

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة 8 ماي 1945 قالمة
Université 8 Mai 1945 Guelma
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Sciences de la terre et de l'Univers



Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Sciences Agronomiques
Spécialité/Option: Production et Transformations Laitières
Département: Écologie et Génie de l'environnement

**Thème : Essais d'incorporation d'un dérivé laitier « Klila »
dans la viennoiserie**

Présenté par : **NEGRI Abir**

SEDDIKI Samiha

Devant le jury composé de :

Président: BOUDALIA Sofiane	M.C.B	Université de Guelma
Examineur: LEKSIR Choubaila	M.A.B	Université de Guelma
Encadreur : CHEMMAM Mabrouk	Pr	Université de Guelma

Juin 2016

REMERCIEMENTS

Avant tout, nous remercions Dieu le tout puissant, le Miséricordieux, de nous avoir donné le courage, la santé et la force pour bien mener ce travail.

A son prophète MOHAMMED (pssl)

*A Monsieur le professeur Dr : **chemmam Mabrouk** de l'université 8 Mai 1945 qui pour avoir accepté de nous encadrer, pour sa disponibilité ; sa bienveillance, ses enseignements, sa patience, et ses précieux conseils, qu'il trouve ici l'expression de notre reconnaissance et notre gratitude.*

Hommage respectueux

*A madame **Leksir choubaila** : maître assistant à l'université de 8 Mai 1945 qui nous a fait l'honneur de faire partie du jury d'examen de notre travail.*

*Au docteur : **Boudalia soufian** maître de conférence à l'université de 8 Mai 1945 qui nous a fait l'honneur de présider le jury.*

*Au docteur : **Bousbia Aïssam** maître de conférence à l'université de 8 Mai 1945 pour le temps qu'il nous a réservé pour la réalisation des traitements statistiques des données.*

*A tous nos **enseignants** depuis la première année, qui nous ont donné les bagages scientifiques nécessaires pour faire ce mémoire.*

Enfin, nous remercions, tous ceux qui ont contribué de près ou de loin, à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

*J'ai l'honneur de dédier ce modeste travail réalisé
grâce à l'aide de dieu tout puissant :*

A celle qui est la cause de mon existence

Mon adorable mère, Fatima Zohra Zioual

*Merci pour tout ton amour, tes encouragements, ton
soutien, tes prières, ta bénédiction et tout ce que tu
as fait pour moi.*

*Puisse Dieu, le tout puissant, te préserver et
t'accorder santé, longue vie et bonheur*

A mon ange gardien

Mon cher père, Remdan Seddikí

Tu va rester toujours dans ma mémoire et mon cœur

*A mes cheres sœurs : Wahida et son mari Tarek et
leur futur enfant, ratiba et son mari et leur enfant
et amel et son mari et leur futur enfant*

A mes chers frères abdelrahman et raouf

A ma belle Arwa Puisse Dieu la protéger

*A mes oncles ; tantes, cousins et cousines paternels et
maternels,*

*A mes amies surtout Nezha , Bouchra Meriem et
Yasmine merci pour tout le bonheur*

A tous mes camarades de promotion

SAMIHA

JE DEDIE CE MODESTE TRAVAIL

A ma défunte mère

A mon défunt père

Il n'y a pas assez de mots pour exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce travail est le fruit de tes sacrifices que vous avez consentis pour mon éducation et ma formation.

Negrí ALI et NASRI DALILA'

Qu'ils reposent en paix

A mes adorables sœurs Widad et Fayrouz

En témoignage de l'attachement, de l'amour, Je vous remercie pour votre générosité sans égal et votre affection si sincère.

A mes frères Kamel, Aïssa et Fouad

Mes anges gardiens et mes fidèles compagnons dans les moments les plus délicats de cette vie mystérieuse.

A mes nièces et neveux Zineb, Bilal, Seyf, Mohamed et

Dalila

A mes belles Sœurs Souad er Zahra

Que dieu préserve notre famille unie

A mon très cher mari ALI

*En toi J'ai connu l'homme de ma vie, mon âme sœur
et la lumière de mon chemin. Tu as remplie ma vie
de belles surprises. Tes sacrifices, ton soutien moral
et matériel, ta gentillesse sans égal, ton profond
attachement me vont droit au cœur et me dirigé
vers la réussite. Merci d'avoir croisé mon chemin.*

*A mes oncles ; tantes, cousins et cousines paternels et
maternels,*

*A TOUS LA FAMILLE FECIH SURTOUS AYMEN ET
AMIN*

*A mes amies surtout : SAFA, SOUMYA, KARIMA,
SELMA, AMINA, BOUCHRA, SABRA et MARWA
merci pour tout le bonheur*

A tous mes camarades de promotion

ABIR

LISTE DES TABLEAUX

Tableau	Titre	Page
01	Caractéristiques physico-chimiques du lait(Cayot P, Lorient D 1998).	02
02	Caractéristiques physicochimiques des caséines bovines (Croguennec et al, 2008).	08
03	Composition moyenne des micelles de caséine bovine en % de micelles déshydratées (Schmidt, 1980).	09
04	Principales propriétés fonctionnelles des protéines du lait (Lorient, 1991).	18
05	les principaux ingrédients laitiers d'après (Boudier, 2004).	19
06	substitution aux œufs par klila fraiche	29
07	Substitution a la farine par klila déshydraté	29
08	le codage des produits de mini cake	31
09	le codage des produits de chrik	31
10	le codage des produits de petit pain	31
11	comparaison des 5 produits de petit pain en fonction du «odeur»	34
12	comparaison des 5 produits de mini cake en fonction du «odeur»	35
13	comparaison des 5 produits de chrik en fonction du «odeur»	36
14	comparaison des 5 produits de petit pain en fonction du «couleur»	38
15	comparaison des 5 produits de petit pain en fonction du «couleur»	38
16	comparaison des 5 produits de chrik en fonction du «couleur»	39
17	comparaison des 5 produits de petit pain en fonction du «texture»	41
18	comparaison des 5 produits de mini cake en fonction du «texture»	42
19	comparaison des 5 produits de chrik en fonction du «texture»	43
20	comparaison des 5 produits de petit pain en fonction du «gout»	45
21	comparaison des 5 produits de mini cake en fonction du «gout»	46
22	comparaison des 5 produits de chrik en fonction du «gout»	46

LISTE DES FIGURES

FIGURE	TITRE	PAGE
01	Micelle de caséine et sous-micelle de caséine (Vignola, 2002).	7
02	Schéma des méthodes de fabrication des principaux produits laitiers Algérie (Lahsaoui, 2009).	21
03	Procédé artisanal de fabrication du 'Klila' (leksir et chemmam, 2014)	27
04	Classement des 5 échantillons de petit pain pour l'odeur	35
05	Classement des 5 échantillons de mini cake pour l'odeur	36
06	Classement des 5 échantillons de mini cake pour l'odeur	37
07	Classement des 5 échantillons de petit pain pour la couleur	38
08	Classement des 5 échantillons de mini cake pour la couleur	39
09	Classement des 5 échantillons de chrik pour la couleur	40
10	Classement des 5 échantillons de petit pain pour la texture	41
11	Classement des 5 échantillons de mini cake pour la texture	42
12	Classement des 5 échantillons de chrik pour la texture	43
13	Classement des 5 échantillons de chrik pour le gout	45
14	Classement des 5 échantillons de mini cake pour le gout	46
15	Classement des 5 échantillons de chrik pour le gout	47

LISTE DES PHOTOS

PHOTO	TITRE	PAGE
01	Les étapes de fabrication du 'klila'	28
02	incorporation de 'klila' fraîche	29
03	incorporation avec 'klila' déshydraté	30
04	codage et l'étiquetage des produits	32
05	évaluation sensorielle par les dégustateurs	33
06	Texture occupant la 1ère place (contenant 300g de 'klila' sèche)	41
07	Texture occupant la 1ère place (contenant 300g de 'klila' fraîche)	43
08	Texture occupant la 1ère place (contenant 50g de klila fraîche.	44

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Grâce à la richesse de sa composition et la variété de ses constituants, le lait donne naissance par transformation à une très vaste famille de produits. L'Algérie est un pays de tradition laitière. Le lait et les produits laitiers occupent une place prépondérante dans la ration alimentaire des algériens ils apportent la plus grosse part de protéines d'origine animale. En regard de son contenu en énergie métabolisable, le lait présente une forte concentration en nutriments. Mais le lait n'a pas seulement un intérêt alimentaire, il occupe une place centrale dans l'imaginaire des algériens.

Dans le milieu rural, les éleveurs produisent du lait en abondance pendant les périodes de haute lactation. Faute de moyens de conservation, ils se trouvent parfois obligés de jeter l'excès de lait. Pour l'éviter, étant donné que celui-ci est une denrée rapidement périssable, l'essentiel de la production doit être transformé. La méthode de conservation la plus simple est de le transformer en fromage. Le lait est riche en protéines de bonne qualité, en calcium et en vitamines ; c'est un aliment de haute qualité nutritionnelle.

En Algérie, depuis l'antiquité le fromage traditionnel *Klila* est fabriqué et consommé sous différentes formes. Si ces procédés sont à l'origine intuitifs, leurs bases scientifiques sont peu ou pas connues. Les caractéristiques alimentaires et nutritionnelles de ce fromage, suite aux procédés technologiques traditionnels, suscitent de l'intérêt.

Des études ont tenté de déterminer la place socio économique du dérivé laitier *klila* fabriqué à l'aide de méthodes traditionnelles locales dans différentes régions rurales et urbaines du pays, et d'autre part, sa caractérisation physico-chimique et microbiologique.

Cette étude cherche à valoriser ce produit durant ses périodes d'abondance sous ces deux formes fraîche et déshydratée en l'intégrant dans des spécialités de viennoiserie traditionnelle et teste les préférences à l'aide de panels de dégustateurs.

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

I. Généralités sur le lait

I.1. Définitions du lait

Selon le congrès international pour la répression des fraudes alimentaires, tenu à Genève en **1908** « le lait est le produit intégral de la traite totale et interrompue d'une femelle laitière : vache, jument, chèvre, brebis, etc.) bien portante, bien nourrie et non surmenée. Il doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir de colostrum » (**Boudier *et al* ; 1981**).

En **1983**, la Fédération Internationale de Laiterie a proposé pour le lait la définition suivante : « produit de la sécrétion mammaire normale, obtenu par une ou plusieurs traites sans aucune addition ou soustraction ». Le lait constitue le seul aliment des mammifères nouveau-nés absolument indispensable pour assurer leur survie puis leur croissance. Sur la terre, environ 2000 espèces de mammifères de la souris à la baleine sont concernés par ce type d'alimentation. Le lait sans indication de l'espèce animale de provenance correspond au lait de vache (**Larpen *et al*, 1997**).

Le lait est le produit le plus proche du concept «aliment complet» au sens physiologique du terme, car il renferme la quasi-totalité des nutriments indispensables à l'homme. C'est un aliment nutritif pour les êtres humains, indispensable pour le nouveau-né, comme il s'avère très bénéfique pour l'adulte. Il constitue un milieu propice pour la croissance de nombreux micro-organismes, en particulier les bactéries pathogènes (**Chye *et al*. 2004**).

Le lait apparaît comme un liquide opaque, blanc mat, plus moins jaunâtre selon sa teneur en β -carotènes et en matière grasse, il a une odeur peu marquée mais reconnaissable (**Cniel, 2006**).

Jeantet *et al* (2008) rapportent que le lait doit être en outre collecté dans de bonnes conditions hygiéniques et présenter toutes les garanties sanitaires. Il peut être commercialisé en l'état mais le plus souvent après avoir subi des traitements de standardisation lipidique et d'épuration microbienne pour limiter les risques hygiéniques et assurer une plus longue conservation.

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

I.2. Caractéristique physicochimique du lait

Tableau 01: Caractéristiques physico-chimiques du lait (Cayot P, Lorient D 1998).

Caractéristiques	Valeurs
Densité à 15°C	1,030-1,034
Chaleur spécifique	0.93
Point de congélation	-0.55°C
Ph	6.6 à 6.8
Acidité exprimée en degrés Dornic	16 à 18
Indice de réfraction à 20°C	1.35
Point d'ébullition	100,16°C

I.3. Compositions du lait

Le lait est donc un milieu hétérogène dans lequel trois phases distinctes coexistent :

- La phase aqueuse qui contient l'eau (**87%** du lait) et les produits solubles pouvant donner naissance au lactosérum (lactose, sels, protéines solubles, composés azotés non protéiques, biocatalyseurs tels que les vitamines hydrosolubles ou les enzymes)
- La suspension colloïdale micellaire (**2,6%**) qui peut donner naissance au caillé obtenu par la coagulation des caséines suite à l'action de micro-organismes ou d'enzymes.
- L'émulsion (**4,2%**) qui peut donner naissance à la crème, une couche de globules gras rassemblés à la surface du lait par effet de gravité (**Pougheon et al, 2001**).

I.3.1. Les constituants de la phase aqueuse

La phase aqueuse est formée de l'ensemble des substances dissoutes dans l'eau, ses substances se caractérisent par leurs poids moléculaires et leurs tailles faibles.

En fromagerie, cette phase aqueuse est obtenue par la séparation de la caséine par coagulation acide ou enzymatique. Les caractéristiques du lactosérum sont les valeurs les plus constantes parmi toutes celles qui concernent le lait (**Alais, 1984**).

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

I.3.1.a. Les glucides

Les glucides sont essentiellement représentés dans le lait par le lactose (la proportion des autres glucides étant toujours très faible). Cependant, le lait contient deux types de glucides :

- les glucides libres et dialysables (= les oligoholosides) ;
- les glucides combinés en glycoprotéines et non dialysables.

➤ Le lactose

C'est le composant majeur le plus simple et le plus constant du lait. C'est un sucre extrêmement rare en dehors de sa présence dans le lait. C'est un disaccharide ($C_{12}H_{22}O_{11}$) réducteur spécifique du lait puisque sa synthèse déroule dans la glande mammaire par fixation par liaison 1-4 d'un bêta galactose sur un glucose.

Le lactose est le constituant du lait, le plus rapidement attaqué par action microbienne, les bactéries transforment le lactose en acide lactique, cette transformation parfois gênante est souvent utilisée en industrie laitière et notamment pour l'obtention des laits fermentés et yaourt. Son goût sucré faible avec un pouvoir sucrant est 6 fois plus faible que le sucre ordinaire (**Morrissey, 1995**).

