

*République Algérienne Démocratique et Populaire Ministère de l'enseignement Supérieur et
de la Recherche Scientifique*

Université A. MIRA – BEJAIA

Faculté des Sciences et de la Nature et de la Vie

Département des Sciences Alimentaires

Filière : Sciences Alimentaires

Spécialité : Sciences Alimentaires

Option : Production et transformation laitière (PTL)

Réf :.....



Mémoire de Fin de Cycle

En vue de l'obtention du diplôme

MASTER

Thème

**Enrichissement du fromage frais par deux plantes
aromatiques**



Présenté par : **BENYAHIA Amina & BENYAHIA Célia**

Soutenu le : **12 juillet 2022**

Devant le jury composé de :

Mme AOUDIA H.

M.C.BPrésidente

Mme AIDLI A. M.A.AExaminatrice

Mme CHOUGUI N.

M.C.APromotrice

Année universitaire : 2021 / 2022

Remerciements

Tout d'abord, nous exprimons nos remerciements et notre profonde gratitude au Bon Dieu qui nous a donné la force et la volonté d'élaborer ce modeste travail.

Ontient à remercier Mme AOUDIA.H pour l'honneur qu'elle nous fait de présider le jury et d'évaluer ce travail et Mme AIDLI .A pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Ce mémoire n'aurait jamais été entrepris ni achevé sans la patiente assistance, les savants conseils et orientations, les méticuleux contrôles et suivis, que nous a prodigué notre promotrice, Mme CHOUGUI N, on lui témoigne ici, toute notre gratitude et reconnaissance.

Nos remerciements les plus chaleureux sont destinés à Mr CHANDOUH qui nous a permis d'effectuer notre stage au sein de l'Eurl "CONTRA 2P" ainsi qu'à tout le personnel de laboratoire recherche et développement, Mr YAAKOUBI et Mr BALAID pour leur entière disponibilité et coopération., et le laboratoire de contrôle de la qualité et de la conformité « LABO-BENYAHIA » , tout particulièrement Mme BENYAHIA Nawel pour nous avoir permis d'effectuer les différents tests et analyses et pour avoir mis à notre disposition le matériel et les moyens nécessaires à la réalisation de certaines parties de ce travail ainsi que le personnel.

A tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Sans oublier l'ensemble des enseignants ayant contribué à notre formation durant notre cycle d'étude.

Amina & Célia.

Dédicaces

On dédie ce travail à ceux qui nous ont tout donnés sans rien en retour

Et ceux à qui on doit tant

À nos chers parents pour tous leurs sacrifices, leurs amours, leurs tendresses, leurs soutiens et leurs prières tout au long de nos études,

À la mémoire de notre chère grand-mère (Yema Houria) pour son amour, tendresse, bienveillance et qui nous a toujours encouragé à aller loin dans nos études. Tu resteras à jamais présente dans notre cœur.

À nos précieux frères (Youcef & Sidali).

À nos chères sœurs (Nawel, Meriem & Sihem).

À nos aimables beaux frères et À notre belle-sœur.

À nos neveux : Rayen, Ritéj, Ramyr, Darine, Ramzy, Maylis & Alice.

À notre oncle Bernard.

Et enfin, tous ceux ou toutes celles qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

Amina & Célia.

Liste des figures

N° de la figure	Le titre	Page
1	Image de l'ail	2
2	Image de <i>Petroselinum salivum</i>	5
3	Image d'un fromage à pate molle à croûte fleurie	10
4	Image d'un fromage à pate molle et croute lavé	11
5	Image d'un fromage à pate pressé non cuite	11
6	Image d'un fromage à pate pressé cuite	12
7	Image d'un fromage à pâte persillé	12
8	Image d'un fromage fondu	13
9	Image d'un fromage de chèvre	13
10	Image d'un fromage frais	14
11	Schéma général de la technologie de la fabrication des fromages.	19
12	L'activité anti radicalaire des fromages témoin et enrichis (A, B et C)	39
13	Pouvoir discriminant par le descripteur des experts	41
14	Coefficients des modèles de trois échantillons et les témoins des sujets experts	42
15	Corrélation entre les variables (a) et les facteurs (b)	45

Liste des abréviations

Abs : Absorbance.

AFNOR: Association Française de Normalisation.

BCPL : « *bromocresolpurple* » bouillon lactoséau pourpre de bromocrésol.

BP: Milieu de culture Baird Parker.

DPPH: 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle.

E. coli: Escherichia coli.

Ech : Echantillon.

Flore total: Germe aérobie à 22° et 37° C.

I.S.O: Organisme International de Standardisation.

J.O.R.A : Journal Officiel de la République Algérienne .

N.A: Norme Algérienne.

NPP: Nombre plus probable

P.C.A: Milieu de culture Plate Count Agar.

Roth: Milieu de culture.

Sab: Milieu de culture Sabouraud.

VF: Viande foie.

Les plantes aromatiques et médicinales ont toujours joué un rôle socioéconomique et environnemental important dans l'histoire des peuples à travers les âges et les civilisations, elles ont connu une place importante en médecine, en cuisine, et dans la composition des parfums (**Amarti et al., 2011**).

Le secteur de l'agroalimentaire bénéficie de ses plantes et parmi les industries qui les utilisent on retrouve l'industrie fromagère, les fromages constituent à la fois un bien culturel et une ressource économique.

Le fromage est une source précieuse de protéines et a été l'un des premiers moyens de conservation du lait, matière première rapidement périssable (**Eck et Gillis, 2006**).

De nombreuses variétés de fromages sont connues dans le monde entier, parmi lesquelles on cite le fromage frais qui est caractérisé par l'égouttage, issu essentiellement de la fermentation lactique ou de l'action légère de présure (**Guiraud, 2003**), qui est souvent consommé sous sa forme nature ou additionné de certains ingrédients tels que l'ail et les fines herbes.

C'est dans cette optique que notre présent travail consiste à élaborer un fromage frais enrichi incorporé de deux plantes aromatiques, notre choix a été porté premièrement sur le persil au nom scientifique *Petroselinum sativum* qui est utilisé dans nos plats en vue de sa richesse en composés ayant des propriétés nutritionnelles et médicinales très importantes (**wichtel et auton, 1999**). Deuxièmement sur l'ail au nom scientifique *Allium sativum* qui est utilisé pour ses propriétés antimicrobiennes, antiseptiques, anti-inflammatoires, antibactériennes, antibiotiques, antifongiques et antivirales. Aussi pour ses propriétés odorantes et gustatives.

Notre recherche vise à étudier l'effet de l'addition de ces deux plantes sur les paramètres physico-chimiques, microbiologiques et antioxydantes d'un fromage frais.

Le document ainsi proposé est composé de plusieurs parties énumérées ci-dessous:

- Synthèse bibliographique visant à apporter des connaissances générales sur les deux plantes étudiées : «*Petroselinum sativum* », «*Allium sativum* » et le fromage ;
- La partie expérimentale englobant deux chapitres dont l'un sur le matériel et les méthodes utilisés et adoptés dans la réalisation du travail pratique. L'autre concerne les résultats obtenus ainsi que leurs interprétations;
- Ce document se termine par une conclusion générale qui dégage des perspectives multiples et importantes qui pourraient faire suite à ce travail.

1. L'ail « *Allium sativum* L.»

1.1. Description et systématique

Plante pérenne herbacée, bulbeuse et vivace, rarement bisannuelle, atteignant 25 à 70cm de hauteur, l'ail est une espèce à nombreuse feuilles engainant le bas de la tige. L'inflorescence est enveloppée d'une spathe en une seule pièce tombant assez rapidement. Les fleurs sont groupées en ombelles. Assez peu nombreuses, elles sont de couleur blanche ou rose et s'épanouissent en été. Le fruit est une capsule à trois loges, mais celle-ci est rarement produite. La racine à bulbe est composée de trois à 20 bulbilles (gousses) arquées (les caïeux). On la récolte en juillet- août. L'odeur faible, se développe- forte et soufrée- dès que les tissus sont lésés. Le genre *Allium* comprend plusieurs centaines d'espèces (exemples: le poireau, l'oignon, la ciboule), originaires de l'hémisphère Nord (Douaouya, 2017).

L'image de l'ail est représenté sur la figure n° 1

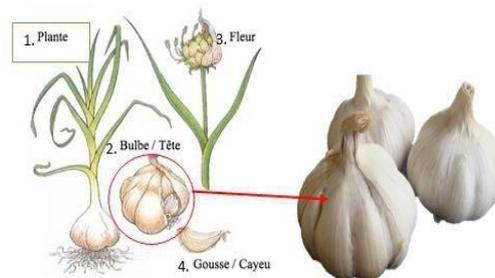


Figure 1 : Image de l'ail (Douaouya, 2017).

Figure 1 : Image de l'ail (Douaouya, 2017)

La taxonomie de l'ail est présentée dans le Tableau I

Tableau I : Taxonomie de l'ail selon Cronquist (1981).

Règne	Plantea
Sous règne	Trachenobionta
Division	Magnoliophyta
Classe	Liliopsida
Sous classe	Liliidea
Ordre	Liliales
Famille	Liliaceae
Genre	<i>Allium</i>
Espèce	<i>Allium sativum</i>

1.2. Habitat et culture

Plante cultivée mondialement comme épice, dans les zones chaudes et tempérées, originaire d'Asie Centrale. L'ail est surtout importé des pays méditerranéens, mais aussi plus récemment de Chine. Sa culture est facile, puisque l'ail croit sur tous les sols, mais de préférence sur les terrains meubles ou même les sables, où les bulbes peuvent atteindre une grosseur considérable (Wichtl M & Anton R .2003).

1.3. Composition chimique et valeur nutritionnelle

Malgré sa petite taille, et bien que consommé en légère quantité, l'ail est un puissant antioxydant, grâce au cocktail de substances qu'il contient. En effet, il possède des polysaccharides de réserve (des fructanes), des acides aminés, des sels minéraux (potassium, soufre, fer, cuivre, magnésium...), des oligo-éléments assez rares dont du sélénium, du germanium et du tellurium, des enzymes (allinase, peroxydase, myrosinase...etc.), des vitamines (A,B1,B2,C,E), des saponosides (hétérosides de furostanols : sativosides, proto-éribosides- B, etc.) et est surtout connu pour ses composés soufrés responsables de la majorité des propriétés pharmacologiques (Douaouya, 2017).

La composition chimique de l'ail est illustrée dans le Tableau II

Tableau II : Composition et valeur nutritionnelle de l'ail selon Ciqual (2017).

Constituant	Teneur moyenne (g/100g)
Protéines brutes	5,81
Glucides	21,2
Lipides	0,34
Sucres	1,43
AG saturés	0,075
Sel chlorure de sodium	0,098

1.4. Les composés phénoliques de l'ail

Les composés phénoliques sont largement distribués dans les aliments quotidiens tels que les fruits, les légumes et les céréales, et présentent des capacités antioxydantes puissantes et variées. L'ail est l'une des sources les plus riches de composés phénoliques. Leur quantité totale dans l'ail frais varie entre 3,4 et 10,8 mg GAE/g. La teneur en acides phénoliques varie de 1,8 à 20,9 mg/kg de matière sèche dont l'acide caféique est le plus dominant, suivi de l'acide férulique, de l'acide vanillique et de l'acide p-hydroxybenzoïque (Kuete, 2017). Des variations dans le type et la teneur en composés phénoliques ont été constatées en raison des

différences génétiques, des pratiques agronomiques et des conditions environnementales, notamment le lieu de croissance, le climat et la saison (Qiu, 2020).

1.5. Usages de la plante

1.5.1. Usage médical

L'ail est une liliacée utilisée dans l'alimentation et les préparations médicinales depuis l'antiquité. Ses molécules biologiquement actives lui confèrent plusieurs vertus thérapeutiques et de nombreuses études montrent que l'ail aurait des propriétés anti-cancer. En effet, des composés de l'ail tels que l'allicine, ralentiraient le développement de certains cancers digestifs en agissant à la fois sur la croissance des cellules tumorales et sur les cellules endommagées par des substances cancérigènes. Ainsi, pour les auteurs de ces travaux, une consommation hebdomadaire de 6 gousses d'ail permettrait de réduire de 30 % le risque de cancer colorectal et de 50 % le risque de cancer de l'estomac. L'ail possède aussi un caractère diurétique grâce à la présence de fructosanes. En outre, il est également réputé pour ses bienfaits sur le système cardiovasculaire : diminution de la pression artérielle, du LDL-cholestérol et de la synthèse des triglycérides et inhibition de l'agrégation plaquettaire et des lésions liées à l'athérosclérose observés chez les rats. Enfin, l'ail peut diminuer la réponse cellulaire suite à l'introduction d'un allergène, dans le cadre d'une réaction allergique (Douaouya, 2017).

1.5.2. Usage alimentaire

L'ail est nettement utilisé dans la cuisine du monde entier, pour ses propriétés parfumantes mais aussi gustatives. L'ail offre un panel d'utilisations. En effet, de nombreuses recettes d'ail sont disponibles, notamment dans celles à base d'huile d'olive c'est-à-dire dans la cuisine méditerranéenne, comme par exemple, l'Aïoli qui est une mayonnaise relevée d'ail (Ghesquiere, 2016).

2. Le Persil « *Petroselinum sativum* »:

2.1. Description et systématique :

Le persil ou *Petroselinum sativum* (figure n°2) est une plante bisannuelle et vigoureuse. Sa hauteur est de 60 à 100 cm, sa racine est pivotante et fuselée (Farzaei et al., 2013). Ses tiges sont striées et ses feuilles sont glabres, de couleur vert luisant, généralement doublement divisées, surtout celles de la base, les feuilles supérieures ayant souvent trois lobes étroits et allongés. Les fleurs sont petites (2 mm environ), jaunâtres, disposées en ombelles aplaties comprenant de huit à vingt rayons (Wicht, 1999).



Figure 2 : Image de *Petroselinum sativum* (Cronquist, 1981 Mazouz et al.,2010).

La taxonomie du Persil est présentée dans le Tableau III

Tableau III : Taxonomie du persil selon (Cronquist, 1981 Mazouz et al.,2010)

Règne	Plantae
Sous règne	Tracheobionta
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Sous classe	Rosidae
Ordre	Apiales
Famille	Apiaceae
Genre	Petroselinum
Nom binominal	<i>Petroselinum sativum</i>
Synonyme	<i>Petroselinum crispum</i>

2.2. Distribution géographique

Petroselinum sativum est originaire des régions méditerranéennes, aujourd'hui elle est cultivée dans le monde entier comme plante aromatique et pour ses propriétés nutritives (Farzaei et al .,2013).

2.3. Composition chimique et valeur nutritionnelle

Petroselinum sativum à une source extraordinaire de vitamine C, et contient aussi de la vitamine A, E, et K, des minéraux (Calcium, Cuivre le Fer, le Magnésium...) et des acides gras. Leur valeurs sont illustré dans le tableau IV (Wills et al., 1986 ; Simon et Quinn, 1988 ; Ozsoy-Sacan et al., 2006).

Tableau IV: Composition et valeur nutritive du Persil frais (*Petroselinum sativum*), pour 100g (USDA).

Constituants	valeur nutritive
Glucide	6,33g
Protéines	2,97
Fibre alimentaire	3,3g
Acide Pantothénique	0,400 mg
Vitamine C	133 mg
Potassium	554 mg
Calcium	138 mg

2.4. Usage de *Petroselinum sativum*

1.2.5.1. Usage médical

Petroselinum sativum possède des propriétés diurétiques, hypotensives, hypertensive, son activité hypoglycémique a été mentionnée dans plusieurs études il est aussi employé pour son effet spasmolytique, ocytocique et apéritif c'est un remède populaire pour les troubles digestifs, menstruels et aussi contre les poux et les taches de rousseur en usage externe (**Duke, 1995**).

2.5.2. Usage alimentaire

Le persil sert à aromatiser les viandes, les sauces, les salades, les poissons et les fromages (**Wichtel et Auton, 1999**).

1. Les fromages

1.1. Origine et historique

Le fromage de l'ancien français « fromage », du latin « formaticus», c'est-à-dire, fait dans une forme, est l'un des premiers moyens de conservation du lait (**Richonnet, 2015**). Les premières traces de fabrication du fromage remontent à l'an 2800 avant Jésus-Christ, cependant sa découverte reste sans aucun doute le fruit d'un heureux hasard ; l'homme a découvert que sa denrée la plus précieuse (le lait) peut être conservée sous forme de fromage et que la présure présente dans l'estomac de l'animal qui le donne, fait office de coagulant. Quelques 5000 ans plus tard, le fromage a été fabriqué partout dans le monde avec du lait produit par les animaux les plus divers (**Harbutt, 2010**). En Europe de l'Est et en Asie de l'Ouest, certains facteurs sont certainement nécessaires à la transformation du lait en fromage, comme la chaleur, l'acidité et les sucs de l'estomac. Ainsi, des extraits d'estomac de plusieurs types d'animaux (moutons, chèvres, vaches), mais également des extraits de plantes (comme le chardon) ont été utilisés pour la préparation de fromages (**Abi Azar, 2007**).

1.2. Définition du fromage

La dénomination « fromage » est réservée, selon **le décret n° 88-1206 du 30 décembre 1988**, à la fabrication de produit fermenté ou non, affiné ou non, obtenu à partir de matières d'origine exclusivement laitière (lait entier, lait partiellement ou totalement écrémé, crème, matière grasse, babeurre), utilisées seules ou en mélange, et coagulées en totalité ou en partie avant égouttage ou après élimination partielle de leur eau.

