allant de 0 à 10.

Les résultats obtenus sont représentés sur un profil sensoriel des quatre échantillons de fromages préparés à différentes concentrations d'avoine (A : témoin, B : 0,1 %, C : 0,5 %, D : 1%) à l'aide de logiciel Excel (figure 13).

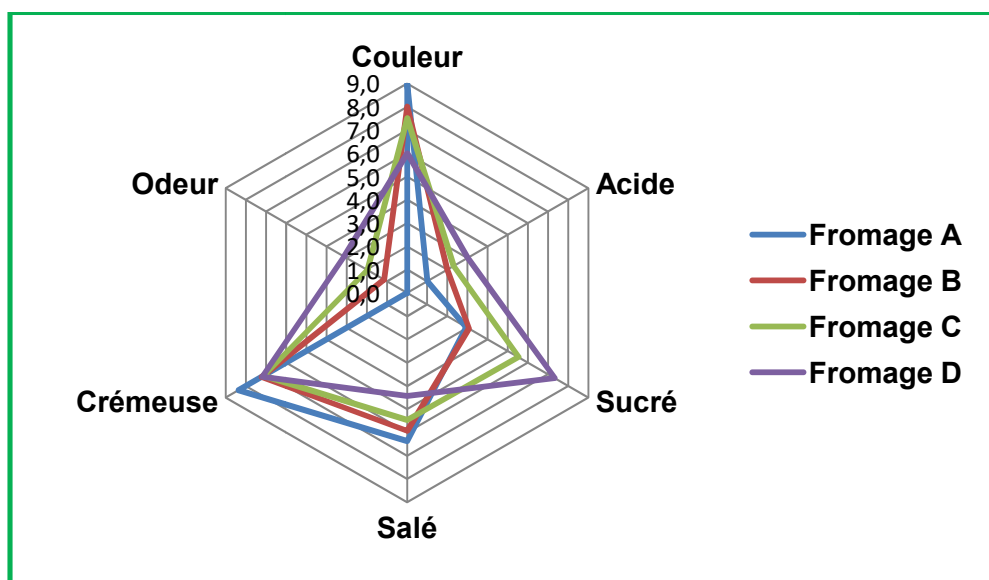


Figure 13 : Profil sensoriel des fromages au 30^{ème} jour de stockage (■ Fromage A témoin, ■ fromage B à 0,1 % d'avoine, ■ fromage C à 0,5% d'avoine, ■ fromage D à 1% d'avoine).

D'après la figure, le fromage témoin et les fromages B, C, D présentent une bonne stabilité de goût. En effet, ils sont considérés moyennement salés et acides avec absence d'amertume. Nous constatons que le goût passe de salé à sucré selon l'augmentation de la dose à cause de la présence de l'amidon grâce qui se dégrade par fermentation pour se transformer en glucose. Pour la texture, on remarque que l'aspect crémeux des fromages enrichis avec la poudre de l'avoine, diminue pour laisser place à une dureté qui augmente selon les doses ajoutées. Les dégustateurs ont qualifié majoritairement le fromage A de crémeux et les trois autres fromages fondus enrichis B, C, et D de plus en plus onctueux. A une grande quantité, l'avoine rend la pâte plus granuleuse, ferme et astringente ce qui explique que le fromage D est le plus dur par rapport aux fromages B et C avec la présence des granules non dissoutes.

Pour la couleur, les dégustateurs ont attribué au fromage A une couleur blanche, par contre aux fromages B, C et D une couleur jaune clair. Selon une étude qui a été menée par Maameri et Baghdali en 2019, sur le fromage frais élaboré par les graines entières et la poudre de *Pin halpensis Mill*, ils ont constaté qu'à une concentration de 2g pour les deux ingrédients

actifs ajoutés dans les deux pâtes de fromages frais n'a pas eu d'effet sur le changement de couleur blanche de fromage témoin. Ces auteurs ont pu stabiliser la couleur de la matrice alimentaire par l'ajout de vinaigre lors du processus de fabrication du fromage (**Maameri et Baghdali, 2019**).