Le lactose est un sucre réducteur du fait de la présence d'un groupe aldéhyde libre (contrairement au saccharose); par cette fonction il réagit avec diverses substances azotées (ayant une fonction amine) pour former des composés condensés, réducteurs et pigmentés en brun l'ensemble de ces réactions complexes est nommé réactions de Maillard. Ces réactions entraînent pour les protéines concernées du lait une dévalorisation de la valeur biologique des protéines, une coloration brune et un goût caramel (**Pougheon et al, 2001**).

I.3.1.b. Les sels organiques et minéraux, les oligo-éléments

La matière minérale et saline du lait, d'environ 9 g/l, répartis de manière complexe est fondamentale d'un point de vue nutritionnel et technologique. En effet, le lait contient tous les éléments minéraux indispensables à l'organisme et notamment, le calcium et le phosphore (**Brule, 1987**).

Les matières minérales ne se sont pas exclusivement sous la forme de sels solubles (molécules et ions); une partie importante se trouve dans la phase colloïdale insoluble (micelles de caséines) (**Neville et al 1995; Gueguen, 1995**). Ces éléments se

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

répartissent différemment entre la phase colloïdale et la phase soluble du lait: les alcalins (Na et K) et les chlorures sont présents en totalité dans la phase soluble tandis que les alcalino-terreux (Ca et Mg) sont distribués entre les deux phases. L'affinité relative des constituants protéiques et non protéiques est responsable de la répartition des éléments minéraux entre les phases colloïdales et solubles du lait. Le lait contient également les oligo-éléments indispensables pour l'organisme humain tels que le zinc, le fer, le cuivre, le fluor, l'iode et le molybdène (**Pougheon et al, 2001**).

I.3.1.c. Protéines solubles (Protéines de lactosérum) et composé azotées.

D'après Vignola, (2002) Les protéines solubles c'est l'ensemble des matières azotées qui ne précipitent pas lorsque le pH du lait est ajusté à 4,6 (pH isoélectrique de la caséine entière), elles restent solubles, c'est pourquoi on les appelle «les protéines solubles», on les trouve dans le lactosérum.

Les protéines du lactosérum sont récupérées, en industrie laitière, lors de la fabrication des fromages, le lactosérum étant la phase aqueuse qui se sépare du caillé. La mise en valeur du lactosérum passe par la séparation de ses différents constituants ; les protéines sont extraites au troisième rang après l'eau et le lactose par ultrafiltration ou par adsorption sur échangeurs d'ions .Ces protéines présentent un intérêt nutritionnel important par leur haute valeur énergétique et leur composition en acides aminés essentiels très riche (et notamment en lysine et tryptophane) (**Sottiez, 1985**).

Elles ont également des propriétés fonctionnelles très intéressantes :

- pouvoir émulsifiant en présence de matière grasse,
- pouvoir gélifiant par coagulation à la chaleur,
- pouvoir moussant.

Vignola, 2002 rapporte que les protéines solubles représentent 20% des protéines totales du lait. Les diverses méthodes de fractionnement permettent de distinguer **4** grandes fractions :

-Les albumines : C'est la fraction la plus importante puisqu'elle représente 75%des protéines du lactosérum et 15% des protéines totales du lait. Cette fraction des

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

albumines comporte essentiellement **3** constituants : **L' α -lactalbumine, La β lactoglobuline, Le sérum albumine (Vignola, 2002)**

-Les globulines : elles présentent une activité immunologique importante c'est pourquoi on les appelle les immunoglobulines, constituent environ **13%** des protéines du sérum. (Vignola, 2002)

-Les Protéoses-peptones : elles forment la fraction protéique soluble après chauffage du lait à **95°C** pendant **20 à 30** minutes suivi d'une acidification à pH. Il s'agit d'un groupe hétérogène de glycoprotéines proches de celles de la membrane des globules gras et de plusieurs fragments de la caséine β (Mathieu, 1998).

-Les protéines mineures : elles rassemblent un certain nombre de protéines, présentes en petite quantité et difficiles à classer. Parmi elles, on note la lacto-transferrine ou protéine rouge, la lactolline et les protéines membranaires du globule gras. Ensemble, elles représentent moins de 5% des protéines du lactosérum (Mathieu, 1998).

I.3.1.d. Les biocatalyseurs

- **Les enzymes**

Vignola, (2002) rapporte que les enzymes sont des protéines globulaire spécifiques produites par les cellules vivantes ; chaque enzyme possède son point isoélectrique et s'avère vulnérable à différentes agents dénaturants comme la variation de pH, la température, la force ionique, les solvants organique. Les enzymes sont des biocatalyseurs, car ils accélèrent les réactions biochimiques. Chaque enzyme possède une spécificité absolue a un type de réaction ; en plus de cette spécificité de réaction, chaque enzyme est spécifique a un substrat (constituant ou groupe de constituants). Cette spécificité lui vient de son site actif qui possède la forme complémentaire du substrat.

Les principales enzymes sont: les hydrolases, les lipases, les protéases, la lysosyme.

- **Les vitamines**

Sont des substances biologiquement indispensables à la vie puisqu'elles participent comme cofacteurs dans les réactions enzymatiques et dans les échanges à

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

l'échelle des membranes cellulaires. L'organisme humain n'est pas capable de les synthétiser. On les retrouve en très petite quantité des aliments (**Vignola, 2002**).

I.3.2. Les constituants de la phase d'émulsion

I.3.2.a. La matière grasse et les globules gras

La matière grasse est sous forme de globule gras (visible au microscope optique) en émulsion dans la phase aqueuse du lait. Une émulsion est une dispersion de fines gouttelettes d'une substance liquide dans un autre liquide.

Suivant la nature de la phase dispersée, on distingue les émulsions de matière grasse dans l'eau (le lait) des émulsions d'eau dans la matière grasse (le beurre). La stabilité de l'émulsion est due à la présence d'une enveloppe lipido-protéique chargée négativement (**Pointurier et Adda, 1969**).

Le diamètre du globule gras est variable (**0,1 à 20 mm**, le diamètre moyen du globule gras du lait de vache est : **3 à 5 mm**) : il diminue du début à la fin de la lactation tandis que le nombre de globules gras augmente et au cours d'une traite, le diamètre augmente ; un globule gras est donc plus gros en fin de traite de début de lactation (**Pointurier et Adda, 1969**).

I.3.3. Les constituants de la phase colloïdale

I.3.3.1. Les caséines

Les caséines forment près de **80%** de toutes les protéines présentes dans le lait ; leur point isoélectrique est de **4,65**. L'élucidation de la structure tridimensionnelle permet d'affirmer que les caséines se regroupent ce forme sphérique appelée micelle (**Vignola, 2002**). On peut facilement remarquer la forme sphérique des micelles de caséine dans la **figure(1)**

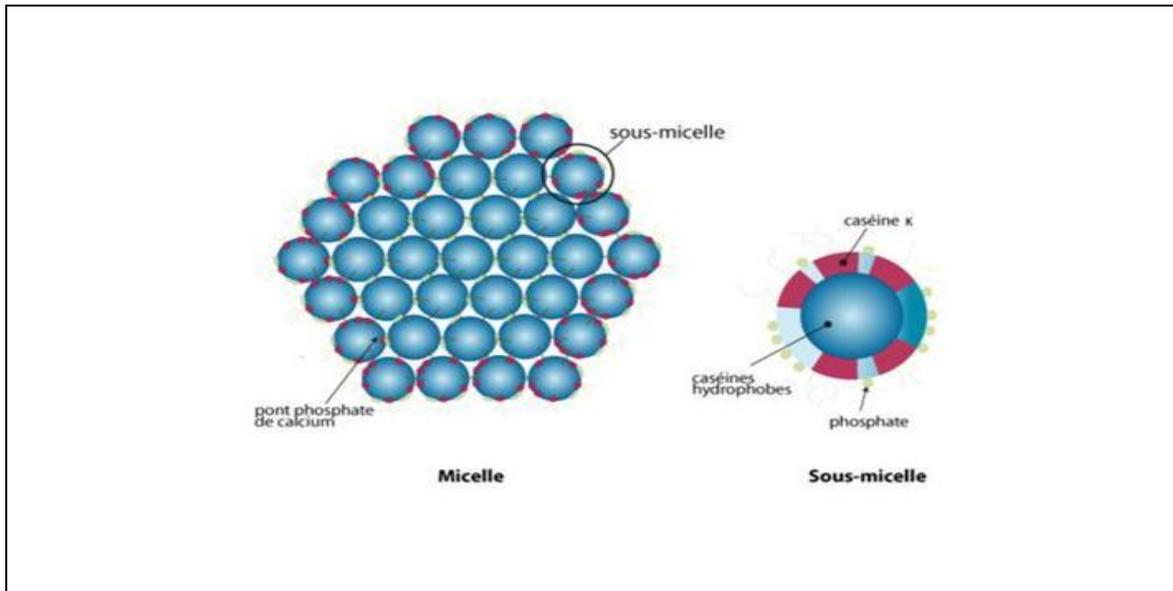


Figure 01. Micelle de caséine et sous-micelle de caséine (Vignola, 2002).

Les techniques fromagères ont pour le but d'assurer la préservation du lait et d'en différer la consommation dans le temps (Ramet, 1985). La transformation fromagère est un art qui nécessite une maîtrise parfaite des processus permettant de transformer le lait en fromage (Paradal, 2012).

Le substrat spécifique intéressé par le phénomène de coagulation dans le lait est constitué par les protéines, essentiellement représentées par les caséines (Ramet, 1985).

I.3.3.2. Composition et structure globale des caséines

On peut considérer que la caséine entière comprend 4 constituants essentiels, les caséines α_1 , α_2 , β (bêta) et κ (kappa) dans les proportions respectives suivantes: 4 ; 1 ; 3,7 et 1,4. Il existe également une γ -caséine qui est formée par l'hydrolyse de la β caséine par la plasmine.

Toutes les caséines sont de grosses molécules contenant du phosphore (P) et un grand nombre d'acides aminés parmi lesquelles domine l'acide glutamique et à un moindre degré la leucine et la proline (Vignola, 2002).

Les caséines α_1 et β assurent la cohésion des micelles, à l'inverse la caséine κ joue un rôle déterminant lors de la coagulation de lait par la présure car c'est celle qui forme avec les autres caséines des complexes stables en présence d'ion calcium et phosphore et qui assure la répulsion entre les micelles de caséine (Paradal, 2012). La portion glycomacropéptidique confère à cette protéine son caractère hydrophile, par contre, le reste de la chaîne est de nature très hydrophobe, ce qui explique la perte de

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

solubilité des micelles de caséines lors de l'hydrolyse du lien 105-106 par la chymosine (Vignola, 2002).

L'association des caseines est l'origine des micelles. Les caséines β ou κ , du fait de l'inégalité des charges le long de la molécule et des chaînes latérales apolaires, peuvent s'associer dès qu'une certaine concentration en caséine β et κ dépasse un seuil critique, les caséines α_s se placent dans le cœur hydrophobe de la submicelle formée (Vierling, 2008).

Les principales caractéristiques physicochimiques des caséines et leur composition en acides aminés sont résumées dans le **tableau 2**.

Tableau 02: Caractéristiques physicochimiques des caséines bovines (Croguennec et al, 2008).

	α_{s1}	α_{s2}	B	κ
Nombre de variants	8	4	12	11
Résidus des acides aminés	199	207	209	169
Poids moléculaire	23615	25226	24023	19037
Résidus phosphosérine	8-9	10-13	5	1-2
Résidus cystéine	0	2	0	2
Hydrophobie	4,89	4,64	5,58	5,12
Charge à pH 6,6	-21	-15	-12	-3
Point isoélectrique	4,9-5,0	5,0-5,4	5,1-5,6	5,4-5,9
Sensibilité au Ca^{++}	++	+++	+	-
Sensibilité à la chymosine	-	-	+	+++

I.3.3.3. Structure et propriétés des micelles de caséines

La micelle de caséine est une particule sphérique formée par l'association des quatre caséines (α_{s2} , α_{s1} , β et κ), de quelques fragments peptidiques (caséine γ) provenant de l'hydrolyse enzymatique de la caséine β par la plasmine (enzyme endogène du lait) et de composants salins dont les deux principaux sont le calcium et le phosphate. Les proportions des différents composants de la micelle sont présentées dans le **tableau 3**. Il s'agit d'une composition moyenne, sachant qu'elle varie selon la taille des micelles. Alors que la proportion des caséines α_s est relativement constante, le

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

rapport caséine κ /caséine β est d'autant plus élevé que la taille des micelles est petite (Croguennec et al, 2008).

Tableau 03. Composition moyenne des micelles de caséine bovine en % de micelles déshydratées (Schmidt, 1980).

Caséines		Composants salins	
α_{S1}	33	Calcium	2,9
α_{S2}	11	Magnésium	0,2
B	33	Phosphate inorganique	4,3
κ	11	Citrate	0,5
γ -	4	–	–
Totale caséines	92	Totale composants salins	8,0

I.3.3.4. Stabilité des micelles

Eck et Gillis (2006) rapporte que les micelles de caséine, compte tenu de leurs dimensions, présentent une grande stabilité. Elles peuvent être séparées par centrifugation à grande vitesse (**60000 g⁻¹ h**) sans coalescence. Elles supportent une longue conservation et des traitements thermiques ou mécaniques relativement sévères.

Granules colloïdaux hydrophiles, elles doivent cette stabilité aux facteurs primaires suivants : la charge nette et le degré d'hydratation.

Le caractère acide des caséines a été relevé ; au pH du lait elles portent un gros excès de charges négatives. Les micelles sont elles-mêmes chargées ; sous l'action du champ électrique, elles migrent vers le pôle positif. On peut admettre que des répulsions électrostatiques s'opposent à leur rapprochement et à leur agrégation, contribuant au maintien de la dispersion malgré la très forte densité de la population et la faible distance entre particules.

La potentielle électrocinétique des micelles n'est cependant pas suffisante pour expliquer à lui seul leur stabilité. Un deuxième facteur intervient, le degré d'hydratation. Les micelles de caséine fixent en effet une forte proportion d'eau (**3,7 g** par gramme de protéine).

Une partie de cette eau doit être immobilisée à la surface formant une enveloppe d'hydratation qui protège et stabilise la micelle.

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Il est également admis par divers auteurs qu'un mécanisme additionnel intervient dans le maintien de la stabilité colloïde, la répulsion stérique due au chevelu superficiel des micelles. Cette répulsion, fonction de la densité du chevelu, peut être très importante en raison de la nature hydrophile de la partie **COOH** terminale de la caséine **κ**.