La composition moyenne des principaux fromages pour 100 grammes de produit frais est illustré dans le tableau V (**Guegen L., 1979**).

Tableau V : La composition moyenne des principaux fromages pour 100 grammes de produit frais.

Nutriments (unités)	Fromage Frais (Petit suisse)	Fromage à pâte molle à croûte fleurie (Camembert)	Fromage à pâte molle à croûte lavée (Munster)	Fromage à pâte pressée non cuite (St-Paulin)	Fromage à pâte pressée cuite (Gruyère de Comté)
Eau (g)	79	50	50	40	35
Energie (Kcal)	118	310	310	355	375
Glucides (g)	4	4	4	3	2,5
Lipides (g)	7,5	24	24	24	28
Protéines (g)	8,5	20	20	28	29
Calcium (mg)	100	400	450	700	1050
Phosphore (mg)	140	250	320	360	620
Magnésium (mg)	10	20	23	35	50
Potassium(mg)	130	150	125	100	140
Sodium (mg)	40	700	790	880	200
Zinc (mg)	0,5	5	6	10	10
Vitamine A (U.I)	170	1010	/	/	1140
Thiamine (mg)	0,03	0,04	/	/	0,01
Riboflavine (mg)	0,15	0,75	/	/	0,40
Niacine (mg)	0,15	0,80	/	/	0,1
Vitamine PP	0,2	1,25	/	/	0,30
AC.Ascorbique (mg)	0	0	/	/	0

1.3. La production du fromage aux niveaux mondial et national

➤ Les producteurs de fromage mondial

Plus de 20 millions de tonnes de fromages sont produits chaque année, soit près de 655 kilos par seconde. La production fromagère augmente de 2% par an. Les États-Unis est le 1er pays producteur dans le monde. Néanmoins, Ce pays est très marginal dans les exportations mondiales de fromage (Elec, 2015).

Les principaux producteurs de fromage sont illustrés dans le tableau VI.

Tableau VI : Les Principaux producteurs de fromage en 2019 (Cniel).

Pays (production de fromage en 2019)	La quantité (Tonne)
États-Unis d'Amérique	6 315 293
Allemagne	2 297 400
France	1 938 600
Italie	1 327 300

➤ La Consommation du fromage à l'échelle nationale (Algérienne)

Les habitudes alimentaires des Algériens évoluent à mesure que l'offre de produits alimentaires disponibles se diversifie. Un des secteurs en plus forte croissance est celui des produits laitiers, notamment des fromages, à tel point que l'Algérie est devenue un des marchés préférés pour les exportateurs de fromage. Au fil des années, la consommation fromagère augmente et les algériens consomment surtout du fromage fondu (20 000 tonnes par an). Le fromage fondu est le fromage le moins cher en Algérie. Il est le principal fromage produit dans le pays et il est largement consommé. Le fromage fondu représente l'essentiel des ventes du fromage (74% de la valeur des ventes) et il enregistre l'augmentation la plus importante en 2014, 10% et 16% en termes de volume et de valeur des ventes respectivement (M.I.A.A, 2015).

1.4. Les types de fromage

Il n'existe pas de classification simple, rationnelle et universelle des fromages, en raison de sa grande diversité. Les fromages se différencient entre eux par les caractères spécifiques liés à la flore microbienne, au mode de coagulation et d'égouttage, sans oublier l'espèce animale d'où le lait provient (David et Forte. 1998).

Les différents types de fromage sont:

➤ **Les fromages frais ou à pâtes fraîches**

C'est une appellation désignant un fromage jeune, sans croûte formée, élaboré à partir de lait, lait écrémé, de petit-lait ou de composants du lait (caséine et matières grasses), et dont la pâte n'a pas été affinée (David et Forte. 1998).

➤ **Les fromages à pâtes molles à croûte fleurie**

Ils sont élaborés à partir du lait de vache ou de chèvre, cru ou pasteurisé et sont recouverts d'une mince couche blanche de moisissure, d'aspect velouté. L'ensemencement se fait avec le *Penicillium* et facultativement, par la levure *Geotrichum candidum* qui donnera à la croûte son aspect de duvet blanc feutré appelé fleur (St-Gelais D, 2002).

L'image photographique d'un fromage à pâte molle à croûte fleurie est illustrée sur la figure n°3.



Figure 3: Image d'un fromage à pâte molle à croûte fleurie (Anonyme1).

➤ **Les fromages à pâte molle et croûte lavée**

Le principe de fabrication d'une pâte molle à croûte lavée est semblable à celui des pâtes molles à croûte fleurie, sauf que le caillé est coupé plus ou moins finement avant d'être mis en moule. Ce pompage facilite l'écoulement du petit lait : la pâte sera plus serrée, plus compacte mais moelleuse, coulante ou plus ferme, selon le degré de séchage. Les fromages à croûte lavée sont soumis à des lavages en saumure légère qui ont pour but de

maintenir l'humidité, la souplesse de la pâte et de la croûte (Lavoisier; 2012). L'image d'un fromage à pâte molle et croûte lavée est illustré sur la figure n°4.



Figure 4: Image d'un fromage à pâte molle et croûte lavé (Anonyme2).

➤ **Les fromages à pâtes pressées non cuites**

Le terme de pâte pressée désigne les fromages dont le caillage et l'égouttage sont plus poussés que pour les autres fromages. C'est la croûte du fromage qui donne toute la saveur et l'arôme à cette pâte. Cette dernière, plus ou moins épaisse selon la durée d'affinage, est obtenue en pressant mécaniquement le lait caillé pour en extraire le petit-lait (lactosérum) (Lenoir et al. 1985). L'image d'un fromage à pâte pressé non cuit est illustré sur la figure n°5.



Figure 5: Image d'un fromage à pâte pressé non cuit (Anonyme3).

➤ **Les fromages à pâte pressée cuite**

Leur maturation lente et longue leur donne leur saveur fruitée et leur texture ferme. La pâte est de couleur jaune. Ce sont les plus riches en calcium et en protéines. Les plus

connus sont l'Emmental, le Comté, l'Abondance, le Beaufort... (Lenoir et al., 1985). L'image d'un fromage à pâte pressée cuite est illustré sur la figure n°6.



Figure 6: Image d'un fromage à pâte pressée cuite (Anonyme 4).

➤ **Les fromages à pâte persillée**

Ils sont fabriqués à partir de lait de vache, de brebis ou de chèvre. Ils ont cet aspect « persillé » à cause du développement de *Penicillium roqueforti* ou *glaucum* (David et Forte, 1998). L'image d'un fromage à pâte persillée est illustré sur la figure n°7.



Figure 7: Image d'un fromage à pâte persillée (Anonyme 5).

Les fromages fondus : étaient à l'origine, une forme de recyclage du gruyère défectueux puis d'autres fromages. Ils résultent d'un mélange de fromages avec addition de sels minéraux ou organiques autorisés, appelés sels de fonte, qui agissent comme émulsifiants et chélatants et sont autorisés à 3% dans le produit fini (Beerens et Luquet, 1987). L'image de fromages fondus est illustrée sur la figure n°8.



Figure 8: Image d'un fromage fondu (**Anonyme 6**).

➤ **Les fromages au lait de chèvre**

Ils ont des textures et des goûts bien différents. En fonction de la technique de fabrication, il y a des fromages de chèvre dans toutes les familles de pâtes. Il en existe une multitude, fabriqués comme des fromages frais ou affinés, cendrés ou non, sous différentes formes : crottins, bûches, pyramides, bouchons, palets... Parmi les plus réputés, on retrouve le Crottin de Chavignol, le Rocamadour, le Valençay (**David et Forte. 1998**). L'image d'un fromage de chèvre est illustré sur la figure n°9.



Figure 9: Image d'un fromage de chèvre (**Anonyme7**).

1.5. Fromage Frais

1.5.1. Définition

Il existe de nombreuses variétés de fromages frais et ces derniers sont obtenus par coagulation à prédominance lactique du lait, combinant souvent l'action des ferments lactiques et celle de la présure, en laissant ensuite égoutter jusqu'au degré d'humidité recherché. Ces fromages se caractérisent par l'affinage après les étapes d'égouttage et de moulage et sont fabriqués à partir de lait ou de crème propre à la consommation humaine (Luquet et Corrieu ,2005).

L'image du fromage frais est représentée sur la figure n° 10



Figure 10: Image d'un fromage frais (Luquet et Corrieu ,2005)

1.5.2. Types de fromage frais

Les fromages frais présentent une grande diversité selon le degré d'égouttage du coagulum, la teneur en matière grasse du lait mise en œuvre et les caractéristiques organoleptiques. Les diverses technologies employées permettent de distinguer les catégories suivantes des fromages (Ait abdelouahab N, 2001).

- *Les fromages blancs moulés* : Le caillé garde son individualité à l'état de blocs ou de grains. Ces fromages sont généralement moulés à la louche tel que le fromage de type faisselle ou Compagne.
- *Les fromages blancs frais à structure homogène*, comportent : les fromages à extrait sec faible et à texture onctueuse comme les fromages blancs battus ou lissés ainsi que les fromages à extrait sec plus élevé et à texture tartinable comme les petits suisses et les « demi-sel » (souvent aromatisés : ail, fines herbes, poivre...etc.).

1.6. Composition et valeur nutritionnelle des fromages frais

Les fromages frais sont très riches en eau (70% et 82%) et sont une source de protéines. La qualité ainsi que le taux d'assimilation des protéines contenues dans le fromage sont excellents et constituent une bonne source de calcium et le taux de ce dernier varie en fonction de la teneur en eau et du mode de fabrication. La teneur en glucides est généralement minime tandis que le contenu en matière grasse (surtout composés d'acide gras saturés) et en calories connaît de grandes fluctuations (Québec Amérique, 2008).

Les compositions et valeurs nutritionnelles des fromages frais sont illustrées dans le tableau VII.

Tableau VII : Composition et valeur nutritionnelle des fromages frais (Guegen, 1979).

Nutriments	Unités	Teneur
Eau	G	79
Energie	Kcal	118
Glucides	G	4
Lipides	G	7.5
Protéines	G	8.5
Calcium	Mg	100
Phosphore	Mg	140
Magnésium	Mg	10
Potassium	Mg	130
Sodium	Mg	40
Zinc	Mg	0.5
Vitamine A	U.I	170
Thiamine	Mg	0.03
Riboflavine	Mg	0.15
Niacine	Mg	0.15
Vitamine PP	Mg	0.2
AC. Ascorbique	Mg	0

1.7. Elaboration du fromage

La fabrication du fromage repose globalement sur l'action des bactéries et de la présure sur les composants du lait qui conduit à la transformation du lait liquide en masse compacte. Pour fabriquer un fromage, il est nécessaire de solidifier le lait, ajouter un ingrédient appelé "présure" qui lui permet de coaguler et de se figer. Le lait se "divise" en deux matières : l'une, liquide appelée "petit lait" et l'autre solide appelée le "caillé". La fabrication du fromage débute avec la préparation du lait et les deux étapes principales de la fabrication d'un fromage sont la coagulation et l'égouttage, suivis accessoirement de l'affinage après salage. Lors de la fabrication, la préparation du lait en fromagerie comprend éventuellement une phase de traitement thermique du lait. On peut ajuster les taux de matière grasse pendant la fabrication du fromage par un écrémage partiel ou un apport de matière grasse et on peut également ajuster la matière azotée par ajout de poudre de lait et éventuellement ceux de minéraux avant la fabrication (**Henri Androuet, 1909**).

1.8. Procédés de fabrication

1.8.1 Coagulation

La coagulation résulte d'un changement irréversible du lait de l'état liquide à l'état semi solide appelé gel ou coagulum. Les caractéristiques physico-chimiques du gel conditionnent l'aptitude à l'égouttage et les caractéristiques finales du fromage (**Casalta, 2003**). La coagulation est étroitement liée à l'organisation structurale de la micelle de caséines. La micelle est formée de sous micelles, lesquelles sont formées de caséines α , β et κ . Les sous micelles sont liées entre elles par le phosphate de calcium. La caséine- κ qui se retrouverait à la périphérie des micelles et les minéraux stabilisent la structure micellaire. La charge nette des micelles est négative, ce qui permet aux micelles de se repousser. Provoquer la coagulation du lait revient à jouer avec les propriétés physico-chimiques des micelles et à modifier l'équilibre entre la phase soluble et la phase colloïdale (**Vigonla, 2000**).

Les fromages frais sont coagulés sous l'action conjuguée des deux voies, enzymatique et acide avec une prédominance de la voie acide dans laquelle le lait est coagulé par le biais des ferments lactiques (**Roux, 2006**).

1.8.1.1 Coagulation par voie enzymatique

Elle consiste à transformer le lait de l'état liquide à l'état de gel par action d'enzymes protéolytiques (la présure), le plus souvent d'origine animale mais elle a aussi une origine végétale (la ficine du figuier) et microbienne (enzymes de certains moisissures) (**Dahou, 2017**).

La présure est composée d'un mélange de deux enzymes issues de la caillette du jeune veau : la chymosine et la pepsine. Ces enzymes protéolytiques déstabilisent les caséines du lait provoquant ainsi leur coagulation (**Hebert, 2010**).

On distingue 3 phases :

- phase primaire ou enzymatique.
- phase secondaire ou d'agrégation des micelles déstabilisées.
- phase tertiaire ou phase de réticulation.

1.8.1.2 Coagulation par voie acide

Elle consiste à précipiter les caséines à leur point isoélectrique ($pH_i = 4.6$) par acidification biologique à l'aide de ferments lactiques qui transforment le lactose en acide lactique. L'acidification entraîne une diminution des charges négatives des micelles et donc une diminution de la couche d'hydratation et des répulsions électrostatiques, ainsi qu'une solubilisation du calcium et du phosphore minéral, entraînant une déstructuration des micelles de caséine avec réorganisation protéique, pour former un réseau puis un gel à $pH = 4.6$ (**Dahou, 2017**).

1.8.2 Egouttage

Cette étape désigne la séparation du lactosérum, après rupture mécanique du coagulum, par moulage et, dans certains cas, pression. Il conduit à l'obtention du caillé (**Eck et Gillis, 2006**). L'égouttage commence dans les cuves de coagulation, se poursuit dans les moules, puis dans les hâloirs, le gel formé constitue un état physique instable (**Dahou, 2017**). Il est spontané, lent et incomplet il est nécessaire d'exercer une action mécanique (centrifugation ou filtration) pour obtenir un fromage suffisamment égoutté (**Roux, 2006**).

1.8.3 Moulage

Le moulage et le retournement permettent de donner la forme au fromage et de poursuivre l'élimination du lactosérum (**Vignola, 2002**). Le caillé peut être pressé dans des moules comme par exemples des toiles cerclées de bois ou d'autres matériaux, ou encore dans des moules perforés. Le fromage adopte ainsi sa forme définitive et un maximum de sérum est expulsé (**Roux, 2006**).

1.8.4 Salage

Le salage est une opération très indispensable dans les fromages, qui consiste à enrichir le fromage en chlorure de sodium. Par action sur l'activité de l'eau (a_w), le salage conserve le fromage, améliore l'arôme et accélère le phénomène d'exsudation du sérum. Plusieurs techniques sont envisagées: saupoudrage du sel en surface ou dans la masse du gel ou par saumurage (**Amimour, 2019**).

Les étapes de la fabrication de fromage frais sont représentées sur la figure n° 11.

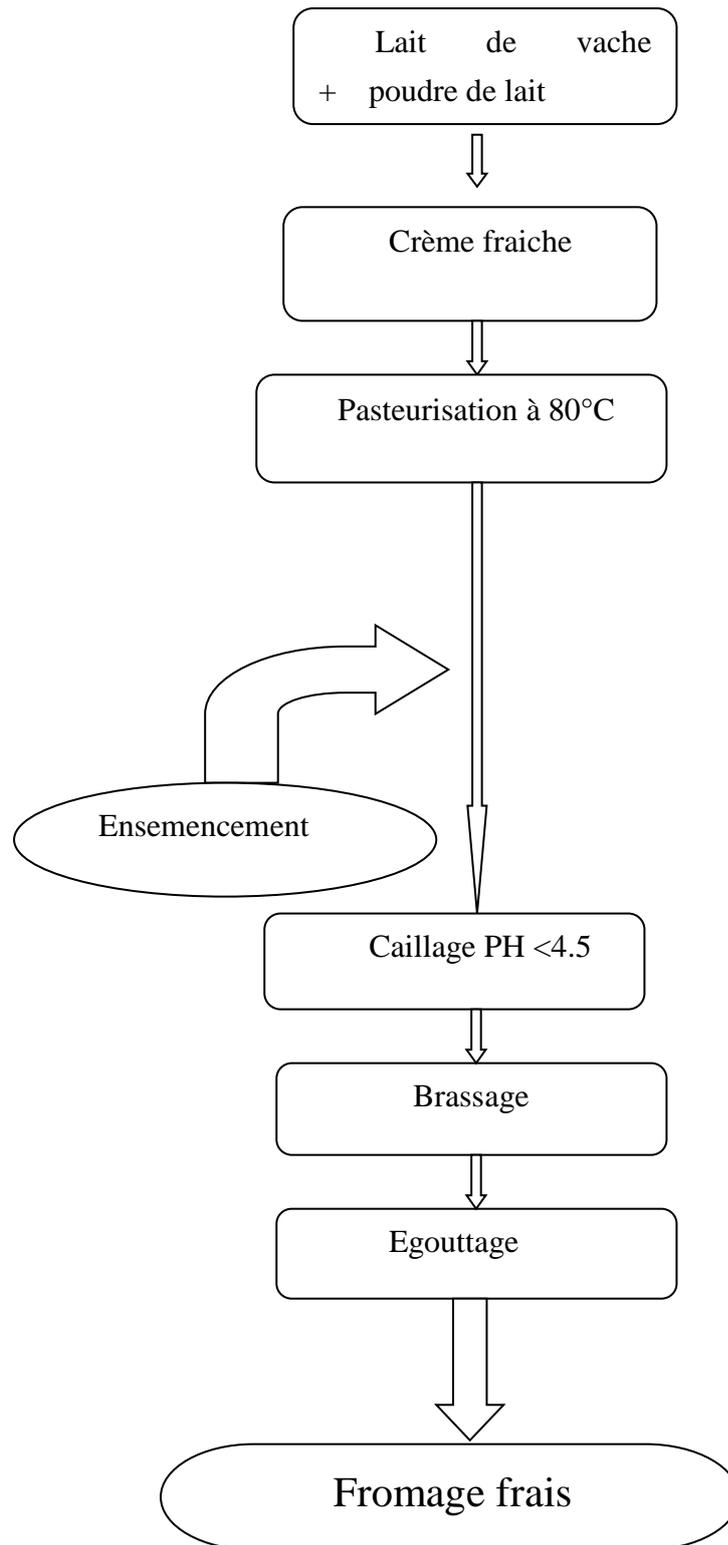


Figure 11: Schéma général de la technologie de la fabrication des fromages. (Jeantet et al., 2008).