Pour l'odeur de notre analyse à montré qu'il n'existe aucune différence entre le fromage témoin et les trois échantillons.

II-2-4-1- Les choix préférentiels des fromages

Les résultats des choix d'appréciation de nos quatre échantillons sont présentés dans le tableau IX et illustrés dans la figure 14.

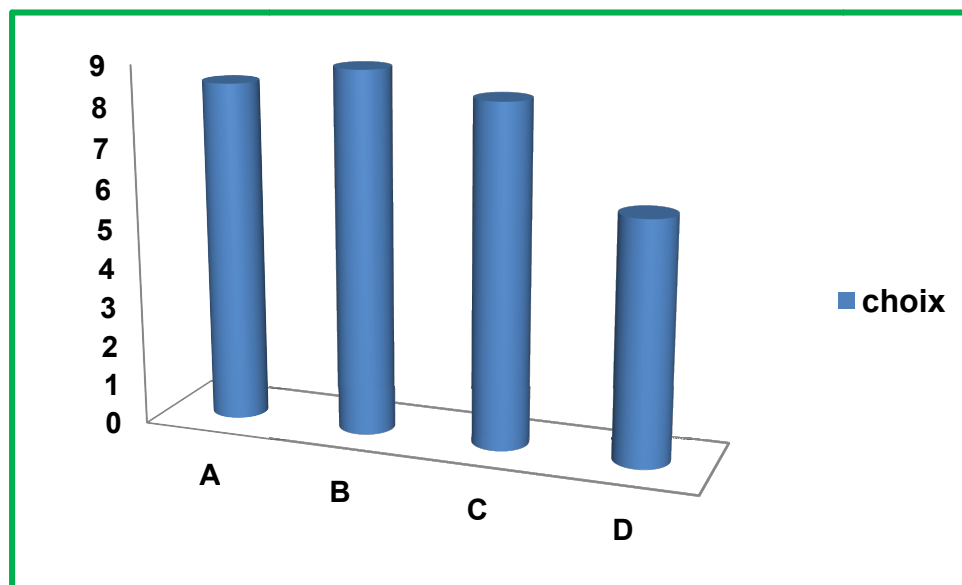


Figure 14: Résultats des choix d'appréciation des quatre échantillons (A : Fromage témoin, B : fromage à 0,1% d'avoine, C : fromage à 0,5% d'avoine, D : fromage à 1% d'avoine).

Les résultats indiquent que les dégustateurs ont notés les quatre préparations de fromage par ordre de préférence selon l'intensité du goût en attribuant le premier rang au fromage B, suivi par le fromage témoin A en deuxième rang, et le fromage C en troisième puis le fromage fondu D à 1% se voyait en dernier.

Ces résultats permettent de conclure que la plus faible concentration d'avoine incorporée dans le fromage fondu ne modifie pas la couleur ni les caractéristiques de l'odeur et de l'arrière-goût de cet aliment, par contre le goût ainsi que la texture sont légèrement affecté.

Conclusion :

Le fromage le plus consommé est le fromage fondu, cette préférence est attribuée à la longue durée de conservation qui ne nécessite pas de chaîne de froid et au fait qu'il est aussi le moins cher. Cette tendance du marché alimentaire algérien a éveillé, nous a laissé s'intéresser à l'enrichissement de ce fromage avec l'avoine, une plante médicinale utilisée pour ses propriétés bénéfiques, et sa qualité nutritionnelle.