Ces facteurs primaires de la stabilité des micelles dépendent eux-mêmes de divers paramètres, les uns liés à la composition saline de la phase aqueuse (concentrations en ions **H⁺**, **Ca⁺⁺**, phosphate, citrate), les autres à la composition même des micelles (proportions relatives des caséines, notamment de caséine **κ**, teneur en phosphate de calcium). Il s'ensuit que divers agents, intervenant au niveau de la micelle ou/et de son environnement, peuvent être à l'origine de la déstabilisation des particules, c'est-à-dire de la coagulation du lait, exemple l'acidification et l'action de certaines enzymes protéolytiques (**Eck et Gillis, 2006**)

I.3.3.5. Déstabilisation des micelles

La coagulation du lait correspond à une déstabilisation de l'état micellaire originel des caséines du lait pour passer de l'état liquide à l'état solide dans la transformation fromagère. Cette déstabilisation peut être réalisée de deux manières:

- soit par voie acide à l'aide de bactéries lactiques contenues dans la flore indigène du lait et/ou apportées sous forme de ferments,
- soit par voie enzymatique à l'aide d'enzymes coagulantes, en particulier la présure (**Vignola, 2002**).

La coagulation par voie acide est provoquée par le ferment lactique qui transforme le lactose en acide lactique. Lorsqu'il y a production d'acide, le pH de lait de fromagerie diminue, ce qui provoque une solubilisation du phosphate de calcium colloïdal, un élément important dans la stabilité des micelles de caséines. Dépourvues de phosphate de calcium, les micelles se défont en sous-unités. Lors de l'acidification, s'il n'y a aucune agitation comme lors de la fabrication de yogourt, les sous-micelles s'associent par liaisons électrostatiques et hydrophobes pour former un gel lactique qui emprisonne toute l'eau. Cependant, lorsque le pH atteint le point isoélectrique des caséines (pH = **4,6**) la structure sous-micellaire disparaît et les liaisons concernées, quoique très

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

nombreuse, s'affaiblissent et le gel se fragilise. A l'inverse, si on agite le lait pendant l'acidification, il y a floculation des micelles de caséines, ce qui provoque une synérèse. L'eau n'est donc plus retenue dans le gel (**Vignola, 2002**).

Tous les facteurs d'équilibre qui modifient l'équilibre minéral entre la phase colloïdale et la phase soluble ont une incidence sur la coagulation acide. La coagulation sera plus ou moins grande selon que la combinaison de facteurs appliqués au lait favorisera ou non la solubilisation des minéraux colloïdaux. Certaines combinaisons auront des effets antagonistes, tandis que d'autres iront dans le même sens. Ainsi, un lait à 20°C se déstabilise à pH 5,0, à pH 5,2. La teneur en protéines agit aussi sur la coagulation acide. Un lait riche en protéines formera un caillé lactique plus ferme (**Vignola, 2002**).

II. Les propriétés fonctionnelles des ingrédients à base protéines laitières et leur applications

Les protéines du lait principalement les caséines jouent un rôle essentiel dans notre régime alimentaire journalier car elles sont consommées en grande quantité sous des formes très diversifiées telles que lait de consommation, produits laitiers (fromages, yaourts, desserts lactés), nombreuses préparations alimentaires (conserves, plats cuisinés, sauces, potages, pâtisseries, confiseries). Leur composition équilibrée en résidus d'acides aminés essentiels et leur bonne digestibilité sont leur premier atout aux yeux des nutritionnistes. A cela, il convient d'ajouter que ces protéines ayant des structures moléculaires variées confèrent aux aliments dans lesquelles elles sont incorporées, une excellente acceptabilité sensorielle grâce à un grand nombre de propriétés physico-chimiques et techno-fonctionnelles. Les protéines du lait, au même titre que celles de l'œuf, constituent des ingrédients polyfonctionnels d'excellente valeur ajoutée que les nouvelles techniques de fractionnement sont capables de fournir à l'industrie alimentaire sous des formes adaptées aux différentes utilisations (**Cayot, 1995**).

II.1. Définition des propriétés fonctionnelles

Ce sont des propriétés physico-chimiques d'un ingrédient qui ont une incidence sur le comportement sensoriel de celui-ci dans les systèmes alimentaires.

On classe celles-ci en trois groupes :

- les propriétés d'hydratation qui sont dues aux interactions protéine-eau : absorption, rétention d'eau, gonflement, solubilité, viscosité,
- les propriétés de texture dues aux interactions protéine -protéine : précipitation, coagulation, gélification
- les propriétés de surface qui s'expliquent par des interactions protéine molécule peu polaire ou protéine -molécule gazeuse, propriétés émulsifiantes et moussantes. Ces propriétés sont très fortement influencées par l'état de dénaturation, le pH et les sels présents ainsi que par les traitements servant à la préparation des ingrédients ou intervenant après incorporation dans les aliments (cuisson par exemple) (**Lorient, 1991**).

II.1.1. Propriétés d'hydratation

II.1.1.a. La solubilité

Aussi bien que la capacité d'hydratation dépendent surtout du pH (en toute rigueur, on devrait parler de suspension stable) ; minimales au point isoélectrique (pH **4,6** pour la caséine), ces propriétés d'hydratation le sont surtout après dénaturation (cas des protéines solubles qui précipitent à pH **5**).

II.1.1.b. La viscosité

Des solutions suit les mêmes évolutions (minimale au pHi) en raison de la prédominance d'interactions électrostatiques (attractives au pHi et répulsives aux pH acide ou alcalin) ; c'est principalement le cas pour les caséinates qui sont d'excellents ingrédients viscosants à une valeur de pH très éloignée de celle du pI ; la présence de sels atténue ces évolutions. A noter que la viscosité des solutions s'accroît brutalement au-delà d'une concentration protéique déterminée pour laquelle les sphères d'hydratation entrent en contact (**Lorient, 1991**).

II.1.2. Propriétés de texture

II.1.2.a. Coagulation enzymatique

A la suite de l'action de la chymosine sur la micelle de caséine, il se forme un réseau de micelles associées par des interactions hydrophobes, théoriquement thermiquement réversibles. Il s'en suit une séparation de phase appelée synérèse, au cours de laquelle le lactosérum exsude. Ce gel (caillé de fromagerie) se forme à pH **6 - 6,5** et nécessite la présence d'ions calcium (Ca^{++}). Le temps de formation et la texture des gels dépendent de la température, du pH initial, des sels présents et des traitements subis par le lait. Un chauffage trop sévère (stérilisation, par exemple) rend le lait incoagulable pour au moins deux raisons : ions calcium transformés en calcium colloïdal, caséine κ associée à la β -lactoglobuline par chauffage et devenue "insensible" à la chymosine.

II.1.2.b. La gélification

De la micelle de caséine se produit également lors d'un abaissement lent et progressif du pH obtenu soit par acidification lactique (fermentation lactique des yaourts) ou par l'hydrolyse lente de la gluconolactone en acide gluconique. A partir de

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

pH 5,5, les micelles commencent à fusionner entre elles par interactions hydrophobes essentiellement ; une déminéralisation partielle avec une modification du phosphate de **Ca** colloïdal est responsable de l'association des monomères de caséines dans la micelle ; la perte de charges de surface due à l'abaissement du pH réduit les répulsions électrostatiques entre les micelles. En dessous de **pH 5,2** le lait gélifie. Le gel obtenu est fragile et est très facilement déstabilisé avec exsudation de sérum. L'acidification brutale par un acide minéral provoque au contraire une floculation de la caséine par déminéralisation complète sans qu'il y ait gélification du lait.

- Un autre type de gel obtenu par formation d'un réseau stabilisé par liaisons covalentes (pour **pH > 6,5**) et/ou des interactions physicochimiques est obtenu par traitement thermique des protéines sériques. Si la concentration est suffisante (**5 %** minimum) pour un pH donné (faible concentration au **pHi** sinon floculation, plus forte concentration aux pH éloignés du **pHi**), le chauffage au-delà de **70°C** dénature la **β** lactoglobuline et l' **α** -lactalbumine et facilite l'échange intermoléculaire de ponts disulfure (**pH > 6,5**). Ce réseau a un aspect variable selon le pH :

- au (**pH 5**), les gels sont compacts, opaques, granuleux, en raison d'interactions électrostatiques attractives.
- à pH neutre ou alcalin, les gels sont fermes, élastiques, translucides (sauf en présence d'ions **Ca⁺⁺**). Les ponts ioniques formés par les ions **Ca⁺⁺** rendent plus compacts les gels.
- à pH acide les gels sont fermes et élastiques.

- Dans le cas de systèmes mixtes comme le lait, le chauffage permet non seulement une thermo-précipitation des protéines sériques, mais aussi une association d'une partie de celles-ci avec les groupes sulfhydryle de la caséine **κ** en surface de micelle. Cette association permet aux micelles de résister à la déstabilisation par la chymosine et à leur fusion totale dans les gels acides (synérèse freinée) ; l'ajout de lait écrémé aux yaourts est une application de ces modifications (**Lorient, 1991**).

II.1.3. Propriétés de surface

Les interfaces eau/huile des émulsions ou eau/gaz des mousses sont stabilisées par des molécules amphi-polaires comme des mono-glycérides, des lécithines ou des

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

protéines. La formation de ces systèmes dispersés est favorisée par l'adsorption de protéines par exemple, qui étant de nature bipolarisée par l'alternance de tronçons peptidiques hydrophobe ou hydrophile, se comportent comme de véritables agents tensioactifs : abaissement de la tension inter faciale, formation d'un film inter-facial rigide cohérent entourant les gouttelettes d'huile ou les bulles de gaz, stabilisation du système dispersé par différents mécanismes tels que répulsions électrostatiques ou empêchements stériques.

- Aptitude des protéines du lait à l'adsorption aux interfaces :

Les protéines du lait se comportent différemment en raison de leur structure :

- les caséines sont toutes des molécules dépliées flexibles et bipolarisées donc douées d'excellentes propriétés tensioactives ; cependant, le film protéique inter-facial est peu épais donc stabilise peu l'interface. L'ordre décroissant de tensio-activité est le suivant : caséine β > caséine α_{S1} > caséine κ

- les protéines sériques sont des molécules compactes qui subissent une dénaturation de surface partielle lorsqu'elles s'adsorbent à une interface. Aussi la vitesse d'absorption est faible mais le film inter-facial rigide et épais qu'elles forment est plus stable que celui constitué par les caséines.

Dans le lait, les micelles de caséines, beaucoup plus nombreuses et encombrantes que les protéines sériques s'adsorbent préférentiellement. De même, si l'on mélange protéines sériques et caséines (non micellaires sous forme de monomères) en quantités équivalentes, ce sont les caséines (moins encombrantes mais plus tensioactives) qui s'adsorbent préférentiellement (**Lorient, 1991**).

II.1.3.a. Propriétés émulsifiantes

Les protéines sont d'excellents émulsifiants pour trois raisons :

- abaissement de la tension inter-faciale eau/huile ;
- formation d'un film rigide inter-facial ;
- et stabilisation électrostatique, stérique ou osmotique.

L'abaissement de tension inter-faciale permet d'abaisser l'apport d'énergie

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

mécanique nécessaire à la confection d'émulsions (dispersion d'une phase dans l'autre) et d'accroître l'aire inter-faciale; cela nécessite une bonne solubilisation (dispersion pseudo-colloïdale) de la protéine, c'est-à-dire que le milieu soit à un pH différent du pI (des caséines surtout).

La formation d'un film épais n'est possible qu'avec des protéines globulaires telles que la β -lactoglobuline.

La stabilisation d'une émulsion par des forces électrostatiques répulsives est facilitée par des pH extrêmes, quelles que soient les protéines du lait. Lorsque les protéines du lait en dispersion aqueuse sont en mélange, une adsorption compétitive se produit entre elles ; par exemple, l'émulsification avec un mélange de caséine α_{S1} et β provoque l'adsorption préférentielle de caséine β ; celle-ci déplace la caséine α_{S1} de l'interface. Inversement, si une émulsion est préparée à partir d'une solution de β -lactoglobuline, celle-ci ne peut être que très légèrement déplacée de l'interface par d'autres protéines laitières ; une polymérisation en surface de la β -lactoglobuline serait responsable de cette résistance à la désorption.

En présence d'émulsifiants ioniques (lécithine) et non ioniques (monoglycérides), les protéines sont partiellement ou totalement résorbées de l'interface (exceptée la β -lactoglobuline pour les raisons précédemment évoquées) : un rapport pondéral optimal entre émulsifiants et protéines doit permettre d'abaisser fortement la tension inter-faciale par les émulsifiants tout en favorisant la stabilisation de la dispersion des globules gras par les protéines. Les opérations d'émulsification sont réalisées de façon discontinue (cutter de charcuterie) ou continue (homogénéisateur, micro-fluidiseur) (Lorient, 1991).

II.1.3.b. Propriétés moussantes

Les « propriétés moussantes » impliquent une capacité à former une mousse fine, dont les bulles sphériques seraient de petit diamètre et de faible densité ($< 0,2$), et l'aptitude à stabiliser la mousse en empêchant le drainage de la phase aqueuse située entre les bulles par la formation d'un film protéique épais hydraté et d'une phase continue visqueuse. Généralement cela nécessite une structure protéique compacte assez concentrée, soluble. Des particules sont cependant parfois capables de stabiliser les mousses. Le pH optimal se situe souvent à proximité du pI (pH 5-5,5) sans l'atteindre pour des raisons de solubilité.

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Pour toutes ces raisons, les caséines forment des mousses fines, légères, peu stables, avec une montée en mousse rapide. Au contraire, les protéines sériques forment des mousses fermes, compactes (cas principalement de la β -lactoglobuline) et très stables avec une montée de la mousse plus lente en raison d'une dénaturation de surface préalable. Un traitement thermique modéré (**70°C, 15 min**) peut favoriser les propriétés moussantes des protéines sériques en provoquant une dénaturation partielle. On notera que la purification d'une protéine accroît le pouvoir moussant en raison des effets antagonistes que deux protéines exercent à l'interface lorsqu'elles sont en mélange.

L'ajout de protéines à pHi élevé (lysozyme par exemple) à des protéines laitières (pHi < 7) a un effet synergique sur le foisonnement : un film protéique rigide s'établirait autour des bulles grâce aux associations entre protéines chargées négativement (protéines laitières) et protéines chargées positivement (lysozyme). Les opérations industrielles mécaniques de foisonnement sont réalisées dans deux types de foisonneurs : foisonneurs planétaires discontinus et foisonneurs continus (Mondomix) ou à surface raclée (Duprat).

La stabilisation des mousses et émulsions peut être effectuées par l'incorporation d'ingrédients qui accroissent la rigidité et la fermeté du film inter-facial, et la viscosité de la phase aqueuse continue ; ce rôle est facilement rempli par les polysaccharides (alginates, carraghénanes...) ou à partir de la gélatine.