1. Mise en situation

Notre étude s'est portée sur l'effet de l'incorporation de deux plantes aromatiques (ail et persil) dans le fromage frais. Les analyses physico-chimiques, microbiologiques et phyto-chimiques des matières premières ainsi que du produit fini ont été réalisées.

2. Matériel végétal

2.1. Echantillonnage

Les échantillons suivants ont servi à la réalisation de la présente étude :

- **L'ail et le Persil** : ont été procurés par le même fournisseur à Bejaia.
- **Le lait de vache** : provient de la région de Bejaia ville.
- **Le lait en poudre** : provient de l'entreprise. Elle contient 0% de matières grasses.
- **La crème fraîche** : provient de l'entreprise. Elle contient 35% de matières grasses et sert à l'ajustement du gout et du taux de matières grasses du fromage élaboré.

2.2. Traitement des échantillons (Ail et Persil)

Les feuilles de persil ont d'abord été lavées avec de l'eau chaude à 80°C et séchées. Ensuite, elles ont été broyées à l'aide d'un broyeur électrique (Bomann, Allemagne) (**voire annexe I**). L'ail a été épluché et lavé puis également broyé. Les broyats ont été conservés dans des sacs alimentaires placés au réfrigérateur.

3. Analyses physico-chimiques des matières premières

3.1. L'eau de process

➤ pH

C'est la différence de potentiel existant entre deux électrodes plongées dans le produit, objet de la mesure (**NF V05-108, 1970**).

La sonde du pH-mètre est placée dans un bécher de 100 ml d'eau et la lecture est affichée sur l'écran du pH mètre (Denver, Allemagne).

➤ Paramètres électrochimiques

La sonde du multimètre est placée dans un bécher de 100 ml d'eau et quatre paramètres sont affichés sur l'écran du multimètre : la conductivité ($\mu\text{S}/\text{Cm}$), le taux des sels dissous (TDS) (mg/L), la salinité (ppt) et la résistivité ($\text{M}\Omega/\text{Cm}$).

3.2. Lait de vache, la poudre de lait et la crème fraîche

➤ Acidité titrable

La méthode de détermination de l'acidité titrable permet de quantifier la teneur totale d'acide lactique présent dans le lait. Le titrage est réalisé par une solution de NaOH N/9 en présence d'un indicateur coloré (phénolphtaléine).

Un volume de 10 ml de lait a été introduit dans un bécher et 2 à 3 gouttes de phénolphtaléine sont ajoutées. Le mélange ainsi obtenu est homogénéisé. Pour ce qui est de la crème fraîche, les 10g de cette dernière ont été dilués dans 10ml d'eau distillée.

A partir d'une burette réglée à 0,050 ml, le dosage de l'échantillon par la soude jusqu'au virage rose a été effectué. La coloration rose doit persister au moins 10 secondes. La lecture du volume de la solution utilisée est directement faite sur la burette.

L'acidité du lait et des crèmes fraîches élaborées est exprimée en degré Dornic (°D). Le degré Dornic (°D) correspond au nombre de 1/10 de ml de soude Dornic N/9 nécessaire pour assurer le virage de la phénolphtaléine (**Guiraud, 2003**).

L'acidité est donnée par la formule suivante :

$$\text{Acidité } (^{\circ}\text{D}) = V \times 10$$

Où : V : le volume en ml de NaOH de la chute lue.

.1°D= 0.1g d'acide lactique dans un litre de lait.

3.3. Matière grasse du lait

La séparation de la matière grasse du lait est obtenue par centrifugation dans un butyromètre, après dissolution des protéines par l'acide sulfurique. Elle est favorisée par l'addition d'une petite quantité d'alcool amylique. Le butyromètre est gradué de façon à permettre une lecture directe de la teneur en matière grasse (**ISO 2446-1976**).

Un volume de 11 ml de lait a été introduit dans un butyromètre à lait auquel ont été additionnés, 10 ml d'acide sulfurique à 90% de pureté. Après agitation du butyromètre jusqu'à homogénéisation totale, 1 ml d'alcool iso- amylique a été ajouté. Ce dernier est ensuite placé dans une centrifugeuse pendant 10 min. La teneur en matière grasse est obtenue par lecture directe sur l'échelle du butyromètre.

3.4. Densité du lait de vache et de la poudre de lait

La densité du lait est exprimée par le rapport du poids d'un volume de lait à une température donnée sur le poids d'un volume identique d'eau à la même température. Mais la méthode la plus rapide pour la détermination de la densité est celle basée sur l'utilisation d'un thermo-lactodensimètre étalonné à 20 C°. La densité du lait est un paramètre qui varie selon son espèce. Les valeurs de la densité du lait chez la brebis et chez la chamelle sont respectivement

de 1,0347 et 1,0384. Par ailleurs, la densité moyenne du lait de chèvre qui est de 1,030 est comparable à celle du lait de vache qui varie entre 1,030 et 1,035.

3.5. Test de fermentation

Cette méthode qui est utilisée dans l'entreprise, a pour objectif, la mise en évidence de la présence d'inhibiteurs de l'activité de ferments lactiques (les antibiotiques,...) dans un lait sec. Ce test est basé sur la fermentation d'un lait reconstitué après ensemencement avec un lait fermenté. Après avoir pesé 12.5g de poudre de lait, on ajuste avec l'eau de process à 100 mL et on homogénéise la solution obtenue afin d'avoir une dissolution complète de la poudre de lait. Mettre le lait reconstitué dans un bain marie à 95°C pendant 10 minutes pour effectuer une pasteurisation. Laisser le lait refroidir et ensemencer avec environ 8 à 10 mL d'un yaourt étuvé préalablement homogénéisé puis incubé à l'étuve à 43°C pendant 4h à 5h.

3.6. Ail et persil

➤ pH

La sonde de pH est introduite dans le broyat du persil ou d'ail et la valeur s'affiche sur l'écran du pH mètre.

➤ Cendres

Un poids de 2g de l'échantillon (**m₁**) sont introduits dans le creusé (**m₀**) séché, et quelques gouttes d'éthanol sont ajoutées. Le mélange est ensuite placé dans le four à moufle réglé à 900°C, jusqu'à obtention des cendres. Après refroidissement, les creusés sont pesés (**m₂**) (**NF V05-113,1972**).

Les résultats sont déduits à partir de l'équation suivante :

$$\text{Cendre \%} = \frac{m_2 - m_0}{m_1 \times 100}$$

m₀ : le poids du creusé

m₁: la masse de la prise d'essai (2g) ;

m₂: La masse après l'incinération en g;

4. Analyses microbiologiques

Les analyses microbiologiques de l'eau de process, de l'ail et du persil sont présentés dans le tableau VIII.

Tableau VIII: Les conditions des analyses microbiologiques de l'eau de process, de l'ail et du persil

Germes recherchés	Prélèvement	Milieu	Ensemencement	Incubation	Résultat	Méthode d'essai
Germe aérobie mésophile	1ml de la solution mère	PCA	En masse	22°C /72h ou en 37°C /24h	Colonies blanches	ISO : 4833
Coliforme totaux	50ml de la solution mère	BCPL/ DC et SC	En masse	35° à 37°/48h	/	ISO : 7954
Coliformes fécaux (<i>E.coli</i>)	1ml de la solution mère	VRBG	En masse	44°C/48h	Colonies rouges violettes	ISO : 16654
Les bactéries sulfito-réductrices	10ml de la solution mère	VF	En masse	44°C /48h.	/	/
Salmonelles	2,5 de SM+ 225 ml d'eau peptonée	SFB	En surface	37°C/24 à 48	Colonies vertes bleues et centre noir	ISO : 6579
Levures et Moisissure	1ml de la solution mère 1ml de la dilution 1/10	Saboraud	En masse	25°C/ 4 à 5 jours	Colonies Rondes et opaques	ISO : 7954

5. Elaboration et formulation du fromage frais

5.1. Local de production

Le fromage frais a été fabriqué au laboratoire, dans une salle destinée aux analyses physico-chimiques aménagée et conçue spécialement pour la fabrication du fromage. Les conditions de travail ont été standardisées afin d'assurer la qualité hygiénique et microbiologique des tâches effectuées.

5.2. Préparation du fromage frais

Un mélange de lait de vache et de poudre de lait a été effectué à l'aide d'un mixeur électrique, suivi d'un traitement thermique (pasteurisation à 95°C). La crème fraîche a été ensuite ajoutée au mélange. Un refroidissement a été effectué à 32°C, secondé par un ensemencement des ferments lactiques (Di-PROX MTTX 5) (**voir annexe II**). Le mélange a été laissé dans une salle de caillage à 35°C pendant 12h. Une fois le caillé obtenu, il a été tranché et laissé égoutter dans un sac à égouttage au froid à 4 - 6°C.

5.3. Préparation du fromage frais enrichi en ail et persil

Afin de déterminer la quantité de la préparation alimentaire (ail et persil) à ajouter au fromage, nous avons effectué des essais avec des quantités différentes : A(contient plus du persil que d'ail) , B(la quantité d'ail est plus grande que celle du persil) et C(les quantités ajouté d'ail et du persil sont égaux).

6. Analyses physico-chimiques du fromage frais élaboré et du fromage enrichi (en ail et persil)

➤ pH

Le pH est déterminé en plongeant la sonde du pH mètre étalonnée au préalable dans un bécher contenant l'échantillon du fromage à analyser à une température de 20°C. La valeur du pH du fromage analysé est affichée sur l'écran de l'appareil.

➤ Acidité titrable

L'acidité des fromages élaborés est déterminé sur un poids de 10 g de l'échantillon, selon la méthode décrite précédemment (p02).

➤ Extrait sec et le taux d'humidité

➤ La préparation du sable utilisé

Le sable doit présenter une granulométrie lui permettant de passer au travers d'un tamis en toile métallique dont la maille est de 600µm, tout en étant retenu par un tamis dont la maille est de 150µm, un traitement avec NaOH concentrée pour éliminé les débris organiques, Après rinçage avec l'eau distillée un 2ème rinçage avec Hcl concentrée pour éliminé les débris

minéraux. On rince abondamment avec l'eau distillée, puis on passe à l'étape de séchage à 160°C pendant 4h.

20g de sable avec une baguette en verre ont été introduits dans un cristalliseur, suivie d'un traitement thermique à l'étuve à 103°C pendant une heure, secondé par le séchage dans le dessiccateur pendant 10 à 15 minutes, puis 3g de l'échantillon ont été introduits dans le cristalliseur séché, le fromage avec le sable a été mélangé à l'aide de la baguette et quelques gouttes d'eau distillée ont été ajoutées, le cristalliseur a été pesé (m_1), ensuite le cristalliseur a été incubé à l'étuve à 103°C pendant 3 heures jusqu'à poids constant et suivie d'un refroidissement dans le dessiccateur pendant 10 à 15 minutes. Et enfin la nouvelle masse (m_2) a été notée (**NF V04-282-ISO 5534**).

Les résultats sont déduits à partir de l'équation suivante :

EST : Extrait sec total ;

$$\text{EST}\% = \frac{m_2 - m_1}{PE \times 100}$$

m_1 : la masse du premier essai en g;

m_2 : La masse après dessiccation en g;

PE: Prise d'essai.

L'humidité : est obtenu par la formule suivante :

$$H\% = 100 - \text{EST}$$

➤ Taux de matière grasse

3g de l'échantillon ont été introduits dans un godet à butyromètre à fromage, un volume de l'acide sulfurique (80%) a été ajouté jusqu'à ce que le godet du butyromètre soit émergé. Puis le butyromètre est placé dans un bain marie à 67°C/5min, pour favoriser la dissolution complète des protéines. Ensuite 1 ml d'alcool iso amylique a été additionné et rempli d'acide sulfurique jusqu'à mi-échelle du butyromètre, et le tout est homogénéisé et centrifugé pendant 10min (1100 à 1600 tour/min). La lecture se fait directement sur les graduations du butyromètre et la teneur en matière grasse est exprimée en % ou en g/100g (**ISO 2446-1976**).

Expression des résultats

$$\text{TMG \%} = A - B$$

TMG: Teneur en matière grasse (%).

A: La lecture faite à l'extrémité inférieure de la colonne de matière grasse.

B: La lecture faite à l'extrémité supérieure de la colonne de matière grasse.

6.1. Taux de NaCl

La méthode de MOHR (Argentimétrie) a été suivie pour déterminer le taux de chlorure dans les fromages élaborés. Un poids de 10 g de l'échantillon (préparation fromage) ajusté à 100 ml avec l'eau distillée a été d'abord préparé. Un volume de 50ml de cette préparation a été prélevé et mélangé avec 2 à 3 gouttes d'acide nitrique pur à 1/10, du carbonate de chaux- CaCO_3 et 2 gouttes de la solution de chromate de potassium à 10% K_2CrO_4 . La titration a été réalisée avec une solution de nitrate d'argent AgNO_3 à 0.1N.

La teneur en NaCl (sels) est déterminée selon l'équation suivante :

$$\text{NaCl} = \frac{\text{chutedeAgNO}_3 \times N(\text{AgNO}_3) \times 1000 \times M(\text{NaCl})}{V \text{ d'échantillon}}$$

Après simplification, on obtient l'équation suivante :

$$V \times 10 \times 5.85$$

Où :

V: Volume de la chute burette (AgNO_3)

58.5 : le poids moléculaire de NaCl

10: le volume de l'échantillon.

6.2. Teneur en protéines

La méthode de dosage de l'Azote selon la méthode de **Kjeldahl (voir annexe III)** a été adoptée en vue de la détermination conventionnelle de la teneur en protéines brutes dans les aliments pour animaux

Les échantillons ont subi une minéralisation, une distillation et une titration. Les résultats sont déduits à partir de l'équation suivante :

$$\text{N}\% = \frac{V_1 - V_0 \times T \times 0.014 \times 100}{m}$$

Où :

V_0 : Volume d'acide versé pour le blanc

V_1 : Volume d'acide versé l'échantillon

T : Titre de l'acide sulfurique (0.5 mol/l).

m: Prise d'essai de l'échantillon.

La teneur en protéines du produit est obtenue en multipliant la valeur obtenue lors de la détermination de la teneur en azote par le facteur conventionnel 6.38 pour les produits laitiers.

7. Détermination de la teneur en composés phénoliques totaux (CPT)

7.1. Extraction

La teneur en composés phénoliques totaux des échantillons étudiés, à savoir le persil, l'ail et les fromages élaborés, a été déterminée. Dix grammes de chaque échantillon de fromage et 5g pour le persil et l'ail ont été mélangés avec 10ml d'éthanol à 70%. Après une heure d'agitation à l'obscurité et après filtration, le culot a été récupéré pour subir une deuxième extraction. Les deux filtrats ont été mélangés. Les extraits ont été concentrés et conservés au réfrigérateur. Une méthode colorimétrique basée sur les réactions d'oxydo-réductions de Folin-Ciocalteu utilise un mélange d'acide phosphotungstique (H₃PW₁₂O₄₀) et d'acide phosphomolybdique (H₃PMo₁₂O₄₀) de coloration jaune. Dans un milieu alcalin, le FolinCiocalteu réagit avec les composés phénoliques et cette réaction est basée sur l'oxydation des phénols et la formation d'un complexe bleu molybdène-tungstène. La coloration bleue produite est proportionnelle à la teneur en composés phénoliques totaux et possède une absorption maximum aux environs de 750 -765 nm (**Talbiet *et al.*, 2015**).

La teneur en composés phénoliques des échantillons a été déterminée suivant la méthode de (**Negi *et al.*, 2003**), utilisant le réactif de Folin–Ciocalteu. L'extrait (200µl) a été mélangé avec 1 ml de réactif de Folin-Ciocalteu et 800µl de carbonate de sodium à 7,5%. Le mélange a été ensuite incubé à 1h, à l'obscurité. L'absorbance a été mesurée à 750 nm. Les résultats sont exprimés en milligramme équivalent acide gallique par 100 gramme de matière fraîche (mg EAG/100g MF).