Notre travail s'articule autour de différents tests sur l'initiation à la recherche : le premier concerne l'étude de la technologie fromagère et plus particulièrement le fromage fondu. Le deuxième test, nous nous sommes préoccupés de contrôler la qualité microbiologique de la matrice végétale utilisée (recherche de certains germes tels que : Enterobacteriaceae, *Staphylococcus aureus*, ainsi que des moisissures). Dans une troisième étape, nous avons formulé différents échantillons de fromage fondu enrichi en avoine, suivi de qualité en effectuant des analyses physico-chimiques (pH, détermination de l'extrait sec, de l'humidité, de la matière grasse et du rapport matière grasse/sèche) puis des analyses microbiologiques (recherche de germes spécifiques tels que : Coliformes totaux et fécaux, *Staphylococcus aureus*, levures et moisissures). En dernière étape, nous avons réalisé un test sensoriel pour évaluer les paramètres potentiels de l'avoine et son effet sur un produit laitier type fromage. Nous n'avons pas pu appliquer des doses élevées d'avoine dans le fromage fondu (> 1%), puisqu'elles affectent les propriétés organoleptiques en donnant un goût amer au produit.

Au cours de cette étude, nous avons pu tirer les conclusions suivantes :

Les résultats des analyses physico-chimiques ont montré que l'avoine est un prébiotique, les fibres à des caractéristiques spongieuse absorbent l'eau de fromage donc l'extrait sec augmente et l'humidité diminue, sont des polysaccharides source de nutriments pour les ferments lactiques et le microbiote intestinal.

Les résultats des analyses microbiologiques ont montrés que les quatre fromages fondus élaborés, sont propres à la consommation et possèdent une qualité satisfaisante et conformes aux normes exigées par LFB ce qui révèle la bonne pratique des règles d'hygiène et de fabrication.

Les analyses sensorielles réalisées montrent que l'incorporation d'avoine dans le fromage fondu, pour des petites concentrations, n'entraînent aucune différence significative, et donnent des produits classés indifféremment avec le témoin. Seul le taux d'incorporation de

Conclusion

1% a déclassé significativement le produit par rapport au témoin en quatrième rang, les dégustateurs préfèrent le fromage qui contient une concentration de 0,1% d'avoine.

Cette thématique de recherche abordée dans ce travail est encore très limitée et pourraient être le point de départ de certains objectifs tels que :

- ✓ L'étude de différents facteurs qui influencent la diversité des types d'avoine pour l'amélioration de la qualité et le rendement de cette céréale dont la valorisation et l'exploitation ramèneront une valeur ajoutée à l'économie nationale.
- ✓ Appliquer ces ingrédients actifs dans d'autres types des produits alimentaires particulièrement laitiers.

Références bibliographiques

-A-

Acco, M., Ferreira, F. S., Henriques, J. A. P. et Tondo, E. C. (2003). Identification of multiple strains of *Staphylococcus aureus* colonizing nasal mucosa of food handlers. *Food Microbiology*, 20(5), 489-493.

Adjelane, S. (2018). Analyses physico-chimiques et microbiologiques de deux fromages fondus pasteurisés produits par la SARL Ramdy. Mémoire Master. Ecologie microbienne. Béjaia : Université Abd Rahman Mira. 30p.

AFNOR, (1986). Lait et produits laitiers, méthodes d'analyse. NFV 04 346, 16p.

-B-

Benamara, R. N. (2017). Identification et caractérisation de spores de *Bacillus cereus* isolées de fromages fondus fabriqués en Algérie. Doctoral dissertation. Microbiologie. Tlemcen : Université Abou Bakr Belkaid. 64 p.

Benyahia M. et Hamdadou O. (2008). Etude comparative de la qualité et de la stabilité du fromage fondu pasteurisé avec ou sans conservateurs fabriqué au niveau de L.F.B. Mémoire Master. Biologie. Boumerdes: Université Bougarra. 51p.

Boumella, H. (2002). Les avenanthramides de l'avoine (*Avena sativa*) avant et après germination de la graine. Mémoire Master. Biochimie. Constantine : Université Frères Mentouri Cantantinel. 10p

Boutonnier, J. L. (2000). Fabrication du fromage fondu. Ed 01. Poligny : Techniques Ingénieur. p11.