Le tableau 04 résume les principales propriétés fonctionnelles des protéines du lait ; parmi elles, la rétention d'arômes non détaillée dans ce texte, retiennent l'attention des spécialistes de la formulation des aliments qui doivent maîtriser ce facteur pour confectionner des produits aux textures et saveurs nouvelles (**Lorient, 1991**).

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Tableau 04 : Principales propriétés fonctionnelles des protéines du lait (Lorient, 1991).

Propriétés	Caséines	Protéines de lactosérum
Solubilité	Insolubles à pH 4,6	Très solubles à tous les pH. Insolubles à pH 5 si thermo-dénaturées
Viscosité	Solutions très visqueuses à pH neutre et alcalin. Viscosité minimale au pHi (4,6).	Solutions peu visqueuses sauf si thermo-dénaturées.
Hydratation	Rétention d'eau élevée avec formation de colle à forte concentration. Minimum au pHi.	Rétention d'eau s'accroissant avec la dénaturation
Gélification	Pas de gélification thermique sauf en présence de calcium ou de polyosides. Gélification de la micelle par la chymosine.	Thermo-gélification à partir de 70°C : influence du pH et des sels.
Propriété Emulsifiantes	Excellentes propriétés émulsifiantes surtout à pH neutre et alcalin.	Bonnes propriétés émulsifiantes sauf à pH 4 et 5 si thermo-dénaturation.
Propriété Moussante	Bon foisonnement mais faible stabilité des mousses $\kappa > \beta > \alpha_{S1}$	Bon foisonnement et excellente stabilité des mousses $\beta \text{ Lg} > \alpha \text{ La}$.
Rétention d'arome	Bonne rétention d'arômes.	Rétention très variable avec l'état de dénaturation.

II.2. Les principaux types d'ingrédients à bases protéines laitières

Les ingrédients laitiers intégrés dans la composition d'un aliment le sont principalement sous forme de poudre. **Le tableau 5** résume les principaux ingrédients laitiers et leurs propriétés fonctionnelles.

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Tableau 05 : les principaux ingrédients laitiers d'après (Boudier, 2004).

Ingrédients	Propriétés fonctionnelles
Concentré protéique de lait	Structure
Produits de caséine	Emulsifiant, gélifiant : viscosité : rétention d'eau
Perméat de lait et lactose	Charge : arôme
Concentré protéique de lactosérum	Émulsifiant, gélifiant, rétention d'eau

II.2.1. Utilisations des produits de caséine comme ingrédient alimentaire

Aux États-Unis, le plus de la moitié des dérivés de caséine sont utilisés dans la formulation de fromage d'imitation.

Les produits de caséine sont utilisés aussi dans les produits céréaliers pour leurs propriétés nutritives et leur capacité de rétention d'eau. Donc on les utilise pour enrichir les céréales à déjeuner, les biscuits, les pâtes alimentaires et le pain. Dans plusieurs produits, la rétention d'eau des caséines améliore la texture de la mie et la densité. Dans la formulation de biscuits ou de pâtes congelées, les caséinates préviennent la déstabilisation de l'émulsion après la décongélation (**Vignola, 2002**).

En confiserie les produits de caséines sont utilisés pour leur capacité de rétention d'eau (plus de 2 fois leur propre poids) et inhibent ainsi la formation de cristaux de sucre. Elles contribuent également au brunissement des bonbons et au développement de saveurs attribuables aux aldéhydes formés par la réaction de Maillard (**Campbell et Pavlasek, 1987**).

II.2.1.a. La réaction de Maillard

Les saveurs sont produites dans la nature, soit par l'action d'enzymes soit par des processus thermiques dus aux interactions entre différents précurseurs et à leurs produits de dégradation. L'interaction de sucres réducteurs et d'acides aminés et l'ensemble de leurs réactions successives est appelée brunissement non-enzymatique ou encore réaction de Maillard (**Maillard, 1912**). Cette réaction, ou plutôt cet ensemble de réactions, est considérée comme la plus importante dans la chimie des aliments

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

(**Shenoy, 1993**). Elle a lieu, lors du stockage des aliments ou plus fréquemment, lors de leur traitement par des processus thermiques. En plus de son rôle prépondérant dans le développement des saveurs, il a été aussi démontré qu'elle est responsable de la formation des couleurs, d'antioxydants (**Griffith et Johnson, 1957 ; Manzocco *et al.* 2001**) et d'agents cancérigènes (**Nagao *et al.*, 1979**). Elle peut aussi réduire de manière drastique la valeur nutritionnelle des aliments en diminuant la concentration et donc la disponibilité des acides aminés essentiels. L'apparition d'une couleur brune distincte, et d'arômes associés à des aliments rôtis, grillés ou cuits au four, est caractéristique de cette réaction, avec pour conséquence le fait que des aliments présentant des goûts ou des arômes peu appétissants lorsqu'ils sont crus peuvent être transformés en produits désirables après avoir subi des traitements thermiques. C'est notamment le cas du pain, des graines de café et des fèves de cacao.

Les applications industrielles de la réaction de Maillard peuvent se retrouver dans au moins trois situations en agroalimentaire : le développement des saveurs dans des procédés traditionnels de fabrication (fèves de cacao, graines de café, pain,...), l'utilisation délibérée de la réaction pour la production d'arômes artificiels et les efforts pour contrôler le brunissement indésirable dans les aliments industriels (**Shenoy, 1993**).

III. Les produits laitiers traditionnels en Algérie

L'Algérie a une tradition bien établie sur les produits laitiers, transmise d'une génération à une autre, qui a un aspect important de la culture algérienne. Le lait abondant durant certains moments de l'année, est facilement périssable et difficile à conserver, surtout dans les zones à climat très chaud dans n'importe quelle culture, il a été toujours traité pour augmenter la durabilité et la valeur nutritive pour une consommation domestique et au même temps de permettre la commercialisation du surplus (Bencharif, 2001).

Comme dans d'autres pays, notamment européens, les fromages, fruits de la culture pastorale, sont l'objet d'une découverte pendant ces dernières années, par les consommateurs. La recherche des saveurs moins standardisées, plus riche et variées contribue à la redécouverte des produits traditionnels, les résultats de technologies basées sur l'expérience du fromager et les conditions environnementales. Les produits qui représentent mieux la culture du fromage algérien sont : Lben, Klila et Bouhezza. Les méthodes de fabrication sont illustrées dans la figure 2

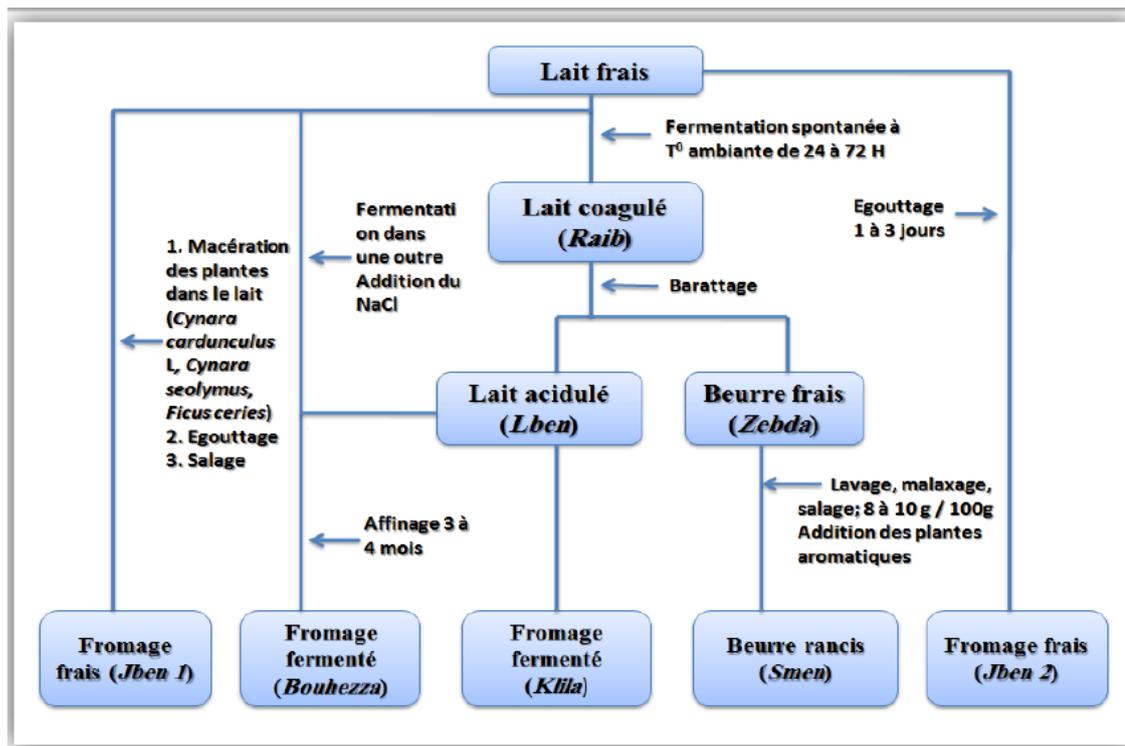


Figure 02 : Schéma des méthodes de fabrication des principaux produits laitiers Algérien (Lahsaoui, 2009).

III.1. Rayeb

Le rayeb (ou raib) est du lait caillé. Traditionnellement obtenue après acidification spontanée à température ambiante du lait cru durant une période variant de **24h à 70h** selon la saison. Le rayeb est consommé tel quel ou transformé, comme montré **la figure 2 (Bendimerad, 2013)**

III.2. Lben

Le lben c'est un lait fermenté (babeurre) obtenue par le barattage du lait aigri spontanément pour enlever le beurre (**Benkerroum et Tamime, 2004**). Le lben est l'un des produits très connues de la transformation artisanale du lait en Algérie la préparation du lben débute par la coagulation en rayeb (pendant **24h à 72 h** selon la saison), le rayeb peut être consommé tel qu'il est ou subir un barattage et un écrémage dans une peau de chèvre ou de brebis appelé «chekoua ou kerba» la peau de l'animale non fondue est tannée puis confectionnée sous forme de sac imperméable par nouaison des différentes ouvertures, l'ouvertures du cou de l'animale constituera le col ou la bouche chekoua (**Mechai et al 2014**).

III.3. Aoules

C'est un fromage algérien au lait de chèvre sec typique (**87% à 92%** de matière sèche) obtenu à partir de lait de chèvre coagulé spontanément, qui est brassé pour enlever le beurre. Le lben de la chèvre résultant est versé dans un pot en argile et chauffé légèrement sur un feu ouvert jusqu'à ce que les protéines précipitent, d'une manière similaire à celle de Klila. Le précipitent est filtré dans un panier de paille et le caillé est pétri en petite quantité à la fois pour donner la forme d'un petit cylindre plat (**2 cm** d'épaisseur, **6 à 8 cm** de diamètre). Le fromage est ensuite séché au soleil (**Mahamedi, 2015**).

III.4. Bouhezza

En général une *chekoua* est remplie avec du lben de vache salé (sel de table). Après égouttage de la *chekoua*, des ajouts successifs du lben sont effectués. La fréquence de ces ajouts dépend essentiellement de la disponibilité du lben et de la vitesse de l'égouttage. A la fin de fabrication, des quantités du lait cru de vache sont ajoutés, puis le fromage est récupéré. (**Saoudi, 2012**).

III.5. Le Beurre frais

Est obtenu après barattage du lait fermenté « Rayeb ». Occasionnellement, une quantité de l'eau tiède (**40-50°C**) est ajoutée (environ **10%**) à la fin du barattage pour favoriser l'agglomération des globules gras et l'augmentation du rendement en zebda. Lors du barattage mécanisé, les globules gras flottent sur la surface du lben et sont séparées par une cuillère perforée. Ainsi le beurre frais obtenu a une forte odeur de diacétyle le possédant une consistance molle à cause de la forte teneur en eau (**Tantaoui-Elaraki et El-Marrakchi, 1987**).

III.6. Ighounane

Fromage fabriqué en Kabylie à partir du colostrum (premier lait de vache venant de mettre bas), la préparation d'*Ighounane* se fait dans des ustensiles en terre cuite enduits d'huile d'olive dans lesquels est versée une petite quantité d'eau salée, puis le lait est chauffé et coagulé. Le caillé formé est découpé puis consommé tel quel (**Mahamedi, 2015**).

III.7. Takammart

Littéralement 'Fromage' en langue *Tamahaq* (Touareg), le *Takammart* est un fromage de la région désertique du Hoggar (Tamanrasset) il est produit par l'introduction d'un morceau de caillette de jeunes chevreaux dans le lait de chèvre. Le caillé obtenu est retiré à l'aide d'une louche et déposé en petits tas sur une natte, il est ensuite pétri pour évacuer le sérum puis déposé sur une natte à base de tiges de fenouil qui lui transmet un arôme particulier. Les nattes sont par la suite, exposées au soleil durant deux jours puis placées à l'ombre jusqu'au durcissement du fromage (**Mahamedi, 2015**).

III.8. Jben

C'est un fromage frais traditionnel dans l'Algérie. Cette dénomination regroupe des trajectoires technologiques, il y a une étape d'acidification spontanée, à température ambiante, pendant **24 h** à **72 h** selon la température, comme celle conduisant au rayeb, comme le montre la **figure 2**. Traditionnellement, le fromage jben est fabriqué avec du lait cru de brebis ou de chèvre, acidifié spontanément et coagulé par des enzymes coagulantes d'origine végétale issues des fleurs de cardon (*Cynara cardunculus* L), d'une plante épineuse sauvage (*Cynara humilis*) ou d'artichaut (*Cynara scolymus*), ou

du latex de figuier (*Ficus carica*) ou des graines de citrouille (coagulation par voie enzymatique). Les fleurs entières sont mises à macérer dans le lait. Le végétal est utilisé pour accélérer la coagulation et pour donner un certain gout au fromage. La variété végétale utilisée varie d'une région à l'autre ; elle donner un gout et une texture appréciés par les gens de la région concernée. Le caillé est ensuite égoutté et salé ou non (**Bendimerad, 2013**).

III.9. Klila

En Algérie, la klila est un fromage traditionnel populaire à la campagne, il est fabriqué à partir du lait cru de vache ou de brebis non pasteurisé. Ce fromage est fabriqué par la conservation du lait dans des pots propres non stériles à la température ambiante (généralement à **2** jours) pour avoir après un gout acide. Le lait acide appelé « rayeb », est baraté dans une peau de chèvre spéciale durant **2 à 3** heures, puis l'eau est additionnée pour séparer le beurre qui va être après collectée. Après chauffage du lait écrémé appelé « l'ben » pendant **15** min à **55-75** C°, le petit-lait est séparé du fromage par filtration à travers d'une mousseline « Chache ».Le fromage est consommé sous cette forme ou bien séché sous le soleil pour une longue conservation.