8. Évaluation des activités antioxydantes

8.1. Activité anti radicalaire (DPPH)

Pour étudier l'activité anti radicalaire des différents extraits, nous avons opté pour la méthode qui utilise le DPPH• (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle) comme un radical libre relativement stable. Le DPPH• initialement violet se décolore rapidement lorsqu'il est réduit par un antioxydant en DPPH-H (diphényle picryl-hydrazine) ayant une couleur jaune et l'intensité de la coloration est inversement proportionnelle à la capacité des antioxydants présents dans le milieu à donner des protons (**Moyneux, 2004 ; Morxen *et al.*, 2007**). Le changement de couleur peut être suivi par spectrophotométrie à 517 nm. Un volume de chaque extrait, à différentes concentrations, est mélangé avec 2,44 ml de la solution éthanolique DPPH (6,10-5M). Les solutions sont mélangées et incubées à l'obscurité pendant 1h (**Brand-Williams *et al.*, 1995**). Pour comparaison, les standards "la quercetine et l'acide ascorbique" ont été testés dans les mêmes conditions. Les résultats seront exprimés en pourcentage de réduction du radical DPPH• (**voir l'annexe IV**).

8.2. Test de molybdate

Le test de molybdate est évalué en utilisant le phosphomolybdate d'ammonium. Cette technique est basée sur la réduction de molybdène Mo (VI) présent sous la forme d'ions molybdate MoO_4^{2-} à molybdène Mo(V) MoO_2^+ en présence des extraits pour former un complexe vert de phosphate/ Mo(V) à pH acide. Un volume défini de chaque extrait, à différentes concentrations a été mélangé avec 2 ml de réactif de phosphomolybdène. Un blanc a été préparées en remplaçant l'extrait avec l'eau distillée, puis les solutions ont été mélangées au vortex et incubées à 95°C pendant 60 min. Les absorbances ont été mesurées à 695 nm après refroidissement des tubes (Prieto *et al.*, 1999). Pour comparaison, les standards "Acide ascorbique et quercetine" sont également testés dans les mêmes conditions. Les résultats sont exprimés en équivalent de chaque standard.

9. Analyses microbiologiques du fromage frais élaboré et du fromage enrichi

9.1. Le Transport de l'échantillon

Le transport doit se faire dans des glacières dont les températures n'excèdent pas 4°C à 6°C.

9.1.1. Préparation des dilutions

Les dilutions destinées à l'analyse sont réalisées à partir de la suspension mère de broyage préparée avec 10 g de fromage et 90 ml de diluant (NaCl 0.9 %). Le mélange est laissé pendant 15 min avant de commencer l'ensemencement des milieux.

9.1.2. Dénombrement des germes

Les germes ainsi que les dénombrements réalisés sont résumés dans le tableau IX.

Tableau IX : Germes recherchés dans le fromage frais et le fromage enrichi ainsi que les conditions d'analyse.

Germes recherchés	Prélèvement	Milieu	Ensemencement	Incubation	Résultat	Méthode d'essai
Germes aérobies	1ml de la solution mère 1ml de la dilution 1/10	GN	En masse	30°C/72h	Colonies blanches	ISO : 4833
Levures	1ml de la solution mère 1ml de la dilution 1/10	Saboraaud	En masse	30°C/72h	Colonies Rondes et antriculaire opaques	ISO : 7954
Moisissure	1ml de la solution mère 1ml de la dilution 1/10	Saboraaud	En masse	30°C/72h	Colonies en forme de mycélium	ISO : 7954
Coliformes fécaux (<i>E.coli</i>)	1ml de la solution mère	VRBG	En masse	44°C/48h	Colonies rouges violettes	ISO : 16654
<i>Staphylococcus aureus</i>	1ml de la solution mère	BP	En surface	37°C/24 à 48	Colonies noires avec un halo	ISO : 6888-3
Salmonelles	2,5 de SM+ 225 ml d'eau peptonée	SFB	En surface	37°C/24 à 48	Colonies vertes bleues et centre noir	ISO : 6579
<i>Listeria monocytogène</i>	1ml de la solution mère 1ml de la dilution 1/10	Listeria Oxford Agard	En masse	37°C/24 à 48	Colonies vert noir	N°10.97.80

10. Analyse sensorielle L'analyse sensorielle :

L'analyse sensorielle est une science multidisciplinaire qui fait appel à des dégustateurs et à leur sens de la vue, de l'odorat, du goût, du toucher et de l'ouïe pour mesurer les caractéristiques sensorielles et l'acceptabilité de produits alimentaires ainsi que de nombreux autres produits. L'instrument de vérification pour l'analyse sensorielle est le panel de personnes qui ont été recrutées et formées pour réaliser des tâches précises d'évaluation sensorielle (Watts *et al.*, 1991).

Une analyse des experts a été, réalisée pour évaluer les différentes caractéristiques des fromages élaborés qui sont la couleur, l'odeur, l'arôme, la dureté, l'amertume, texture et de donner leur préférence.

Trois (3) échantillons codés A, B et C sont présentés, les échantillons A, B et C correspondent au fromage élaboré avec de l'ail et du persil avec différentes concentrations. L'analyse sensorielle de ces trois types de fromage a été réalisée au niveau de la sarl Ramina 10 panels experts. A cet effet, une épreuve par paire a été réalisée, chaque juge reçoit un fromage à base de l'ail et de persil à différentes concentrations et un fromage témoin simultanément. Les panélistes sont appelés à analyser les échantillons en respectant les étapes décrites dans le questionnaire (Annexe IX).

les sujets sont appelés à donner leur appréciation sur les deux échantillons en respectant les étapes décrites dans le questionnaire (Annexe V). Cette analyse a été effectuée en une journée où des conditions d'analyse ont été respectées, essentiellement : L'hygiène, l'isolement des juges (cabines de dégustation), le calme et l'anonymat des échantillons. Les données rassemblées à partir des questionnaires distribués aux panels, ont été traitées en utilisant le logiciel XLSTAT version 16.5.03 2014, qui est un outil complet d'analyse de Partie pratique Matériel et méthodes 30 données et de statistiques. Les principales fonctionnalités de ce logiciel, utilisées pour interpréter les résultats comme suite : Plan d'expérience, Caractérisation de produits, Analyse en composante principale (ACP), Classification ascendante hiérarchique (CAH) et Préférence MAPPING (PREFMAP).

1. Analyses physico-chimiques des matières premières

1.1. Poudre de lait

Les résultats des analyses physico-chimiques effectuées sur la poudre de lait 0% de M.G utilisée sont illustrés dans le tableau X

Tableau X : Résultats des analyses physico-chimiques de la poudre de lait.

Paramètre	Résultat	Norme JORA	Norme interne
pH à 20°C	6,58±0,16	/	6,50 à 6,8
Taux d'humidité (%)	3,66± 0.08	Max 4%	/
Densité	1,030±0,00	/	Max 1,035
MG(%)	0,00±0,00	/	Max 0,5
Acidité titrable (D°)	13,50±2,12	Max 15°D	/
Test de fermentation	Positif	/	Positif

MG : Matière grasse,

D'après les résultats obtenus dans le tableau X : Les paramètres analysés suivants (pH, MG et la densité) sont conformes aux normes internes du laboratoire « Labo Benyahia » (**voir annexe V**).

Le taux d'humidité et l'acidité titrable de la poudre de lait 0% MG concordent avec les normes exigées (**l'arrêté interministériel du 02 avril 2000, JORA N°19**). L'acidité du lait est un bon indice pour évaluer sa qualité microbiologique et le respect de la chaîne de froid (**Lamontagne et al., 2002**).

Le résultat positif obtenu pour le test de fermentation indique une absence des inhibiteurs de l'activité des ferments lactiques, selon les normes internes du laboratoire d'analyses.

1.2. Lait de vache

Le tableau XI : résume les résultats des analyses physico-chimiques effectuées sur le lait de vache.

Tableau XI : Résultats des analyses physico-chimiques du lait de vache.

Paramètre	Résultats	Norme JORA1998
PH	6,62±0,16	6,60 – 6,80
Acidité (D°)	17,50±0,71	Max 18
EST (%)	12,20±0,00	12 – 13
MG (%)	3,42±0,23	Min 3,3
Densité	1,030±0,00	1,028-1,032

EST: Extrait sec, MG : Matière grasse.

D'après les résultats obtenus dans le tableau XI : Les paramètres analysés (pH, acidité, EST, MG et, densité) sont conformes aux normes de **JORA, (1998)**. Le pH et l'acidité sont les deux paramètres clés contrôlés dans le lait cru à chaque réception.

1.3. Crème fraîche

Les résultats des analyses physico-chimiques effectuées sur la crème fraîche sont illustrés dans le tableau XII.

Tableau XII : Résultats des analyses physico-chimiques de la crème fraîche.

Paramètre	Résultats	Norme interne
pH	4,58±0,11	4,50 – 5,50
Acidité °D	34,00±1,41	Min 30 Max 35°D
EST (%)	37,61±0,56	Min 35 Max 40 %
MG (%)	34,00±0,00	Min 30 Max 40%

EST : Extrait sec, MG : matière grasse.

L'ensemble des résultats obtenus dans le tableau XII sont conformes aux normes internes fixées par le laboratoire "Labo Benyahia "(voire annexe VI).

1.4. Eau de process

Les résultats des analyses physico-chimiques effectuées sur l'eau de process sont présentés dans le **tableau** suivant :

Tableau XIII : Résultats des analyses physico-chimiques de l'eau de process.

Paramètre	Résultats	Norme NA 6360-199
pH	7,92±0,02	6,5 à 8,5
Conductivité (µS/cm)	522,50±0,71	2800
TDS (mg/l)	258,75±3,89	/
Salinité (ppt)	0,85±0,07	/
Résistivité (MΩ/cm)	0,002±0,001	/

TDS : Taux des sels dissous

L'eau ayant fait l'objet du contrôle est conforme par rapport à la norme de potabilité (NA 6360-199).

1.5. Ail et persil

Les résultats des analyses physico-chimiques effectuées sur l'ail et le persil sont présentés dans le **tableau XIV**.

Le Tableau XIV : résultats des analyses physico-chimiques effectuées sur l'ail et le persil.

Paramètre	Ail	Persil	Norme interne	
			Ail	Persil
PH	5,75±0,03	5,99±0,01	5,70 à 5,78	Min 5,90 – Max 6,02
EST (%)	39,70±0,23	22,85±0,14	Min 40-max 45	Min 23- Max 23,85
Cendre (%)	2,50±0,02	9,85±0,07	2,65 à 2,85	9,90 à 10
Humidité (%)	60,30±0,42	77,15±0,49	60 à 70 %	70 à 79%

EST= Extrait sec.

D'après les résultats obtenus dans le **tableau XIV** :

- **pH** : Le pH de l'ail et du persil sont conformes selon les normes du laboratoire "Labo Benyahia "(voire annexe VII et VIII).
- **Humidité**: Les teneurs trouvées pour les deux plantes sont voisines $60,30 \pm 0,42\%$ et $77,15 \pm 0,49\%$ pour *Allium sativum* et *Petroselinum sativum* respectivement, cette dernière est proche de celles trouvées par **Munné-Potca et Alefre (2006)** qui est $79,9\%$. Les résultats obtenus pour l'espèce *Allium sativum* sont en accord avec ceux établis par le **(JO de l'Union européenne du 17.12.2020)** qui confirment la richesse de cette plante en eau.
- **La teneur en extrait sec et en cendre** sont conforme selon les normes fixées par le laboratoire "Labo Benyahia" (voir annexe VII et VIII).

2. Teneurs en composée phénolique

Les résultats des dosages des antioxydants dans l'ail et le persil sont présentés dans le tableau XV

Tableau XV : Résultats des teneurs en antioxydants dans l'ail et le persil

Composé	Ail	Persil
Composés Phénoliques (mgEAG/100g MF)	$23,93 \pm 2,8^{a,b}$	$30,41 \pm 4,5^a$

Les valeurs portant les lettres différentes sont différentes significativement ($P \leq 0,05$).

2.1. Teneur en composé phénoliques totaux (CPT)

La teneur en polyphénols des feuilles fraîches de *Petroselinum sativum* est de ($30,41$ mg EAG/100g MF), la valeur trouvé par la présente étude est moins que celle cité par **Wong et Kitts (2006)** qui est de ($89,3$ mg EAG/100gMF) . Cela est dû peut-être au type de variété, aux conditions de culture et la saison. La teneur en polyphénols de *Allium sativum* est de ($23,93$ mg EAG/100g MF).

2.2 Activités antioxydante et anti radicalaire

➤ **Activité anti radicalaire (DPPH):**

Ce test du pouvoir anti radicalaire est très utilisé pour évaluer l'activité antioxydante dans les systèmes biologiques (**Molyneux, 2004**).

Les concentrations en mg équivalent acide ascorbique et quercetine de l'activité anti radicalaire pour l'ai et le persil sont présenté dans le tableau XVI.

Tableau XVI : Résultats de l'activité anti radicalaire pour l'ail et le persil

Echantillons	Mg/ml eq A.scorbique	Mg/ml eq quercetine
Persil	1,91	0,17
Ail	1,97	0,21

D'après les résultats obtenus dans le tableau XVI : montre que l'extrait de l'ail (*Allium sativum*) en mg équivalent acide ascorbique et quercetine est (1,91mg/ml et 0,17mg/ml) équivalent acide ascorbique quercetine est légèrement plus fort comparé a celle persil (*Petroselinum sativum*) qui est de (1,97mg/ml et 0.21mg/ml) equivalen acide ascorbique et quercetine. Cela prouve que l'espèce *Allium sativum*. Possède le pouvoir inhibiteur au radical DPPH• plus fort par rapport au *Petroselinum sativum*.

➤ Teste de molybdate

Les concentrations en mg équivalent acide ascorbique et quercetine de l'activité anti radicalaire pour les extraits de l'ail et le persil sont présenté dans le tableau XVII

Tableau XVII: Résultats de l'activité anti radicalaire pour les extraits de l'ail et le persil

Echantillons	Mg/ml eq A. ascorbique	Mg/ml eq quercetine
Persil	9,20	7,67
Ail	9,53	7,94

D'après les résultats obtenus par le tableau XVII : nous constatant que la capacité antioxydante du persil en mg équivalent acide ascorbique et quercetine est de (9,20 mg/ml et 7.67mg/ml) en eq acide ascorbique et quercetine qui est plus faible que celle de l'ail qui est de (9,53mg/ml et 7,94mg/ml) en en eq acide ascorbique et quercetine, donc le persil a une meilleure activité antioxydante que l'ail avec une différence significative à $P \leq 0,05$.

3. Analyses microbiologiques

L'analyse microbiologique est indispensable pour assurer au produit, une bonne qualité et une bonne conservabilité (Guiraud, 2003).

3.1. Eau de process

Les résultats des analyses microbiologiques effectuées sur l'eau de process sont présentés dans le Tableau XVIII.

Tableau XVIII : Résultats des analyses microbiologiques de l'eau de process.

Analyses	Résultat	Norme	Réf. Méthodes
Germes revivifiables à 22°C/ml	5	< 100	ISO 6222
Germes revivifiables à 37°C/ml	1	<10	ISO 6222
Coliformes totaux/100 ml	Abs	<10	ISO 93081 : 2000
Coliformes thermotolérants/100 ml	Abs	Abs	ISO 93081 : 2000
Streptocoques fécaux/100ml	Abs	Abs	ISO 7899-2
Clostridium sulfitoréducteur 46°C/20ml	Abs	Abs	ISO 6461-1
Clostridium sulfitoréducteur 46°C/1ml	Abs	Abs	ISO 6461-1

On remarque une absence totale des germes contaminants coliformes totaux, fécaux et les streptocoques ainsi que les Clostridium sulfitoréducteurs germe tellurique. Pour cela, on a conclu que notre eau de process analysée est conforme à la norme de potabilité de l'eau NA.

L'apparition de 06 colonies dans l'échantillon analysé au cours de la recherche des germes aérobies revivifiables pourrait être due au mode de prélèvement d'eau (le flacon et le manipulateur).

3.2. Ail et persil

Les résultats des analyses microbiologiques effectuées sur l'ail et persil sont illustrés dans le Tableau XIX.

Tableau XIX : Résultats des analyses microbiologiques de l'ail et persil

Analyses	Résultat 1	Résultat 2	Résultat 3	Résultat 4	Résultat 5	Norme	Réf. Méthodes
Escherichia coli/1g	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10^2	ISO 16654
Levures	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10^5	ISO 7954
Moisissures	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10^5	ISO 7954
Salmonella	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	ISO 6579

D'après les résultats indiqués dans le tableau XIX et suivant les normes européennes des plantes aromatiques, On observe une absence totale des germes recherchés (Escherichia coli/, Levures Moisissures et les Salmonelles). Cette absence peut être expliquée par les bonnes conditions et les mesures de sécurité hygiénique suivies par l'analyste.

4. Analyses physico chimiques des fromages frais élaborés

Les résultats des analyses physico-chimiques effectuées sur les fromages frais élaborés et sont illustrés dans le tableau XXI.

Tableau XXI: Résultats des analyses physico-chimiques de fromage frais élaborés.