Boutonnier, J. L. (2012). Fabrication du fromage fondu. Ed 01. Paris : Techniques Ingénieur. p14.

-C-

Cavalcante, A. B. D. (1995). Influence des facteurs de composition sur les propriétés texturales d'un fromage fondu de type queijão. Doctoral dissertation. Biotechnologies et Industries Alimentaires. Lorraine : Institut National Polytechnique. 163p.

Références bibliographiques

Chambre, M. et Daurelles, J. (1997). Le fromage fondu : Le Fromage. Ed 03. Paris : Lavoisier. Tec et doc. 24p.

Cherki, S. Hadji, H. (2018). Effets de l'ajout de la farine et flocons d'avoine sur les qualités physicochimiques et organoleptiques des yaourts brassés. Mémoire Master. Contrôle de Qualité des Aliments. Mostaganem : Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem. 18p.

Claude, J. M., Michel, P. et Jacques, R. (2002). Lait de consommation. Science et technologie du lait. Ed 01. Québec : Presses Internationales Polytechnique. 277-321.

Codex Alimentaire. (1978). Norme codex pour le fromage fondu et le fromage fondu pour tartine portant un nom de variété. Norme codex pour les préparations à base de fromage fondu, 5p.

-D-

Dadémanao, P. (1966). Contribution à l'étude de la qualité microbiologique des laits et produits laitiers commercialisés au Togo. Doctoral dissertation. Médecine vétérinaire. Dakar : Université Cheikh Anta. 143p.

Djali, F. et Hamadi, H. (2017). Formulation du fromage frais aromatisé à base d'*Artemisia herba-alba*. Mémoire Master. Science des aliments. Béjaia: Université Abd Rahman Mira. 75p.

Djermoun, A. (2009). La production céréalière en Algérie : les principales caractéristiques. Revue Nature et Technologie. 45-53p

Dulor, J P. (2002). La France aux 400 fromages. 30 Octobre, Montpellier : Ecole National Agronomique.

-E-

Eck, A. (1987). Le fromage. Ed 02. Paris : Lavoisier. Tec et doc. 390p.

Eck, A. et Gillis J. C. (1997). Le fromage. Ed 03. Paris : Lavoisier. Tec et doc. 874 p.

Eck, A. et Gillis J. C. (2006). Le fromage. Ed 03. Paris : Lavoisier. Tec et doc 891 p.

-F-

Food and Agriculture Organization (F. A. O). (1996). Code de principes concernant le lait et les produits laitiers. Codex Alimentarius N°A-6-1978, 258p.

Références bibliographiques

Fredot, E. (2009). Connaissance des aliments. Ed 02. Paris : Lavoisier. Tec et doc. 25-70.

-G-

Gelais, S. t. D., Tirard, C. P., Belonger, G., Couture, R. et Drapeau, R. (2002). Fromage. Sciences et technologies du lait, transformation de lait. Ed 01. Montréal : Ecole polytechnique de Montréal. 599p.

Gibson, L.Benson, G. (2002). Origin History and Uses of Oat (*Avena sativa*) and Wheat (*triticum aestivum*).Iowa State University Department of Agronomy.

Goudédranche H., Camier, C. B., Gassi J. Y. et Schuck, P. (2008). Procédés de transformation fromagère. Techniques de l'Ingénieur, Traité Agroalimentaire. 2-15.

Guiraud, J. P. et Rosec, J. P. (2004). Pratique des normes en microbiologie alimentaire. Ed 01. Afnor. 310p.

-J-

JOA: Journal officiel de la république Algérienne N°39, (2017). Critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires, Céréales et produits dérivé, p23.

JOA: Journal officiel de la République Algérienne N°67, (2014). Méthode de détermination de la teneur en matière grasse dans le fromage, p22.