La fermentation de la klila, comme beaucoup de processus de fermentation de produits traditionnels, est spontanée, non contrôlée et implique beaucoup de micro-organismes d'aliments qui sont influencés par les conditions environnementales de l'endroit où le fromage est fabriqué (**Mahamedi, 2015**).

IV. L'évaluation sensorielle

L'évaluation (ou l'analyse) sensorielle est une discipline qui a connu ces dernières années un essor important dans le domaine agro-alimentaire. Elle a pour objet de décrire la perception de produits par des individus appelés juges, au cours d'épreuves appelées couramment « tests de dégustation »

IV.1. Définition

D'après **Dauvilliers (2008)**, il existe trois types de sensorialité :

- **Sensorialité extéroceptive**: 6 organes des sens somesthésie, vision, audition, olfaction, goût et équilibre vestibulaire
- **Sensorialité intéroceptive**: sensibilité des viscères, vaisseaux et endothélium
- **Sensorialité proprioceptive** : muscles, tendons, articulations.

Par "évaluation sensorielle", on entend l'examen des propriétés d'un produit par les organes des sens (Commission Européenne, 2008). (**Lespinasse et al, 2002**) expliquent que l'évaluation sensorielle fait appel au system sensoriel de l'homme, système complexe dont les mécanismes d'intégration ne sont pas encore bien connus. Malgré la grande capacité de discrimination des sens humains, ils ont aussi des limites qui peuvent varier d'un individu à l'autre.

Selon (**Mac Leod et Sauvageot, 1986**), par définition l'évaluation sensorielle implique une intervention active de l'homme, donc la mise en jeu d'un ensemble de mécanismes qui font qu'un stimulus de nature matérielle engendre des sensations qui en atteignant le niveau de la conscience, deviennent des perceptions.

IV.2. Objectif de l'évaluation sensorielle

D'après **Roudaut et Lefrancq (2005)**, l'analyse sensorielle est un passage obligatoire pour les industriels du marché agroalimentaire. En effet, cette technique vise la satisfaction des besoins du consommateur tout en réduisant les pertes aussi bien pour le fabricant que pour le revendeur. Ainsi, selon le type, l'évaluation sensorielle peut avoir comme objectifs :

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

- La description objective d'un produit pour établir un profil sensoriel,
- L'étude de la satisfaction des consommateurs et/ou de leurs préférences,
- La conception de nouveaux produits ou l'optimisation de ceux qui existent déjà,
- L'imitation de certains produits,
- L'étude de l'évolution du produit dans le temps (au cours du stockage) pour assurer sa qualité,
- La comparaison entre les produits concurrents,
- La comparaison entre deux produits pour étudier l'influence de certains procédés technologiques sur les qualités organoleptiques.

Selon **Las (2011)**, l'analyse sensorielle consiste à analyser les propriétés organoleptiques des produits par les organes des sens (définition de la norme française) la vue, le toucher, l'ouïe, l'odorat, et le goût. Elle constitue un véritable outil de mesure fiable et indépendant qui permet d'évaluer :

- D'une part les préférences des consommateurs et prévoir ce qui motive leurs choix
- D'autre part les caractéristiques organoleptiques des produits :

- L'apparence: aspect général, la couleur, la forme,
- La saveur : odeur, saveur (sucrée, salée, amère, acide) l'arôme (piquant, fruité, boisé),
- La texture: dureté, collant, cohésion, croquant, friabilité

Dans le milieu rural la production laitière connaît des périodes d'abondance de production d'une année à l'autre et en fonction des fluctuations saisonnières de l'offre alimentaire. Le lait est à la base de l'alimentation d'une grande partie des familles rurales; c'est un produit difficile à conserver surtout durant les périodes de grandes chaleurs. Sa transformation en fromage comme le type « Klila » reste une solution pour prolonger sa conservation et son utilisation. Ce fromage est consommé à l'état frais ou conservé après déshydratation. Les usages de ce fromage dans des plats cuisinés salés traditionnels, sont multiples et variables d'une région à l'autre. Par contre son usage dans les préparations sucrés reste rare la pâtisserie traditionnelle. Ainsi ce travail cherche à élargir les domaines d'utilisation de ce produit à l'état frais ou déshydraté dans certaines spécialités de la pâtisserie traditionnelle locale.

I. Matériels et méthodes

I.1. La fabrication du fromage traditionnel 'Klila'

Pour réaliser cette étude nous avons préparé des quantités de klila fraîche et klila déshydratée selon les procédés traditionnels. Nous nous sommes référés au procédé artisanal de fabrication de 'klila' figure 3 ci-dessous.

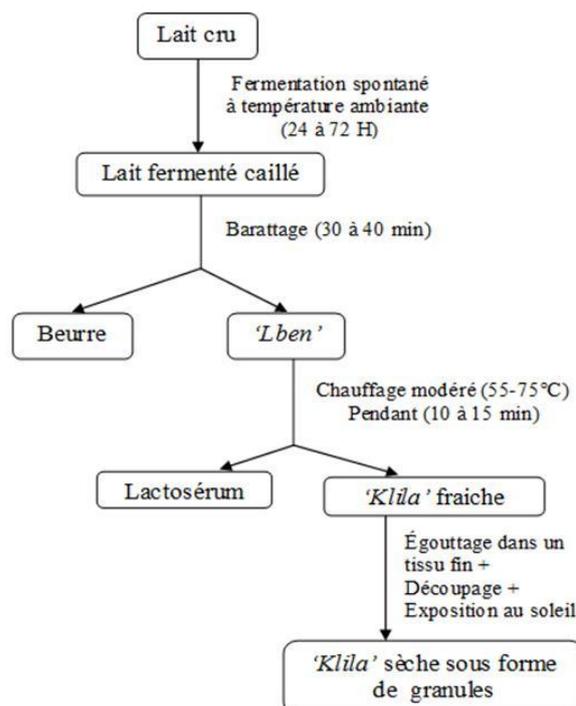


Figure 03 : Procédé artisanal de fabrication du 'Klila' (leksir et chemmam, 2014)

La photo suivante résume tous les étapes de fabrication de 'klila' :



Photo 01: Les étapes de fabrication du 'klila' (Negri et Seddiki, 2016)

I.2. Essais d'incorporation de 'Klila'

I.2.a. Secteur de préparation des aliments

Le lieu retenu pour la préparation des aliments est une pâtisserie spécialisée dans la préparation de produits traditionnelles, situé dans un quartier populaire « cité Agabi » à Guelma. Dans ce local le secteur de préparation des aliments est équipé de plans de travail, d'éviers, d'un matériel de cuisson et de réfrigération et d'espace d'entreposage des matières premières.

I.2.b. Produits retenus pour les essais

Dans la gamme des produits préparés ; nous avons retenus 3 produits choisis les ingrédients de base de leurs recettes de préparation. Les œufs et la farine sont présents dans les 3 produits à savoir Mini cake ; Chrik et petit pain.

Nous avons faits des essais sur chaque produit à différents niveaux. D'une part on a fait des substitutions aux œufs avec le 'klila' fraîche; d'autre part des substitutions à la farine avec 'klila' déshydraté. Les **tableaux 06 et 07** ci-dessous résument les essais d'incorporation.

Tableau 06: Substitution aux œufs par klila fraîche

Produits	Substitution		
	Témoin	Remplacement des œufs avec klila fraîche	Remplacement des œufs avec klila fraîche
Mini cake	4 œufs	2 œuf +150 g de klila	1 œuf +300g de klila
Chrik	2 œufs	1 œuf + 50 g	Sans œuf + 150g
Petit pain	1œuf	sans œuf + 100g	sans œuf + 200 g



Photo 02: incorporation de 'klila' fraîche (Negri et Seddiki, 2016)

Tableau 07: Substitution a la farine par klila déshydratée

Produits	Substitution		
	Témoin	Remplacement de farine avec klila déshydraté	Remplacement de farine avec klila déshydraté
Mini cake	850g de farine	80g de klila	120g da klila
Chrik	1kg de farine	160g	240g
Petit pain	1kg de farine	200g	300g



Photo 03: incorporation avec 'klila' déshydraté (Negri et Seddiki, 2016)

Les trois produits ont été préparés, incorporés et ensuite cuits à la même température et dans un milieu homogène dans les mêmes conditions.

I.3. L'évaluation sensorielle

On a voulu procéder à des tests réels, les personnes retenues pour participer à ces tests de consommation ne sont ni expérimentées ni choisies pour leur acuité sensorielle mais sont de potentiels consommateurs des produits. Pour ce type de test, on interroge des personnes et les résultats servent à prévoir les attitudes de la population cible. Les 3 panels de dégustateurs amateurs retenus sont formés chacun de 20 personnes (des étudiants ; enseignants et agents de l'administration) sans expérience. Pour ce test on a retenu un endroit central au niveau de notre faculté. Comme le vrai test auprès du consommateur exige un panel représentatif de la population cible, il nécessite à la fois beaucoup de temps et d'argent. Les panels de dégustateurs amateurs que nous avons recrutés sur place vont servir à nous fournir les premiers renseignements sur l'acceptabilité des produits proposés dans un premier temps, et ont souvent lieu avant les tests réels de consommation. Les tests avec de tels panels sont beaucoup plus faciles à réaliser que les tests réels de consommation et permettent de mieux contrôler les variables et les conditions de l'expérience. Ces panels servent toutefois à compléter et non pas à remplacer les tests réels de consommation.

I.3.a. Test de classement

L'épreuve de classement consiste à présenter une série de chaque produit et à demander aux dégustateurs de classer ces produits par ordre préférence de 1 à 5 sur chacun des 4 attributs retenus couleur, odeur, texture et goût.

Les trois produits ont été jugés par 3 panels composés chacun de 20 personnes, Le classement se fait pour les **5** échantillons de chacun des trois produits **mini cake, chrik et petit pain** : un produit témoin sans incorporation avec le klila, **2** produit incorporé avec 'Klila' fraîche et **2** produits incorporé avec le klila déshydraté.

I.3.b. Présentation des produits et codage

Les codages des échantillons des 3 produits sont décrits et reportés dans les tableaux 8, 9 et 10

Tableau 08: le codage des produits de mini cake

		Substitution aux oeufs		Substitution à la farine	
Produits	Témoin 4 oeuf sans klila	150g de killa fraîche+2 œufs	300g de klila fraîche+1oeufs	80g de klila sèche	120 g de klila sèche
Codes	T	MC1	MC2	MC3	MC4

Tableau 09: le codage des produits de chrik

		Substitution aux oeufs		Substitution à la farine	
Produits	Témoin 2 oeuf sans klila	50g de killa fraîche+1 œufs	150g de klila fraîche+sans œufs	160g de klila sèche	240g de klila sèche
Codes	T	CH1	CH2	CH3	CH4

Tableau 10: le codage des produits de petit pain

		Substitution aux oeufs		Substitution à la farine	
Produits	Témoin 1 oeuf sans klila	100g de killa fraîche+sans œuf	200g de klila fraîche+sans œufs	200g de klila sèche	300g de klila sèche
Codes	T	PP1	PP2	PP3	PP4



Photo 04: Codage et étiquetage des produits (Negri et Seddiki, 2016)

I.3.c. Déroulement de la dégustation

L'évaluation du test de dégustation a été faite au niveau d'une salle de classe de la faculté SNV & STU. Des précautions ont été prises pour que les sujets ne soient pas influencés par des facteurs extérieurs. L'heure à laquelle se sont déroulés les tests s'est située entre 10 heures et 13 heures du matin, pour le classement des 5 échantillons pour chacun des 3 produits : **mini cake, chrik et petit pain.**

Pour les trois tests de classement nous avons suivi les étapes suivantes:

- Nettoyage des postes de dégustation,
- Etiquetage des produits de façon anonyme et neutre afin d'éviter toute connotation de classement selon les préférences,
- Chaque poste de dégustation (**Photo 08**) est muni de:
 - Une bouteille d'eau et un verre pour le rinçage de la bouche pendant la dégustation,
 - Des serviettes en papier pour les éventuels débordements,
 - Un bulletin de réponse
- les échantillons sont disposés sur les assiettes dans le même ordre de codage



Photo 05: Evaluation sensorielle par les dégustateurs (Negri et Seddiki, 2016)

I.4. Analyse statistique des résultats

Le test réalisé est un test non-paramétrique de Kruskal-Wallis sur k échantillons indépendants dans Excel avec XLSTAT.

Les 5 échantillons de trois produits de viennoiserie ont été notés par différents groupes des goûteurs. Les données ne peuvent donc pas être considérées comme étant appariées. Notre but est de déterminer si la différence de l'odeur, la couleur, la texture et le goût entre les différentes recettes sont significative ou non au sein de chaque type du produits.

Pour repérer quelles recettes sont différentes des autres et afin de prendre en compte que les comparaisons sont effectuées sur k recettes la correction de Bonferroni est utilisée. Elle est appliquée au niveau de signification $\alpha = 0,05$.

II. Résultats et Discussion

La journée de dégustation visait à évaluer l'aptitude d'un jury semi-naïf à effectuer une épreuve de classement et à améliorer le protocole par rapport aux difficultés rencontrées. Les résultats montrent une significativité sur certains descripteurs, des différences significatives ont pu être mises en évidence pour les 4 descripteurs « couleur-odeur-texture et goût » pour les 3 produits proposés à la dégustation. Ceci appuie la pertinence des descripteurs et conforte dans le choix du protocole.

II.1. Résultats du descripteur «odeur» pour les trois produits : petit pain, mini cake, chrik

Tableau 11: comparaison des 5 produits de petit pain en fonction du «odeur»

Variable	Observation	Moyenne	Ecart type
T	20	2,45 ^a	1,669
PP1	20	2,85 ^a	1,040
PP2	20	2,55 ^a	1,356
PP3	20	3,6 ^a	1,142
PP4	20	3,55 ^a	1,504

*Pour chaque paramètre, les valeurs portant les mêmes lettres sont statistiquement égales. Test Bonferroni

-On déduit que d'après les résultats indiqués dans le **tableau 11** tous les échantillons de petit pain (**Témoin, PP1, PP2, PP3 et PP4**) sont pareils, la comparaison des moyennes n'a révélé aucune différence significative entre les échantillons du petit pain sur le descripteur « **odeur** ». Cependant au classement par ordre de préférence comme le montre la **figure 4**, le témoin T et PP2 sont préférés à PP4 et PP3, le PP1 occupe une place intermédiaire.