Paramètre	Fromage Frais (T)	Fromage enrichis (A)	Fromage enrichis (B)	Fromage enrichis (C)
PH	4,52±0,03 ^a	4,25±0,04 ^b	4,24±0,02 ^b	4,14±0,06 ^b
Acidité (D°)	11,50±0,71 ^a	11,50±0,71 ^a	12,50±0,71 ^a	14,00±1,41 ^a
EST (%)	22,76±1,22 ^a	19,29±7,08 ^a	23,15±2,04 ^a	21,23±0,42 ^a
MG (%)	10,03±0,04 ^a	10,01±0,01 ^a	10,00±0,00 ^a	10,02±0,02 ^a
Teneur en protéine (%)	11,22±0,01 ^a	10,94±0,48 ^a	10,83±0,25 ^a	10,81±0,16 ^a

MG= matière grasse, EST= Extrait sec. Les valeurs portant les mêmes lettres ne présentent aucune différence significative ($a < b$) à $P \leq 0,05$.

Selon les résultats obtenus pour le pH on remarque une légère diminution pour les fromages frais enrichis (A) et (B) par rapport au fromage frais (T), pour le fromage frais enrichis (C) on observe une diminution importante par rapport au fromage (T).

Pour l'acidité on remarque que : les résultats de l'échantillon (T) et (A) reste constant, par contre on remarque une légère augmentation pour l'échantillon (B).

Concernant l'échantillon (C) on observe une importante augmentation de l'acidité.

4.1. Teneurs en antioxydants des fromages élaborés

Les résultats des dosages des antioxydants dans le fromage frais et les fromages enrichi (A,B et C) sont présentés dans le tableau XXII.

Tableau XXII : Résultats des teneurs en antioxydants dans le fromage frais (T), et le fromage enrichi (A, B et C).

Composé	Fromage frais T	Fromage enrichi A	Fromage enrichi B	Fromage enrichi C
Composés Phénoliques (mgEAG/100g MF)	5,75±0,81 ^d	8,50±4,38 ^{c,d}	14,26±2,08 ^{b,c,d}	18,09±6,02 ^{b,c}

Les valeurs portant les mêmes lettres ne présentent aucune différence significative ($P < 0,05$).

Les résultats de la teneur en CPT des extraits étudiée de fromage frais , fromage enrichi (A,B et C) sont reportés dans le (tableau XXII). L'analyse de la variance ANOVA au seuil de signification 5%, à révélé une différence significative entre les échantillons de fromage enrichis par rapport au fromage témoin. La teneur en CPT de l'extrait de fromage frais est de (5,75 mg EAG/100g MF), alors que celle de fromage enrichi (A ,B et C) respectivement est de (8,50 mg EAG/100g MF) , (14,26 mg EAG/100g MF) et (18,09 mg EAG/100g MF). Les teneurs en polyphénols augmentent au fur et à mesure de l'augmentation du pourcentage des plantes incorporées dans le fromage.

4.2. Activités anti radicalaire (DPPH) :

Les concentrations en mg équivalent acide ascorbique et quercetine de l'activité anti radicalaire des fromages témoin et enrichis (A, B et C) sont présenté sur la figure 12.

D'après les résultats obtenus dans la figures 12 des concentrations en mg/ eq acide ascorbique et quercetine des fromages témoin et enrichis en (ail et persil) à différentes concentration nous constatons que le meilleur résultat est enregistré pour le fromage enrichis (C) ceci dit qu'il possède une meilleure activité.

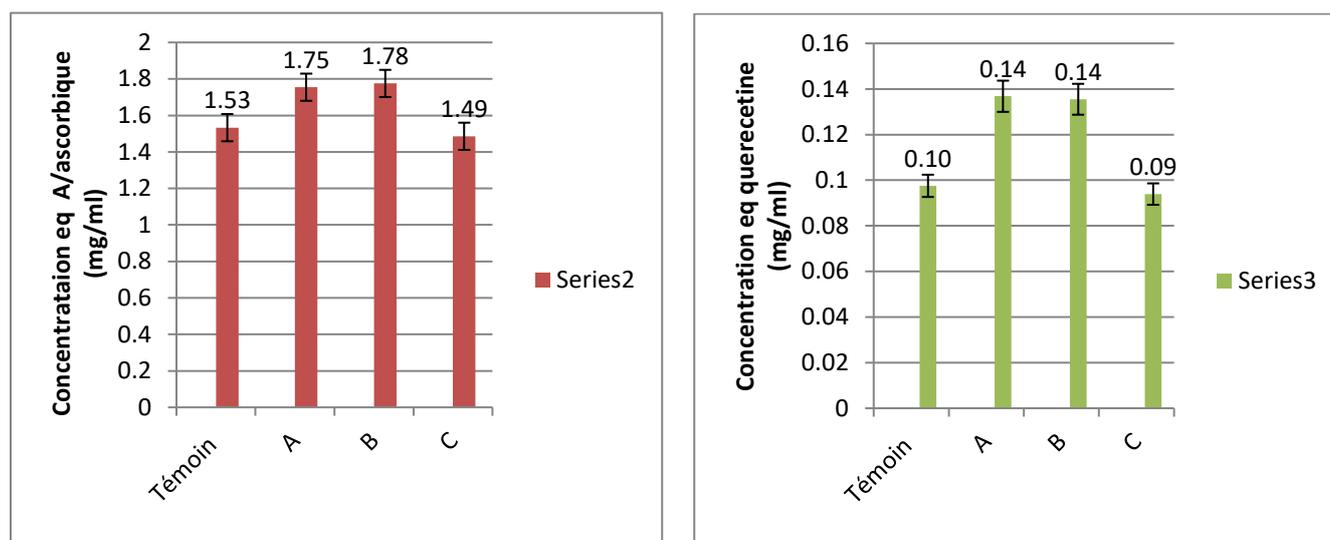


Figure12: L'activité anti radicalaire des fromages témoin et enrichis (A, B et C).

5. Analyses microbiologiques des fromages frais élaborés

Les résultats des analyses microbiologiques effectuées sur fromage frais et le fromage enrichi (A, B et C) sont illustrés dans le tableau XXIII.

Tableau XXIII : Résultats d'analyses microbiologiques du fromage frais et du fromage enrichis A, B et C

Détermination	Résultat 1	Résultat 2	Résultat 3	Résultat 4	Résultat 5	Norme	Réf. Méthodes
Coliformes	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10	N°10.95.56
Coliformes fécaux	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	1	N°10.95.56
Staphylococcus aureus	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10	J.O-N°70.art 11.09.2004
Germes aérobies à 30°C	<10 ²	10²	ISO 4833				
Salmonella	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs/25g	ISO 6579
Listeria monocytogenes	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10²	N°10.95.80
Levures	<10 ²	<10²	ISO 6611: 2004 FIL 94				
Moisissures	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	ISO 6611: 2004 FIL 94

En vu des résultats des analyses microbiologiques présentés dans le Tableau XXIII sur les différents échantillons de fromage frais (T) et enrichi (A, B et C), nous constatons une absence totale des germes recherchés (Coliformes, coliforme fécaux, *Staphylococcus aureus*, *Salmonelle*, *Listeria monocytogenes* et les moisissures), Ceci pourrait être expliqué par l'efficacité du traitement thermique qui a permis la destruction total de ses microorganismes ainsi que la bonne qualité microbiologique.

On observe une petite contamination des levures et des germes aérobies dans l'échantillon analysé qui n'influence pas sur la salubrité du produit, cela pourrait être dû à une mauvaise manipulation à savoir l'utilisation d'un matériel non stérile.

On conclut que notre produit fini (fromage frais enrichis à différentes concentrations) de qualité microbiologique satisfaisante selon (**l'arrêté interministériel du 04 octobre 2016 paru dans le JORA n°93**).

6. Analyse sensorielle

6.1. Caractérisation des produits

Ce test permet de caractériser rapidement les échantillons en fonction des préférences des juges, donc il s'agit d'identifier les descripteurs qui discriminent le mieux les produits et de déterminer les caractéristiques importantes de ces derniers dans le cadre de l'analyse sensorielle (**Husson et al., 2009**).

6.1.1. Pouvoir discriminant par descripteur

Ce test permet d'afficher les descripteurs ordonnés de celui qui a le plus fort et le plus faible pouvoir discriminant.

La figure 13 présente le pouvoir discriminant par descripteur pour les jurys experts.

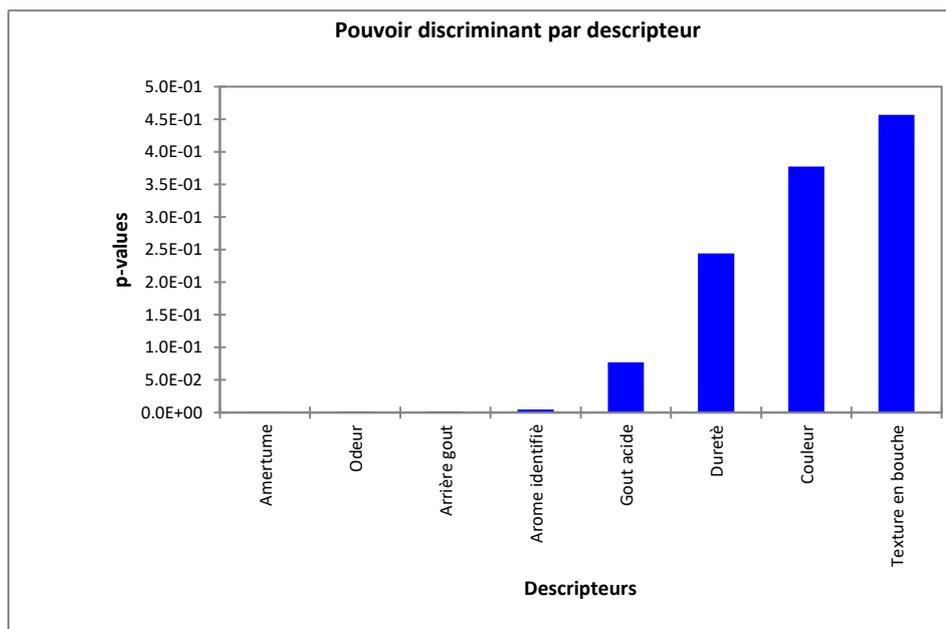


Figure 13 : Pouvoir discriminant par le descripteur des experts.

Discussion :

Les sujets experts la figure 13 montre que les descripteurs les plus discriminants sont : l'amertume, l'odeur l'arrière gout et l'arome identifié. Cela signifie que les experts ont constaté des divergences au niveau de ces descripteurs pour les trois échantillons, fromage témoin et le fromage élaboré a l'ail et au persil. Ce qui signifie la réussite du procédé de fabrication adopté. Les critères moyennement discriminants sont le goût, suivi de la dureté. Cependant la couleur et la texture en bouche ne sont pas discriminants. Ce qui explique que les experts n'ont pas constaté de différences entre les deux échantillons au niveau de ces descripteurs.

6.2. Coefficients des modèles

Dans ce test sont affichés, pour chaque descripteur et pour chaque produit, les coefficients du modèle sélectionné. Les résultats sont présentés dans la figure 14 pour les sujets experts.

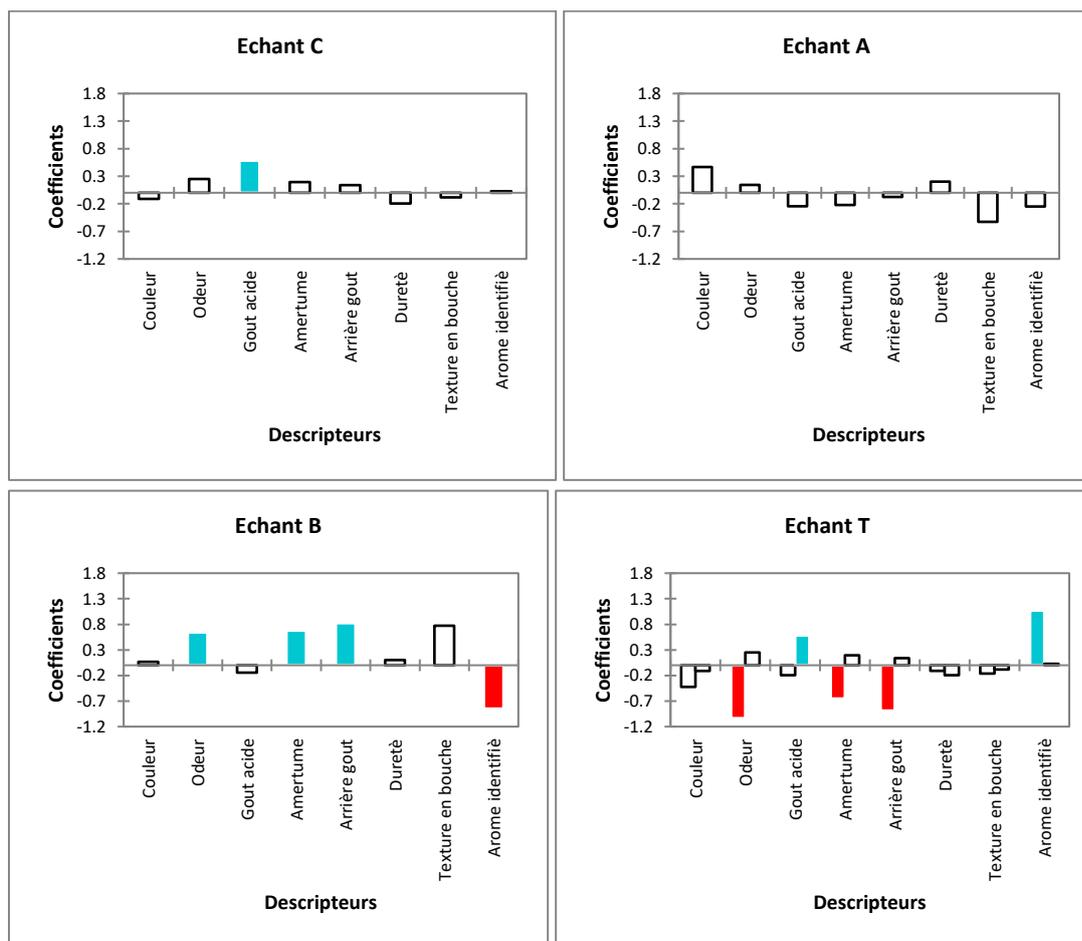


Figure 14 : Coefficients des modèles de trois échantillons et le témoin des sujets experts

Les graphes présentés sur la figure 14 permettent de définir l'appréciation ou le non appréciation des descripteurs des trois échantillons de fromage à l'ail et au persil, ainsi que le fromage témoin, et par les jurys experts. Les résultats sont notés comme suit :

- Bleu : les coefficients dont les caractéristiques sont significativement positives,
- Rouge : les coefficients dont les caractéristiques sont significativement négatives,
- Blanc : les coefficients dont les caractéristiques ne sont pas significatives.

Discussion :

Les graphiques de la figure précédente permettent de définir l'appréciation ou le non appréciation des descripteurs les trois échantillons de fromage élaboré A, B, C et l'échantillon témoin par les jurys experts.

- **L'échantillon A** : la figure illustre en blanc, nous montre que les membres de jury n'ont pas arrivés à détecter les caractéristiques du produit.
- **L'échantillon B** : la figure illustre que l'odeur, l'amertume et l'arrière-gout sont présentés en bleu, ces caractéristiques détectées de la part des membres de jurys, c'est-à-dire que le descripteur odeur, amertume ainsi que l'arrière-gout de l'échantillon B sont appréciés par l'ensemble des jurys experts. En blanc, sont affichées les caractéristiques du produit qui ne sont pas détectées par les jurys, et en rouge est affiché l'arôme identifié qui n'est pas apprécié par les membres de jurys.
- **L'échantillon C** : la figure illustre que le goût acide, présenté en bleu, est la seule caractéristique détectée de la part des membres de jurys, c'est-à-dire que le descripteur de l'échantillon A est apprécié par l'ensemble des jurys experts. En blanc, sont affichées les caractéristiques du produit qui ne sont pas détectées par les jurys. Donc en résumé, le fromage élaboré A est caractérisé par un goût acide agréable et marqué.
- **L'échantillon T** : la figure illustre que l'odeur, l'amertume et l'arrière-gout sont présentés en rouge, ces caractéristiques détectées de la part des membres de jurys, c'est-à-dire que le descripteur odeur, amertume ainsi que l'arrière-gout de l'échantillon T ne sont pas appréciés par l'ensemble des jurys experts. En blanc, sont affichées les caractéristiques du produit qui ne sont pas détectées par les jurys, et en bleu sont affichés l'arôme identifié et le goût acide qui sont appréciés par les membres de jurys.

6.3. Moyennes ajustées par produit :

L'objectif de ce test est de définir : les moyennes ajustées calculées à partir du modèle pour chaque combinaison descripteur-produit.

a. Résultats :

Les résultats des moyennes ajustées par produit sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau XXIV : Moyennes ajustées par produit

	Arome identifié	Gout acide	Dureté	Texture en bouche	Couleur	Amertume	Odeur	Arrière gout
Echant T	4,419	3,050	1,788	3,164	2,010	0,969	1,921	1,288
Echant C	3,377	3,828	1,703	3,244	2,322	1,816	3,207	2,315
Echant A	3,100	3,000	2,100	2,800	2,900	1,400	3,100	2,100
Echant B	2,500	3,100	2,000	4,100	2,500	2,300	3,600	3,000

Discussion :

Le tableau des moyennes ajustées par produit permet de ressortir les moyennes lorsque l'on croise les différents produits et les caractéristiques.

Les couleurs correspondent, pour le bleu, à un effet significativement positif du descripteur sur le produit et, pour le rouge, à un effet significativement négatif du descripteur sur le produit.