JOA: Journal officiel de la république Algérienne N°73, (2016). La méthode de détermination du pH des denrées alimentaires en conserve, p18.

-L-

Lapointe, V. C. (2002). Science et technologie du lait: transformation du lait. Ed 01. Québec : Presses internationales polytechnique. 574p.

Larpent, J. P. (1996). Lait et produits laitiers non fermentés. Microbiologie alimentaire: aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments. Ed 01. Paris : Lavoisier. Tec et Doc. 294-272.

Lee, W. J. et Lucey, J. A. (2004). Structure and physical properties of yogurt gels: Effect of inoculation rate and incubation temperature. Journal of dairy science, 87(10), 3153-3164.

-M-

Maameri, Ch. et Baghdali, Z. (2019). Essai de mise au point d'un fromage frais enrichis avec les graines du pin d'Alep (*Pinus halpensis Mill*). Mémoire Master. Microbiologie appliqué. Bouira : Université Akli MouhendOulhadj. 77p.

Mahaut, M., Jeantet, R. et Brulé, G. (2000). Initiation à la technologie fromagère. Ed 01. France : Lavoisier Tec et doc. 178p.

Mahon, D. J., Fife R. L. et Oberg, C. J. (1999). Water partitioning in Mozzarella cheese and its relationship to cheese meltability. *Journal of Dairy Science*, 82(7), 1361-1369.

Messaour, H. (2018). L'étude de l'effet de l'incorporation de l'huile essentielle d'orange dans le fromage fondu de la laiterie et fromagerie Boudouaou. Mémoire Master. Agroalimentaire et Contrôle de Qualité. Bouira : Université Akli MouhandOulhadj. 69p.

Meyer, A. (1973). Processed cheese manufacture. Ed 01. London: P.F.Fox. 329p.

Mossel, D. A. A., Mengerink, W. H. J. et Scholts, H. H. (1962). Use of a modified MacConkey agar medium for the selective growth and enumeration of *Enterobacteriaceae*. *Journal of Bacteriology*, 84(2), 381p.

-P-

Peer, S.(2017).Plantes cultivées en Suisse-L'avoine: Ed. Vereinfür alpine Kulturpflanzen. Alvaneu.Suisse.38p

-R-

Rioux, A. Beaudoin, G. Ouellet, C. Beauregard. (2010).L'avoine fleurie (*Avena sativa*).Guide de production sous régie biologique.Filière des Plantes Médicinales Biologiques du Québec. Magog, Québec. 30p

Rougereau, A. (1984). Influence de la cuisson sur des produits frais, appertisés et congelés: asperges et cerises. *Médecine et nutrition*, 20(6), 401-405.

Roustel, S. (2014). Fromage fondu: physico-chimie du processus de fonte. *Techniques de l'ingénieur*, 2, 201-204.

-S-

Shah, R. C., Wadher, B. J. et Bhoosreddy, G. L. (1996). Incidence and characteristics of *Bacillus cereus* isolated from Indian foods. *Journal of food science and technology*, 33(3), 249-250.

-V-

Veisseyre, R. (1975). Technologie du lait. Constitution récolte traitement et transformation. Ed 03. Paris : La Maison Rustique.714 p.

-Z-

Zantar, S., Zerrouk, H. M., Zahar, M., Saidi, B., Notfia, Z., Laglaoui, A. et Chentouf, M. (2013). Effet de l'utilisation des huiles essentielles (du thym, du romarin, de l'origan et du myrte) sur les propriétés physicochimiques, microbiologiques et sensorielles du fromage de chèvre frais et semi-affiné. *Options Méditerranéennes*, 108, 183-190.

Annexe 01 : Matériel et équipement de laiterie de Boudouaou et équipements utilisés.



Bain-marie



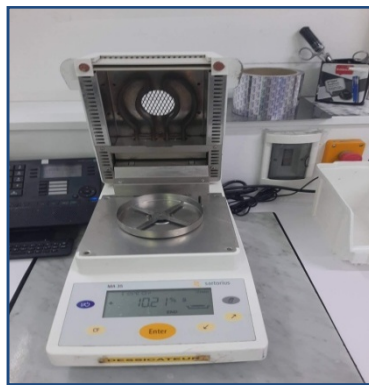
Etuve



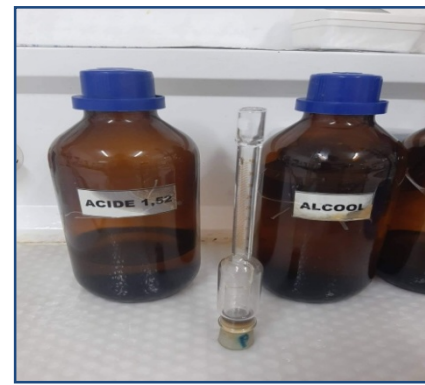
Centrifuge



pH mètre



Dessiccateur



Butyromètre à fromage



Balance de précision

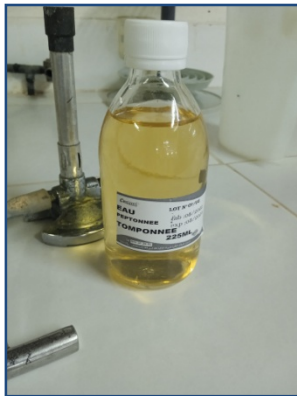


Tamiseur

- Réfrigérateur
- Broyeur électrique
- Broyeur à main
- Bec benzène
- Bêcher

- Pipete gradué
 - Boite de pétrie
 - Râteau
 - Spatule
 - Flacons stérile
-

Annexe N°02 : Les milieux de culture utilisés



Solution de Ringer



**Gélose VRBG
(Violet Red G Glucose Agar)**



Gélose BAIRD PARKER

Annexe N°03 :

Fiche technique pour l'analyse sensorielle du fromage fondu enrichi avec l'avoine

L'analyse sensorielle est une science relative à l'examen des propriétés organoleptiques d'un produit par les organes des sensces paramètre organoleptiques sont l'apparence la saveur et la texture.

Notre produit élaboré, fromage fondu avec l'avoine, à pour objectif de servir comme aliment fonctionnel pour maintenir le microbiote intestinal indispensable pour le bien être des consommateurs.

On souhaite connaitre les caractéristiques sensoriale, de quatre échantillons de nouveau fromage élaboré avec quatre différentes doses et codé de : A, B, C, D

Le juré de dégustation pour réaliser la dégustation doit respecter les instructions suivantes :

1/ Ne pas fumer

2/ Ne pas être malade

3/ Ne pas avoir faim ni soif

4/ Stimuler les papilles gustatives de la langue (figure 1) en mastiquant longuement et doucement

5/ Rincer la bouche avec de l'eau ou manger un peu du pain entre la dégustation et l'autre

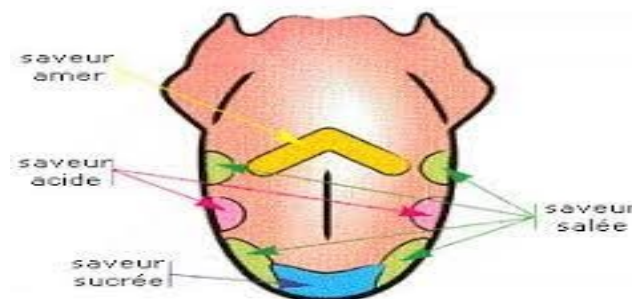


Figure 1 : les papilles gustative de la langue

Annexes

Veillez évaluez chaque paramètre pour chaque produit en attribuant un note de l'échelle de 0 à 10

Sexe :

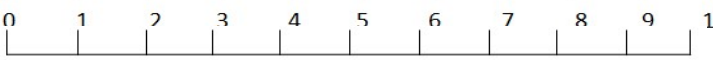
Age :

1/ Le gout :

1. Acide

A 

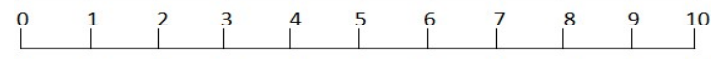
B 

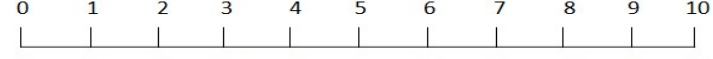
C 

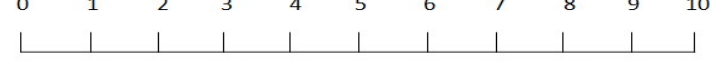
D 

2. Sale

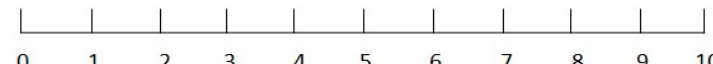
A 

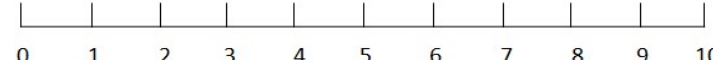
B 

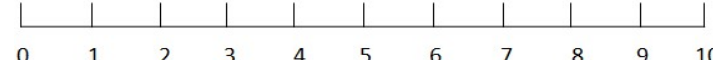
C 

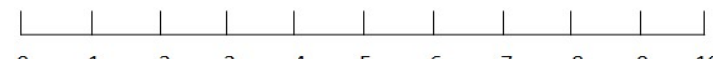
D 

3. Amère

A 

B 

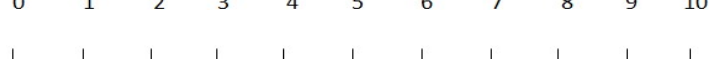
C 

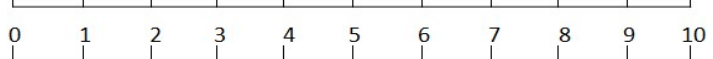
D 

2/ Texture

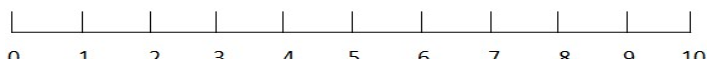
1. Crémeuse

A 

B 

C 

D 

D 

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

3/ La couleur

1. Blanche

A											
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
B											
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
C											
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
D											
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

2. Jaune claire

A											
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
B											
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
C											
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
D											
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	



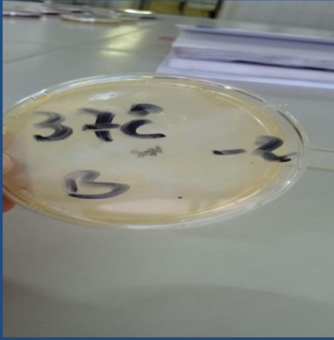
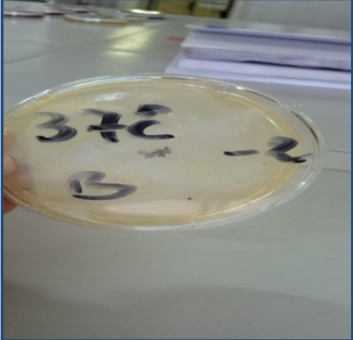

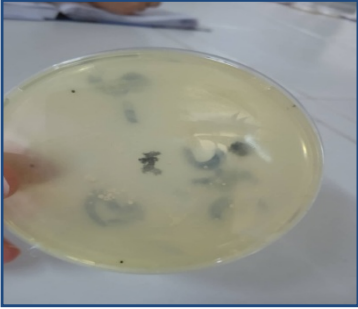
5/ L'odore

A											
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
B											
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
C											
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
D											
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

Merci pour votre coopération

Annexes

Annexe N°4 : Les colonies recherchées microbiologiques de l'avoine avant et après pasteurisation

Germes	Avant pasteurisation	Après pasteurisation
Entérobactéries		
<i>Staphylococcus aureus</i>		
Moisissures		

Résumé :

Le présent travail a été entrepris dans le but d'élaborer un fromage fondu enrichi avec l'avoine, à des concentrations différentes (0,1g ; 0,5g et 1g), et d'évaluer sa qualité nutritive et marchande comme nouveau produits pour le consommateur par des analyses physicochimiques, microbiologiques et sensorielles. Les résultats montrent que le pH des fromages varie entre 5,67 à 5,77, tandis que les teneurs en extrait sec, l'humidité, et le rapport de la matière grasse /matière sèche restent stables tout au long de la durée de conservation. Les fromages élaborés présentent une qualité hygiénique très satisfaisante, l'incorporation de l'avoine dans le fromage fondu par des petites concentrations, n'entraîne aucune différence significative du point de vue aromatisation, et donne des produits classés indifféremment avec le témoin. Seul le taux d'incorporation de 1g a déclassé significativement le produit par rapport au témoin en quatrième rang, les dégustateurs préfèrent le fromage qui contient une concentration de 0,1g. L'avoine elle est important dans notre santé pour sa richesse en fibre alimentaire comme probiotique.

Mots clés : Fromage fondu, l'avoine, aliment fonctionnel, nouveau produit, prébiotiques.

Abstract:

The present work was undertaken with the aim of developing a processed cheese enriched with *Oats*, at different concentrations (0,1g, 0,5g and 1g), and also the evaluation of its nutritional and marketable quality as new products for the consumer through physicochemical, microbiological and sensory analyses. The results show that the pH of the cheeses varies between 5,67 to 5,77, while the matter contents of dry extract, humidity, fat and the ratio of fat / dry matter remain stable throughout the conservation duration. The processed cheeses have a very satisfactory hygienic quality, the incorporation of *Oats* in the processed cheese by small concentrations, do not cause any significant difference from a flavor point of view, and gives products classified indiscriminately with the control. Only the incorporation rate of 1g significantly downgraded the product compared to the fourth-row control, tasters prefer cheese, which contains a concentration of 0,1g.

Keywords: Processed cheese, *Oats*, Functional food, new product, prebiotics

ملخص :

تم تنفيذ العمل الحالي بهدف تطوير الجبن المعالج وإثراءه بالشوفان بتركيزات مختلفة (0.1 جرام ، 0.5 جرام و 1 جرام) ، وتقييم جودته التغذوية والتسويقية كمنتجات جديدة للمستهلك من خلال التحاليل الكيميائية الفيزيائية والميكروبيولوجية والتحليلات الحسية. أظهرت النتائج أن الأس الهيدروجيني للجبن يتراوح بين 5.67 إلى 5.77 بينما تظل محتويات المادة الجافة والرطوبة ونسبة الدهون / المادة الجافة ثابتة طوال فترة الصلاحية. تتمتع الأجبان المصنعة بجودة صحية مرضية للغاية ، وإدراج الشوفان في الجبن المعالج بتركيزات صغيرة لا يسبب أي اختلاف كبير من وجهة نظر النكهة ، ويؤدي إلى تصنيف المنتجات دون تمييز. فقط معدل التضمين 1 جم قلل بشكل كبير من المنتج مقارنة بالمجموعة الضابطة في المرتبة الرابعة ، يفضل المتذوقون الجبن الذي يحتوي على تركيز 0.1 جم. الشوفان مهم لصحتنا لغناه بالألياف الغذائية كبروبيوتيك.

الكلمات المفتاحية : الجبن المعالج ، الشوفان ، الغذاء الوظيفي ، المنتج الجديد ، البريبايوتكس.