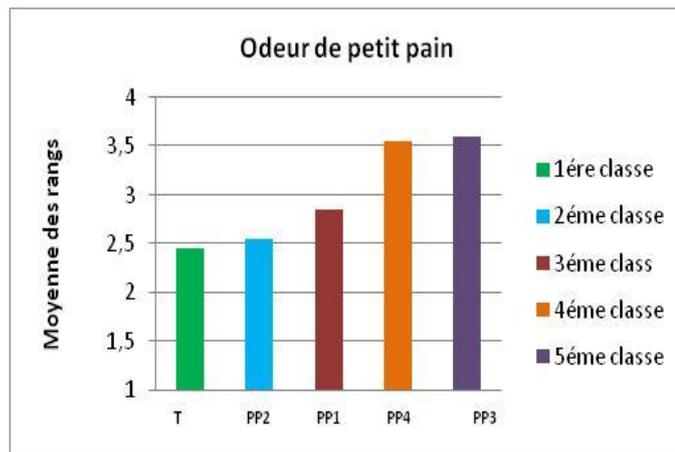


Figure 4 : Classement des 5 échantillons de petit pain pour l'odeur

-Pour le mini cake, la différence est non significative entre **T, MC1, MC2 et MC3** pour le descripteur « **odeur** » par contre elle est significative entre **T, MC1 et le MC4**.

Tableau 12 : comparaison des 5 produits de mini cake en fonction du «odeur»

Variable	Observations	Moyenne	Ecart-type
T	20	2,400 ^a	1,501
MC1	20	2,700 ^a	1,129
MC2	20	2,550 ^{ab}	1,432
MC3	20	3,450 ^{ab}	1,050
MC4	20	4,900 ^b	1,447

*Pour chaque paramètre, les valeurs portant les mêmes lettres sont statistiquement égales. Test Bonferroni

Le classement des cinq échantillons du mini cake par le jury de dégustation est illustré dans **la figure 5**, Le Témoin et MC2 ont été préférés à MC3 et MC4, alors que MC1 occupe une place intermédiaire.

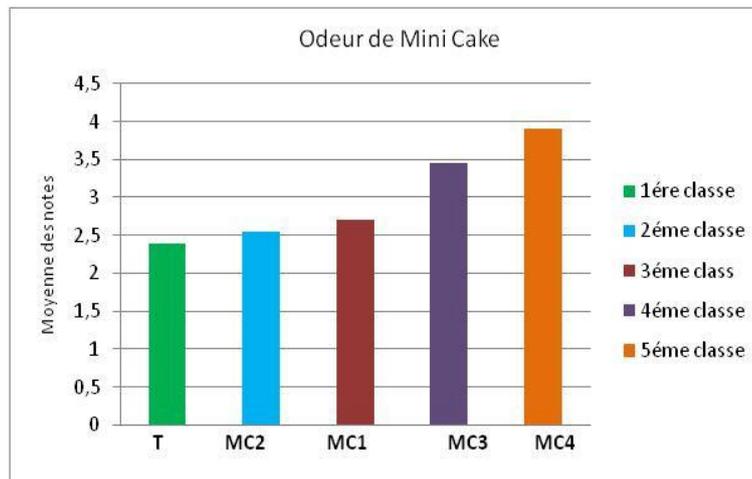


Figure 5: Classement des 5 échantillons de mini cake pour l'odeur

-Pour le **chrik** les résultats moyens sont reportés au tableau 13, seul CH4 est significativement différent des 4 produits restant (CH1, CH2) et (CH3, CH4).

Tableau 13: comparaison des 5 produits de chrik en fonction du «odeur»

Variable	Observations	Moyenne	Ecart-type
T	20	2,350 ^a	1,182
CH1	20	2,300 ^a	1,218
CH2	20	2,500 ^a	1,277
CH3	20	3,800 ^a	1,056
CH4	20	4,050 ^b	1,447

*Pour chaque paramètre, les valeurs portant les mêmes lettres sont statistiquement égales. Test Bonferroni

La figure 5 montre que le classement du Témoin T et CH1 sont préférés à CH3 et CH4, le produit CH2 occupe la place intermédiaire. Les dernières places occupées par CH3 et CH4 peuvent être attribuées au descripteur « odeur » relativement marquée dans la poudre de Klila déshydratée.

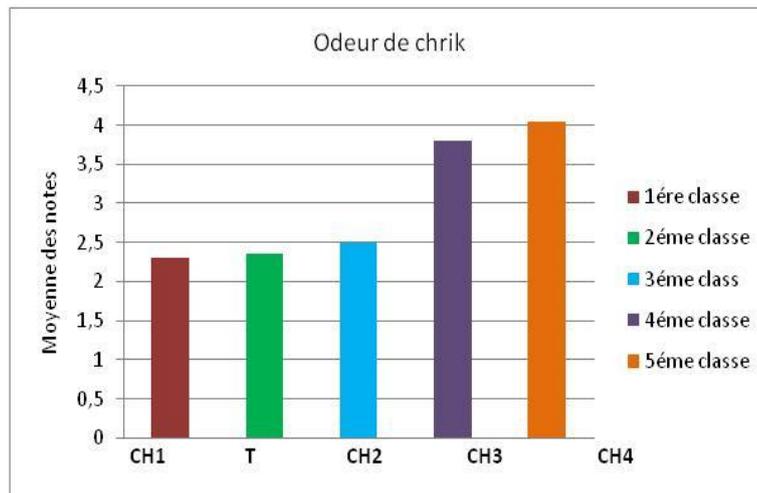


Figure 6: Classement des 5 échantillons de chrik pour l'odeur

II.1.1 Discussion

Si on observe les résultats de classements préférentielles des 3 produits avec leurs 4 variantes en plus du témoin sur le descripteur « odeur », on constate que pour les 3 panels de dégustateurs ont classé dans les 3 premières places les 2 produits avec incorporation de « klila fraîche » avec le témoin. Dans les comparaisons des résultats moyens entre ces 3 produits il n'en ressort aucune différence significative. En revanche les 2 produits avec incorporation de poudre de « klila déshydraté » occupent les dernières places. Ces résultats peuvent être attribués à l'odeur de rancissement des résidus infimes de matières grasses qui persiste dans la farine de klila après déshydratation.

II.2. Résultats du descripteur «couleur» pour les trois produits : petit pain, mini cake et chrik.

-Les résultats moyens sont reportés dans le **tableau 14**, la comparaison révèle que **PP3** significativement différent de **PP1 et PP2**. Neutre les produits restants il n'y a pas de différences significatives. La différence significative entre ces 3 produits (**PP1, PP2**) et le **PP3** peut être attribuée à la présence de klila fraîche.

Tableau 14 : comparaison des 5 produits de petit pain en fonction du «couleur»

Variable	Observations	Moyenne	Ecart-type
T	20	3,3 ^{ab}	1,625
PP1	20	2,45 ^a	1,099
PP2	20	2,1 ^a	1,268
PP3	20	3,85 ^b	1,182
PP4	20	3,3 ^{ab}	1,302

*Pour chaque paramètre, les valeurs portant les mêmes lettres sont statistiquement égales. Test Bonferroni

Les dégustateurs ont nettement préféré la couleur de **PP1** et **PP2** par rapport aux produits restant dont le témoin T.

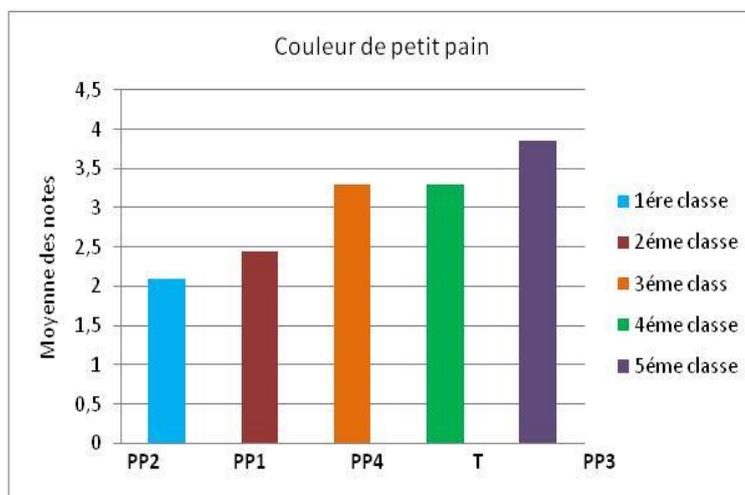


Figure 7: Classement des 5 échantillons de petit pain pour la couleur

-La comparaison des résultats moyens des types de mini cake n'a montré aucune différence significative. Les résultats de cette comparaison sont montrés dans le tableau suivant.

Tableau 15: comparaison des 5 produits de petit pain en fonction du «couleur»

Variable	Observations	Moyenne	Ecart-type
T	20	2,900 ^a	1,334
MC1	20	3,000 ^a	1,257
MC2	20	3,450 ^a	1,504
MC3	20	2,300 ^a	1,302
MC4	20	3,350 ^a	1,531

*Pour chaque paramètre, les valeurs portant les mêmes lettres sont statistiquement égales. Test Bonferroni

Le classement des résultats (**figure 8**) laisse apparaître une préférence pour le MC3, les autres produits ont enregistré sensiblement les mêmes résultats. Ceci peut s'expliquer par la difficulté de perception de différences dans la gamme de couleur des 4 produits.

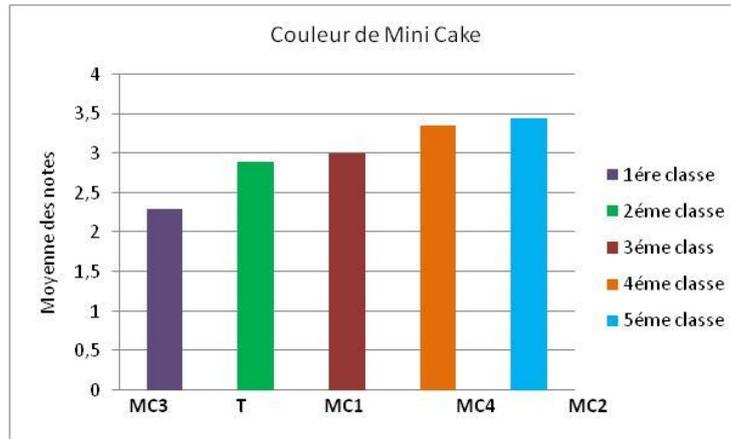


Figure 8: Classement des 5 échantillons de mini cake pour la couleur

-Dans le **chrik** la comparaison des résultats moyens du descripteur **couleur** (tableau 16) montre que **CH4** est différent des 4 autres produits. Les produits **CH1**, **CH2** et le témoin **T** ont été préféré aux produits **CH3** et **CH4** (**figure 9**)

Tableau 16: comparaison des 5 produits de chrik en fonction du «couleur»

Variable	Observations	Moyenne	Ecart-type
T	20	2,600 ^a	1,188
CH1	20	2,250 ^a	1,118
CH 2	20	2,600 ^a	1,501
CH 3	20	3,300 ^{ab}	1,174
CH 4	20	4,250 ^b	1,251

**Pour chaque paramètre, les valeurs portant les mêmes lettres sont statistiquement égales.

Test Bonferroni

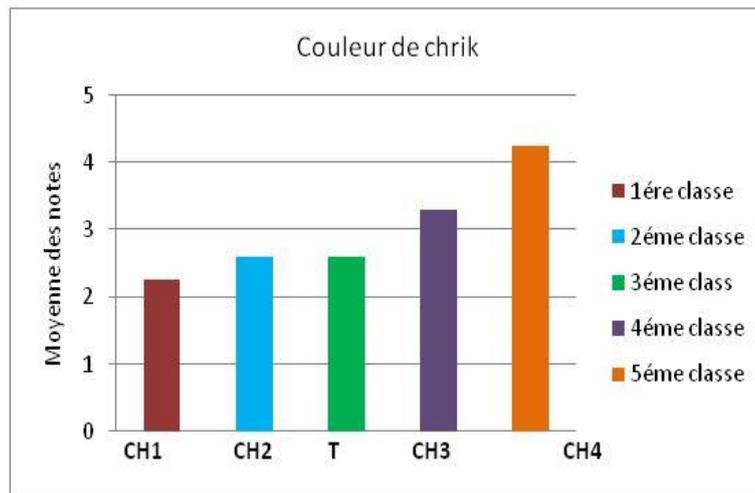


Figure 9: Classement des 5 échantillons de chrik pour la couleur

II.2.1. Discussion

Les classements préférentiels des 3 produits avec leurs 4 variantes en plus du témoin sur le descripteur « couleur », montrent que pour les 2 panels de dégustateurs du petit pain et du mini cake ont classé dans les 2 premières places les 2 produits avec incorporation de « klila fraîche » avant le témoin. Dans les comparaisons des résultats moyens entre ces 2 produits il en ressort une différence significative avec le témoin pour le petit pain. En revanche les 2 produits avec incorporation de poudre de « klila déshydraté » occupent au moins une place dans les deux dernières. Ces résultats peuvent être attribués à la difficulté d'appréciation de l'échelle de coloration graduellement très proche.

II.3. Résultats du descripteur « texture » pour les trois produits : petit pain, mini cake et chrik.

-Les résultats moyens du descripteur « texture » du petit pain sont reportés au **tableau 17**, la comparaison des moyennes deux à deux n'a révélé aucune différence significative entre les cinq produits.

Tableau 17: comparaison des 5 produits de petit pain en fonction du «texture»

Variable	Observations	Moyenne	Ecart-type
T	20	3,550 ^a	1,468
PP1	20	3,300 ^a	1,559
PP2	20	2,850 ^a	1,3481
PP3	20	2,600 ^a	1,142
PP4	20	2,550 ^a	1,468

*Pour chaque paramètre, les valeurs portant les mêmes lettres sont statistiquement égales. Test Bonferroni

La **figure 10** illustre le classement des 5 produits de petit pain. On remarque que **PP4** et **PP3** occupent les premières places dans la préférence des dégustateurs contrairement à **PP1** le témoin **T** qui occupent les dernières places. **PP2** occupe la place intermédiaire. La **photo 6** illustre la texture préférée des dégustateurs.

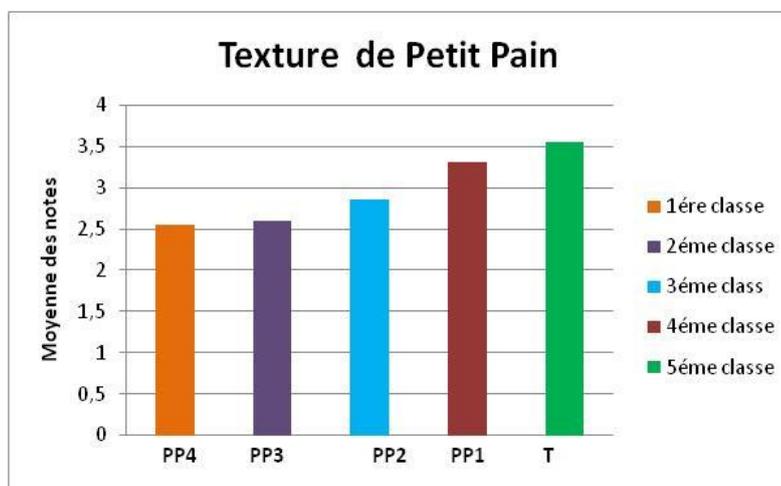


Figure 10: Classement des 5 échantillons de petit pain pour la texture



Photo 6: Texture occupant la 1ère place (contenant 300g de 'klila' séché)

Le tableau 18 rapportent les résultats moyens du descripteur texture pour le mini cake, la comparaison des moyennes n'a montré aucune différences significative.

Tableau 18: comparaison des 5 produits de mini cake en fonction du «texture»

Variable	Observations	Moyenne	Ecart-type
T	20	3,150 ^a	1,348
MC1	20	2,850 ^a	1,461
MC2	20	3,500 ^a	1,433
MC3	20	2,600 ^a	1,314
MC4	20	3,000 ^a	1,522

*Pour chaque paramètre, les valeurs portant les mêmes lettres sont statistiquement égales. Test Bonferroni

Le classement des 5 produits est progressif sans grande différence marquée (figure 11), la texture préférée est montrée dans la photo 7.

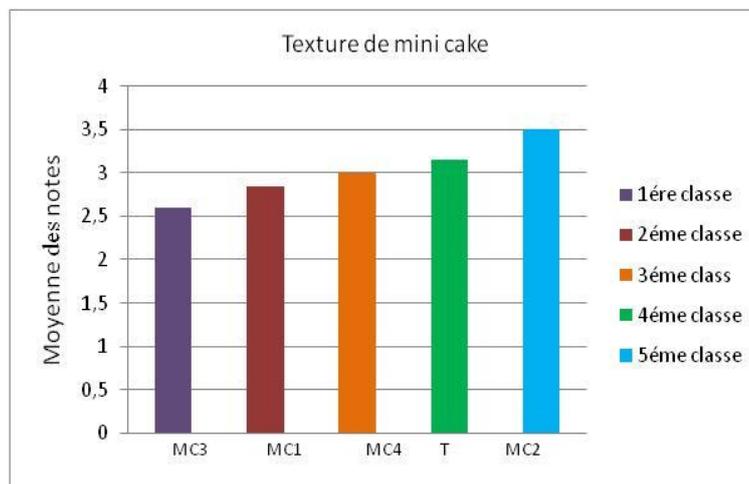


Figure 11: Classement des 5 échantillons de mini cake pour la texture



Photo 7: Texture occupant la 1ère place (contenant 300g de 'klila' fraîche)

-La comparaison des résultats moyens de **chrik** sur le descripteur « **Texture** » dans le **tableau 19** montre qu'il n'y a pas de différences significatives entre le **T**, **CH1** et **CH2** d'une part et entre **CH2**, **CH3** et **CH4** d'autre part. Par contre il existe des différences significatives entre **T**, **CH1** et **CH3**, **CH4**.

Tableau 19: comparaison des 5 produits de chrik en fonction du «texture»

Variable	Observations	Moyenne	Ecart-type
T	20	2,050 ^a	1,146
CH1	20	2,150 ^a	1,089
CH2	20	2,850 ^{ab}	1,309
CH3	20	3,900 ^b	0,968
CH4	20	4,050 ^b	1,276

*Pour chaque paramètre, les valeurs portant les mêmes lettres sont statistiquement égales. Test Bonferroni

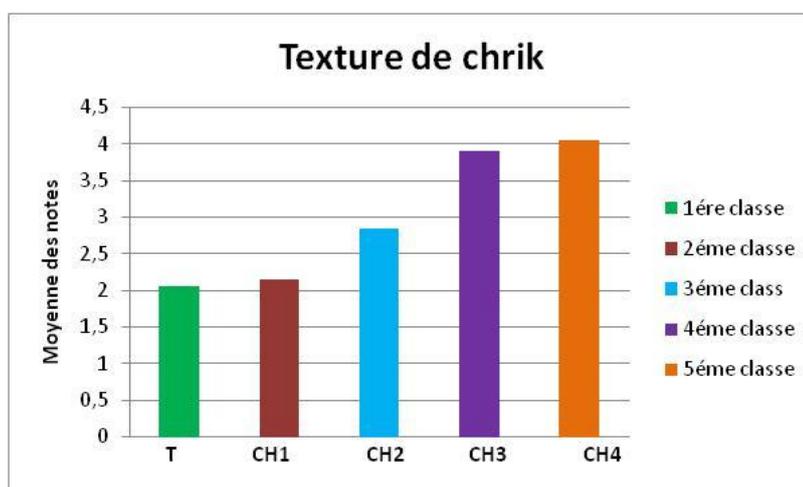


Figure 12: Classement des 5 échantillons de chrik pour la texture



Photo 8: Texture occupant la 1ère place (contenant 50g de 'klila' fraiche)

II.3.1. Discussion

Les résultats de classements préférentiels des 3 produits avec leurs 4 variantes en plus du témoin sur le descripteur « texture », laissent apparaître que pour les 3 panels de dégustateurs les résultats sont divergents. Pour le petit pain le panel dégustateur a attribué les 2 meilleurs textures aux 2 produits avec incorporations de poudre de « klila déshydratée ». La 3^{ème} et 4^{ème} meilleure texture aux petits pains avec incorporation de « klila fraiche », la dernière place revient au pain témoin. Ceci peut s'expliquer par les particules de klila, bien que bien incorporées conservent leurs effets d'agrégation et aèrent la mie de pain au cours de la cuisson. Pour le Ch'rik le panel a classé le témoin en 1^{er}, suivi des deux avec incorporation de « klila fraiche » (sans différences significatives) et les deux dernières positions ceux avec incorporation de « klila déshydraté » avec des différences nettement significatives entre les deux produits avec « klila fraiche » et ceux avec « klila déshydratée ». Par contre les préférences pour la texture du mini cake les préférences ont été hétérogènes et indépendantes du type de klila incorporé. En remarque que la première place est attribuée pour la seule fois à un produit avec incorporation de « klila déshydratée ».

II.4. Résultats du descripteur «gout» pour les trois produits : petit pain, mini cake et chrik.

-La comparaison des résultats moyens sur le descripteur « **gout** » montre que seuls les produits **PP2** et **PP4** sont significativement différents. Le gout du **PP2** a été le plus apprécié par les juges ; contrairement au **PP4**.

Tableau 20: comparaison des 5 produits de petit pain en fonction du «gout»

Variable	Observations	Moyenne	Ecart-type
T	20	2,950 ^{ab}	1,356
PP1	20	2,750 ^{ab}	1,020
PP2	20	2,300 ^a	1,490
PP3	20	3,300 ^{ab}	1,218
PP4	20	3,700 ^b	1,658

*Pour chaque paramètre, les valeurs portant les mêmes lettres sont statistiquement égales. Test Bonferroni

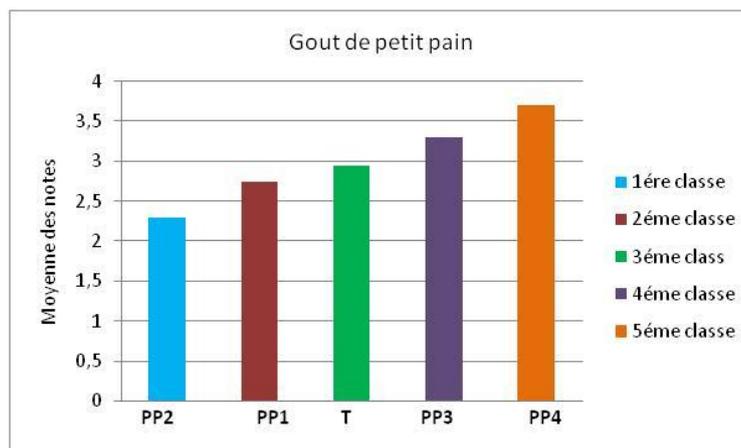


Figure 13: Classement des 5 échantillons de chrik pour le gout

-D'après le **tableau 21**, La comparaison des résultats moyens pour le mini cake sur le descripteur « **gout** » n'a révélé aucune différence significative entre le **T** et **MC1**, **MC2** ; **MC3**, mais à l'exception de **MC3** ils sont tous différents de **MC4** qui est d'ailleurs le produit le moins apprécié par les juges.

Tableau 21: comparaison des 5 produits de mini cake en fonction du «gout»

Variable	Observations	Moyenne	Ecart-type
T	20	2,550 ^a	1,234
MC1	20	2,500 ^a	1,277
MC2	20	2,400 ^a	1,314
MC3	20	3,500 ^{ab}	1,395
MC4	20	4,050 ^b	1,191

*Pour chaque paramètre, les valeurs portant les mêmes lettres sont statistiquement égales. Test Bonferroni

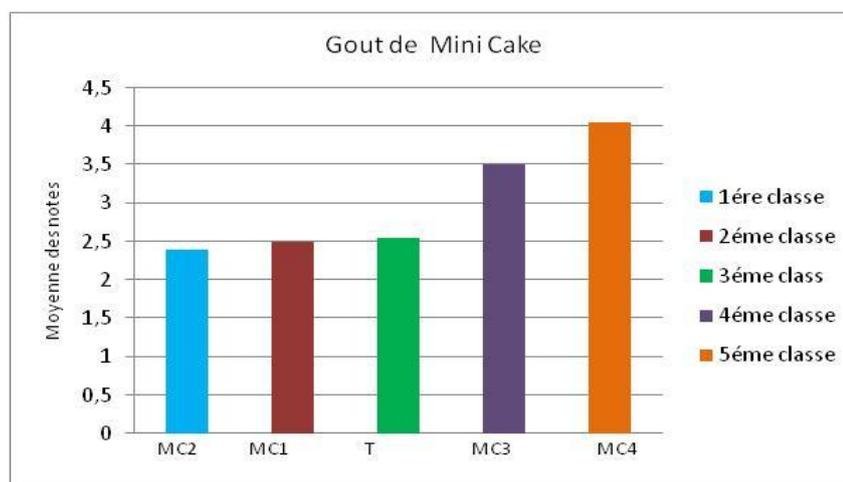


Figure 14: Classement des 5 échantillons de mini cake pour le gout

-La comparaison des résultats moyens sur le descripteur « **gout** » pour le **chrik** n'a révélé aucune différence significative entre le **T** et **CH1**, **CH2** et aussi il ya une absence de différence entre **CH2**, **CH3** et **CH4**. Il existe une différence significative d'une part entre le **CH1**, **CH3** et **CH4** d'autre part le **T** est déférent de **CH4**.

Tableau 22: comparaison des 5 produits de chrik en fonction du «gout»

Variable	Observations	Moyenne	Ecart-type
T	20	2,600 ^{ab}	0,940
CH1	20	2,000 ^a	1,214
CH2	20	2,850 ^{abc}	1,387
CH3	20	3,500 ^{bc}	1,469
CH4	20	4,100 ^c	1,165

Pour chaque paramètre, les valeurs portant les mêmes lettres sont statistiquement égales. Test Bonferroni

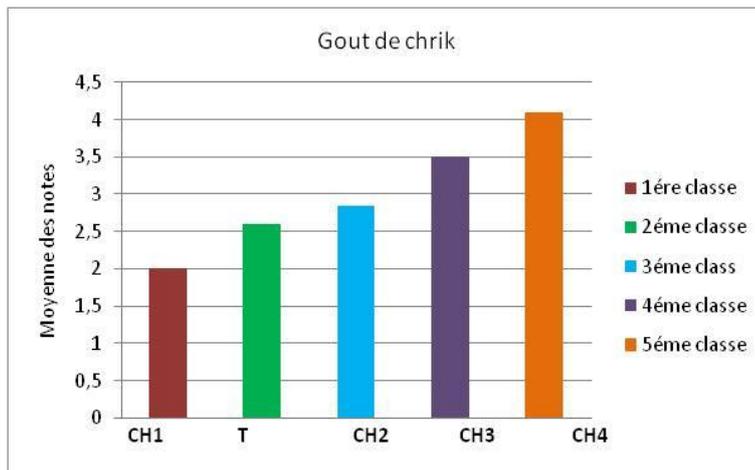


Figure 15: Classement des 5 échantillons de chrik pour le gout

II.4.1. Discussion

Si on observe les résultats de classements préférentielles des 3 produits avec leurs 4 variantes en plus du témoin sur le descripteur « gout », on constate que pour les 3 panels de dégustateurs ont classé dans les 3 premières places les 2 produits avec incorporation de « klila fraîche » avec le témoin. Dans les comparaisons des résultats moyens entre ces 3 produits il n'en ressort des différences significatives. Les 2 produits avec incorporation de poudre de « klila déshydraté » toujours occupent les dernières places. Ces résultats peuvent être attribués au gout marquant des résidus de matières grasses rancies qui persiste dans la farine de klila après déshydratation.

Conclusions

Le premier point pouvant expliquer le manque de consensus est le nombre trop important d'échantillons (5 par produit). L'épreuve de classement fait appel à la mémoire, il apparaît nécessaire de réduire le nombre. L'objectif étant de valider le protocole et non d'analyser les produits, beaucoup de différences statistiquement significatives ont été mise en évidence.

Concernant les améliorations à apporter au protocole, cette séance a permis d'anticiper les éventuelles problèmes de mises en œuvres, les mesures à prendre sont présentées ci-dessous.

Lors de la mise en pratique du questionnaire, il est apparu que les consommateurs éprouvaient des difficultés à noter les échantillons les uns après les autres. Une démarche comparative (dégustation de l'intégralité des échantillons puis classement par ordre de préférence) leur paraissait plus naturelle. Ainsi, un essai de préférence par classement pourrait constituer une amélioration. De plus les critères sensoriels évalués était peut être trop complexe (texture, odeur gout) pour permettre au consommateur de différencier les échantillons. Enfin le nombre d'individu est peut être insuffisant : bien que la norme préconise 60 individus minimums. L'essai de préférence par classement limitera le nombre de question (une question sur la préférence globale) pour favoriser le nombre de répondant.

L'objectif de ces essais « intégration de klila fraiche et déshydraté » en substitution aux œufs et à la farine dans la viennoiserie traditionnelle et effet sur les descripteurs ; couleur, odeur, texture et gout » est atteint. Sa validation nécessite cependant des étapes supplémentaires pour appliquer les améliorations proposées et étudier sa répétabilité ainsi que sa fiabilité. Un projet de thèse est en cours d'élaboration.

Conclusions

Le premier point pouvant expliquer le manque de consensus est le nombre trop important d'échantillons (5 par produit). L'épreuve de classement fait appel à la mémoire, il apparaît nécessaire de réduire le nombre. L'objectif étant de valider le protocole et non d'analyser les produits, beaucoup de différences statistiquement significatives ont été mise en évidence.

Concernant les améliorations à apporter au protocole, cette séance a permis d'anticiper les éventuelles problèmes de mises en œuvres, les mesures à prendre sont présentées ci-dessous.

Lors de la mise en pratique du questionnaire, il est apparu que les consommateurs éprouvaient des difficultés à noter les échantillons les uns après les autres. Une démarche comparative (dégustation de l'intégralité des échantillons puis classement par ordre de préférence) leur paraissait plus naturelle. Ainsi, un essai de préférence par classement pourrait constituer une amélioration. De plus les critères sensoriels évalués était peut être trop complexe (texture, odeur gout) pour permettre au consommateur de différencier les échantillons. Enfin le nombre d'individu est peut être insuffisant : bien que la norme préconise 60 individus minimums. L'essai de préférence par classement limitera le nombre de question (une question sur la préférence globale) pour favoriser le nombre de répondant.

L'objectif de ces essais « intégration de klila fraîche et déshydraté » en substitution aux œufs et à la farine dans la viennoiserie traditionnelle et effet sur les descripteurs ; couleur, odeur, texture et gout » est atteint. Sa validation nécessite cependant des étapes supplémentaires pour appliquer les améliorations proposées et étudier sa répétabilité ainsi que sa fiabilité. Un projet de thèse est en cours d'élaboration.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

- Alais, C. (1984).**Principes des techniques laitières. Science du lait, Sépaic^{4ème} Edition, Paris.814 p.
- Bencharif, A. (2001).** Stratégies des acteurs de la filière lait en Algérie: état des lieux et problématiques. Option méditerranéennes Série B. Etudes et recherches 32: 25-45.
- Bendimerad, N (2013).** Caractérisation phénotypique technologique et moléculaire d'isolats de bactéries lactiques de laits crus recueillis dans les régions de l'ouest Algérien. Essai de fabrication de fromage frais type «Jben». Thèse de doctorat, université de Telemcen. Algérie. 74p.
- Benkerroum, N, Tamime AY. (2004).** Technology transfer of some Moroccan traditional dairy products (lben, jben and smen) to small industrial scale: a review. *Food Microbiol* 21 : 399-413p.
- Boudier, J.F. et Luqfte, M. 1981.** Dictionnaire laitier.-2e éd.-Bouix M. ; Leveau J. Y.-Les microflores responsables des transformations : les levures, D 130145.In techniques d'analyses et de contrôle dans les IAA ~ le contrôle microbiologique. Vol. III, Paris Tec & Doc, 1988, 331 p.
- Brule, G. 1987.** Les minéraux. In: CEPIL. Le lait matière première de l'industrie laitière. CEPIL - INRA, Paris, 87-98, p.
- Campbell, L.B.et Pavlasek, S.J. (1987)** Dairy products as ingredients in chocolate and confections. *Food Technol.*41, 10, 78-85 p.
- Cayot P. 1995.** Les protéines du lait de vache : impacts des traitements industriels sur leur structure et leurs aptitudes techno-fonctionnelles. Synthèse bibliographique, Arilait, Paris360p.

- Cayot, P Lorient D.**(1998). Structures et techno-fonction des protéines du lait. Paris édition Lavoisier, 363p.
- Chye, F, Abdullah, A. and Ayob, M.K. (2004).** Bacteriological quality and safety of raw milk in Malaysia. Food Microbiol, 21: (535–541) p.
- Cniel, A. (2006).** Produit laitier. Maison de lait.Lavoisier.Paris.200p.
- Croguennec Thomas c, Jeantet Romain, Gérard Brulé (2008).**Fondements physicochimiques de la technologie laitière. Edition TEC et DOC Lavoisier. Paris. 161p.
- Dauvilliers Y., (2008)** Neurobiologie et physiologie sensorielle-Généralité sur les organes des sens, Faculté de Médecine Montpellier-Nîmes, <http://www.med.univ-montpe.fr>.
- Eck André, Gillis Jean Claude (2006),** Le fromage de la science à l'assurance qualité. Paris 3^{ème} édition TEC et DOC Lavoisier, 891p.
- Griffith T., Johnson J.A. 1957.** Relation of the browning reaction to storage of sugar cookies. Cereal Chem., 34,159-169.
- Gueguen L. 1995.** Apports minéraux par le lait et les produits laitiers. Cah, Nutr, Diet. 3: (213-217) p.
- Jeantet R., Croguennec T., Schuck P ; et Brule G., (2007).** Science des aliments-technologie des produits alimentaires tec et doc, Lavoisier : 17 (456 pages).
- Jeantet Romain, Croguennec Thomas, Mahaut Michel, Pierre Schuck, Gérard Brule (2008).** Les produits laitiers 2^{ème} édition, Paris .Edition TEC et DOC Lavoisier ,185p.
- Larpent, J.P. (1997).** Mémento technique de microbiologie. 3^{ème} Ed. Technique et Documentation Lavoisier. Paris. 910 p.
- Las, P. (2011).** Le Laboratoire d'Analyse Sensorielle d'Ambatobe-Le laboratoire d'analyse sensorielle pour vos industries agroalimentaire et cosmétique, Direction des recherches technologiques FOFIFA BP 14444, Ambatobe, Antananarivo 101,<http://www.galys-evaluation sensorielle.fr>.

- Lespinasse N., Scandella D., Vaysse P. et Navez B, (2002).** Mémento évaluation sensorielle des fruits et légumes frais, Editions centre technique interprofessionnel des fruits et légumes, ISBN, Paris: 13 (143p).
- Lhsaoui, S. (2009).** Etude de procédé de fabrication d'un fromage traditionnel (klila). Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention diplôme d'Ingénieur Université El Hadj Lakhdar Batna, Département d'Agronomie.
- Lorient D. 1991.** Closs B., Courthaudon J.L.-Connaissances nouvelles sur les propriétés fonctionnelles des protéines du lait et des dérivés. Lait, 71, (141-171) p.
- Mac Leod P., et Sauvageo F., (1986)** Bases neurophysiologiques de l'évaluation sensorielle des produits alimentaires, Les cahiers de l'ENSBANA n°5: 3 (165 pages).
- Mahamedi AE. (2015).** Etude des qualités hygiénique, physico-chimique et microbiologique des ferments et des beurres traditionnels destinés a la consommation dans différents région d'Algérie. Mémoire de Magister. Université, d'Oran, Algérie, 137p.
- Maillard L.C. 1912.** Action des acides aminés sur les sucres formation des mélanoidines par voie méthodique. C R Hebd. Séances Acad. Sci, 154, 66-68.
- Manzocco L., Calligars S., Mastrocola D., Nicoli M.C., 2001, Lericci C.R.** Review of non-enzymatic browning and antioxidant capacity in processed foods. Trends Food Sci. Technol., 11, 340-346.
- Mathieu Jaques (1998),** Initiation à la physicochimie du lait, Paris , Edition TEC et DOC Lavoisier. , 220 p.
- Mechai A, Debabza, M, and Kirane, D. (2014).** Screening of technological and probiotic properties of lactic acid bacteria isolated from Algerian traditional fermented milk products. *International food research journal* 21(6): 2451-2457.
- Morrissey, PA. 1995.** Lactose: chemical and physicochemical properties. In: FOX, PF. Developments in dairy chemistry -3. Elsevier, London, 1-34.

- Nagao M., Takahashiy., Yamanaka H., Sugi-Mura T.** 1979. Mutagens in coffee and tea. *Mutat. Res.*, 68, 101-106.
- Neville, MC, Zhang, P, Allen, JC.** Minerals, ions, and trace elements in milk. A-ionic interactions in milk. In: Jensen RG. *Handbook of milk composition*. Academic Press, San Diego, 1995, 577-592.
- Paradal, M, (2012).** La transformation fromagère caprine fermière. Paris : TEC et DOC. 295p.
- Pointurier, H, Adda, J. 1969.** *Beurrerie industrielle*. La Maison Rustique, Paris.
- Pougheon, Sandra, Isabelle, Andrée, Simone (2001),** Contribution a l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière, Thèse de docteur vétérinaire Toulouse l'Université Paul-Sabatier, 102p.
- Ramet J.P. 1985.** La fromagerie et les variétés du bassin méditerranées. 187p.
- Ratray W, Gallman, P, Jelen, P.** Nutritional, sensory and physicochemical characterization of protein standardized UHT milk. *Le Lait*, 1997, 77: 279-296.
- Roudaut H. et Lefrancq E., (2005)** Alimentation théorique - L'évaluation sensorielle un outil pour le contrôle de la qualité des produits alimentaires, Doin, France <http://www.saveurdelannee.com/>
- Saoudi Z. (2012).** Caractérisation microbiologique et de la protéolyse du fromage traditionnel Algérien « Bouhezza » de ferme. Mémoire de Magister. Université de Constantine. Algérie.
- Shenoy V.R. 1993.** Maillard reaction and its applications. *J. Sci. Ind. Res.*, 52, 684-689.
- Sottiez, P. 1985.** Produits dérivés des fabrications fromagères. In : Luquet. *Laits et produits laitiers Vol 2, Les produits laitiers, transformation et technologies*. Ed Lavoisier, Paris.
- Tantaoui-Elaraki A et El Marrakchi A (1987).** Study of the Moroccan dairy products. *Lben and Smen. World microbiol biotechnol (Ex Mircen)* 3 :211-20.

- Triballat C. (1979)** Procédé et installation pour la préparation de la caséine à partir du lait et produits ainsi obtenus. Brevet Fr.2 418 426 Van Den Hoven M. (1987 Functionality of dairy ingredients in meat products. Food Teehnol.41, 10, 72-77.
- Vierling E. (2008).** Aliments et boissons : Filières et produits 3^{ème} édition. France : Doin, CRDP d'Aquitaine, 140p.
- Vignola C.L., (2002),** Science et technologie du lait –Transformation du lait, École polytechnique de Montréal, ISBN:(600 pages).

Nom et prénom : NEGRI Abir

SEDDIKI Samiha

Thème : Essais d'incorporation d'un dérivée laitière 'klila' dans la viennoiserie.

Nature de diplôme : Master II Science agronomique

Option : Production et transformations laitières

Résumé

L'Algérie a une tradition des produits laitiers bien établie, transmise de génération à une autre, qui a un aspect important de la culture algérienne. Le lait abondant durant certains moments de l'année, il est difficile de le conserver et il est facilement périssable, surtout dans les zones chaudes. Dans n'importe quelle culture, le lait a été toujours traité pour augmenter la durabilité et la valeur nutritive.

Le fromage Klila est connu et consommé sous ces deux formes fraîche et déshydratée. Il est utilisé surtout dans les préparations salées et en sauce. Dans une série d'essais nous l'avons intégré sous les deux formes : fraîche et déshydratée dans 3 types de produits de la viennoiserie traditionnelle : petit pain, Ch'rik et mini cake. Pour chaque produit en plus du témoin 4 variantes ont été retenues : 2 à base de klila fraîche et 2 à base de klila déshydratée.

Les résultats de classements préférentiels des 3 produits sur le descripteur « odeur, couleur et goût », montrent que pour les 3 panels de dégustateurs ont classé dans les 3 premières places les 2 produits avec incorporation de « klila fraîche » avec le témoin.

En revanche les 2 produits avec incorporation de poudre de « klila déshydraté » occupent les dernières places.

Mots clé : Klila, fromage traditionnel, viennoiserie, évaluation sensoriels

Name and first name: NEGRI Abir

SEDDIKI Samiha

Theme: essays for incorporation the traditional cheese 'klila' in the viennese pastry

Type of diploma: Master II in Agronomic sciences

Option: Dairy production and transformation

Abstract

Algeria has tradition of well-established dairy, transmitted from generation to generation, which has an important aspect of Algerian culture. The abundant milk during certain times of the year, it is difficult to keep it and it is easily perishable, especially in hot climate, the milk was always treated to increase durability and nutritional value and the same time permit the marketing.

The klila cheese is known and used in these two forms fresh and dehydrated. It is used especially in the salted preparations and out of sauce. In series of tests had integrated we it in the two forms: fresh and dehydrated in 3 types of products of the traditional : Bred, Ch' rik and Mini cake. For each product besides the witness 4 alternatives were retained: 2 at bases from klila fresh and 2 containing klila dehydrated. Results of rankings preferential of the 3 products on the descriptor "odor, color and taste", show that for the 3 panels of tasters in the first 3 places the 2 products with fresh incorporation of "klila" with the witness classified. On the other hand the 2 products with incorporation of powder of "klila dehydrated" occupy the last places.

Keywords: klila, traditional cheese, viennese pastry, sensorial evaluation.

الإسم و اللقب : نقري عيبر

صديقي سميحة

الموضوع: تجارب محاولة إدخال منتج مشتق من الحليب (كليفة) في المخبوزات.

طبيعة الشهادة: ماستير2 في العلوم الزراعية.

تخصص: إنتاج وتحويل الحليب.

ملخص:

الجزائر بلد له تقاليد متوارثة من جيل إلى جيل التي تشكل جانب مهم من الموروث الحضاري الجزائري. كمية الحليب المتوفرة في بعض فصول السنة من الصعب جدا الحفاظ عليها لأنها سريعة التلف، وخاصة في المناطق ذات الجو الحار، في أي حضارة كان الناس يواجهون صعوبات في الحفاظ على الحليب لمدة طويلة لكي يتمكنوا من بيعه.

مثل جميع دول العالم نجد مشتقات الحليب تتبعث من الإرث الحضاري والشعوب، وككل شعوب العالم تمتاز الجزائر بمنتوج الكليفة، إن جبن الكليفة معروف باستهلاكه طازج ومجفف ويستعمل خاصة في المالح والصلصات ضمن مجموعة التجارب التي قمنا بها كان لدينا استخدام لها في شكلها الطازج و المجفف في 3 منتجات مختلفة من المخبوزات التقليدية (الخبز الشريك و الكعك) من اجل كل منتج لدينا شاهد و 4 انواع موضحة كالاتي 2 على اساس الكليفة الطازجة و 2 على اساس الكليفة المجففة

النتائج المتحصل عليها من التصنيف على اساس (الرائحة اللون والطعم) تم احتلال 3 مراتب الاولى من طرف المنتوجات التي تحتوي على الكليفة طازجة والشاهد أما فيما يخص المنتوجات التي تحتوي على الكليفة مجففة فقد احتلت المراتب الاخيرة.

الكلمات المفتاحية : كليفة ، جبن تقليدي، مخبوزات، تحاليل ذوقية.