Les résultats sont affichés comme suit :

- Pour le fromage élaboré A, nous remarquons que le descripteur na aucun effet ni significativement positif ni un effet significativement négatif sur les produits.
- Concernant le fromage élaboré B, le descripteur odeur, amertume et l'arrière gout on un effet significativement positif sur le produit, par contre le descripteur arome a un effet significativement négatif sur le produit.
- Le fromage C élaboré, nous remarquons que le descripteur gout acide a un effet significativement positif sur le produit.
- Le fromage témoin T, le descripteur odeur, amertume et l'arrière gout on un effet significativement négatif sur le produit, par contre le descripteur arome a un effet significativement positif sur le produit.

6.4. Préférence MAPPING (Cartographie des préférences) :

Cette méthode permet de relier les préférences exprimées par les consommateurs aux caractéristiques physico-chimiques, sensorielles ou économiques des produits. Cette approche est essentielle car ce n'est que sur cette base que les équipes marketing pourront adapter les produits aux goûts des consommateurs. La préférence MAPPING permet de visualiser sur une même représentation graphique (en deux ou trois dimensions) d'une part des objets, et d'autre part des indications montrant le niveau de préférence de des consommateurs en certains points de l'espace de représentation.

N.B : Les données utilisées, sont celles des jurys experts pour l'ACP, Les notes moyennes données par les experts pour chaque attribut étudié pour effectuer une analyse en Composante Principale (ACP).

6.4.1. Analyse en composantes principales (ACP) :

L'ACP est l'une des méthodes d'analyse de données multi variées les plus utilisées dès lors que l'on dispose d'un tableau de données quantitatives (continues ou discrètes) dans lequel les observations (des individus, des produits, ...) sont décrites par p variables (des descripteurs, attributs, mesures, ...). Si p est assez élevé, il est impossible d'appréhender la structure des données et la proximité entre les observations (Jolliffe, 2002).

La carte ci-dessous présente les corrélations entre les variables et les facteurs par l'ACP

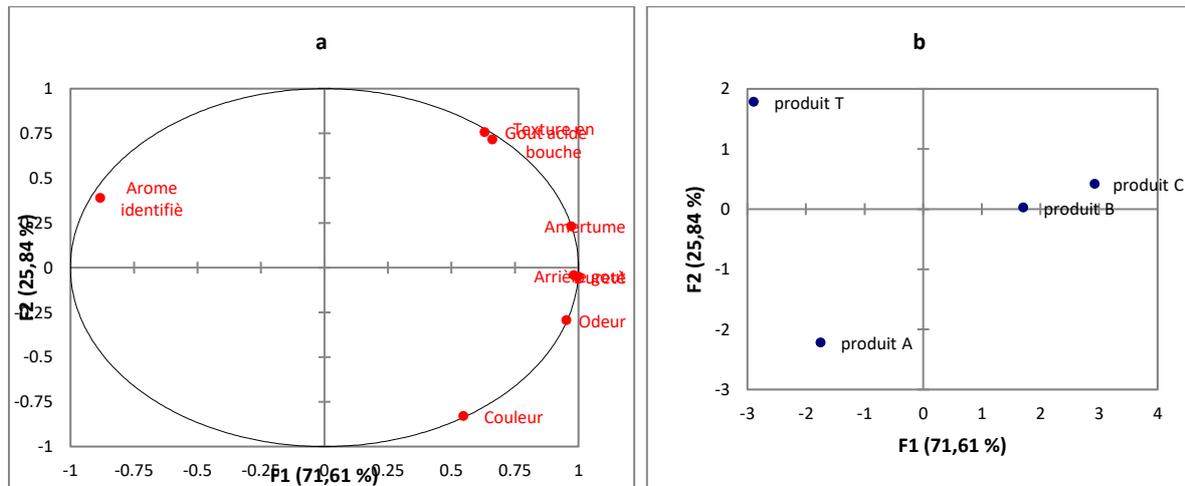


Figure 15 : Corrélations entre les variables (a) et les facteurs (b)

La figure 15 montre que pratiquement les descripteurs sont présentés dans le cercle, Cela permet de constater que tous échantillons de fromage témoin et de fromage élaboré sont perçus par les experts comme assez différents.

6.4.2. Synthèse de mapping des préférences :

Les classifications des objets par ordre croissant de la préférence sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau XXV : Objets classés par ordre croissant de préférence

Objet	%
produit A	88%
produit T	38%
Produit B	25%
produit C	25%

Le tableau XXV Correspond à la classification des objets par ordre croissant de la préférence des échantillons pour chaque juge.

Le tableau XXV montre que le produit A possède le pourcentage le plus élevé qui est de (88%), Cela montre que les juges apprécient le produit A ou le pourcentage du persil est plus élevé que celui de l'aile, ensuite en 2^{ème} position le fromage témoin qui est de 38%, puis on à les produits B et C qui sont égaux.

Notre stage qui a été réalisé au niveau de l'Eurl « CONTRA 2P », nous a permis de développer et de mettre en pratique les connaissances acquises pendant notre cycle d'étude.

La présente étude a pour but d'enrichir le fromage frais avec deux plantes aromatiques, en l'occurrence : *Allium sativum* et *Petroselinum sativum* ; dont le but est d'améliorer ses qualités nutritionnelles et organoleptiques. Pour cela, un ensemble d'analyse (physico-chimique, microbiologique et phyto-chimique) a été effectué.

Les résultats des analyses physico-chimiques effectuées sur les matières premières ainsi que le fromage élaboré montrent que ces derniers sont conformes aux normes en vigueur. Ce qui révèle d'une part la bonne qualité des matières premières, et d'autre part la maîtrise du process de fabrication.

Les résultats des analyses microbiologiques sont également conformes aux normes, indiquant le respect des bonnes pratiques d'hygiène et de fabrication. Ce qui mène à déduire que l'incorporation de l'ail et persil n'a pas influencé sur la qualité hygiénique du fromage frais.

L'étude phyto-chimique a montré que l'extrait de La teneur en polyphénols des feuilles fraîches de *Petroselinum sativum* et de *Allium sativum* est de (30,41 mg EAG/100g MF) et (23,93 mg EAG/100g MF) respectivement. Les fromages enrichis avec les deux plantes étudiées renferment des quantités en polyphénols plus importantes que le fromage témoin.

Les résultats de la présente étude restent préliminaires. Il serait donc intéressant d'approfondir cette étude par :

- La possibilité d'enrichir d'autres types de fromages et d'autres produits laitiers avec ces deux plantes.
- L'étude des propriétés rhéologiques et structurales du fromage.
- L'incorporation des huiles essentielles du persil dans le fromage pourra être envisagé.
- Chercher la bonne concentration en échantillon.
- Une analyse sensorielle pour évaluer sur acceptabilité par le consommateur.

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction..... 1

Chapitre I: Ail et Persil

1. L'ail « *Allium sativum L* » 2

 1.1. Description et systématique..... 2

 1.2. Habitat et culture 3

 1.3. Composition chimique et valeur nutritionnelle 3

 1.4. Les composées phénoliques de l'ail 3

 1.5. Usages de la plante..... 4

 1.5.1. Usage médical 4

 1.5.2. Usage alimentaire..... 4

2. Le Persil « *Petroselinum sativum* »:..... 4

 2.1. Description et systématique :..... 4

 2.2. Distribution géographique 5

 2.3. Composition chimique et valeur nutritionnelle 5

 2.4. Usage de *Petroselinum sativum* 6

 1.2.5.1. Usage médical 6

 2.5.2. Usage alimentaire..... 6

Chapitre II: Généralités sur les fromages

1. Les fromages..... 7

 1.1. Origine et historique..... 7

 1.2. Définition du fromage 7

 1.3. La production du fromage aux niveaux mondial et national 9

 1.4. Les types de fromage 10

 1.5. Fromage Frais 14

 1.5.1. Définition 14

 1.5.2. Types de fromage frais 14

 1.6. Composition et valeur nutritionnelle des fromages frais..... 15

1.7. Elaboration du fromage.....	16
1.8. Procédés de fabrication.....	16
1.8.1 Coagulation.....	16
1.8.1.1 Coagulation par voie enzymatique.....	17
1.8.1.2 Coagulation par voie acide.....	17
1.8.2 Egouttage.....	17
1.8.3 Moulage.....	18
1.8.4 Salage.....	18
Partie pratique: Matériel et méthodes	
1. Mise en situation.....	20
2. Matériel végétal.....	20
2.1. Echantillonnage.....	20
2.2. Traitement des échantillons (Ail et Persil).....	20
3. Analyses physico-chimiques des matières premières.....	20
3.1. L'eau de process.....	20
3.2. Lait de vache, la poudre de lait et la crème fraîche.....	21
3.3. Matière grasse du lait.....	21
3.4. Densité du lait de vache et de la poudre de lait.....	21
3.5. Test de fermentation.....	22
3.6. Ail et persil.....	22
4. Analyses microbiologiques.....	23
5. Elaboration et formulation du fromage frais.....	24
5.1. Local de production.....	24
5.2. Préparation du fromage frais.....	24
5.3. Préparation du fromage frais enrichi en ail et persil.....	24
6. Analyses physico-chimiques du fromage frais élaboré et du fromage enrichi (en ail et persil).....	24
6.1. Taux de NaCl.....	26
6.2. Teneur en protéines.....	26
7. Détermination de la teneur en composés phénoliques totaux (CPT).....	27
7.1. Extraction.....	27
8. Évaluation des activités antioxydantes.....	27

8.1. Activité anti radicalaire (DPPH)	27
8.2. Test de molybdate.....	28
9. Analyses microbiologiques du fromage frais élaboré et du fromage enrichi	28
9.1. Le Transport de l'échantillon.....	28
9.1.1. Préparation des dilutions	28
9.1.2. Dénombrement des germes.....	28
Partie expérimentale: résultats et discussion	
1. Analyses physico-chimiques des matières premières.....	31
1.1. Poudre de lait	31
1.2. Lait de vache.....	31
1.3. Crème fraîche	32
1.4. Eau de process.....	32
1.5. Ail et persil.....	33
2. Teneurs en composée phénolique	34
2.1. Teneur en composé phénoliques totaux (CPT)	34
2.2 Activités antioxydante et anti radicalaire.....	34
3. Analyses microbiologiques	35
3.1. Eau de process.....	35
3.2. Ail et persil.....	36
4. Analyses physico chimiques des fromages frais élaborés.....	37
4.1. Teneurs en antioxydants des fromages élaborés.....	38
4.2. Activités anti radicalaire (DPPH).....	38
5. Analyses microbiologiques des fromages frais élaborés.....	39
6. Analyse sensorielle.....	40
6.1. Caractérisation des produits.....	40 :
6.1.1. Pouvoir discriminant par descripteur.....	40
6.2. Coefficients des modèles.....	41
6.3. Moyennes ajustées par produit.....	43
6.4. Préférence MAPPING (Cartographie des préférences).....	44
6.4.1. Analyse en composantes principales (ACP).....	44

6.4.2. Synthèse de mapping des préférences.....45

Conclusion.....46

Références bibliographiques

Annexes

Référence

A

- ❖ **Abi Azar Rania. (2007).** Complexation des protéines laitières par les extraits de gousses vertes de caroubier Propriétés technologiques des coagulums obtenus. These de Doctorat. Agroparistech école doctorale abies. P 152 alimentaires .Paris: Ed: Dunod, 1980. PP127-128.ISBN : 2000 200 11 20.
- ❖ **Ait Abdelouahab N. (2001).** Microbiologie alimentaire. Edition : Office Des Publications Universitaires. Ben-Aknoun. Alger. 147p.
- ❖ **Ait Abdelouahab N, (2001).**Microbiologie alimentaire. Alger : Office des publications♣ Universitaires, 129p.
- ❖ **Amarti F., El Ajjouri M., Ghanmi M., Satrani B., Aafi A., Farah A., Khia A., GuediraA., Rahouti M., et Chaouch A. (2011).** Composition chimique, activité antimicrobienne et antioxydante de l'huile essentielle de Thymus zygis du Maroc.
- ❖ **Amimour, M. (2019).** Essais d'optimisation des procédés de fabrication des fromages traditionnels de qualité (J'ben). Thèse de doctorat. Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem.121p.
- ❖ Anonyme 1 : https://www.gastronomiac.com/cpt_produits_ingre/pate-molle-a-croute-fleurie/
- ❖ Anonyme 2 : <https://www.laboitedufromager.com/les-fromages-a-pate-molle-a-croute-lavee/>
- ❖ Anonyme 3 : <http://www.androuet.com/Les-fromages-%C3%A0-p%C3%A2tes-press%C3%A9es-non-cuites-22-guide-fromage.html>
- ❖ Anonyme 4 : <https://cuisine.journaldesfemmes.fr/encyclopedie-produits/2773997-fromages-a-pate-pressee-cuite/>
- ❖ Anonyme 5 : <https://www.papillesetpupilles.fr/2014/02/les-fromages-a-pate-persillee.html/>
- ❖ Anonyme 6 : <https://www.silverson.fr/fr/mediatheque/rapports-dapplication/fabrication-de-fromage-fondu>
- ❖ Anonyme 7 : <https://fromagesduquebec.qc.ca/fr/fromages/lait-de-chevre>
- ❖ Anonyme8 :<https://cuisine.journaldesfemmes.fr/encyclopedie-produits/2722487-fromage-frais/>

B

- ❖ **Beerens H et Luquet F.M. (1987).** Guide pratique d'analyse microbiologique des laits et des produits laitiers. Ed. Tec et Doc, Lavoisier. Paris. 144 p.
- ❖ **Brand-Williams, W., M.-E. Cuvelier. (1995).** Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity.LWT-Food science and Technology 281, 25-30.

Référence

C

- ❖ **Céline Ghesquire. (2016).** Les bienfaits de l'ail dans les maladies cardiovasculaires. Thèse de doctorat : Pharmacie. Université Picardie Jules Verne, p37-47.
- ❖ **Cniel, Fao.** Centre national interprofessionnel de l'économie laitière, 2019.FAO (1995). Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Collection FAO: Alimentation et nutrition n°28.
- ❖ **Cronquist. ,1981.** Alpha-tocopherol: rôles in prevention and therapy of human disease. Biomed Pharmacother.

D

- ❖ **David V et Forte R. (1998).** Guide nationale des bonnes pratiques en production fromagères fermiers. 2 éd. Institut de l'élevage. Paris. 135p.
- ❖ **Douaouya Lilia. (2017).** Investigation phytochimique et étude des activités biologiques d'une variété locale de l'Allium sativum.L. Thèse de doctorat : Biochimie appliquée. Université Annaba, p 2-26-27-28.
- ❖ **Duke J. A hand boo of medical herbCRC Press Inc (1995),** 198-199.

E

- ❖ **Eck et Gillis J.C, (2006).** Le fromage, Lavoisier, 3eme Edition, Paris. P.874.
- ❖ **ELEC, (2015).**Economie laitière en chiffre. Editeur : centre national interprofessionnel de l'économie laitière (CNIEL), 15. P184.

G

- ❖ **Galzy, Pierre.** Microbiologie alimentaire. L'analyse microbiologique dans les industries
- ❖ **Guegen L., 1979.** Cah. Nutr. Diét., 14, 213-217).
- ❖ **Guiraud J.P, (2003).** Microbiologie alimentaire. Tec & Doc, Dunod. Paris. P 90-92.

H

- ❖ **Harbutt Juliet. (2010).** Le grand livre des fromages. Éditions Milan. Toulouse: 352p
- ❖ **HUSSON F., PAGÈS J. (2009).** SensoMiner dans Evaluation sensorielle - Manuelméthodologique, 3^{ème} éd. Lavoisier, vol. 23, p. 16.

I

Référence

- ❖ **ISO 2446-1976** La Norme Internationale ISO 2446 a été établie par le Comité Technique ISO/TC 34, Produits agricoles alimentaires, et a été soumise aux Comités Membres en juin 1975.

J

- ❖ **Jeantet R, Croguennec T, Mahaut M, Schuck P, Brule G. (2008).** Les produits laitiers. 2eme Ed tec et doc, Lavoisier. p 185.
- ❖ **JORA. 1998 :** Journal Officiel de la République Algérienne N° 86 du 18-11-1998
- ❖ **JOLLIFFE I.T. (2002).** Principal Component Analysis, 2^{ème} éd. Springer, New York,p. 13-18.
- ❖ **Journal officiel de l'Union européenne du 17.12.2020.**

K

- ❖ **Kuete V. Chapter 15 - Allium sativum. In: Kuete V, éditeur. Medicinal Spices and Vegetables from Africa [Internet]. Academic Press; 2017. p. 363-77.** Disponible sur: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128092866000157>.

L

- ❖ **Lamontagne, M., Champagne, C.P., Reitz-Asseur, J., Moineau, S., Grandier, N., Lamoureux, M., Jean, J., Fliss, I., 2002.** Microbiologies du lait, in : Lapointe-Vignola, C.(Ed.), Science et technologie du lait : transformation du lait, Presses inter Polytechnique, Monterial, pp.75-99.
- ❖ **Lenoir J, Lamberet G, Schmidt JL et Tourneur C. (1985).** La main d'œuvre microbienne domine l'affinage des fromages. Rev laitFr, 444 :50-64 .
- ❖ **Luquet François-Marie, Corrieu Georges. (2005).** Bactéries lactiques et probiotiques, Collection Science & Technique Agro-alimentaire, Editions Tec & Doc. PP 3-7.
- ❖ **Le décret n° 88-1206 du 30 décembre 1988**
- ❖ **L'arrêté interministériel du 02 avril 2000, N°19.**
- ❖ **L'arrêté interministériel du 04 octobre 2016 paru dans le journal officiel n°93.**

M

- ❖ **M.I.A.A. (2015).** Le Marché des Industries Alimentaires en Algérie 15. L'essentiel de l'agroalimentaire et l'agriculture N°97 Novembre / Décembre 2015.
- ❖ **Max. Wichd. & Bbert. (2003).** Plantes thérapeutiques : Tradition, pratique officinale, science et thérapeutique. Tec & Doc. Lavoisier. Paris, p19-2

Référence

- ❖ **Mohammad Hosein Farzaei, Zahra Abbasabadi, Mohammad Reza Shams Ardekani, Roja Rahimi, Fatemeh Farzaei, (2013),** Parsley: a review of ethnopharmacology, phytochemistry and biological activities.
- ❖ **Molyneux, P. (2004).** "The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. Songklanakarin J. Sci. Technol 262, 211-219.

N

- ❖ **Negi, P., G. Jayaprakasha. (2003).** Antioxidant and antimutagenic activities of pomegranate peel extracts. Food Chemistry 803, 393-397.
- ❖ **NF V05-108,1970.** afnor association française de normalisation analyses physique et chimiques par SONIA AMARIGLIO.

P

- ❖ **Prieto, P., M. Pineda. (1999).** Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: specific application to the determination of vitamin E. Analytical biochemistry 269(2): 337-341.

Q

- ❖ **Qiu Z, Zheng Z, Zhang B, Sun-Waterhouse D, Qiao X.** Formation, nutritional value, and enhancement of characteristic components in black garlic: A review for maximizing the goodness to humans. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. mars 2020;19[2]:801-34 (61).
- ❖ **Québec Amérique, (2008).** La mini-encyclopédie des aliments. Edition illustrée. p552.

R

- ❖ **Richonnet Céline, (2015).** Caractéristiques nutritionnelles des fromages fondus. Edition Elsevier Masson., p 9.

S

- ❖ **St- Gelais D. et Tirard-Collet P. (2002).** Fromage; In : Vignola Carol L.: Science et technologie du lait. Transformation du lait. Presse internationale Polytechnique, Canada.

Référence

T

- ❖ **Talbi H., Boumaza A., El-mostafa K., TalbiJ. Et Hilali A. 2015.** Evaluation de l'activitéantioxydanteet la composition physico-chimique des extraitsméthanolique et aqueux de la *Nigella sativa* L. (Evaluation of antioxidant activity and physico-chemical composition of methanolic and aqueous extracts of *Nigella sativa* L. *Journal of Materials and Environmental Science*, 6(4): 1111-1117.

U

- ❖ **USDA.** (United States Department of Agriculture) Ferland G., Bertrand B., Potvin S. *Régime contrôlé en vitamine K.* Dans : Chagnon Decelles D., Daignault Gélinas M., Lavallée Côté L. et coll. *Manuel de Nutrition Clinique*, 3^e éd. Montréal, Ordre professionnel des diététistes du Québec, 2000.

V

- ❖ **Vignola. C., (2002).** Science et technologie du lait : transformation du lait, fondation de tecknologie laitière du quaébec 1,12,14,15, p.

W

- ❖ **Wichtel M et Auton R. (1999),** « Plantes thérapeutiques », Ed. Tec. & Doc. 405 - 409;35 - 37; 187 - 190.
- ❖ **Wichtl M & Anton R. (2003).** Plantes thérapeutiques : tradition, pratique officinale, science et thérapeutique. 2^eme édition, édition TEC et Doc, p523-524-525.
- ❖ **Wills et al., 1986 ; Simon et Quinn, 1988 ; Ozsoy- Sacan et al., 2006).**Composition chimique et valeurs nutritionnelles de *Petroselinum sativum*. Lavoisier. Paris.

Annexe I:

Broyeur électrique :



Annexe II:

Les Ferments :

Annexe III:

Généralité sur les paramètres physico-chimiques :

- 1. Le pH:** Par définition, le pH est une mesure de l'activité des ions H⁺ contenus dans une solution. Le but est de pouvoir mesurer quantitativement l'acidité de celle-ci . Le pH est mesuré à l'aide d'un pH-mètre (**NF 05-108 juillet 1970**).
- 2. Taux de l'humidité :** On entend par l'humidité (la teneur en eau de la préparation fromagère) la perte de masse lorsque il est soumis à la dessiccation selon la méthode de séchage. La dessiccations à 103°C pendant 3h jusqu'à obtention d'une masse constante.
- 3. Le taux de l'extrait sec :** On entend par l'extrait sec total l'ensembles des substances qui ne se volatilisent pas dans les conditions de dessiccation (température , le temps) (**NF V05-105 Janvier 1974**).
- 4. La teneur en matière grasse :** par teneur en matière grasse on entend le totale pondérale de toute les substances évaluées dans un échantillon, indépendamment de leur nature chimique. Pour la matière grasse de la préparation fromagère il s'agit essentiellement de triglycérides.
C'est une substance extraites selon la méthodes spécifique de GRBR (**CODEX ALIMENTARIUS**).
- 5. Teneur en sel :** Le sel est un constituant mineur du fromage, mais peut avoir un effet majeur sur les propriétés du fromage fondu et non fondu. En plus d'améliorer son goût, le sel contrôle la teneur en humidité, la croissance de microorganismes indésirables et le développement de l'acidité en contrôlant la croissance des microorganismes lactiques (**Olson, 1982**).

6. Détermination de la teneur en protéine :

Principe :

Minéralisation de la matière organique par l'acide sulfurique en présence d'un catalyseur, alcalinisation des produits de la réaction, distillation et titrage de l'ammoniac libéré.

L'azote kjeldahl de l'échantillon est d'abord transformé en ammoniacque par digestion acide dans un batch de minéralisation. L'addition d'une base forte permet de libérer l'ammoniac qui est alors entraîné par de la vapeur d'eau puis ensuite piégé dans une solution d'acide borique. L'ammoniacque est alors dosé par une solution d'acide sulfurique de titre connu. Le point d'équivalence est repéré par le changement de coloration d'un indicateur.

La teneur en protéines brutes du produit est obtenue en multipliant la valeur obtenue lors de la détermination de la teneur en azote par le facteur 6.25 dans le cas des aliments pour animaux et 6.38 pour les produits laitiers.

Étapes d'analyses :

Prise d'essai :

Dans les tubes à minéralisation, introduire une prise d'essai d'environ exactement 1g (pour les échantillons à haute teneur en protéines(>30% prendre une prise d'essai de 0.5g), deux pastilles de catalyseur Kjeltabs et 12.5ml d'acide sulfurique concentré (R001) en commençant par le blanc (réaction sans échantillon).

Placer les tubes dans un rack et compléter celui-ci à l'aide de tubes à minéralisation vide.

Minéralisation :

Allumer le bloc de minéralisation et l'ascenseur associé

Vérifier la validité des solutions du scrubber :

Le flacon de gauche est rempli à son niveau minimum d'eau distillée ; le flacon de droite est rempli avec un mélange 50/50 NaOH 32% (R431) / Eau distillé sans dépasser le niveau maximum ; quelques gouttes de bleu de bromothymol (R074) (bleu) indiquent que le pH de la solution est basique (remplacer la solution si l'indicateur a viré au jaune).

Retirer le support de protection des calottes d'aspiration.

Placer le réflecteur sur la partie avant un rack et déposer celui-ci sur les bras latéraux de l'ascenseur au-dessus du bloc de minéralisation.

Vérifier à l'aide du bouton poussoir de l'ascenseur que les tubes rentrent sans frottement dans les encoches prévues à cet effet. Relever les tubes.

Vérifier le programme sur le contrôleur :

N° programme	Temps	Température
1	1min	30°C
2	1h10	420°C (Montée en T°)
3	1h00	420°C (Attaque)
4	0h00	10°C (Mode STOP)

Mettre la minéralisation en route en actionnant la fonction RUN du contrôleur. Le scrubber se mettra automatiquement en fonctionnement.

La minéralisation terminée, laissé reposer au moins 45 minutes avant de distiller.

Replacer le support de protection des calottes d'aspiration.

Distillation et titration T :

Pour l'utilisation correcte du kjeltec, se référer à sa SOP et au manuel de l'utilisateur.

Vérifier les niveaux des réactifs et des waste avant de débiter l'essai.

Insérer le ou les racks de minéralisation dans le passeur (attention à la position A ,Bou C).

Encoder les données relatives aux échantillons dans la séquence d'analyse en utilisant le programme « kjeldalh1 » :

- 30ml d'acide borique
- 60ml d'eau
- 50ml de soude
- Mode « délai »
- Temps : 2 sec
- Distillation : « volume »
- Vidange : « oui ».

Effectuer des rinçages manuels en utilisant le tube vide, et laisser agir la « vapeur active » 10 minute environ afin que le système se mette à température.

7.Recherche des *Staphylococcus aureus* :

Staphylococcus aureus est une bactérie causes de toxi-infections alimentaires (**JORA N°70.art 11.02.2004**). Par conséquent il est impératif de déceler sa présence.

L'ensemencement est réalisé en surface sur la gélose de Baird-Parker (**Guiraud, 2003**) selon la méthode (**BS EN ISO 6888-1 :1999**). Les cultures sont incubées à 37°C pendant 24 h, donc lecture préliminaire les colonies caractéristiques sont noires, brillantes et convexes dont le diamètre est de 1,5 mm. Après 48 heures d'incubation les colonies noires sont entourées d'une zone claire qui peut être partiellement opaque.

Annexe IV:

Courbe d'étalonnage du test DPPH standards :

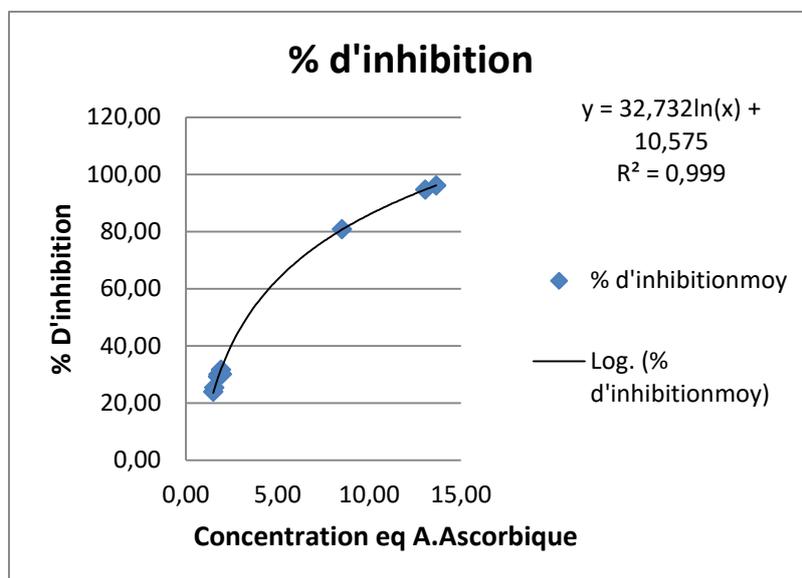


Figure 1 : Courbe d'étalonnage du standard acide ascorbique.

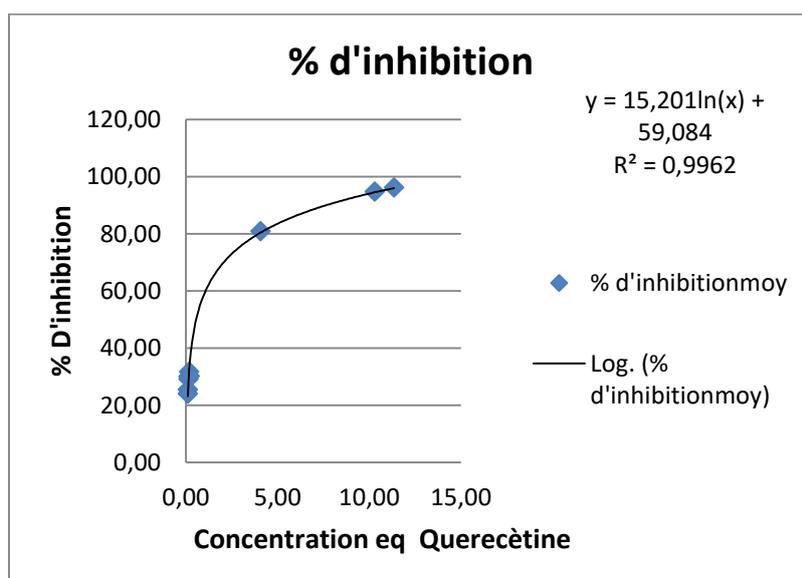


Figure 2: Courbe d'étalonnage du standard Quercétine .

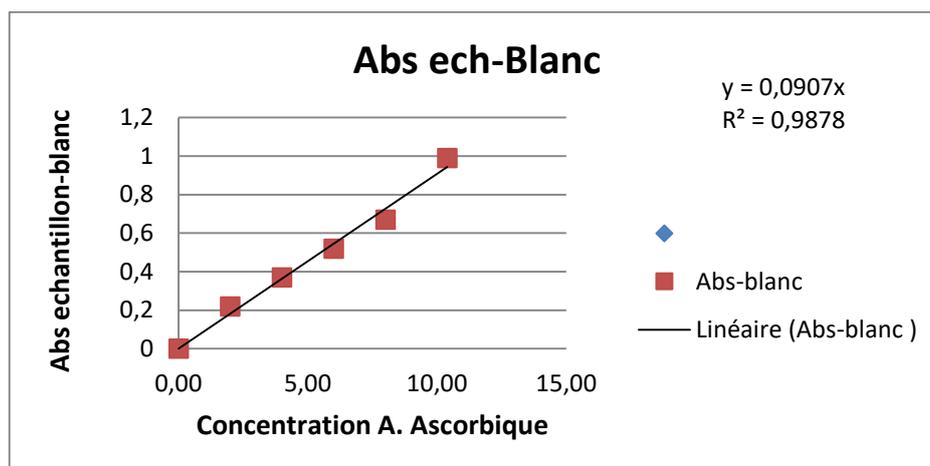


Figure 3: Courbe d'étalonnage linéaire de l'acide ascorbique
(Phosphomolybdate d'ammonium).

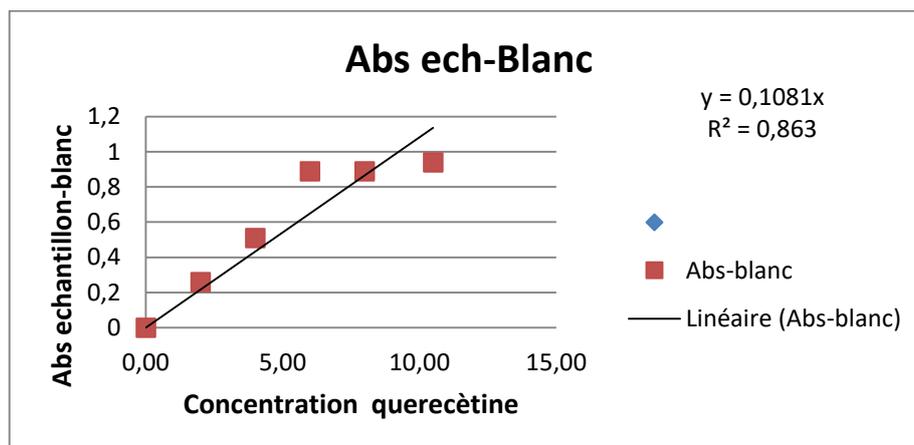


figure4: Courbe d'étalonnage linéaire de la quercétine
(Phosphomolybdate d'ammonium).

Annexe V:

République Algérienne Démocratique Et Populaire

LABO- BENYAHIA

Laboratoire d'Analyse, de Contrôle de Qualité et de Conformité
Expert Agrée Auprès Des Tribunaux Et Cours N°10540 :2016
Autorisation ministérielle N° 143 du 9 mai 2009

*Fiche technique***Produit**

Dénomination du produit : Poudre de lait 0% MG

Détermination	Résultats	Unités
PH	Min6.50 - Max 6.80	/
Matière grasse	Max 0.5	g/100g
Densité	Max 1.035	/
Teste de fermentation	positif	/

Annexe VI:

République Algérienne Démocratique Et Populaire

LABO- BENYAHIA

Laboratoire d'Analyse, de Contrôle de Qualité et de Conformité
Expert Agrée Auprès Des Tribunaux Et Cours N°10540 :2016
Autorisation ministérielle N° 143 du 9 mai 2009

*Fiche technique***Produit**

Dénomination du produit : crème fraiche 35% MG

Détermination	Résultats	Unités
PH	Min4.50- Max 5.50	/
Matière grasse	Min30-Max 35	g/100g
EST	Min35-Max 40	g/100g
MG	Min30-Max 40	g/100g

Annexe VII

République Algérienne Démocratique Et Populaire

LABO- BENYAHIA

Laboratoire d'Analyse, de Contrôle de Qualité et de Conformité
Expert Agrée Auprès Des Tribunaux Et Cours N°10540 :2016
Autorisation ministérielle N° 143 du 9 mai 2009

*Fiche technique***Produit**

Dénomination du produit : Persil

Détermination	Résultats	Unités
PH	Min5.90- Max 6.02	/
EST	Min 23-Max23.85	g/100g
Cendre	Min 9.90-Max10	g/100g

Annexe VIII

République Algérienne Démocratique Et Populaire

LABO- BENYAHIA

Laboratoire d'Analyse, de Contrôle de Qualité et de Conformité
Expert Agrée Auprès Des Tribunaux Et Cours N°10540 :2016
Autorisation ministérielle N° 143 du 9 mai 2009

*Fiche technique***Produit**

Dénomination du produit : Ail

Détermination	Résultats	Unités
PH	Min5.70- Max 5.78	/
EST	Min 40- Max 45	g/100g
Cendre	Min2.40-Max 2.85	g/100g

Annexe IX

I. L'organigramme :

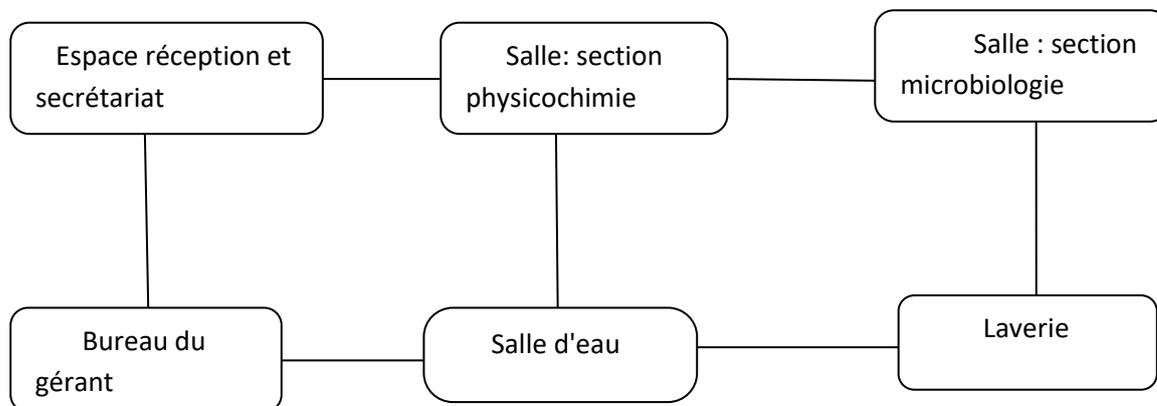


Figure 1 : L'organigramme du laboratoire LABO- BENYAHIA.

II. L'organigramme de la Eurl contra 2p:

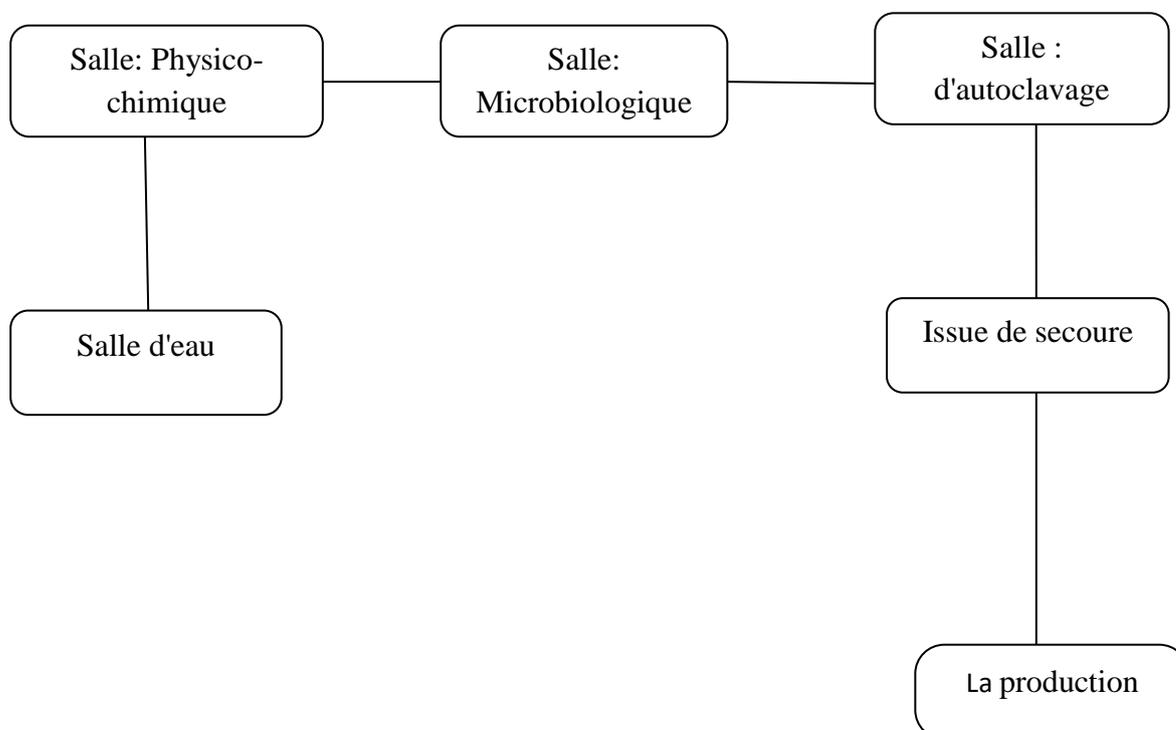


Figure 2 : L'organigramme de la EURL CONTRA 2P.

Annexe X

EURL CONTRA 2P est une entreprise de production et conditionnement des produits agroalimentaire qui se situe à la rue N° 12 IBACHIRENE OUEDGHIR BEJAIA ALGERIE.

Historique :

En 2014, Après avoir vécu des années dans la commercialisation des produits agroalimentaire, l'équipe de EURL CONTRA 2P ET ces coéquipier ont fait un constat finalisé avec l'idée d'investir dans le domaine de la production, conditionnement et commercialisation des produits agroalimentaires (ex: FROMAGERIE) dérivée des matières premières Hollandaise.

Produits :

RAMINA fait d'une matière première hollandaise (MAZDAM, GOUDA, EDAM, râpée, Spécial a râpé)

Pour plus d'information consulté le site de l'entreprise : <https://ramina-dz.jimdofree.com/produits/>

Labo BENYAHIA :

Le laboratoire **labo Benyahia** est un laboratoire d'analyse de contrôle de qualité et de la conformité situé à l'entrée de la ville de Béjaia (à la zone industrielle). Il est équipé d'un matériel répondant au normes du développement actuel. Doté de différentes méthodes d'analyses normalisées (méthodes ISO, AFNOR, NA, Codex alimentarius).

DEFINITION

Blend of cultures in freeze-dried form for direct vat inoculation.

Mix of the following strains: *Lactococcus lactis subsp lactis*, *Lactococcus lactis ssp lactis biovar diacetylactis* and *Streptococcus thermophilus*.

PRODUCT DESCRIPTION

Appearance		Powder	
Colour		Beige	
Guaranteed specifications		Standards	Methods
Acidifying activity		$\Delta\text{pH6h} > 1.00$	M 0503 (internal method) 3UA*/100 L, 32°C Skimmed milk: 10% pasteurized 85°C 40mn
Guaranteed microbiological specifications		Standards	Methods
Enterobacteria	cfu/g	<10	NF V08-054
<i>Enterococcus</i>	cfu/g	<10	FIL 149 A
Yeasts - Moulds	cfu/g	<10	NF V08-059
<i>Staphylococcus</i> (coagulase +)	cfu/g	<10	NF V08-057-1
Non-lactic acid bacteria	cfu/g	<500	IDF 153:2002
<i>Salmonella</i>	cfu/25g	Absence	BIO N°12/16-09/05
<i>Listeria monocytogenes</i>	cfu/25g	Absence	BIO N°12/09-07/02

APPLICATION

DI-PROX[®] MTTX 5 has been developed for Leben, Raïb, fermented milks and fresh cheeses manufacturing where a high viscosity is needed.

AMOUNT TO USE

Manufacturing: 1 to 3 UA /100L of milk.

STORAGE

Conservation: 24 months at -18°C
12 months at +4°C

LABELLING

Lactic cultures

ALLERGENS

According to Regulation (EU) No 1169/2011: Presence of milk, lactose.

METHOD OF USE

Used for direct inoculation in milk:

- Inoculate when the bottom of the vat is just covered with milk.
- Vigorous agitation promotes dissolution.

PACKAGING

DI-PROX[®] MTTX 5 is delivered in 20 and 50 UA sachets.

COUNTRY OF ORIGIN

This product and its strain are manufactured in France by BIOPROX.

RELIGIOUS AND DIETARY STATUS

Halal and Kosher certified. Certificates available upon request.

Suitable for vegetarian and gluten-free diets.

No suitable for vegan diet.

GMO STATUS

This product is not, does not contain or does not originate from GMOs as defined in Regulation 1829/2003/EC. This product is therefore not subject to any labeling obligation within the meaning of Regulation 1830/2003 / EC.

IONIZATION STATUS

This product and the ingredients used to manufacture it are not ionized.

*UA: Unit of Acidification

DEFINITION

Ferments lactiques lyophilisées pour l'ensemencement direct

Mélange de souches de *Lactococcus lactis subsp cremoris*, *Lactococcus lactis ssp lactis var diacetylactis* et de *Streptococcus thermophilus*.

DESCRIPTION DU PRODUIT

Aspect	Poudre		
Couleur	Crème à beige		
Spécifications garanties	Norme	Méthodes	
Activité acidifiante	$\Delta pH_{6h} > 1,00$	M 0503 (méthode interne) 3UA*/100L, 32°C Sur lait 10% thermisé 85°C 40mn	
Spécifications microbiologiques garanties	Normes	Méthodes	
Entérobactéries	ufc/g	<10	NF V08-054
<i>Enterococcus</i>	ufc/g	<10	FIL 149 A
Levures moisissures	ufc/g	<10	NF V08-059
<i>Staphylococcus</i> (coagulase +)	ufc/g	<10	NF V08-057-1
Bactéries non lactiques	ufc/g	<500	IDF 153:2002
<i>Salmonella</i>	ufc/25g	Absence	BIO N°12/16-09/05
<i>Listeria monocytogenes</i>	ufc/25g	Absence	BIO N°12/09-07/02

APPLICATION

DI-PROX® MTTX 5 a été mis au point pour la fabrication de Leben, de Raïb, de laits fermentés et de fromages frais où l'on recherche un fort pouvoir texturant.

DOSE D'EMPLOI

Fabrication : 1 à 3 UA /100 L de lait

STOCKAGE

Conservation: 24 mois à -18°C
12 mois à +4°C

ETIQUETAGE

Ferments lactiques

ALLERGENES

Selon le Règlement (UE) N°1169/2011 : Présence de lait, de lactose

UTILISATION

Utilisation en ensemencement direct dans le lait de fabrication :

- Saupoudrer dès que le fond de la cuve est recouvert de lait.
- Une bonne agitation favorise la dissolution.

CONDITIONNEMENT

DI-PROX® MTTX 5 est livré en sachets de 20 et 50 UA.

PAYS D'ORIGINE

Ce produit et les souches qu'il contient sont fabriqués en France par BIOPROX.

RÉGIMES ALIMENTAIRES

Certifié Halal et Kasher, certificats disponibles sur demande.

Compatible avec régimes végétarien et sans gluten.

Incompatible avec régime végétalien.

OGM

Ce produit n'est pas, ne contient pas, ni n'est issu d'OGM tels que définis dans le règlement 1829/2003/CE. Ce produit n'est donc soumis à aucune obligation d'étiquetage au sens du règlement 1830/2003/CE.

IONISATION

Ce produit et les ingrédients utilisés pour le fabriquer ne sont pas ionisés.

*UA: Unité Acidifiante

FICHE D'ANALYSE COMPARATIVE DU FROMAGE

Sex : Féminin Masculin

Date :...../...../.....

Age :

Quatre échantillons de fromage frais enrichi codé T, A, B, C, vous sont présentés, il vous est demandé de cocher les cases correspondantes à l'impression ressentie, selon l'intensité des descripteurs suivants :

NB : veuillez rincer votre bouche à chaque dégustation d'un échantillon.

1. Couleur :

	Blanche Beige	Vert clair	Vert foncé	Mélange
T	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2. Odeur :

	Absent	Faible	Moyenne	Forte	Très forte
T	<input type="checkbox"/>				
A	<input type="checkbox"/>				
B	<input type="checkbox"/>				
C	<input type="checkbox"/>				

3. Gout

a. Gout acide

	Absent	Faible	Moyenne	Forte	Très forte
T	<input type="checkbox"/>				
A	<input type="checkbox"/>				
B	<input type="checkbox"/>				
C	<input type="checkbox"/>				

b. Amertume

	Absent	Faible	Moyenne	Forte	Très forte
T	<input type="checkbox"/>				
A	<input type="checkbox"/>				
B	<input type="checkbox"/>				
C	<input type="checkbox"/>				

c. Arrière gout

	Absent	Faible	Moyenne	Forte	Très forte
T	<input type="text"/>				
A	<input type="text"/>				
B	<input type="text"/>				
C	<input type="text"/>				

4. Texture

a. Dureté (Aspect)

	Trop mou	Mou	Moyen	Dur	Extra dur
T	<input type="text"/>				
A	<input type="text"/>				
B	<input type="text"/>				
C	<input type="text"/>				

b. Texture en bouche

	Fondante	Ferme	Faible	Collante	Lisse
T	<input type="text"/>				
A	<input type="text"/>				
B	<input type="text"/>				
C	<input type="text"/>				

5. Arôme identifié

	Coriandre	Ail	Persil	Cumin
T	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
A	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
B	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
C	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

6. Préférence

Classez les 03 échantillons en attribuant entre 1 et 9, sachant que 1 correspond à l'échantillon le moins préféré et la note 9 à l'échantillon le plus préféré.

Echantillon T

Echantillon A

Echantillon B

Echantillon C

MERCI POUR VOTRE COOPERATION

INTRODUCTION

CONCLUSION

CHAPITRE I
AIL ET PERSIL

PARTIE PRATIQUE
MATÉRIEL ET MÉTHODES

CHAPITRE II

GÉNÉRALITÉS SUR LES FROMAGES

PARTIE EXPÉRIMENTALE
RÉSULTATS ET DISCUSSION

RÉFÉRENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

ANNEXES

Résumé

Notre travail a pour objectif d'enrichir un fromage frais par deux plantes aromatiques (*Allium sativum* et *Petroselinum sativum*) avec différents dosages, tout en évaluant les caractéristiques de la matrice végétale et du produit fini physico-chimiques, microbiologiques et phyto-chimiques. Le suivi de ces paramètres a été effectué au niveau de laboratoire de contrôle et de la qualité "LABO BENYAHIA". Pour ce qui est des analyses phyto-chimiques, elles ont été réalisées au niveau du laboratoire de l'université de Bejaia. Les résultats des analyses physico-chimiques et microbiologiques obtenus montrent que toutes les étapes de fabrication sont conformes aux normes fixées par l'entreprise et le JORA. Ce qui confirme la bonne qualité des matières premières utilisées, la maîtrise du processus de fabrication et le respect des bonnes pratiques d'hygiène. Les fromages enrichis avec les deux plantes étudiées renferment des quantités en polyphénols plus importantes que le fromage témoin ; Les fromages enrichis avec *Petroselinum sativum* représentent une activité antioxydante (évalué par le test DPPH) plus forte que les fromages enrichis avec *Allium sativum*.

Mots clé: Plantes aromatiques (*Petroselinum sativum*, *Allium sativum*), fromage frais, composés phénoliques totaux, DPPH, Analyses physico-chimiques et microbiologiques.

Abstract

Our work aims to enrich a fresh cheese by two aromatic plants (*Allium sativum* and *Petroselinum sativum*) with different dosages, while evaluating the characteristics of the plant matrix and the finished product physicochemical, microbiological and phytochemical. The monitoring of these parameters was carried out at the level of laboratory of control and quality "LABO BENYAHIA". As for the phytochemical analyses, they were carried out at the level of laboratories of the University of Bejaia. The results of physico-chemical and microbiological analysis obtained show that all stages of manufacture are consistent with the standards set by the company and the JORA. This confirms the good quality of raw materials used the control of the manufacturing process and compliance with good hygiene practices. Cheeses enriched with both plants studied contain higher amounts of polyphenols than the control cheese; cheeses enriched with *Petroselinum sativum* represent a higher antioxidant activity (evaluated by the DPPH test) than cheeses enriched with *Allium sativum*.

Key words: Aromatic plants (*Petroselinum sativum*, *Allium sativum*), fresh cheese, total phenolic compounds, DPPH, physico-chemical and microbiological analysis.

الملخص

يهدف عملنا إلى إثراء جبن طازج بنبتين عطريتين (الثوم والبقدونس) بجرعات مختلفة، مع تقييم الخصائص الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية والفيتو كيميائية للمصفوفة النباتية والمنتج النهائي. تمت متابعة هذه المعايير في مختبر مراقبة الجودة "مخبر بن يحي". فيما يتعلق بالتحليلات الفيتو كيميائية، فقد أجريت في مختبر جامعة بجاية. تُظهر نتائج التحليلات الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية التي تم الحصول عليها أن جميع مراحل التصنيع تتوافق مع المعايير المحددة من قبل الشركة و JORA. ما يؤكد الجودة العالية للمواد الخام المستخدمة، وإتقان عملية التصنيع، والامتثال للممارسات الجيدة في النظافة. الأجبان المدعمة بالنباتين المدروستين تحتوي على كميات أكبر من البوليفينولات مقارنة بالجبن المرجعي؛ الأجبان المدعمة بـ *Petroselinum sativum* تمثل نشاطاً مضاداً للأكسدة (تم تقييمه بواسطة اختبار DPPH) أقوى من الأجبان المدعمة بـ *Allium sativum*.

الكلمات المفتاحية: النباتات العطرية، (*Petroselinum sativum*, *Allium sativum*)، الجبن الطازج، المركبات الفينولية الكلية، DPPH، التحليلات الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية.