

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université A. MIRA – Bejaia



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Science Alimentaire
Filière: Sciences Alimentaire
Option : Production et Transformation Laitière

Réf:.....

Mémoire de Fin de Cycle
En vue de l'obtention du diplôme
MASTER
Thème

**Attributs de qualité d'un yaourt aux
fleurs comestibles**

Présenter par

NAIT MANSOUR Adila

Soutenu le 13/09/2022

Devant le jury composé de :

- M^{me} MERZOUK H.
- M^r BOUKHALFA F.
- M^{me} SMAIL L.

Encadreur.
Président.
Examinatrice

Promotion : 2021/2022

Sommaire

Liste des abréviations	1
Liste des figures	2
Liste des tableaux	3
Introduction	1
Partie théorique	3
I. Généralités sur le yaourt.....	3
1. Définition du yaourt.....	3
2. Historique.....	3
3. Classification des différents types de yaourt	4
3.1. Selon la texture	7
3.1.1. Yaourts fermes	7
3.1.2. Yaourts brassés	7
3.1.3. Yaourts à boire	8
3.1.4. Le yaourt entier	8
3.1.5. Le yaourt nature	8
3.1.6. Le yaourt maigre	8
3.2. Selon le goût	8
4. Réglementation	5
4.1. Le type de ferment utilisé.....	8
4.2. La quantité de ferment contenue dans le produit fini.....	8
4.3. La viabilité de la flore lactique.....	8
4.4. Ingrédients laitiers	9
4.5. Ingrédients non laitiers	9
4.6. pH	9
4.7. Taux de matière grasse	9
4.8. Teneur en protéines	9
5. Matière première et ingrédients	6
6. Technologie de fabrication du yaourt	7
7. Intérêt de la recherche des micro-organismes dans le yaourt	11
8. Qualités du yaourt.....	12
8.1. Aspects physico-chimique.....	15

8.2. Aspects hygiéniques.....	15
9. Normes et flore de contamination du yaourt	16
9.1. Germes témoins de contamination fécale	17
9.1.1. Les coliformes totaux.....	17
9.1.2 Les coliformes fécaux ou coliformes thermo tolérants.....	17
9.1.3 <i>Escherichia coli</i>	17
II. Généralité sur les fleurs comestibles.....	15
1. Fleurs comestibles.....	15
2. Historique.....	17
3. Composition chimique des fleurs comestibles.....	18
4. Classification botanique et usage des fleurs comestibles	19
Partie expérimentale	62
1. Matériel et appareillage (Annexe VI).....	28
2. Matériel végétal	28
2.1. Préparation des extraits et poudres de fleurs.....	28
3. Préparation des yaourts :.....	29
4. Diagramme de fabrication du yaourt étuvé :.....	30
5. Les analyses physico-chimiques.....	32
5.1. pH.....	32
5.2. Acidité titrable	32
5.3. Extrait sec total	32
5.4. Degré Brix.....	33
5.5. Masse volumique et densité	33
6. Analyses microbiologiques.....	34
6.1. FTAM (flore totale aérobie mésophile)	34
6.2. <i>Lactobacillus bulgaricus</i> :	35
6.3. Coliformes.....	37
7. Etude sensorielle.....	38
Résultats et discussions	31
1. Analyses physico-chimiques	41
2. Analyse microbiologique.....	42
3. Analyse sensorielle	43
Conclusion.....	52
Références bibliographiques	56
Annexes	64
Résumé	

Liste des abréviations

°D: Degré Dornic

Abs : Absence

AFNOR : Association Française de Normalisation

BL : Bactérie Lactique

EST : Extrait Sec Total

FAO: Food and Agriculture Organization.

GN : Gélose nutritive

NPP : Nombre le Plus Probable

Liste des figures

Figure 1 : certaines fleurs comestible, leurs nom en commun et nom scientifique	16
Figure 2 : Exemples de composés chimiques couramment trouvés dans les fleurs comestibles	18
Figure 3 : image photographie de la camomille	19
Figure 4 : Image photographie de la Grande mauve	20
Figure 5 : Image photographie du coquelicot.....	22
Figure 6 : Image photographier de la fleur de bourrache	23
Figure 7 : Calendula des jardins	25
Figure 8 : image photographier des fleurs du rosier.....	26
Figure 9 : étapes de préparation d'extrait de fleur ' coquelicot '	28
Figure 10 : étapes de préparation de la poudre de fleurs comestibles ' coquelicot'	29
Figure 11 : les 9 types de fleurs ' coquelicot , souci "jaune " ,souci "orange" , rose " rouge" , grande mauve , camomille ,rose "orange " , rose " rose " ,bourrache	29
Figure 12 : photo de 4 extraits de fleurs A : rose rouge ; B : camomille ; C : souci ; D : coquelicot ..	30
Figure 13 : photo de poudres de fleurs a :coquelicot , b : rose rouge , c :grande mauve , d : souci , e : camomille	30
Figure 14 : Diagramme de fabrication d'un yaourt étuvé à base de poudre et extrait de fleurs comestibles	31
Figure 15 : Schéma représentatif de l'analyse microbiologique effectuée sur le yaourt aux fleurs	37
Figure 16 : photo de la cabine de la dégustation de l'analyse sensorielle.....	39
Figure 17 : photo des 6 pots de yaourts à base de fleurs comestibles.....	39
Figure 18 : photo des 6 pots de yaourts à base de fleurs comestibles	40
Figure 19 : pouvoir discriminant par descripteur des yaourts aux fleurs comestibles	44
Figure 20 : coefficients des modèles du yaourt à la rose rouge.....	45
Figure 21 : coefficients des modèles du yaourt aux fleurs de camomille.....	45
Figure 22 : coefficients des modèles du yaourt aux fleurs de souci	46
Figure 23 : coefficients des modèles du yaourt à la grande mauve	46
Figure 24 : coefficients des modèles du yaourt à base de fleurs de coquelicot	47
Figure 25 : coefficients des modèles du yaourt témoin	47
Figure 26 : analyses en composantes principales (ACP).....	50
Figure 27 : classification ascendante hiérarchique (CAH).....	51
Figure 28 : cartographie externe de préférence (PREFMAP)	52

Liste des tableaux

Tableau 1 : Composition recommandée et optionnelle des ferments du yaourt	7
Tableau 2 : Normes microbiologiques pour les yaourts.....	13
Tableau 3 : Représente les résultats des analyses physico-chimiques du yaourt étuvé aux fleurs comestibles	41
Tableau 4 : Résultats de l'extrait sec total du yaourt aux fleurs comestibles	42
Tableau 5 : Résultats et normes (<i>J.O.R.A, 1998</i>) et (<i>J.O.R.A, 2004</i>) des analyses microbiologiques du yaourt aux fleurs comestibles	42
Tableau 6 : Résultats des moyennes ajustées par produit.....	49
Tableau 7 : Représente les causes possibles d'homogénéisation inadéquate d'un mélange et les incidences sur la qualité du yaourt	64
Tableau 8 : Quelques caractères anormaux du yaourt Cidil et Inra, 2009	64
Tableau 9 : Principaux défauts de goût (A), de texture (B) et d'apparence (C) rencontrés dans la fabrication des yaourts.....	65
Tableau 10 : Valeur nutritionnelle du lait et du yaourt	67
Tableau 11 : Teneur moyenne du yaourt pour 100g de produit.....	67

Dédicaces

A mon père

Toute l'encre du monde ne suffira pas pour exprimer mes sentiments envers un être aussi cher. Tu es mon école, de confiance, de patiente et surtout d'espoir et d'amour. Tu es et tu resteras une référence pour moi, la lumière qui m'a toujours illuminé dans l'ombre qui traversait mes chemins. Ce travail est le résultat de l'esprit de sacrifice dont tu as fait preuve, de l'encouragement et le soutien que tu ne cesse de manifester. J'espère que tu y trouveras les fruits de ta semence et le témoignage de ma grande fierté de t'avoir comme père. Dieu, t'accorder une bonne santé, une longue vie et beaucoup de bonheur.

A ma mère

Aucune dédicace très chère maman, ne pourrait exprimer le fond des sentiments que j'éprouve pour toi, t'es sacrifices indénombrables et ton dévouement firent pour moi un encouragement. Tu as épié mes pas, et m'a couvé de tendresse. Tes prières et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours en chaque moment de ma vie. Tu m'as aidé, soutenu et poussé durant mon trajet, chaque fois une attention renouvelée. Puisse Dieu, te combler de santé, de bonheur et te procurer une longue vie.

A ma sœur

En signe de l'affection et du grand amour que je te porte, les mots sont insuffisants pour émettre mon estime. Je te dédie ce travail en témoignage de mon affection et de mon attachement éternel. Que Dieu t'accorde santé, et beaucoup de succès dans tes nouveaux projets.

A mon fiancé

Pour l'amour et l'affection qui nous unissent. Je ne saurais témoigner ma reconnaissance pour le soutien continu dont tu as toujours fait preuve. Tu m'as toujours encouragé, conseillé, incité à faire de mon mieux, ton soutien m'a permis de réaliser mon rêve tant couru. Je te dédie ce travail, mes vœux de réussite, de prospérité et de bonheur. Je prie Dieu de préserver notre attachement mutuel, et d'exaucer tous nos rêves.

A mes grands pères

A la mémoire de mes grands-pères qui m'ont quitté aussi tôt, je suis là où vous avez toujours rêver de me voir, Puisse Dieu vous avoir en sa sainte miséricorde et que ce travail soit une prière pour votre âme.

A mes chères amies, Adouda et Myassa

Nos moments de joie et de stresse passés ensemble, mes sincères remerciements à toi Adouda pour l'aide précieux que tu m'accorde. Mes sincères vœux de réussite, bonheur, santé et de prospérité.

Que ce travail traduit ma gratitude et mon affection pour vous tous ceux qui font partie de ma vie, qui me sont chers et que je n'ai pu citer.

Remerciements

*Tout d'abord, nous tenons à remercier **DIEU** tout puissant qui nous a donné la santé, la volonté, la patience et nous a guidé à réaliser ce modeste travail.*

*Nos plus sincères remerciements s'adressent à notre promotrice Mme **Merzouk H.**, pour avoir accepté de nous encadrer, pour ses orientations et sa disponibilité pour nous avoir donné les moyens et l'assistance nécessaire à la réalisation de notre travail.*

*Nous remercierons également les membres du jury, au présidente Mr **BOUKHALFA.F** , et l'examinatrice Mme **Smail L.**, pour avoir accepté d'examiner notre travail, sans oublier l'ensemble des enseignants de notre faculté SNV en général et nos enseignants du département sciences alimentaires en particulier, ayant contribué à notre formation durant notre cycle d'études.*

*Un très grand **MERCI** adressé plus particulièrement à nos très chers parents, qui ont pu nous soutenir, nous aider, nous encourager, tout au long des années d'études.*

Enfin à tous ceux qui ont aidé à l'accomplissement de ce travail de près ou de loin.

Introduction

Introduction

Indigènes, sauvage ou cultivées, les fleurs adhèrent dans notre culture et traditions. Toutefois, elles restent une source d'inspiration dans divers domaines : architecture, musique, poésie... Etc. Tel que Charles Baudelaire l'a mentionné dans son livre « Aussi loin que l'on puisse remonter dans le temps, les fleurs embellissent le quotidien des humains ». Si souvent manger pour se nourrir, aromatiser les plats ou encore utiliser en guise de médicament.

Toutefois, les fleurs comestibles attirent par la palette infinie de ses couleurs, textures, parfums et saveurs, mais aussi piquent la curiosité et l'engouement pour tout ce qui est de l'horticulture. D'après Charles Baudelaire, nous citons l'exemple des Egyptiens étaient friands des Hibiscus et de rose trémière. Par ailleurs, les jasmins, les chrysanthèmes, le lotus, les camélias et les fleurs du cerisier utilisés depuis toujours en Asie. Les Romains prisait le souci et la bourrache ; Les américains eux ont dégusté l'asclépiade et le tournesol. Au moyen Age en Europe, une infinité de fleurs ont su parfumer les tables des rois, les roses à titre d'exemple, la mauve ou la lavande (Adam, 1861).

Cependant, de nos jours les fleurs fraîches et biologiques sont fixées comme de plantes alimentaires non conventionnelles, pourtant les potentiel d'utilisation comme nourriture n'est pas largement exploré (Matyjaszczyk & Śmiechowska, 2019). Granoto et al. Confirment que l'utilisation d'extraits de plantes dans différents produits laitiers confère des propriétés antioxydantes, antimicrobiennes, sensorielles et peut remplacer la coloration synthétique par des colorants naturels. (Garanto et al, 2018) En effet beaucoup de ces plantes, ont été ajoutées dans plusieurs aliments pour améliorer ses valeurs nutritionnelles et sensorielles, ainsi prolonger la durée de vie (Shahi et al, 1992)

Dans une seconde option, au dire de Nakasaki et al., il est bien connu que les produits laitiers frais fermentés, comme le yaourt, représentent des aliments de grande consommation dans tous les pays et font partie des ultra-frais laitiers, c'est-à-dire des produits laitiers à conserver au froid positif entre 0 et 6° C et à date de limitation courte (Nakasaki et al, 2008). Selon la définition du Codex alimentarius définie en 1975 et révisée en 2003 ; les yaourts sont des laits fermentés devant contenir des espèces vivantes tels que : *Streptococcus Thermophilus* et *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus*. Par contre, ils ne subissent aucun traitement thermique après la fermentation. Le nombre de bactéries vivantes dans les laits fermentés à la date limite de consommation doit être égal à 10^7 unités formant colonies (UFC)/g ou/mL de produit.

Finally, numerous recent studies spread over the application of bioactive substances in the production of dairy products with the objective of resolving biological or technological problems; Oliveira et al, cite the incorporation of fibers as texturing agents in yogurts. The carob extract in ice creams (Guler-Akin et al, 2016) and the jujube powder as a prebiotic in the production of a functional yogurt (Benahmed, et al., 2018)...etc.

In this perspective, the main objective of this work is summarized by the quality attributes of a yogurt with edible flowers with a nutritional and therapeutic character. Several motivations have led us to reflect on our research subject, first of all the result of our knowledge acquired during our university course added to the observation, which has awakened in us a conscience and an interest in this interesting problem of our time. In fact, the multiplication of flavors of existing yogurts remains a timeless subject since antiquity, the dialogue between nature and the elements that surround it, plants and flowers, as well as the realization of this yogurt which exists only by relying on the richness of the petals of flowers in vitamins, in addition to phenolic compounds.

Our memoir is structured in two chapters developed in an evolutionary way summarizing the content.

The first part, a bibliographic synthesis, treats two main conceptual approaches aimed at defining, assimilating and clarifying all the theoretical notions related to the theme of edible flowers and yogurts, drawing its basis from bibliographic research through books, references and documents dealing with our subject, thus serving as a framework in order to facilitate our intervention in the following part.

The second part, titled «materials and methods», reserved primarily for practice, describes the material supported by the different methods used in this study. However, it is closed with discussions and a conclusion regarding the results obtained.

Partie Théorique

Partie théorique

I. Généralités sur le yaourt

1. Définition du yaourt

En se référant au *Codex alimentarius* et la *Food and Agriculture Organization*, (FAO, 1975) ; Le yaourt ou ce que nous appelons yoghourt représente un lait fermenté ou « *produit laitier coagulé obtenu par fermentation lactique grâce à l'action de *Lactobacillus delbrueckii subsp bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus* à partir du lait (pasteurisé, concentré, partiellement écrémé enrichi en extrait sec)* ». En effet, ces bactéries lactiques sont cultivées sur du lait antérieurement pasteurisé, en vue de l'élimination d'une partie majoritaire ou totale de la flore microbienne préexistante. Quoique, dans le produit fini les bactéries nécessitent d'être vivantes et présentes en abondance. Cependant, l'arrêté du 29 juin 1978 (J.O. du 22 juillet 1978) souligne que « Le yaourt doit contenir au moins 10^8 bactéries lactiques *thermophiles spécifiques*, vivantes, par gramme » ; Compter 4 jours depuis la fabrication le contrôle doit être accompli (Saoucha, 2017) .

Le yaourt est un produit obligatoirement refroidi après la fermentation, toutefois, dans le but de garder les bactéries lactiques vivantes, il doit notamment être réservé jusqu'au moment de sa consommation à une température comprise entre 0 et 6 °C (Meghachou, 2014) .

2. Historique

Originaire d'Asie, le mot yaourt ou yogourt vient de «yoghurmark», un terme turc signifiant « *épaissir* » (Tamime & Deeth, 1980). Dans un premier temps en 1902, Ris et Khoury deux médecins français, procèdent à l'isolement des bactéries contenus dans un lait fermenté égyptien. Par la suite entre 1845 et 1916, Metchnikoff dissocie d'abord la bactérie spécifique du yaourt nommée « *le bacille bulgare* », puis analyse l'action acidifiante du lait caillé et enfin suggère une méthode de production efficace et régulière (Rousseau, 2005). Finalement en 1919, suivant les procédés industriels Isaac Carasso débute à produire du yaourt à Barcelone (Pelletier & François, 2007).

Communément, le fondamental de la production du lait fermentés est basé sur le yaourt appelé « *nature* » et ferme. Avec le temps et particulièrement dans les années 1960-1970, des produits sucrés puis aromatisés et aux fruits font leur apparition ; A présent, ils sont dominant sur le marché. Néanmoins, la venue du yaourt brassé a constitué une nouvelle aire de la commercialisation des laits fermentés. De plus, le développement commercial des produits probiotiques est sérieux, correspondant à une demande accrue du consommateur (Brule, 2003).

Depuis ces dernières années, quelques produits éprouvent un développement étendue, d'une

part, en raison de l'intérêt manifesté par les consommateurs sur le plan organoleptique, nutritionnel, ou encore thérapeutique. De l'autre, le lien avec la mise en œuvre des procédés de fabrication industriels ainsi qu'aux progrès de la distribution. En dernier, la gamme diversifiée et les fortes campagnes publicitaires consolide l'attraction pour ces produits.

Ces derniers, dévoilent un intérêt particulier dans les pays en développement parcequ'ils présentent une valeur nutritionnelle suffisante notamment, des qualités organoleptiques usuellement admissibles ainsi qu'une relative facilitée de préparation et de distribution (Keddar & Koubich, 2009)

3. Classification des différents types de yaourt

Un pot de yaourt, c'est tout simple et pourtant, il y a le choix :

Fermes, brassés ou liquides, naturels, sucrés ou édulcorés, avec 0% de matière grasse ou enrichis en crème, additionnés de fruits ou encore aromatisés, il existe une multitude de yaourts. Selon les goûts, les envies et les usages

3.1. Selon la texture

3.1.1. Yaourts fermes

Nous définissons les yaourts fermes par les yaourts coagulés en pots. Toutefois, d'après Veisseyre en 1997, dans le cas des yaourts nature ou aromatisés, la fermentation se fait après la mise en pot avec des conditions thermiques comprises entre 42 et 44°C, contrairement au cas des yaourts sucrés, aromatisés, ou encore aux fruits et à la confiture... etc. L'apport des additifs s'opère avant, si non après le remplissage des pots (Keddar & Koubich, 2009).

Cependant, le laitensemencé est en général versé dans de petits pots où le yaourt sera commercialisé ; l'épaississement s'achève finalement dans les pots dans une durée définie de 3 à 5 heures, néanmoins quand le yaourt est raisonnablement formé la fermentation peut être interrompue au moyen d'un refroidissement à +/-2°C. Seulement, des fruits peuvent être insérés lors de la mise et respecter les conditions de stérilisation afin d'éviter tout risque de fermentation parasite.

3.1.2. Yaourts brassés

Connu par des yaourts coagulés en cuve et brassés avant la mise en pot. En règle générale, le laitensemencé est d'abord versé dans de grandes cuves en acier inoxydable où il est réservé à température d'incubation, puis brassé ce qui réduit justement la viscosité et augmente l'onctuosité.

3.1.3. Yaourts à boire

De texture liquide, ce yaourt est obtenu à partir de l'homogénéisation, suite à l'étape de brassage il est battu dans des cuves avant d'être conditionné. Toutefois, avant sa mise en pots des sirops à la pulpe de fruits et arômes sont souvent incorporés ; tandis que la fermentation est stoppée par refroidissement rapide, le yaourt est stocké au frais à moins de 7°C.

3.1.4 Le yaourt entier

Suivant l'indication de son nom, le yaourt entier est très onctueux et crémeux obtenu à base de lait entier, sa teneur en matière grasse est de 3,5% (35g/l).

3.1.5 Le yaourt nature

Le plus estimé et consommé, il est fabriqué au moyen de lait partiellement écrémé contenant 10g/l de matière grasse.

3.1.6 Le yaourt maigre

Préparé à l'aide du lait écrémé et ayant une consistance gélifiée, il est peu moelleux et ne contient plus de vitamine A et D.

3.2. Selon le goût

D'abord les yaourts aux fruits, au miel, à la confiture ... etc., subissent une addition inférieure à 30 % de ces différents produits. Néanmoins, les yaourts aromatisés exposent des produits contenant des arômes naturels renforcés par un produit de synthèse.

4. Réglementation

D'après le *Codex alimentarius* et la FIL (Fédération Internationale Laitière), les critères pris en considération dans la réglementation du yaourt s'étalent comme suit :

4.1. Le type de ferment utilisé

Selon la FIL ainsi que de nombreux pays, la dénomination «yaourt» exige l'utilisation inévitable des deux ferments clés *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus delbrueckii* subsp *bulgaricus* (Luquet & Carrieu, 2005).

4.2. La quantité de ferment contenue dans le produit fini

La FIL fixe la quantité de ferments vivants, égale à 2.10^7 bactéries par gramme rapportés à la partie lactée jusqu'à la date limite de consommation. (Fédération Internationale laitière)

4.3. La viabilité de la flore lactique

Flore viable pendant toute la durée de vie.

4.4 Ingrédients laitiers

Lait pasteurisé, congelé, écrémé, concentré, en poudre, crème et caséines etc.

4.5 Ingrédients non laitiers

Une multitude d'ingrédients peut être adjointe dans le yaourt, nous donnons l'exemple des fruits sous différentes formes (purée, jus, pulpe, sirop etc.), de céréales, de légumes ou de sucre. Cependant, la quantité d'ingrédients non laitiers est fixée à moins de 30% en poids du produit fini.

4.6 pH

La FIL préconise une teneur de 0,7% d'acide lactique avec une marge de variabilité défini par 0,6 à 15%, la valeur prise dans certains pays. Quelques normes prescrivent un pH inférieur à 4,5 ou 4,6. (Meghachou, 2014)

4.7 Taux de matière grasse

Il doit être au minimum inférieur à 3% (m/m) dans le cas des yaourts (nature, sucré ou aromatisé), compris entre 0,5 et 3% dans le cas des yaourts partiellement écrémés et 0,5% dans les yaourts écrémés.

4.8 Teneur en protéines

Elle est égale à 2,8% dans le produit fini

5. Matière première et ingrédients

L'indispensable matière première nécessaire à la fabrication des yaourts se résume au lait, spécialement le lait de vache. Composé principalement d'environ 88% d'eau et de 12% de matière sèche contenant des glucides, des protéines, des lipides et des minéraux (Tamime & Robinson, 1985).

Dans le but d'accroître la viscosité et la consistance des yaourts, la teneur en matière sèche du lait écrémé utilisé est augmentée au préalable jusqu'à 10-12% (Schkoda et al, 1998)

Cependant, nous parlons du lait écrémé fortifié ou bien enrichi, dans le cas de la concentration (par évaporation ou osmose inverse) ou souvent addition de poudre de lait écrémé ou encore de protéines de lactosérum (Mahaut et al, 2000)

Des agents de texture (épaississants ou gélifiants) peuvent être ajoutés dans le cas des yaourts brassés sans matière grasse, pour faire progresser l'apparence, la viscosité et la consistance de ces derniers.

Le lait peut être additionné de sucre avant la fermentation, à hauteur de 5 à 10 %. Ceci conditionne le choix des ferments, étant donné que certaines souches ont tendance à être sensibles à la diminution de l'activité de l'eau résultante de cette opération. De temps à autre, le sucre est apporté en deux étapes, la première avant la fermentation, tandis que l'autre a pour objectif ne pas ralentir l'acidification. Le sucre est généralement constitué de saccharose, cristallisé ou sous forme liquide (sirop).

L'utilisation du sucre inverti (sirop de saccharose hydrolysé) est fréquente, il contient, à parts équivalents, du glucose et du fructose. Son gain se résume au fait de garder le liquide à des teneurs élevées en matières sèches (65 à 67 %). Il existe aussi des sirops de sucre inverti dont une partie du glucose a été isomérisé en fructose (sirops à haute teneur en fructose). Leur avantage est de présenter un pouvoir sucrant plus conséquent que les précédents. Enfin, dans le cas des produits allégés, le sucrage est effectué par addition d'édulcorants (aspartam ou polyols). Du moment que ces produits ont tendance à être sensibles au chauffage, ils sont couramment ajoutés après le traitement thermique.

Tableau 1 : Composition recommandée et optionnelle des ferments du yaourt (Hui, 1992)

Composition standard recommandée par la FDA	Ferments additionnels du yaourt
<i>Streptococcus salivarius ssp. thermophilus (St.)</i>	<i>Lactobacillus acidophilus</i>
<i>Lactobacillus delbruckii ssp. bulgaricus (Lb.)</i>	<i>Lactobacillus casei</i>
/	<i>Lactobacillus helveticus</i>
/	<i>Lactobacillus jugurti</i>
/	<i>Lactobacillus lactis</i>
/	<i>Bifidobacterium longum</i>
/	<i>Bifidobacterium bifidum</i>
/	<i>Bifidobacterium infantis</i>

6. Technologie de fabrication du yaourt

La fabrication du yaourt repose sur d'abord l'action de bactéries lactiques, ensuite les composants du lait qui conduit à l'obtention d'un coagulum et enfin la consistance plus ou moins ferme.

Le yaourt est un lait fermenté, préparé avec des laits écrémés ou stérilisés, éventuellement additionnés de poudre de lait (pour en améliorer la consistance) etensemencés avec deux bactéries lactiques spécifiques qui sont *Streptococcus salivarius thermophilus* et *Lactobacillus*

delbrueckii bulgaricus. Au terme de la fermentation (à 45°C pendant environ 2h), le lait coagulé est devenu un yaourt contenant 100 millions de bactéries vivantes par gramme. C'est l'activité bactérienne qui confère au yaourt son arôme et son goût caractéristiques ainsi que ses qualités nutritionnelles spécifiques.

Les procédés de fabrication des yaourts et des laits fermentés se caractérisent par trois grandes étapes : la préparation du lait, la fermentation et les traitements post-fermentaires du produit. Le diagramme de production diffère selon le type de produit (yaourt ferme ou brassé) et présente des variantes selon sa teneur en matières grasses et son arôme. Le diagramme général de production présente les étapes de la fabrication qui sont détaillées aux paragraphes suivants :

6.1. Réception du lait

Il est généralement reconnu qu'on ne peut faire un produit de qualité avec une matière première de mauvaise qualité. Dans cet esprit, il est primordial de mettre en place dès la réception du lait ou toutes autres matières premières, des méthodes et des procédures rapides et simples permettant de détecter les anomalies et les pertes possibles de contrôle

6.2 Standardisation et homogénéisation du mélange

La matière première utilisée (lait frais, lait combiné, mélange des deux) le lait doit être standardisé en matières grasses, enrichi en protéines, et éventuellement sucré, pour répondre aux spécifications nutritionnelles et organoleptiques des produits.

Pour bien assimiler l'importance de la standardisation ou de l'enrichissement du lait sur la qualité finale du yaourt, il est nécessaire de donner le rôle de chaque composante du lait.

- Le gras a un effet sur l'onctuosité et la sensation de douceur en bouche
- Le lactose est la matière première utilisée pour l'acidification et à un faible pouvoir sucrant, soit quatre fois plus faible que celui du sucre.
- Les protéines de par leur coagulation et leur capacité de liaison avec l'eau agissent sur la texture particulièrement sur la viscosité, la consistance, l'élasticité et la fermeté
- Les minéraux participent à la stabilisation du gel (Vignola, 2002).

L'homogénéisation réduit le diamètre des globules gras et permet ainsi une meilleure dispersion de ceux-ci dans le produit, limite leurs remontées au cours de l'incubation et donne une consistance plus uniforme au yaourt fabriqué.

La consistance et la viscosité du yaourt sont pour une grande partie sous la dépendance de la matière sèche du lait. La matière grasse confère de l'onctuosité, masque l'acidité et améliore la saveur. Les protéines améliorent la texture et masquent aussi l'acidité. Selon le code des recommandations FAO/OMS (1974), la teneur minimale en matière sèche laitière non grasse doit être de 8,2% en poids quelle que soit la teneur en matière grasse. (FAO & OMS, 1974)

Elle a principalement des effets sur deux composantes du lait, soit la matière grasse et les protéines. Les causes possibles d'homogénéisation inadéquate d'un mélange et les incidences sur la qualité du yaourt sont présentés dans l'annexe I.

6.3. Le traitement thermique

Le lait enrichi éventuellement sucré subit un traitement thermique. Le barème de traitement thermique le plus couramment utilisé est de 90-95°C pendant 3 à 5 minutes (Mahaut et al, 2000). À l'issue du traitement thermique, le lait est refroidi à la température de fermentation. Ce traitement a de multiples effets sur la flore microbienne ainsi que sur les propriétés physico-chimiques et fonctionnelles du lait. Tout d'abord, il crée des conditions favorables au développement des bactéries lactiques. Il détruit les germes pathogènes et indésirables et inactive des inhibiteurs de croissance tels que les lactopéroxydases (Farkey & Imafidon, 1995).

De même, il réduit les sulfures toxiques et entraîne la production d'acide formique qui est un facteur de croissance pour *Lb. Bulgaricus*. Le traitement thermique a également un effet sur la conformation tridimensionnelle des protéines du lactosérum (85%) qui se fixent ainsi sur les molécules de caséines. Enfin, il modifie les équilibres salins en entraînant une augmentation de la taille des micelles des caséines, de leur stabilité et de la qualité d'eau liée (Mahaut et al, 2000). Au niveau rhéologique ces modifications se traduisent par une amélioration après fermentation de la fermeté des gels. De plus, le traitement thermique entraîne une production plus importante d'acétaldéhyde le composé responsable de l'arôme « yaourt » (Singh, 1983).

Le lait enrichi, éventuellement sucré, subit un traitement thermique, le barème de traitement thermique le plus couramment utilisé est de 90-95 °C pendant 3 à 5 minutes ce traitement a de multiples effets sur la flore microbienne ainsi que sur les propriétés physico- chimiques et fonctionnelles du lait (Lamoureux, 2000).

Tout d'abord, il crée des conditions favorables au développement des bactéries lactiques, il détruit les germes pathogènes et indésirables et inactive des inhibiteurs de croissance tels que les lactopéroxydases (Farkey & Imafidon, 1995).

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

Enfin, il modifie les équilibres salins, en entraînant une augmentation de la taille des micelles de caséines, de leur stabilité et de la qualité d'eau liée (Mahaut et al, 2000).

Au niveau rhéologique, ces modifications se traduisent par une amélioration après fermentation de la fermeté des gels (Mottar et al, 1989). De plus, le traitement thermique entraîne une production plus importante d'acétaldéhyde, le composé responsable de l'arôme « yaourt » (Singh, 1983).

6.4. Fermentation lactique

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

Les deux espèces *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* vivent en symbiose et en synergie. Lors de leur croissance elles dégradent le lactose en acide lactique entraînant une baisse du pH et la gélification du milieu avec des modifications structurales irréversibles. En outre, ces bactéries produisent des composés carbonylés volatils (l'acétaldéhyde, le diacétyl, l'acétoïne, l'acétate d'éthyle) et des exopolysaccharides qui participent respectivement à l'élaboration de l'arôme et à la texture des yaourts. (Lmhof et al, 1994).

Lorsque le pH atteint une valeur comprise entre 4,3 et 4,7 un refroidissement en deux temps (rapide jusqu'à 25°C, puis plus lent jusqu'à 5°C) est appliqué afin de stopper la fermentation. En effet l'activité des bactéries lactiques est limitée pour des températures inférieures à 10°C (Tamime & Robinson, 1985)

6.5 Conditionnement et stockage

Les yaourts conditionnés dans des pots en verre ou en plastique sont stockés en chambres froides à 4°C en passant au préalable dans des tunnels de refroidissement. A ce stade ils sont prêts à être consommés. La durée limite de leur consommation est de 28 jours (Luquet & Carrieu, 2005). Pendant le stockage les bactéries lactiques maintiennent une activité réduite. Cette évolution appelée post-acidification se traduit par une légère baisse du pH surtout pendant les 2 premiers jours de stockage.

Les yaourts, conditionnés dans les pots en verre ou en plastique, sont stockés et chambres froides à 4 °C en passant au préalable dans des tunnels de refroidissement. A ce stade, ils sont prêts à être consommés, La durée limite de leur consommation est de 28 jours.

Pendant le stockage. Les bactéries lactiques maintiennent une activité réduite, cette évolution est appelée post-acidification, se traduit par une légère baisse de pH ; surtout pendant les 2 premiers jours de stockage (Lamoureux, 2000).

6.6. Structure et comportement rhéologique des yaourts

La transformation du lait au yaourt s'accompagne de la mise en place d'une structure complexe et d'un changement important des propriétés rhéologiques en passant d'un liquide Newtonien à un gel viscoélastique à destruction non réversible. Les additifs et les étapes du procédé de fabrication jouent un rôle majeur sur le comportement rhéologique du yaourt qui sera apprécié par le consommateur (Paci Kora, 2004).

6.7. Paramètres physico-chimiques du yaourt

Lors de la vente, la quantité d'acide lactique libre contenue dans 100 g de yaourt ne doit pas être inférieure à 0,8g. De plus, le pH du yaourt doit être autour de 4 (Okpetche, 2017).

7. Intérêt de la recherche des micro-organismes dans le yaourt

7.1. Intérêt hygiénique

L'examen microbiologique permet d'évaluer le niveau de contamination des denrées alimentaires et de la nature de leur microflore. Il est d'un très grand intérêt dans le cadre du contrôle officiel ainsi que des autocontrôles mis en œuvre par les industriels pour garantir la salubrité des denrées qu'ils commercialisent. Il est donc indispensable d'analyser le produit afin d'en déterminer le contenu et mettre le consommateur à l'abri de toute éventualité pouvant porter préjudice à sa santé.

7.2. Intérêt nutritionnel

Lorsque les laits ou les produits laitiers sont contaminés par certains germes protéolytiques ou lipolytiques, cela entraîne une perte de leurs valeurs nutritionnelles, due à la dénaturation des protéines, et des vitamines. D'où l'intérêt de cette étude des micro-organismes, ce qui permettrait de les éviter au maximum afin de conserver au lait de consommation toutes ses vertus nutritionnelles.

7.3 Intérêt technologique

Toute denrée, à la fabrication et à la conservation, est conditionnée par la qualité microbiologique de la matière première. Pour le cas du lait, on préconise une utilisation précoce du froid, car un lait placé à basse température se caractérise par un accroissement de la stabilité du lait, un ralentissement du développement microbien pour la flore de contamination, et une inhibition de la flore pathogène. Cependant, certaines bactéries (Gram +) sont généralement plus résistantes à ce stress que d'autres (Gram -). Le froid n'est pas bactéricide, donc, un lait mauvais d'avance ne saurait être transformé en bon lait. Les microorganismes sont normalement détruits par la chaleur, à des températures supérieures à 60°C. Cependant, certains microorganismes produisent des spores qui les protègent de la chaleur. Dans l'ordre, les microorganismes sporulants les plus résistants sont : *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, et *Bacillus cereus* (Gelinas., 2001).

L'acidification permettrait l'élimination de certains micro-organismes dont les salmonelles et les coliformes. Son efficacité, vis-à-vis de *Staphylococcus aureus* et de ses toxines n'est pas prouvée (Ndiaye, 1994). Il est donc indispensable de limiter au maximum, dès la production, le nombre de ces germes par une excellente hygiène (Rodrigue, 2006).

8. Qualités du yaourt

8.1. Aspects physico-chimique

Le yaourt doit répondre aux caractéristiques suivantes :

- couleur franche et uniforme ;
- goût franc et parfum caractéristique ;
- texture homogène (pour le yaourt brassé) et ferme (yaourt étuvé).

8.2. Aspects hygiéniques

Selon la norme nationale de 1998, N°35 parue au journal officiel, les yaourts ne doivent contenir aucun germe pathogène.

Le traitement thermique appliqué sur le lait avant fabrication du yaourt est suffisant pour détruire les micro-organismes non sporulés pathogènes ou non. Leur présence dans le yaourt ne peut être que de manière accidentelle. Le pH acide du yaourt le rend hostile aux germes pathogènes, comme pour la plupart des autres germes indésirables.

Les levures et moisissures peuvent se développer dans le yaourt. Ces dernières proviennent principalement de l'air ambiant dont la contamination se situe au stade du conditionnement (Okpetche, 2017)

9. Normes et flore de contamination du yaourt

Les normes microbiologiques portant sur les germes recherchés sont mentionnées dans le tableau ci-après.

Tableau 2 : Normes microbiologiques pour les yaourts (Lompo et al, 2006)*

GERMES	NORMES (UFC/ g)
<i>Bactéries lactiques</i>	< 10 ⁸
<i>Coliformes totaux</i>	<10
<i>Coliformes thermo tolérants</i>	<1
<i>E. coli</i>	<10

les produits laitiers peuvent être contaminés par des microorganismes du fait de leur composition et de leurs conditions de production,. Lorsque ces derniers se multiplient dans le milieu, ils provoquent des modifications nuisibles à la qualité des yaourts par la dégradation de leurs constituants ou par libération en leur sein de composés indésirables. Ces dégradations peuvent concerner chacun des grands groupes des constituants du produit (protéines, lipides, lactose). Ces dégradations peuvent aussi se traduire par des défauts de goût, d'odeur, de texture ... La présence de ces germes peut nuire à la croissance des bactéries lactiques indispensables à la fermentation. Il faut donc veiller au respect strict des règles de bonnes pratiques de fabrication et d'hygiène dans l'industrie laitière, afin de produire des denrées alimentaires de bonne qualité.

Pour les paramètres physico-chimiques du yaourt lors de la vente, la quantité d'acide lactique libre contenue dans 100 g de yaourt ne doit pas être inférieure à 0,8g. De plus, le pH du yaourt doit être autour de 4.

9.1. Germes témoins de contamination fécale

Les germes témoins de contamination fécale sont des bio-indicateurs de contaminations microbiennes et indiquent des manipulations malpropres (Brisalois, et al.).

9.1.1. Les coliformes totaux

Selon la norme NF ISO 4832 (AFNOR, 1985), les coliformes sont des bacilles à Gram négatif, non sporulés, oxydase (-) aérobies ou anaérobies facultatifs, capables de se multiplier en présence de sels biliaires ou d'agents de surface ayant les mêmes propriétés et capables de fermenter le lactose avec production d'acide, de gaz et d'aldéhyde en 48 h à une température comprise entre 35 et 37°C (+ 0,5° ou +1°C).

9.1.2 Les coliformes fécaux ou coliformes thermo tolérants

En microbiologie alimentaire, les coliformes thermo tolérants sont des coliformes qui, incubés à une température de 44°C +/- 1°C pendant 24h au moins, présentent les propriétés des coliformes totaux.

9.1.3 *Escherichia coli*

De la famille des Enterobacteriaceae, *E. coli* est un hôte normal de la flore intestinale. Il produit de l'indole à partir du tryptophane, n'utilise pas le citrate comme source de carbone et ne produit pas d'acétoïne.

II. Généralité sur les fleurs comestibles

1. Fleurs comestibles

Tout jardin abonde de plantes ainsi que de fleurs affâtées dont la majorité ne connaît guère les bienfaits. En effet, beaucoup d'entre elles conservent une richesse nutritionnel abondante, les parties aériennes des plantes exposées à la lumière tout au long de leur développement, les fleurs concentrent des vitamines (A, C...) et des minéraux (calcium, fer, cuivre...) à la manière des légumes feuilles, épinards, salades... Etc, comportent des de pigments, caroténoïdes ou polyphénols, qui, au-delà d'égayer les assiettes, leur confèrent des vertus antioxydants ou anti-inflammatoires. Pour d'autres, elles possèdent également des principes actifs utilisables en phytothérapie, La consommation de fleurs est également liée au développement des aliments fonctionnels (Iancu, 2021).

En partie, depuis l'antiquité les fleurs contribuent à la vie humaine. Nombreuses civilisations ont laissé l'héritage de l'utilisation de fleurs dans l'art, médecine naturelle, ainsi que dans la cuisine à colorier, aromatiser, savourer et embellir des plats divers. Les fleurs comestibles comme leur nom l'indique peuvent être consommées sans mettre en danger la santé du consommateur. Bien que tous les pays du monde n'utilisent pas de fleurs dans l'alimentation, leur utilisation a augmenté d'une manière générale, elles sont considérés comme une nouvelle source de nutriments et composées bioactifs ce qui a suscité l'intérêt des chercheurs de divers domaines de la connaissance (Santos & Reis, 2021).

Jadis, les fleurs comestibles étaient utilisées dans de nombreuses recettes culinaires et formulations thérapeutiques. « Des fleurs entières et des parties de fleurs ont été utilisées comme additif pour diverses applications. Les fleurs comestibles sont appréciées pour leurs effets sur la santé (Chitrakar et al, 2019). Toutefois, elles sont périssables, subissant des changements microbiens, enzymatiques et biochimiques rapides. Leur utilisation dans les aliments dépend fortement de la perception des consommateurs, souvent associée aux pratiques culturelles. Ces fleurs sont des ingrédients typiques dans les salades, les courges, les sirops, les soupes, les plats, les boissons et les desserts, en plus des mélanges de garniture (Villavicencio, Calhelha, Santos-buelga, Barros, & Ferreira, 2018). Récemment, la valeur marchande des fleurs comestibles apparaît comme une colonne d'intérêt dans les livres de recettes et les magazines de santé et de bien-être. Le chou-fleur, le brocoli, la citrouille, le souci d'or, la capucine de jardin et les pensées sont des fleurs comestibles couramment utilisées ; Toutefois, l'intérêt pour les aspects nutritionnels et nutraceutiques des fleurs comestibles a gagné énormément

d'attention (Magri et al, 2020). Fréquemment, ils sont vendus frais dans de petits emballages de plastique rigide et ont une durée de conservation de 2 à 5 jours (Chrysargyris et al, 2019).

En effet, la popularité des fleurs comestibles s'est accrue non seulement parce qu'elles rendent nos aliments et boissons visuellement attrayants, mais aussi nutritivement enrichissants. La collecte et l'enregistrement de vieilles recettes qui utilisent des fleurs comestibles peuvent devenir d'excellents documents de référence pour les pharmaciens, les herboristes, les nutritionnistes, les chefs et les horticulteurs, les aidant à reconnaître les fleurs comme sources d'antioxydants et de composés biologiques. Néanmoins, il existe des fleurs non comestibles tel que l'azalée, le crocus, la jonquille, la digitale, le laurier-rose, la glycine, ... Etc. Ces dernières contiennent des substances excrétrices comme les glucosides, les glycosides cyanogènes, les tanins, le latex, les sels métalliques et non métalliques, chose qui les rend mortellement toxiques (Ghosh, 2013).

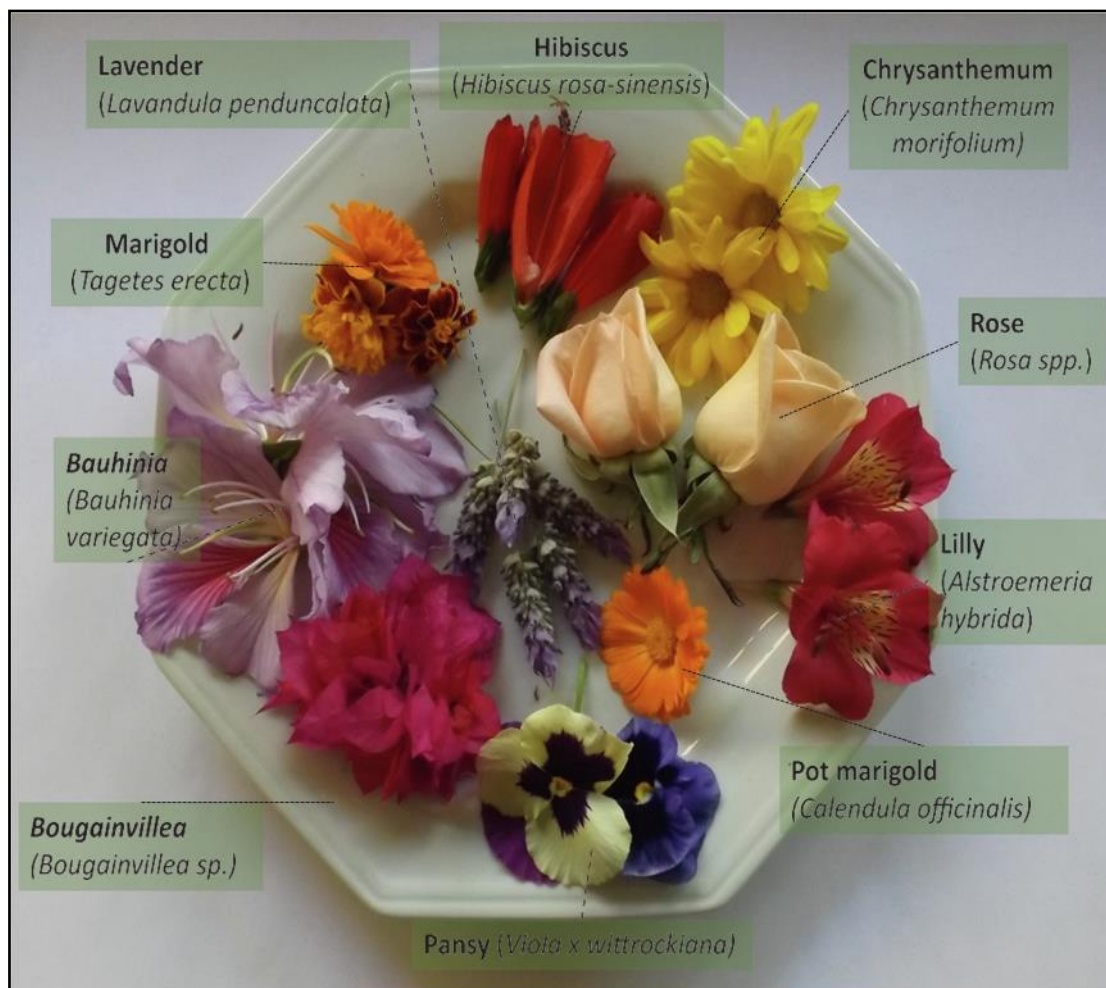


Figure 1 : certaines fleurs comestible, leurs nom en commun et nom scientifique

(Anonyme 1)

À présent, nous observons une tendance croissante à utiliser les fleurs à des fins comestibles en raison de la sensibilisation accrue des consommateurs à l'impact du régime alimentaire sur la santé humaine, ainsi qu'en raison de la renaissance de modes de vie sains liés à des régions spécifiques du monde, par exemple, le régime méditerranéen. En outre, le nombre élevé d'études qui explorent les bienfaits pour la santé, la valeur nutritive et les propriétés bioactives des fleurs comestibles sont les principaux moteurs de l'industrie alimentaire et des consommateurs qui exigent la production d'aliments fonctionnels et sains. Mise à part les effets esthétiques apparents des fleurs comestibles dans divers plats, les aspects sanitaires de leur consommation gagnent de plus en plus d'intérêt. Cependant, l'intégration de fleurs comestibles dans des plats et des formulations alimentaires nouvellement conçus ou l'augmentation de l'acceptabilité des aliments traditionnels par les consommateurs pourraient contribuer à accroître la palette de l'alimentation humaine et à diversifier les sources alimentaires de nutriments et de composés bioactifs sur une base quotidienne. (Pires et al, 2021)

2. Historique

La consommation de fleurs dans l'alimentation est utilisée dans de nombreuses cultures culinaires à travers le monde en tant que cuisine traditionnelle ou médecine alternative, de plus que leur utilisation comme ornements. De nombreuses espèces de fleurs comestibles sont vues comme des délices à valeur nutritive. .

Les fleurs étaient depuis l'antiquité consommées dans la Rome antique et la Grèce, par ailleurs la Chine, comme médicaments alternatifs ou dans le cadre de la cuisine traditionnelle, en outre la consommation de fruits, de graines, de feuilles et de racines de légumes.

Cette habitude de consommer les fleurs présente un héritage de cultures qui les utilisent depuis des siècles (Demasi et al, 2021). Fleurs comestible ont été utilisés dans la cuisine asiatique, européenne, indienne et du Moyen-Orient, en lien avec les traditions locales, les occasions de fête et les banquets, ainsi que dans la médecine naturelle (Micek & Rop, 2011).

D'abord, dans les civilisations antiques, Fleurs comestibles ont été utilisés comme agents aromatisants dans la préparation des aliments et dans la décoration des plats. Dans la Rome antique, *Rosa spp*, les pétales étaient utilisés pour sucrer et goûter les omelettes, les purées, les boissons et les desserts. Puis, au Moyen Âge, les pétales de fleurs de *Calendula officinalis* étaient utilisés en France dans divers types de salades ; au XVIIIe siècle, *Viola odorata* servait à colorer le sucre, les sirops et d'autres boissons (Takahashi et al, 2020). Par contre, en Europe

centrale, il est courant de consommer des fleurs de *Sambucus nigra* panées et des fleurs de *Taraxacum officinale* bouillies avec du sucre pour remplacer le miel (Ropet al, 2012)

3. Composition chimique des fleurs comestibles

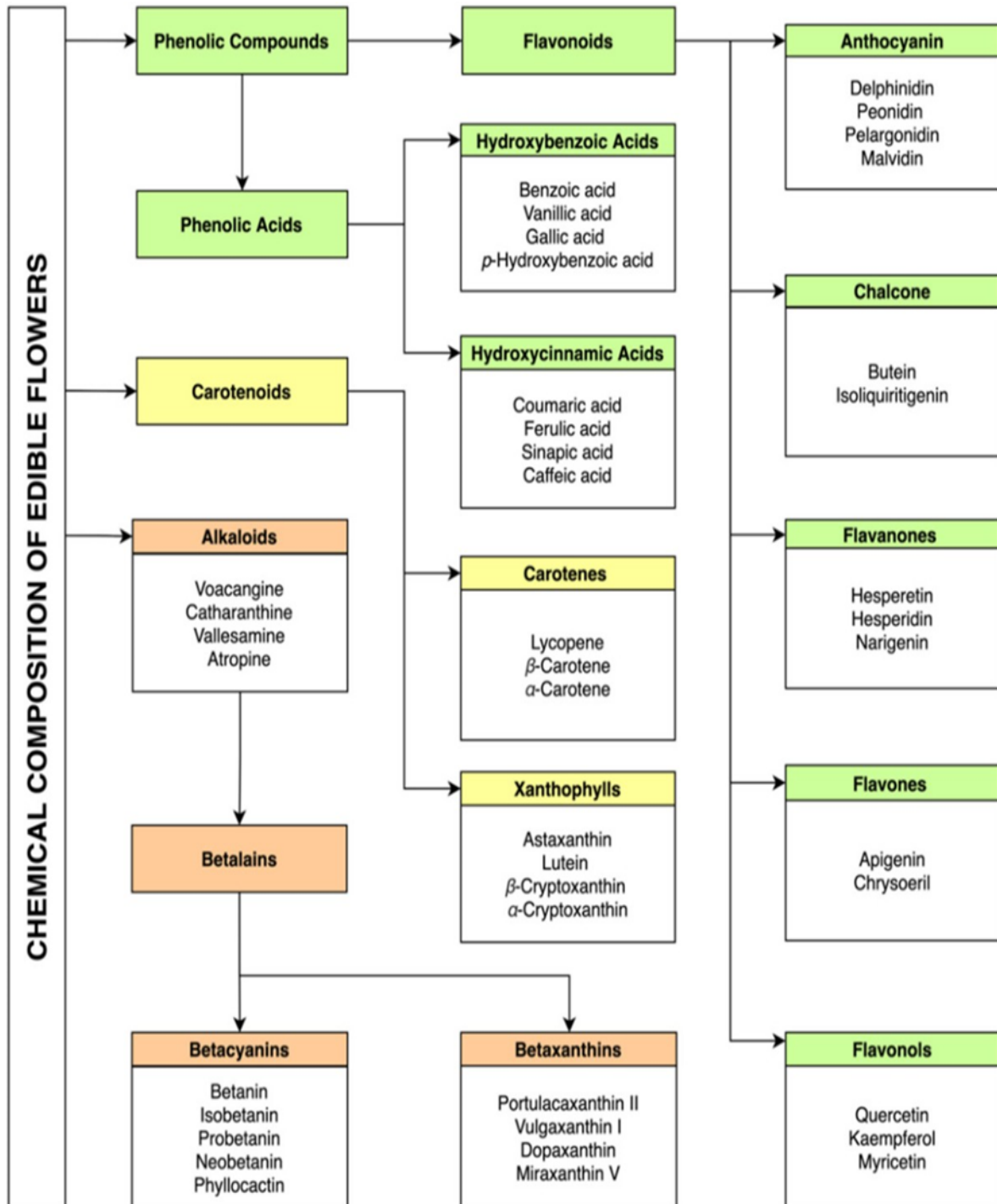


Figure 2 : Exemples de composés chimiques couramment trouvés dans les fleurs comestibles

(Pires et al, 2021)

4. Classification botanique et usage des fleurs comestibles

4.1. La camomille (Rousset-Rouard, 2017)

Noms scientifiques : *Matricaria recutita*

Noms communs : Camomille sauvage, Matricaire camomille, Petite Camomille, Camomille Allemande

Classification botanique : *Astéracées*



Figure 3 : image photographie de la camomille (Anonyme 2)

Histoire de l'utilisation de la camomille (Rousset-Rouard, 2017)

✓ C'est une plante médicinale répandue depuis l'Antiquité gréco-latine, connue sous le nom « camomille » en herboristerie.

✓ Il existe encore deux sortes de plantes médicinales qui ne faut pas confondre, nommé aussi « camomille » : la grande camomille : *Tanacetum parthenium* et la camomille romaine : *Chamaemelum nobile*.

✓ La matricaire camomille est utilisée comme la camomille romaine : elle est réputée tonique, antispasmodique et analgésique.

✓ Utiliser en tisane, en médecine traditionnelle seule ou mélanger, attribué à dose modérée efficace contre : l'insomnie, troubles digestifs fonctionnels, digestions difficiles et l'eczéma... etc.

✓ En beauté elle peut être utilisée en eau de rinçage des cheveux et en lotion.

Usages médicaux (Koudri & Zorgana, 2022)

- ✓ Anti-inflammatoire : une propriété attribuée au cham azulène, à son précurseur la matricine, au bisabolol et à son oxyde.
- ✓ Antispasmodique : A l'extrait des fleurs hydro-alcoolique qui est spasmolytique.
- ✓ Antibactérien, antifongique : l'huile essentielle de la matricaire de la camomille est faiblement antibactérienne et antifongique, comme il stimule la sécrétion biliaire chez le chat et le chien.
- ✓ Sédatif : une action sédatrice de la matricaire camomille a été observée chez l'homme.
- ✓ Céphalique : utilisées pour soigner les migraines par ses propriétés antidouleur et antispasmodique

4.2. Grande mauve (Cardenas, 2017)

Nom scientifique : *Malva sylvestris*

Noms communs : grande mauve, mauve sylvestre, mauve des bois

Nom anglais : *mallow*

Classification botanique : famille des malvacées (Malvaceae).

Formes et préparations : infusions, décoctions, macérat, eaux florales (hydrolats), gélules (extrait sec), cataplasmes, bonbons



Figure 4 : Image photographique de la Grande mauve (Anonyme 3)

Histoire de l'utilisation de la mauve

✓ Connue du temps des Grecs et des Romains, d'origine d'Asie. Elle était l'un des remèdes favoris d'Hippocrate, le "père de la médecine", ou encore de Pythagore, qui est préinscrit contre la constipation. Espèce très commune qu'on reconnaît facilement, elle est à l'état sauvage, se trouvent dans les champs, les chemins, les routes, et dans certains terrains vagues (Wilson, 2007).

✓ Peu exigeante, à condition qu'elle ait du soleil. En effet, la récolte des feuilles est en juin ou juillet et les fleurs par contre, tout l'été moment de la floraison. Jadis, elle faisait partie intégrante des fameux jardins de plantes rares mettant à l'honneur les plantes médicinales, mais aussi cultiver pour ses appréciables propriétés thérapeutiques (Cardenas, 2017).

✓ La mauve, est bisannuelle, elle fait de 30 à 100 cm de hauteur, possède de grandes feuilles dentelées vert foncé, en juin à octobre, ses fleurs se manifeste par un beau mauve rosé, coloré avec des stries violettes. Fleuri en 5 pétales (Luonto, 2021).

✓ Aujourd'hui, elle représente encore les mêmes bienfaits anti-inflammatoires, adoucissants et expectorants (Wilson, 2007).

Usages médicaux (Debuigne & Couplan, 2006)

- ✓ Anti-inflammatoires, propriétés calmantes et adoucissantes :
 - Apaise l'irritation et l'inflammation de la gorge et calme la toux sèche.
 - Améliore également les troubles digestifs bénins et prévient les infections urinaires chez les personnes à risque.
- ✓ Action laxative légère : Traitement de la constipation chronique, surtout chez les sujets fragiles comme : les enfants, personnes âgées ou femmes enceintes.
- ✓ Usage externe : C'est un calmant qui apaise les peaux sensibles ou irritées
- ✓ Indications thérapeutiques usuelles : affections inflammatoires des voies respiratoires (angines , rhumes, bronchites, états grippaux, trachéites, laryngites et pharyngites).
- ✓ Autres indications : irritations et inflammations des yeux (conjonctivites), infections buccales (douleurs dentaires, inflammations des gencives et aphtes), troubles urinaires.

4.3. Coquelicots (Cardenas, 2017)

Nom scientifique : *Papaver rhoeas*

Noms commun : coquelicot, ponceau, gravesolle, pavot coquelicot, pavot rouge

Nom anglais : *poppy*

Classification botanique : famille des papavéracées (*papaveraceae*)

Formes et préparations : infusions, décoctions, sirops



Figure 5 : Image photographie du coquelicot (Anonyme 4)

Histoire de l'utilisation des coquelicots (Cardenas, 2017)

- ✓ Cette fleur est très répandue dans les champs, particulièrement dans ceux des céréales.
- ✓ Se distingue par le rouge vif de ses fleurs.
- ✓ Plante herbacée annuelle, allant de 50 à 60 cm de haut et contient une longue tige fine et velue, d'une apparence fragile.
- ✓ Ses feuilles ovales, dentées et se divisent en étroits segments.
- ✓ Les grandes fleurs solitaires fleurissent de mai à septembre, elles présentent un fruit sous forme de capsule ovoïde.
- ✓ Les pétales et les feuilles, une fois séchées, sont utilisés en phytothérapie.
- ✓ Principes actifs : Alcaloïdes, anthocyanosides et mucilage,

Usages médicaux (Demir, 2019)

✓ Sédatif : le coquelicot permet de trouver le sommeil et lutte contre les insomnies, notamment chez les enfants de plus de 7 ans.

✓ Antitussive, apaisante et antiseptique : favorise l'expectoration et comporte des propriétés antispasmodiques. procède au traitement des bronchites, coqueluche, toux et les maux de ventre.

✓ Autres indications thérapeutiques : le coquelicot augmente la sécrétion sudorale fièvre modérée, abcès dentaires (les pétales sont antiseptiques car elle contient les anthocyanosides).

4.4 La bourrache *Borago officinalis* (Amir, 2020)

Nom latin : *Borago officinalis* L

Nom(s) vernaculaire(s) : bourrache

Famille : Borraginacées

Origine : Pourtour méditerranéen



Figure 6 : Image photographier de la fleur de bourrache (Anonyme 5)

Histoire et l'utilisation des bourrache (Amir, 2020)

✓ Les Borraginacées regroupent 2700 espèces en 150 genres, des plantes herbacées couvertes de poils hérissés, son origine est de la région méditerranéenne et arbres ou arbustes des régions tropicales.

✓ On reconnaît les membres de cette famille par l'inflorescence dite 'en queue de scorpion', s'allonge au fur et à mesure de l'épanouissement des fleurs, présentent aussi des couleurs différentes selon le degré de leurs épanouissements.

✓ Elles sont de type 5, rassembler parmi les plus beaux bleus du monde végétal : vipérine, myosotis, buglosse et la bourrache.

✓ Plante annuelle qui devient dans les bonnes conditions vivace.

✓ Offre des fleurs d'une architecture complexe, harmonieuse et d'un bleu céleste : cinq étamines groupées en manchon d'un bleu foncé, le tout légèrement penché et cinq pétales étalés en étoile, légèrement pointus en alternance avec des sépales fins.

✓ Les feuilles, sont rugueuses au toucher, la plante couvertes de poils rudes. Les feuilles inférieures présentent un pétiole ailé, les supérieures sont sessiles. Chaque fleur donne quatre petites graines, dures et noires.

✓ Les parties aériennes appartiennent à la liste A des plantes médicinales, utilisées traditionnellement, elles peuvent avoir un usage alimentaire ou condimentaire.

✓ Les feuilles et les tiges de la bourrache sont notées dans le compendium de l'autorité européenne de sécurité des aliments recensant des plantes signalées pouvant contenir des substances potentiellement préoccupantes pour la santé humaine. Elles contiennent des alcaloïdes pyrrolizidiniques (lycopsamine, amabiline et supinine).

Usages médicaux (Busser & Busser, 2005)

✓ La bourrache connaît une réputation comme émolliente, une propriété expectorante et antitussive, dans la pneumonie, la pleurésie et la grippe, la fièvre typhoïde, car elle est aussi sudorifique.

✓ Riches en nitrate de potassium intéressant comme diurétiques, en cas de néphrites, rétention, inflammation urinaires et d'œdèmes. Et utilisé pour les problèmes intestinaux, inflammations et constipation, en usage vétérinaire, associée à la mauve, pour les soins des vaches après le vêlage.

✓ Des études récentes montrent son action contre l'obésité, et une action anti-oxydante très élevée. « L'huile de graines de bourrache est utilisée dans diverses maladies telles que l'athérosclérose, les troubles inflammatoires, la maladie d'Alzheimer, l'asthme et les troubles gastro-intestinaux » (Busser & Busser, 2005).

✓ Contient aussi des vitamines A, B1 et B2, MG, potassium et sodium, Surtout, elle possède une action antioxydante élevée grâce à ses flavonoïdes.

4.5. Les soucis *Calendula sp* (Amir, 2020)

Nom latin : *Calendula sp*

Nom(s) vernaculaire(s) : souci

Famille : *Astéracées*

Origine : Pourtour Méditerranée



Figure 7 : Calendula des jardins (Anonyme 6)

Histoire et l'utilisation des soucis (Chauvet, 2018)

- ✓ Comprend 15 espèces originaires du pourtour méditerranéen jusqu'au Moyen-Orient.
- ✓ Fait partie des herbacées familles des Astéracées, aromatiques, possède des fleurs groupées en capitules solitaires terminaux sur le pédoncule floral.
- ✓ Les fleurs intérieures sont tubulaires et mâles, les fleurs extérieures sont ligulées, femelles et toutes d'un jaune orangé vif.

Usages médicaux (Bonneval, 2006)

- ✓ Comme crèmes ou huile de macération ont le pouvoir de désinfecteur et cicatrisant les blessures, adoucissant pour les inflammations et régénèrent les tissus. Ce sont les fleurs de *Calendula arvensis* écrasées qui sont utilisées pour soigner les brûlures et les plaies.
- ✓ Antispasmodiques : Les décoctions de feuilles de *C. officinalis* sont bues pour les ulcères et les douleurs abdominales, les troubles intestinaux.
- ✓ Il reste un excellent stimulant du système immunitaire. Contient entre autres des composants des triterpènes, des flavonoïdes, des caroténoïdes, des coumarines. Les flavonoïdes

et coumarines lui permettent une action sur le système veineux pour une meilleure circulation. Emménagogue, sudorifique et dépurative, hypotensive, fongicide et anti tumorale.

- ✓ Ses qualités anti-oxydantes ne semblent pas exceptionnelles mais elles sont réelles.

4.6. Rose (Cardenas, 2017)

Nom scientifique : *Rosa damascena* (rose de Damas) ; *Rosa centifolia*, *Rosa gallica* (rose de Provins)

Noms communs : rose de Damas ; rose de Provins, rose pâle de mai

Nom anglais: *Damask rose, rose of Damascus, Gallic rose*

Classification botanique : famille des rosacées (*Rosaceae*)

Formes et préparations : infusions, collyres, poudres, huile essentielle, tisanes, bains, masques, compresses, vaporisateurs, injections



Figure 8 : image photographier des fleurs du rosier (Anonyme 7)

Histoire et utilisation des roses (Baral)

- ✓ C'est des fleurs odorantes de différentes couleurs.
- ✓ En automne, se transforment en cynorhodons très riches en vitamines.
- ✓ Les boutons floraux et les pétales du rosier s'utilisent frais ou congelés à l'état naturel, on extrait aussi de l'huile essentielle.

Usages médicaux : (Fleurentin & Hayon, 2016)

✓ Traitement des diarrhées, affections du système respiratoire, asthme, tuberculose pulmonaire, troubles cardio-vasculaires, hémorroïdes et affections cutanées.

✓ Traitement des aphtes, gingivites, plaies, leucorrhées, infections vaginales et inflammations des paupières. C'est également un antirides utilisé pour réparer la peau sèche et lutter contre l'eczéma et les contusions.

✓ Indications thérapeutiques usuelles : les diverses variétés de roses ont des propriétés astringentes, cicatrisantes, toniques, anti-inflammatoires.

✓ Autres indications thérapeutiques : Les diverses variétés de roses ont également des propriétés anti hémostatiques et régénératrices.

✓ Principes actifs : Citronnellol (33 à 44%), nérol (5 à 10%), géranol (10 à 18%) et nonadécane (10%).

Partie expérimentale

Ce travail a été réalisé au niveau des laboratoires de la faculté SNV de Bejaia, dans le but d'élaborer un yaourt à base de fleurs comestibles, mais aussi d'étudier ses caractéristiques physico-chimiques, microbiologiques et sensorielles.

1. Matériel et appareillage (Annexe VI)

2. Matériel végétal

2.1. Préparation des extraits et poudres de fleurs

Les fleurs utilisées sont cueillies dans plusieurs champs au niveau de la de Bejaia. Dans un premier temps, elles ont été lavées, divisées en deux quantités, une mise dans des papiers absorbants afin de les sécher à l'air libre à l'abri de la lumière et de l'humidité. Après une semaine de séchage les fleurs ont été broyées pour obtenir une fine poudre. La seconde moitié mise dans des sacs de congélation, transportée dans des glacières et conservée au réfrigérateur à 4°C. Afin de préparer un extrait de fleurs nous lavons convenablement les fleurs, à raison de 25g de pétales de fleurs et 250 ml d'eau minérale, ensuite nous procédons à la filtration du mélange pour obtenir un liquide sans résidus. En dernière étape, nous mettons le liquide filtré dans des pots stériles afin de les conserver au congélateur.



Figure 9 : étapes de préparation d'extrait de fleur 'coquelicot' (Anonyme 8)



Figure 10 : les 9 types de fleurs ' coquelicot , souci "jaune " ,souci "orange" , rose " rouge" , grande mauve , camomille ,rose "orange " , rose " rose " ,bourrache (Anonyme 10)



Figure 11: étapes de préparation de la poudre de fleurs comestibles ' coquelicot' (Anonyme 9)

3. Préparation des yaourts :

Nous avons préparé deux sortes de yaourts moyens des 9 espèces de fleurs cueillies, à des concentrations différentes : Yaourt à base de poudre, Yaourt à base d'extrait de fleurs.

- Nous pesons 20 mg ; 40 mg ; 60 mg de poudre de fleurs

- D'un autre côté nous prenons : 10ml d'extrait + 20 mg de poudre, 10 ml + 40mg et 10 ml+ 40 mg respectivement afin de préparer nos extraits de fleurs.

L'étape préliminaire consistait à l'élaboration d'un yaourt avec les fleurs et extrait avant de sélectionner les meilleures préparations selon les critères suivants : goût, arôme et texture.

Après plusieurs essais, nous avons choisi au final 9 espèces de fleurs pour l'élaboration de nos yaourts :

- 4 yaourts à base d'extraits de fleurs : Souci jaune, rose rouge, camomille, coquelicot

- 5 poudres de fleurs qui sont : Souci jaune, rose rouge, grande mauve, camomille, coquelicot



Figure 12 : photo de 4 extraits de fleurs **A** : rose rouge ; **B** : camomille ; **C** : souci ; **D** : coquelicot
(Anonyme 11)



Figure 13: photo de poudres de fleurs **a**:coquelicot , **b**: rose rouge ,**c**:grande mauve , **d**: souci , **e** :
camomille (Anonyme 12)

4. Diagramme de fabrication du yaourt étuvé :

Le schéma représenté par la figure 6 résume les différentes étapes suivies lors de l'élaboration du yaourt étuvé depuis la réception du lait, sa pasteurisation et son refroidissement jusqu'au remplissage des pots ; la dernière étape, consiste en l'étuvage des pots dans des conditions optimales.



Figure 14 : Diagramme de fabrication d'un yaourt étuvé à base de poudre et extrait de fleurs comestibles (Anonyme 13)

5. Les analyses physico-chimiques

5.1. pH

Le pH renseigne précisément sur l'état de fraîcheur du lait. Un lait de vache frais a un pH de l'ordre de 6,7. S'il y a une action de bactéries lactiques, une partie du lactose du lait sera dégradée en acide lactique, ce qui entraîne une augmentation de H_3O^+ et donc une diminution du pH (Luquet, 1985).

➤ **Mode opératoire :**

- **Produit fini :** Prendre 10 ml du yaourt prélevé à l'aide d'une seringue dans un bécher de 10ml, ensuite immerger l'électrode du pH-mètre préalablement calibré et lire le résultat affiché sur l'écran.

5.2. Acidité titrable

Le principe de cette méthode consiste en un titrage de l'acidité avec une solution de NaOH (0.1N) en présence de phénolphthaléine comme indicateur de couleur, exprimée en degré Dornic (°D). Quantifie l'acide lactique présent dans les produits laitiers, qui est libéré par les ferments lactiques lors de la fermentation du yaourt. C'est cette molécule qui ajuste le pH du yaourt acide. 1°Dornic = 0,1 g d'acide lactique par litre (Cliquet, 2015).

➤ **Mode opératoire :**

- **Produit fini :** à 10ml du yaourt, ajouter 2 à 3 gouttes de phénophtaléine (1%), Nous titrons avec une solution de soude NaOH (1/9N) en immergeant l'électrode du pH-mètre jusqu'à l'atteinte d'un pH de 8,30.

L'acidité Dornic = la chute de burette $\times 10$.

5.3. Extrait sec total

La matière sèche du lait est le produit résultant de la dessiccation par évaporation d'une certaine quantité de lait (AFNOR, 1985).

➤ **Mode opératoire :**

Produit fini :

- Sécher les coupelles en aluminium vides à l'étuve à 105 ± 1 °C pendant 30 min.
- Refroidir et peser les coupelles vides.
- Dans les coupelles séchées, introduire 2g de yaourt agité et peser.
- Ensuite mettre les coupelles dans l'étuve pendant 24h pour les sécher.
- Refroidir les coupelles durant (30 min) jusqu'à la température ambiante puis peser (Kemiche & Hamidouche, 2021).

Expression des résultats

L'EST est exprimé en pourcentage de masse, est égale à :

$$\text{EST (\%)} = \frac{[(M_0 + M) - (M_0 + M_1)] \times 100}{2}$$

Dont : M₁ : Masse en grammes, de la capsule et du résidu après dessiccation et refroidissement.

M₀ : Masse en grammes, de la capsule vide.

M : Masse de la prise d'essai en grammes.

5.4. Degré Brix

Le degré Brix, appelé également indice réfractométrique, la lecture s'effectue à l'aide d'un réfractomètre, à une température déterminée. Nous posons une goutte de l'échantillon du yaourt sur la surface du prisme, le réfractomètre dirigé vers une source lumineuse et à travers l'oculaire, nous allons voir se dessiner deux zones sur l'échelle, une claire et une autre foncée. Une limite entre les deux zones marque la grandeur de la réfraction. Les résultats sont obtenus par simple lecture sur l'échelle du réfractomètre (Beddour & Belrechid, 2018).

5.5. Masse volumique et densité

Nous appelons masse volumique d'un corps (notée ρ), le quotient de la masse m par le volume V du corps (Speltz & Fantini, 2010).

➤ Mode opératoire :

Nous plaçons une quantité de l'échantillon à analyser dans un bécher et nous notons le poids, nous le versons à travers un entonnoir dans une éprouvette graduée et nous tapotons jusqu'à la fixation du volume. Nous exprimons la densité ou la masse volumique par la loi suivante :

$$\rho = \frac{\text{masse du produit}}{\text{Volume correspondant}} \quad (\text{g/mL})$$

6. Analyses microbiologiques

Les analyses microbiologiques sont effectuées dans le but d'assurer que le yaourt préparé présente une certaine qualité hygiénique supérieure (Guiraud, 1998).

- ❖ Le contrôle de la qualité microbiologique a été effectué au sein du laboratoire microbiologique d'une manière aseptique, en respectant les règles d'hygiène :
 - Nettoyage de la paillasse avant et après chaque manipulation avec l'alcool éthylique.
 - Les prélèvements des échantillons, les dilutions et les manipulations doivent se faire près du Bec Bunsen.
 - Les micropipettes utilisées sont jetées après chaque utilisation.

Le contrôle se fera sur le produit fini : flore totale, bactéries lactique (*Lactobacilles*) et les coliformes totaux.

- ❖ Prélèvement des échantillons :

Les échantillons seront prélevés des produits finis, nous préparons des dilutions à partir de la solution mère.

6.1. FTAM (flore totale aérobie mésophile)

La flore totale aérobie mésophile, est un indicateur sanitaire d'hygiène important qui permet d'évaluer le nombre d'UFC présentes dans un produit.

C'est aussi un ensemble de microorganismes variés correspondant aux germes de contamination pouvant croître en présence d'oxygène et à des températures allant de 20 à 37 °C. Elle est mise en évidence en ensemencant la surface d'une gélose nutritive, à l'aide de l'écouvillon même ayant servi au prélèvement. L'incubation se fait à 30 °C pendant 3 jours. Toutes les colonies développées sont prises en considération et sont donc dénombrées (Rachedi, Bekhouche, Boughachiche, & Zerizer, 2021).

Sa lecture des résultats est effectuée sur les boîtes contenant plus de 30 colonies et moins de 300 colonies (Guiraud & Rosec, 2004).

Lecture des résultats

Il est impossible de compter les boîtes contenant >300 colonies. Le risque d'erreur est trop important donc elles sont écartées, ainsi que les boîtes contenant moins de 30 colonies sont aussi éliminées, les colonies sont trop rares et elles peuvent induire en erreur.

La formule mathématique suivante peut être utilisée :

$$N = \frac{\sum C}{V_{ml} \times (n_1 + 0,1n_2) \times d_1}$$

N : Nombre d'UFC par gramme ou par ml de produit initial

$\sum C$: Somme des colonies des boites interprétables

V_{ml} : volume de solution déposée (1ml)

n_1 : nombre de boites considéré à la première dilution retenue

n_2 : nombre de boite considéré à la seconde dilution retenue

d_1 : facteur de la première dilution retenue

6.2. *Lactobacillus bulgaricus* :

Micro-organisme thermophile formant des colonies lenticulaires souvent en forme d'étoile, de 1 à 3 mm de diamètre, sur milieu MRS acidifié selon DeMan, Rogosa et Sharpe .Aspect microscopique : bâtonnets généralement courts, mais quelquefois de forme allongée. Ils sont non sporulés, Gram positifs, non mobiles, catalase négative (Journal officiel de la république Algérienne N°43).

Préparation de la première dilution :

Ajouter 1 ml de la solution mère à 9 ml d'eau peptonée. Une dilution 10^{-1} est ainsi obtenue.

Préparation des dilutions décimales

Transférer 1 ml de cette dilution dans un deuxième tube, etc... En s'assurant qu'une nouvelle pipette est utilisée pour chaque dilution, jusqu'à ce que la série de dilutions nécessaires soit obtenue.

Principe :

Ensemencement des dilutions décimales de l'échantillon dans le milieu MRS, suivi d'une incubation en anaérobiose pendant 48 h à 37° C, pour le dénombrement de *L.bulgaricus*.

Ensemencement et incubation :

En opérant en double, transférer à l'aide d'une pipette stérile 1 ml de chaque dilution dans les boîtes de Pétri. Pour *L. bulgaricus*, verser 12 à 15 ml du milieu MRS fondu et maintenu à $45^{\circ} \pm 1^{\circ} \text{ C}$ dans un bain-marie, dans chaque boîte de Pétri.

Immédiatement après l'avoir versé dans les boîtes, mélanger soigneusement l'inoculum avec le milieu par rotation des boîtes. Laisser le mélange se solidifier en laissant les boîtes sur une surface fraîche et horizontale.

Incuber les boîtes pour le dénombrement de *L. bulgaricus* pendant 48 h à 37° C dans une jarre d'anaérobiose.

Dénombrement :

Lactobacillus bulgaricus forme des colonies lenticulaires souvent en forme d'étoile de 1 à 3 mm de diamètre (Saoucha, 2016).

Expression des résultats :

Retenir les dénombrements de boîtes contenant entre 10 et 300 colonies.

Pour chaque micro-organisme caractéristique, le nombre de micro-organismes par gramme d'échantillon est égal à :

$$\frac{\sum C}{(n1 + 0,1 + n2) d}$$

$\sum C$: est la somme des colonies comptées sur les boîtes retenues ;

$n1$: est le nombre de boîtes comptées à la dilution la plus faible ;

$n2$: est le nombre de boîtes comptées à la dilution la plus élevée ;

d : est la valeur correspondant à la dilution à partir de laquelle les premiers dénombrements ont été retenus.

Si tous les dénombrements sont inférieurs à 10, indiqué que le nombre de micro-organismes par gramme est inférieur à $10 \times 1/d$, "d" étant la valeur correspondant à la dilution la plus faible

Si tous les dénombrements sont supérieurs à 300, calculer un nombre estimé à partir des boîtes ayant un nombre de colonies le plus proche de 300 et le multiplier par l'inverse de la valeur correspondant à la dilution la plus élevée. Donner le résultat sous la forme : " Nombre estimé de micro-organismes par gramme" dans le cas le plus faible

Le résultat est exprimé par un nombre compris entre 1,0 et 9,9 multiplié par 10^x , x étant la puissance appropriée de 10 (Journal officiel de la république Algérienne N°43).

6.3. Coliformes

Principe :

Les coliformes se présentent sous forme de *bacilles Gram négatifs*, non sporogènes, *oxydase négative*, *aero-anaerobies facultatifs*, capables de croître en présence de sels *biliaires* et capables de *fermenter le lactose* avec production d'acides et de gaz, en 24 à 48 heures à 37°C. Les coliformes sont considérés comme indices de contamination fécale. La recherche et le dénombrement des *coliformes* peuvent se faire selon deux méthodes :

- Soit en milieu liquide sur *BCPL* par la technique du *NPP (Nombre le Plus Probable)*.
- Soit par filtration sur membrane à 0,45 un milieu solide à l'aide d'une rampe de filtration (Hart & Shears, 1997).

Dénombrement :

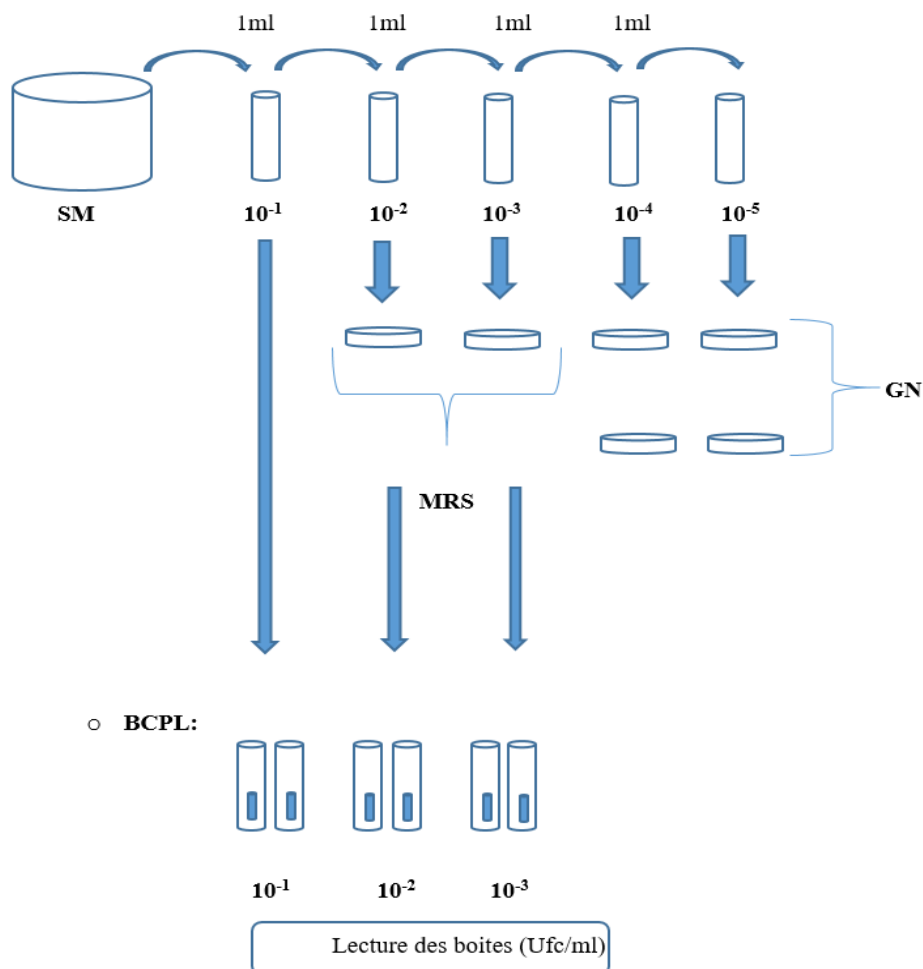


Figure 15 : Schéma représentatif de l'analyse microbiologique effectuée sur le yaourt aux fleurs (Anonyme 14)

La mise en évidence de la présence ou de l'absence de ces bactéries, dans une quantité bien définie de produit est réalisée par la détermination de nombre le plus probable de coliformes trouvés par millilitre (ml) ou par gramme (g) de l'échantillon pour essai selon le protocole cité dans le journal officiel de la république algérienne N°58 (Journal officiel de la république algérienne N°58).

7. Etude sensorielle

Analyser un produit consiste à le décrire selon un ensemble de descripteurs qui repose sur chacun de nos sens. Etudier, analyser d'une manière ordonnée et structurée les propriétés organoleptiques d'un produit afin de pouvoir le décrire, le classer ou l'améliorer d'une façon extrêmement objective et rigoureuse.

Les descripteurs des produits sont :

- L'apparence (couleur, aspect) révélée par la vision.
- La saveur (arôme, saveur) révélée par le goût.
- La texture (résistance, consistance) révélée par le toucher.

Ces analyses ont été effectuées 24 h après l'élaboration, tous les échantillons sont retirés du réfrigérateur avant l'analyse, chaque yaourt est présenté dans des pots et étiqueté avec un code (A290, B405, C173, D521, E253 et F101).

Le test de dégustation a été réalisé selon une fiche de dégustation préalablement préparée (les fiches de dégustation sont reproduites en annexe). Il s'agit de présenter les différents yaourts élaborés aux dégustateurs composé de 10 experts. Une analyse s'appuie également sur l'évaluation des différentes caractéristiques des yaourts élaborés qui sont : la couleur, l'arôme, la sucrosité, l'acidité, la saveur du, la texture, l'identification et de donner leur préférence.

Les dégustateurs ne doivent pas fumer avant et pendant la dégustation, ils ne doivent pas être malade, surtout pas avoir faim, ni soif, ni consommer des aliments à parfum fort (café). Pour cela, il faut leurs servir une quantité suffisante qui leurs permettra de déguster autant de fois qu'ils le désirent à condition que les dégustateurs évaluent individuellement chaque type du yaourt. Se rincer la bouche avec de l'eau en passant d'un échantillon à un autre, afin d'effacer le goût de l'échantillon précédent. A cet effet, chaque juge reçoit 5 yaourts à base de fleurs et

un yaourt témoin simultanément. Les panélistes sont appelés à analyser les échantillons en respectant les étapes décrites dans le questionnaire (Annexe VI).

L'analyse a été réalisée au niveau du laboratoire d'analyse sensorielle de l'université de Bejaia. Cette analyse a été effectuée en une journée où les conditions d'analyse ont été respectées, essentiellement : L'hygiène, l'isolement des juges (dans des cabines de dégustation), le calme et l'anonymat des échantillons.

Les données rassemblées à partir des questionnaires distribués aux experts, ont été étudiées en utilisant le logiciel XLSTAT, qui est un outil complet afin d'analyser les données et les statistiques. Ce logiciel interprète les résultats comme suit :

- Caractérisation de produits
- Analyse en composante principale (ACP)
- Classification ascendante hiérarchique (CAH)
- Préférence MAPPING (PREFMAP)

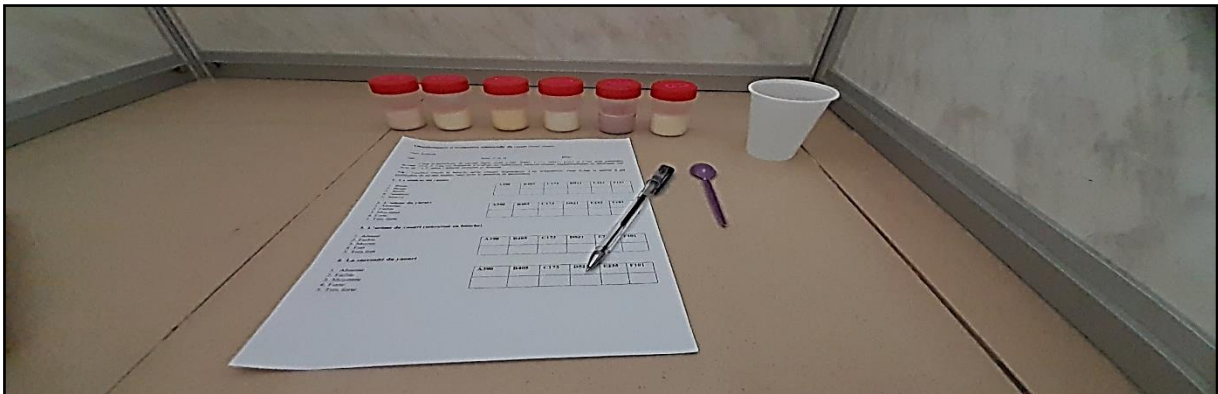


Figure 16 : photo de la cabine de la dégustation de l'analyse sensorielle (Anonyme 15)

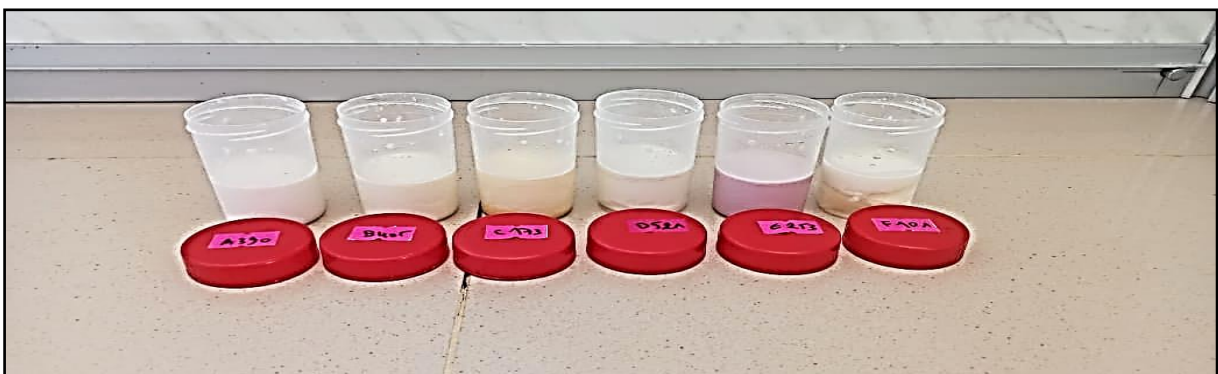


Figure 17 : photo des 6 pots de yaourts à base de fleurs comestibles (Anonyme 16)



Figure 18 : photo des 6 pots de yaourts à base de fleurs comestibles (Anonyme 17)

Résultats et discussions

1. Analyses physico-chimiques

Les résultats du pH, Brix, acidité, densité et extrait sec total des différents yaourts sont illustrés dans les tableaux 1 et 2 ci-dessous.

Tableau 3 : représente les résultats des analyses physico-chimiques du yaourt étuvé aux fleurs comestibles

Paramètre / Echantillon	pH	Norme	Brix %	Norme	Acidité (°D)	Norme	Densité	Norme
A390	5,26	4,6-5,2	13	10,73-13,12 °	77	70-100°D	0,95	-
B405	4,16		13,5		95		0,84	-
C173	5,18		13,25		76		1,05	-
D521	4,78		13		73		1,07	-
E253	4,70		13,5		95		0,88	-
F101	4,90		13,10		84		1,22	-

➤ D'après le tableau 1, nous constatons que les yaourts élaborés présentent un pH légèrement acide compris entre 4.7 et 5.26.

➤ En ce qui concerne l'acidité, les différents yaourts présentent une acidité titrable comprise entre 76 et 90 °D, cela confirme leur conformité puisque ces valeurs sont comprises dans l'intervalle de la norme exigée par le journal officiel de la république algérienne qui fixée entre 70 à 100 °D. Selon Benahmed et al. (2018), l'obtention d'un bon caillé obtenu à partir d'une coagulation enzymatique était observée à $\text{pH} \geq 5,2$ et qu'un résidu de coagulation acide sous l'action de bactéries lactiques était observée à $\text{pH} \leq 4,6$ (Benahmed, et al., 2018) . Cette réduction du pH est la conséquence d'une fermentation du lactose du lait en acide lactique effectuée par les souches spécifiques du yaourt (Journal of Biotechnology, 1998).

➤ Selon le tableau 1, on note des valeurs de Brix variables de 13 à 13,5 ce qui se rapproche des valeurs citées dans l'étude de Zanhî et Jideani sur le yaourt ont indiqué que la valeur du Brix du yaourt varient entre 9,10 et 17 % ce qui correspond à la plage de 10,73 à 13,12 °Brix (Jideani & Zanhî, 2012). Nous supposons que la légère augmentation des valeurs Brix de nos formulations revient à la sucrosité des fleurs.

Tableau 4 : résultats de l'extrait sec total du yaourt aux fleurs comestibles

Echantillon	EST %
A390	19,10
B405	23,41
C173	18,77
D521	20,65
E253	20,64
F101	20,5

➤ Selon tableau 2, le taux de l'extrait sec total du yaourt varie entre 18,77 à 23,41 %, ce qui se rapproche de la norme fixée par le journal officiel de la république algérienne de 1998, qui exige un taux d'extrait sec total de yaourt compris entre 18,50 et 20,60% (J.O.R.A, 1998).

2. Analyse microbiologique

L'analyse microbiologique est d'une grande importance dans ce genre de production parce qu'elle nous indique si les conditions d'hygiène sont correctement respectées. Les résultats de la recherche et du dénombrement des microorganismes sont mentionnés dans le tableau 5.

Tableau 5 : résultats et normes (J.O.R.A, 1998) et (J.O.R.A, 2004) des analyses microbiologiques du yaourt aux fleurs comestibles

Germes / Echantillon	FTAM UFC/ml	Norme	Lactobacillus UFC/ml	Norme	Lecture Coliformes UFC/ml	Norme
A390	$< 2.85.10^3$	$2,85.10^3$ à 25.10^4	$< 2,8.10^7$	$2,8.10^7/g$	Abs (-)	10
B405						
C173						

Résultats et discussions

D521						
E253	<2.85.10 ³	2,85.10 ³ à	< 2,8.10 ⁷	2,8.10 ⁷ /g	Abs (-)	10
F101		25.10 ⁴				

➤ **FTMA** : d'après les résultats illustrés dans le tableau 3, on note que la FTMA des formulations de yaourts est inférieure à la norme (J.O.R.A, 1998) qui est de 2,85.10³ à 2,5 .10⁴ germes par gramme de yaourt. Selon Millogo et al, (2018) , le résultat de la flore aérobie mésophile totale obtenu dans tous les échantillons de nos yaourts pourrait s'expliquer par le respect des règles d'hygiène et de fabrication du produit , ustensiles utilisés, de la qualité microbiologique satisfaisante de la matière première qui est le lait et de la salubrité des fleurs utilisés (Millogo et al., 2018).

➤ **Lactobacillus** : Selon le tableau 3 les *Lactobacillus* dans nos formulations de yaourts est inférieur à la norme du journal officiel de la république algérienne N°43 , Préalablement du à la non-conformité du milieu de culture. Le législateur Algérien, dans l'arrêté du 24 mai 2004, (Journal officiel de la république Algérienne) a rendu obligatoire le dénombrement des colonies caractéristiques du yaourt, sur le milieu MRS gélosé, acidifié, pour les lactobacilles, le pH doit être ajusté par une solution d'acide acétique (100%), à un point final égal à 05,4 à 25°C, l'incubation est préconisée en anaérobiose.

➤ **Coliformes** : D'après le tableau 3, nos résultats révèlent une absence totale de coliformes totaux, ce qui est satisfaisant par rapport à JORA, (1998). La présence des coliformes totaux se traduit par une défaillance hygiénique : soit au cours de la fabrication du produit, soit pendant l'exposition du produit aux intempéries atmosphériques. Les différentes sources de contamination peuvent être : environnementale, du personnel, de la matière première, du matériel, techniques ou le procédé de fabrication. Selon Dieng, la mauvaise hygiène des mains, l'environnement de fabrication, l'apport de ferment après la pasteurisation, le matériel défectueux ou contaminé constitue des sources probables de contamination (Dieng, 2001).

3. Analyse sensorielle

Les données de notre analyse sensorielle ont été traitées avec le logiciel XL-Stat(2014)

- **Caractérisation des produits (pouvoir discriminant descripteur) :**

Le test permet la caractérisation rapide des échantillons en fonction des préférences des juges, cela s'agit d'identifier les descripteurs qui discriminent mieux les produits et qu'ils déterminent les importantes caractéristiques de ces derniers dans le cadre d'une analyse sensorielle (Husson et al., 2009).

La figure ci-dessous montre les pouvoirs discriminants par descripteurs pour les jurys experts, ordonnés du plus discriminant au moins discriminant pour les 6 types de yaourts.

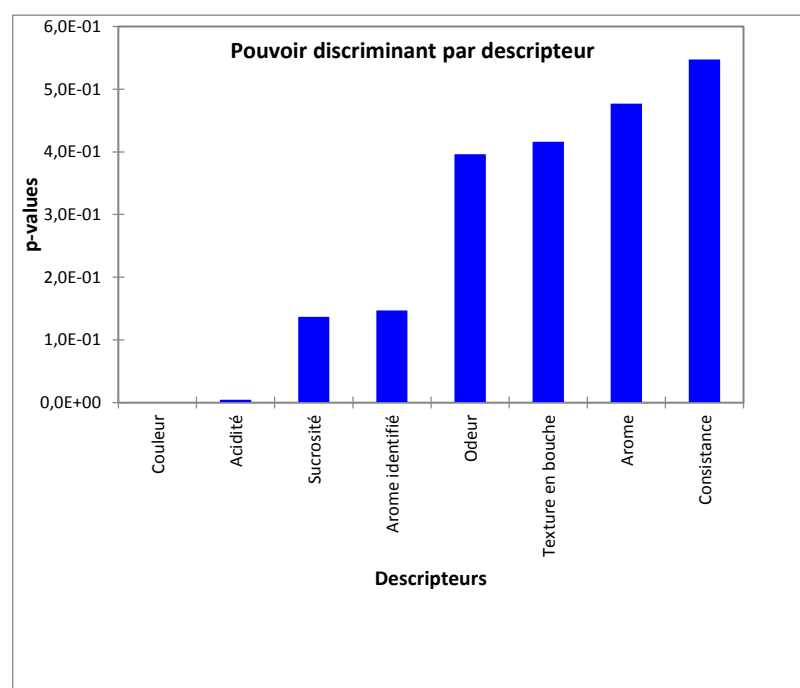


Figure 19 : pouvoir discriminant par descripteur des yaourts aux fleurs comestibles

La figure 19 montre que les résultats du pouvoir discriminant par descripteur sont dominants pour la couleur, ce qui explique que la diversité de ces descripteurs a été constatée par les experts. Concernant les descripteurs acidité, sucrosité, arôme identifié, odeur, texture en bouche, arôme et consistance, ils sont moins discriminés par le jury expert. Donc ils n'ont pas pu constater de divergence entre les descripteurs des échantillons dégustés.

- **Coefficient des modèles :**

Ce coefficient est déterminé pour chaque descripteur et pour chaque produit. La couleur rouge représente la caractéristique dont le coefficient est significativement négatif. La couleur bleue celle dont le coefficient est significativement positif, la couleur blanche les coefficients

Résultats et discussions

dont les caractéristiques ne sont pas significatives. Chaque produit est défini par une analyse graphique.

Il permet d'évaluer la performance globale du panel expert selon ces critères (produit, juge et répétition) pour chaque descripteur. Les résultats des coefficients des modèles sont présentés dans les figures, ci-dessous.

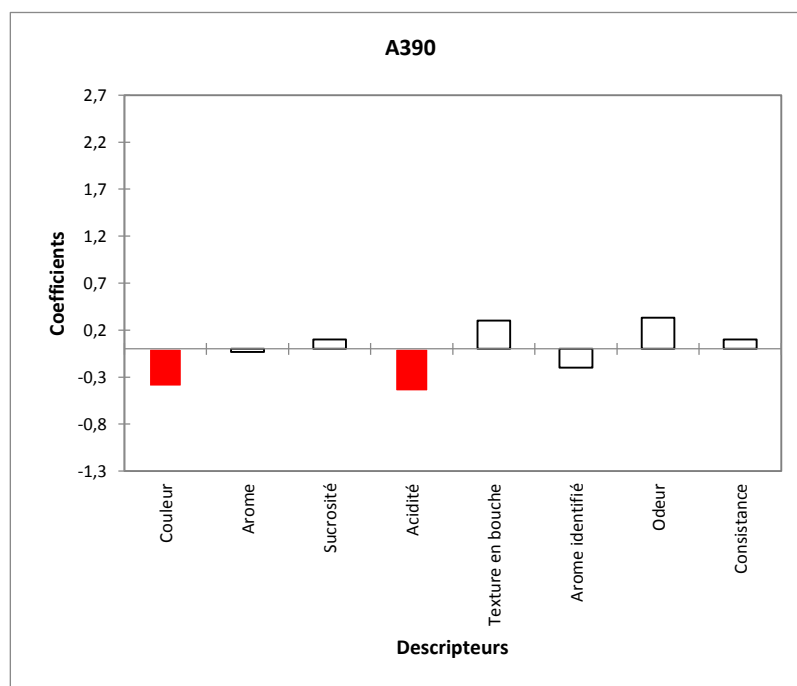


Figure 20 : coefficients des modèles du yaourt à la rose rouge

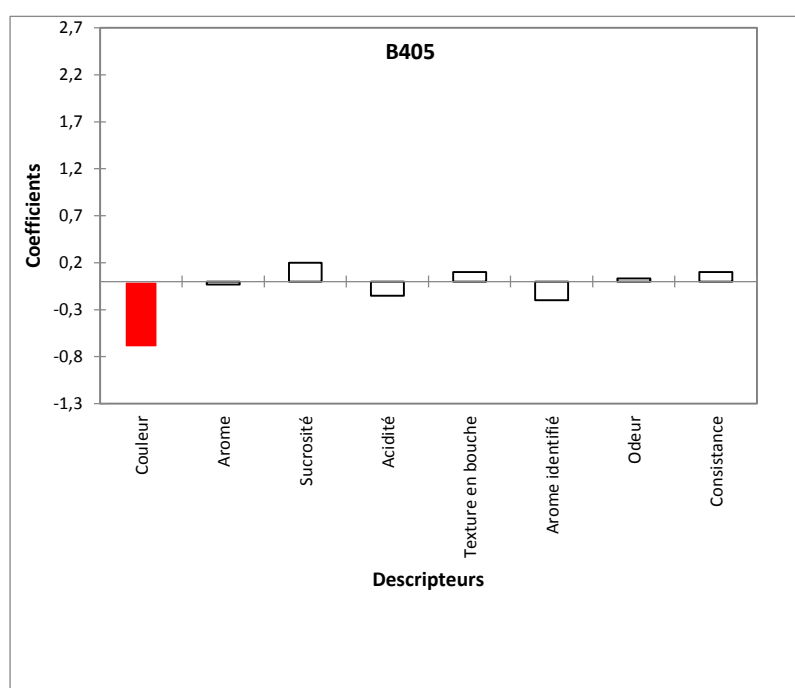


Figure 21 : coefficients des modèles du yaourt aux fleurs de camomille

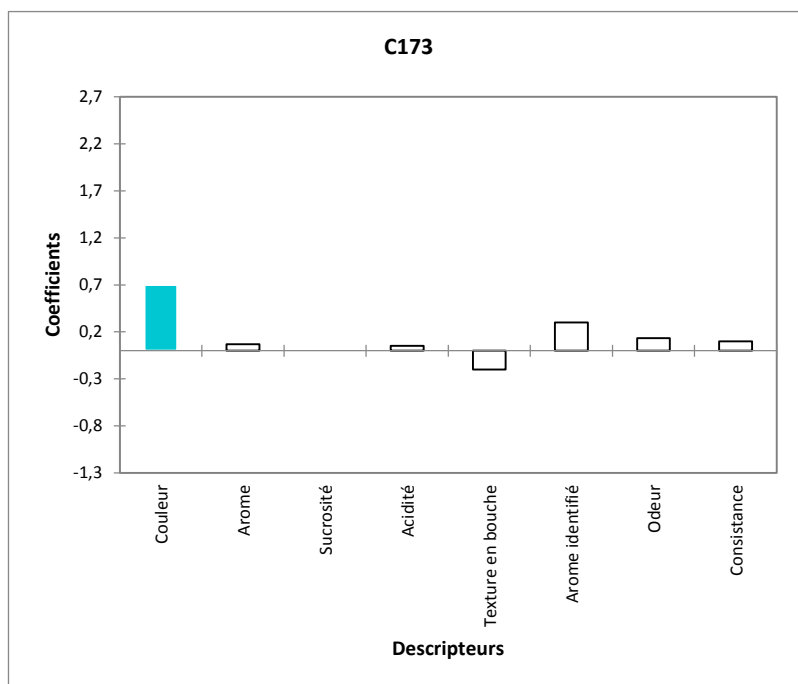


Figure 22 : coefficients des modèles du yaourt aux fleurs de souci

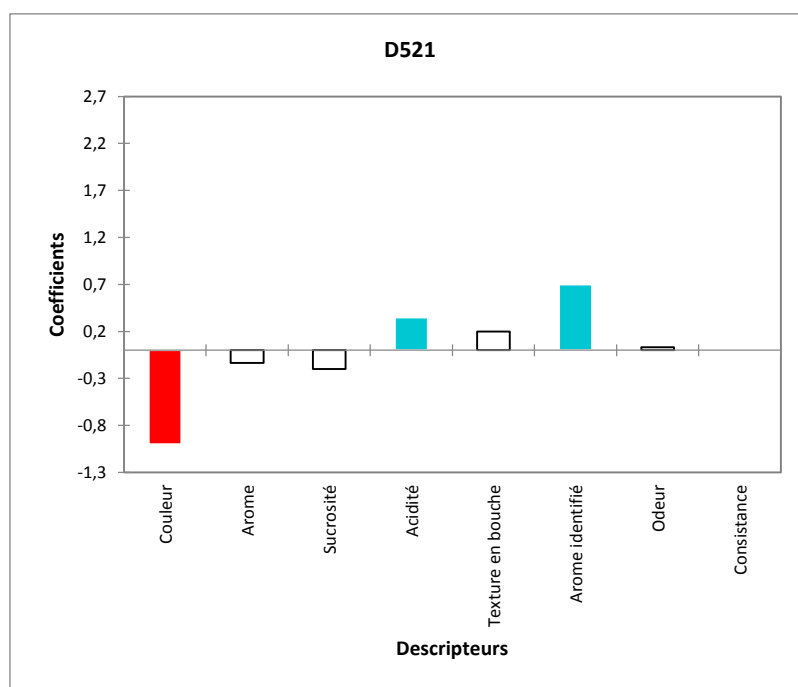


Figure 23 : coefficients des modèles du yaourt à la grande mauve

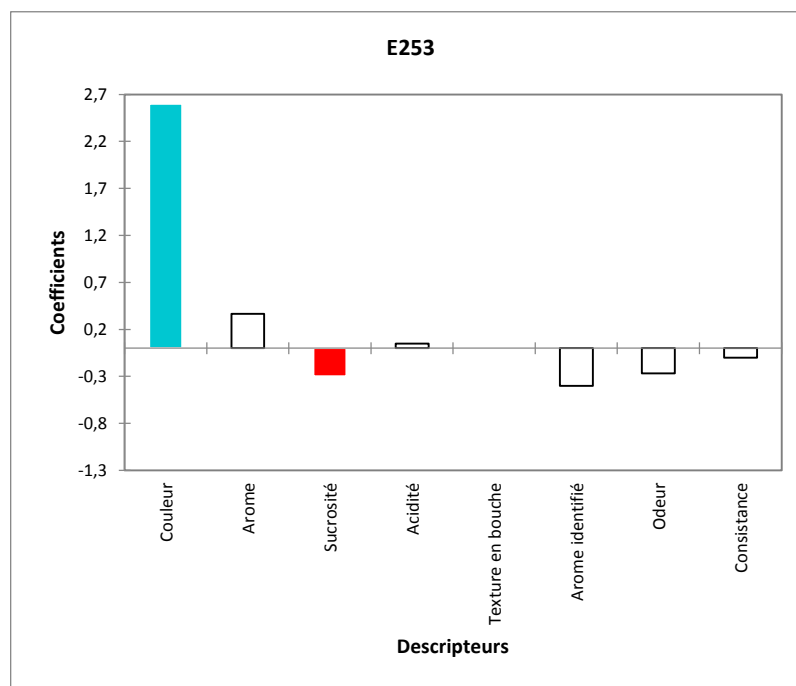


Figure 24 : coefficients des modèles du yaourt à base de fleurs de coquelicot

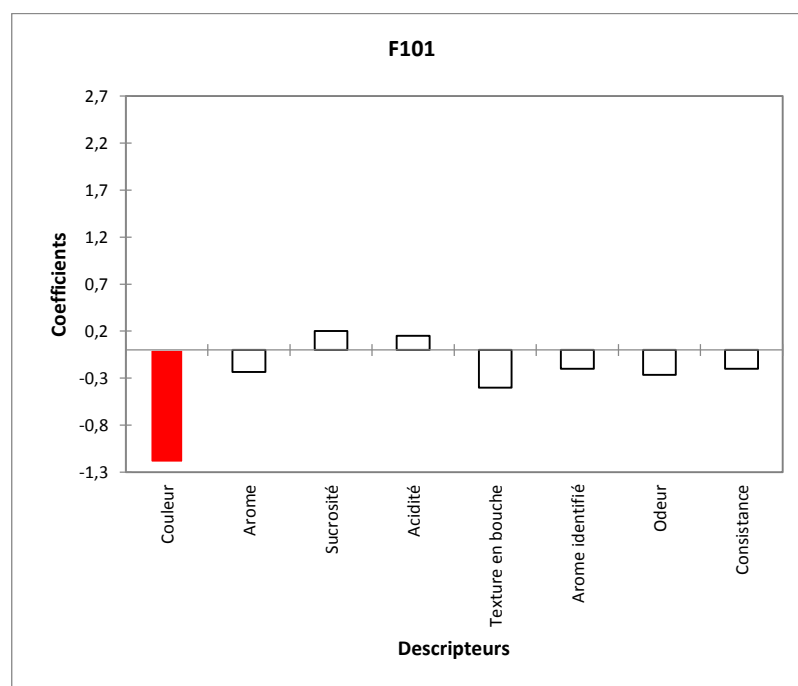


Figure 25 : coefficients des modèles du yaourt témoin

D'après les résultats obtenus, le yaourt codé A390 (Figure 2) correspond au yaourt aux roses rouge qui est caractérisé par : acidité et couleur sont en rouge et les autres caractéristiques (arôme, sucrosité, texture en bouche, arôme identifié, odeur et consistance) sont en blanc. Cela

montre que le yaourt A390 est caractérisé par une acidité et couleur faible et moins intense, les autres descripteurs ne sont pas caractérisés par l'ensemble des experts et les coefficients ne sont pas significatifs.

Le yaourt codé B413 (figure 3) correspond au yaourt à la camomille, caractérisé par : couleur en rouge et les autres caractéristiques (arôme, sucrosité, acidité, texture en bouche, arôme identifié, odeur et consistance) sont en blanc. Donc on dit que le yaourt B413 est caractérisé par une couleur faible, les autres descripteurs ne sont pas caractérisés par l'ensemble des experts et les coefficients ne sont pas significatifs.

Le yaourt codé C173 (figure 4) correspond au yaourt aux fleurs de souci caractérisé par : une couleur bleu et les autres caractéristiques (arôme, sucrosité, acidité, texture en bouche, arôme identifié, odeur et consistance) en blanc. Cela dit que le yaourt C173 est caractérisé par une couleur intense et remarquable, les autres descripteurs ne sont pas caractérisés par l'ensemble des experts et les coefficients ne sont pas significatifs.

Le yaourt codé D521 (figure 5) correspond au yaourt aux fleurs de grande mauve caractérisé par : une couleur en rouge, acidité et arôme identifié en bleu, les autres caractéristiques (arôme, sucrosité, texture en bouche, odeur et consistance) sont en blanc. On note donc que le yaourt D521 est caractérisé par une couleur faible, acidité et arôme identifié remarquable, les autres descripteurs ne sont pas caractérisés par l'ensemble des experts et les coefficients ne sont pas significatifs.

Le yaourt codé E253 (figure 6) correspond au yaourt aux coquelicots caractérisé par une couleur en bleu et sucrosité en rouge, les autres caractéristiques (arôme, acidité, texture en bouche, arôme identifié, odeur et consistance) sont en blanc. Cela montre que le yaourt E253 est caractérisé par une couleur remarquable et une sucrosité faible moins intense, les autres descripteurs ne sont pas caractérisés par l'ensemble des experts et les coefficients ne sont pas significatifs.

Le yaourt F101 (figure 7) correspond au yaourt témoin caractérisé par une couleur en rouge et les autres caractéristiques (arôme, sucrosité, acidité, texture en bouche, arôme identifié, odeur et consistance) sont en blanc. Ce qui implique que le yaourt F101 est caractérisé par une couleur faible et les autres descripteurs ne sont pas caractérisés par l'ensemble des experts et les coefficients ne sont pas significatifs.

- **Moyenne ajustée par produit :**

Le test a pour objectifs de définir les moyennes ajustées calculées à partir du modèle pour chaque combinaison descripteur-produit. Le tableau ci-dessous représente les résultats des moyennes ajustées par produit :

Tableau 6 : résultats des moyennes ajustées par produit

	Odeur	Consistance	Texture en bouche	Sucrosité	Arome identifié	Arome	Couleur	Acidité
A390	3,200	3,800	4,100	2,900	4,000	2,600	1,900	1,500
B405	2,900	3,800	3,900	3,000	4,000	2,600	1,600	1,800
D521	2,900	3,700	4,000	2,600	4,900	2,500	1,300	2,300
C173	3,000	3,800	3,600	2,800	4,500	2,700	3,000	2,000
F101	2,600	3,500	3,400	3,000	4,000	2,400	1,100	2,100
E253	2,600	3,600	3,800	2,500	3,800	3,000	4,900	2,000

Les cellules en bleu sont les moyennes qui sont significatives plus grandes que la moyenne globale.

Les cellules en rouge sont les moyennes qui sont significatives les plus petites que la moyenne globale.

Les cellules en blanc sont les moyennes qui ne sont pas significatives.

Cela dit pour :

Le yaourt D521 est fortement par l'arôme identifié, l'acidité et une couleur faible.

Le yaourt C173, se caractérise par une forte couleur.

Le yaourt E est caractérisé par une sucrosité faible et une forte couleur.

Le yaourt A390, B405 et F101 se caractérisent par une couleur et acidité faible.

- **Analyse en composantes principales (ACP) :**

L'ACP est une méthode d'analyse de données multi variées dès qu'on dispose d'un tableau de données quantitatives lequel les observations sont décrites par p variable. Si p est assez élevé, il est impossible d'appréhender la structure des données et la proximité entre les observations (Jolliffe,2002).

La carte ci-dessous permet d'exprimer les corrélations entre les variables et les facteurs par l'ACP :

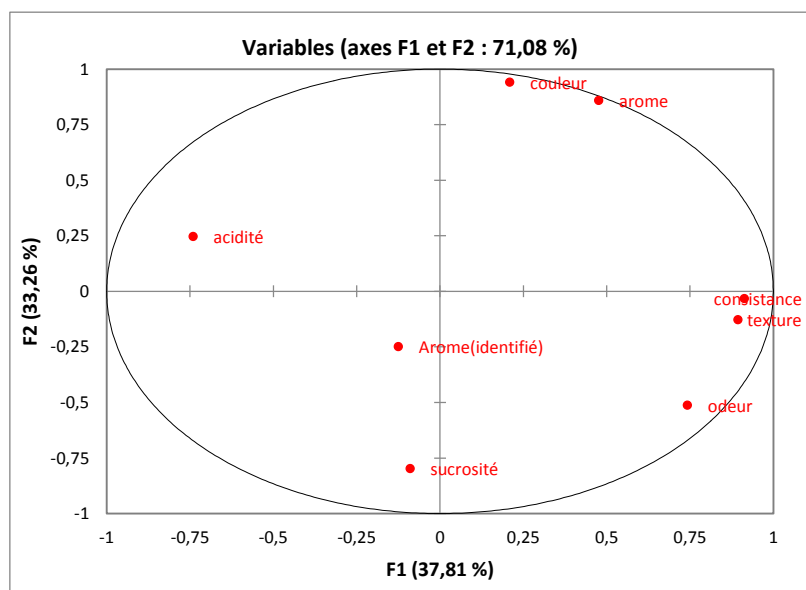


Figure 26: analyses en composantes principales (ACP)

La figure 26 montre que tous les descripteurs sont présentés dans le cercle . le niveau de variabilité est de 71,07% (F1-F2 : 37,81%-33,26%). Les descripteurs « odeur », « sucrosité » et « arôme » sont rapportés négativement. Cela permet de conclure que les formulations du yaourt sont perçus par les experts comme assez différents.

- **Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) :**

La CAH est une méthode de classification. Les résultats obtenus permettent de visualiser le regroupement de données produisent un arbre binaire de classification, la racine revient à la classe regroupant l'ensemble des individus (Everitt et al., 2001).

Le graphe suivant (figure 27) représente le profil des classes créées :

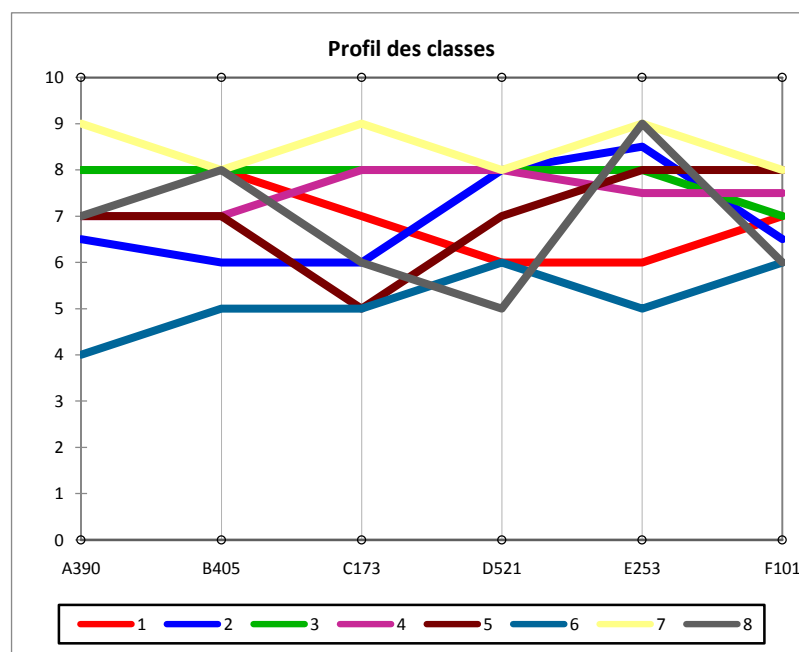


Figure 27 : classification ascendante hiérarchique (CAH)

La figure 27 permet de comparer et visualiser graphiquement les moyennes des 8 classes obtenues par CAH.

Selon les résultats obtenus ci-dessus, les membres du panel expert sont répartis selon leurs préférences en neuf classes, dont :

- Les classes suivantes : 2^{ème}, 3^{ème}, 5^{ème}, 7^{ème} et 8^{ème} classe, montrent une préférence remarquable pour le yaourt aux fleurs de la rose rouge, codé A390.
- Les classes suivantes : 1^{ère}, 2^{ème}, 3^{ème}, 4^{ème}, 5^{ème} et 7^{ème} classe, montrent une préférence remarquable pour le yaourt à la camomille, codé B405.
- Les classes suivantes : 2^{ème}, 3^{ème}, 4^{ème}, 7^{ème} et 8^{ème} classe, montrent une préférence remarquable pour le yaourt aux fleurs de souci, codé C173.
- Les classes suivantes : 1^{ère}, 3^{ème}, 4^{ème}, 5^{ème}, 6^{ème} et 7^{ème} classe, montrent une préférence remarquable pour le yaourt aux fleurs de la grande mauve, codé D521.
- Les classes suivantes : 1^{ère}, 2^{ème}, 3^{ème}, 4^{ème}, 5^{ème}, 7^{ème} et 8^{ème}. montrent une préférence remarquable pour le yaourt aux fleurs de coquelicot, codé E253.
- Les classes suivantes : 1^{ère}, 3^{ème}, 5^{ème}, 6^{ème}, 7^{ème} et 8^{ème}. montrent une préférence remarquable pour le yaourt témoin, codé F101.

- **La cartographie externe de préférence (PREFMAP) :**

Le principe de la cartographie des préférences en analyse sensorielle, est de bâtir un espace multidimensionnel, représentant la carte des préférences, les courbes de niveau et le tableau de pourcentage des juges satisfaits pour chaque produit. La courbe des niveaux et la carte de préférence est représentée dans la figure ci-dessous :

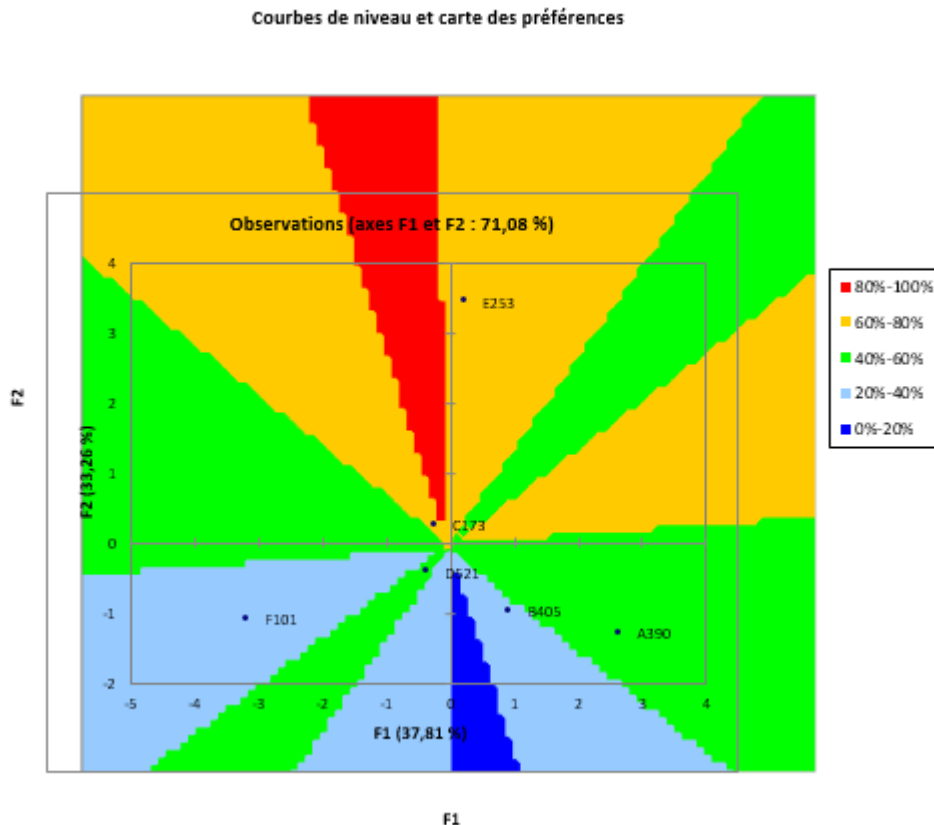


Figure 28 : Courbe de niveau et carte de préférence

Le graphique des courbes de niveau montre le pourcentage de groupes donnant une préférence supérieure à la moyennes en un point donné sur la carte de préférences.

D'après les résultats représentés dans la figure 28, le pourcentage d'appréciation du produit codé A390 (yaourt aux roses rouges) est 40 - 60 % , le yaourt codé en B405 (yaourt à la camomille) est entre 20-40% , Codé C173 (yaourt aux fleurs de souci) 60-80%, le code D (yaourt aux fleurs de la grande mauve) est 40-60% , Le code E253 (yaourt au coquelicot) est de 60-80%, Le code F qui est le yaourt témoin est entre 20-40% .

Conclusion

Conclusion

Les fleurs comestibles peuvent ravir nos papilles autant que nos yeux. Elles sont souvent très nutritives et apportent une gaieté à nos formulations odeur couleur et texture, très cultivées dans le monde. À savoir que la plupart d'entre elles ont des propriétés médicinales.

Dans le cadre d'élaboration d'un yaourt aux fleurs comestibles pour étudier ses propriétés physicochimiques, microbiologiques et sensorielles, nous avons réalisé ce travail au sein des laboratoires d'analyses sensorielles et microbiologique du département des sciences alimentaires, université de Bejaia.

Le produit fini a été formulé en suivant un processus de production d'un yaourt, auquel j'ai incorporé les différents extraits et poudres des fleurs.

Nous avons constaté que :

- Les résultats physicochimiques étaient satisfaisants par rapport aux normes du journal officiel algérien ;
- Une conformité du point de vue microbiologique du produit fini en comparant aux normes imposées dans le journal officiel ;
- L'analyse sensorielle a montré une appréciation acceptable du yaourt élaboré avec des pourcentages allant de 25 à 75 %.

Et en perspectives, il serait intéressant

- D'approfondir l'étude des caractéristiques antioxydants des fleurs comestibles.
- De valoriser les fleurs dans l'industrie laitière vue leur richesse nutritionnelle.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

A

- Adam, A.** (1861). Charles Baudelaire, Les fleurs du mal ; Les épaves ; Bribes ; relevé de variantes. Ebooks libres et gratuits.
- AFNOR, A. F.** (1985). Contrôle de la qualité des produits laitiers. Analyses physiques et chimiques. 3ème édition.
- Ali saoucha , C.** (2017). Qualités physico-chimique et microbiologique et aptitude de transformation du lait (vache et.
- Ali Saoucha, C.** (2016). Qualités physico-chimique et microbiologique et aptitude de transformation du lait (vache et chèvre) en yaourt. Université Mohammed BOUDIAF, Mémoire en vue d'obtention du diplôme Master 2, M'Sila.
- Amir, M.** (2020). Recherche bibliographique sur des fleurs comestibles . Goult: Association l'Arbre Solaire .

B

- Baral, C.** Jardin ! L'encyclopédie. Récupéré sur Le monde des roses:
<http://nature.jardin.free.fr/culture-des-rosiers.html>
- Beddour, L., & Belrechid, F.** (2018). Elaboration d'un yaourt brassé au coing. Université Abdarrahmane Mira, Mémoire en vue d'obtention du diplôme Master 2, Bejaia.
- Benahmed, D. A., Besombes, C., Allaf, K., Benseddik, A., Benzehra, A., Hadj Arab, F., & Taleb, D. Z.** (2018). Jujuba and spirulina extracts as prebiotic to improve milk clotting and develop functional yoghurt. Exploring Microorganisms Recent Advances in Applied Microbiology.
- Bonneval, P.** (2006). L'herboristerie: manuel pratique de la santé par les plantes pour l'homme et l'animal: phytothérapie, aromathérapie, oligothérapie, vitaminothérapie. Éditions DésIris.
- Brisalois, A., Lafarge, V., Brouillard, A., De Buyer, M., Colette, C., Garin, B., & Thorel, M.** les germes pathogènes dans le lait et les produits laitiers : situation en France et en Europe.
- Brule, G.** (2003). Progrès technologiques au sein des industries alimentaires impact sur la qualité des produits – La filière laitière.

Busser, C., & Busser, E. (2005). Les plantes des Vosges : médecine et traditions populaires : avec un guide de découverte et d'emploi de 200 plantes médicinales. La Nuée bleue.

C

Cardenas, J. (2017). Doctissimo. Récupéré sur Mauve:

<https://www.doctissimo.fr/html/sante/phytotherapie/plante-medicinale/mauve.htm>

Cardenas, J. (2017). Doctissimo. Récupéré sur Coquelicot:

<http://doctissimo.fr/html/sante/phytotherapie/plante-medicinale/coquelicot.htm>

Cardenas, J. (2017). Doctissimo. Récupéré sur Rosier:

<http://doctissimo.fr/html/sante/phytotherapie/plante-medicinale/rosier.htm>

Chauvet, M. (2018). Encyclopédie des plantes alimentaires. Berlin.

Chitrakar, B., Zhang, M., & Bhandari, B. (2019). Edible flowers with the common name “marigold” : their therapeutic values and processing. Trends Food Sci. Technol.

Chrysargyris, A., Tzionis, A., Xylia, P., Nicola, S., & Tzortzakis, N. (2019).

Physiochemical properties of petunia edible flowers grown under saline conditions and their postharvest performance under modified atmosphere packaging and ethanol application.

CIDIL, & INRA. (2009). Du lait aux produits laitiers. Paris.

Cliquet, J. (2015). la fabrication d'un yaourt à boire : Détermination de l'acidité du yaourt à boire. N°45.

D

Debuigne, G., & Couplan, F. (2006). Petit Larousse des plantes qui guérissent: 500 plantes. Larousse.

Demasi, S., Caser, M., Donno, D., Enri, S., Lonati, M., & Scariot, V. (2021). Exploring wild edible flowers as a source of bioactive compounds: New perspectives in horticulture. Folia Horticulturae, V.33(N.1), pp. 1-22.

Demir, E. (2019). Le pavot de Californie (*Eschscholtzia californica* cham.): caractéristiques, propriétés et utilisations d'une plante médicinale. Université de Lorraine, Thèse de doctorat.

Dieng, M. (2001). Contribution à l'étude de la qualité microbiologique des laits caillés industriels commercialisés sur le marché Dakarois. Thèse de Médecine vétérinaire. Université de Dakar, Thèse de médecine vétérinaire, Dakar.

E

Edible flowers: Bioactive profile and its potential to be used in food development.

Everitt B.S., Landau S., Leese M. (2001). Cluster analysis, 4ème édition . Arnold,London.P.35-42.

F

FAO. (1975). Norme FAO II.

FAO, & OMS. (1974). Expert Comite on Food Additives. Technical Bulletin.

Farkey, N., & Imafidon, G. (1995). Thermal denaturation of indigenous milk enzymes. In Heat-induced changes in milk. International Dairy Federation. Brussels.

Fleurentin, J., & Hayon, J. C. (2016). Du bon usage des plantes qui soignent. Ouest-France.

G

Ghosh, D. (2013). A feast of flowers. 18(11), pp. 1004-1014.

Granato, D., Santos, J., Escher, G. ., & Maggio, R. (2018). Use of principal component analysis (PCA) and hierarchical cluster analysis (HCA) for multivariate association between bioactive compounds and functional properties in foods: A critical perspective. Tech.

Guiraud, J. (1998). Microbiologie alimentaire. Paris: Edition Dunod.65p.

Guiraud, J., & Rosec, J. (2004). Pratique des normes en microbiologie alimentaire. Edition AFNOR.298p.

Guler-Akin, M. B., Goncu, B., & Akin, M. S. (2016). Some properties of probiotic yoghurt ice cream supplemented with carob extract and whey powder. Advances in Microbiology (Vol. 6(14)).

H

Hart, T., & Shears, P. (1997). Atlas de poche de microbiologie. lavoisier Msp.

Hui, Y. (1992). Dairy Science and Technology Handbook. Wiley-VCH Verlag Gmb.

Husson F. and Page J.(2009). Sensorielle . Manuel méthodologique.3ème éd.Lavoisier,V.23,p.16.

I

Iancu, M. L. (2021). Edible flowers in novel foods: primary studies in the manufacture of flower compote of acacia (*Robinica pseudoacacia*), rose (*Rosa damascena*) and elder (*Sambucus nigra*). *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 27(2), 1654-171.

J

J.O.R.A. (1998). Arrêté interministériel relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées.

J.O.R.A. (2004). *Journal Officiel De Le Republique Algerienne* N° 43, 18.

Jideani, T., & Zanzi, N. (2012). physico-chemical and sensory qualities of soy and milk solids fortified low fat yoghurt. Université de Venda, Departement of food science and technology, school of agriculture.

Journal of Biotechnology. (1998). The comparative behavior of *Lactococcus lactis* in free and immobilized culture processes. N° 63, 211 - 218.

Journal officiel de la république Algerienne. N°43.

Journal officiel de la république Algerienne N°43.

Journal officiel de la république algérienne N°58.

K

Keddar, F., & Koubich, S. (2009). Etude de l'effet antagoniste entre les deux bactéries du yaourt (*Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*) et les germes pathogènes (*Escherichia coli* et *Staphylococcus aureus*).

Kemiche, S., & Hamidouche, O. (2021). Propriétés physico-chimiques, microbiologiques et sensorielles d'un yaourt brassé à la pulpe de la courge. (*Cucurbita moschata* Duch). Université Abderrahmane Mira, Mémoire élaboré en vue d'obtention du diplôme Master 2, Bejaia.

Kouidri, F., & Zorgana, R. (2022). Etude ethnobotanique d'une plante médicinale: Matricaire camomille. Université Mohamed Boudiaf M'Sila, Thèse de doctorat, M'Sila.

L

- Lamoureux, L.** (2000). Exploitation de l'activité β - galactosidase de culture de bifidobacteries en vue d'enrichir des produits laitiers en galacto-oligosaccharides. Université de Laval, Canada, Mémoire de maîtrise.
- Lmhof, R., Glättli, H., & Bosset, J.** (1994). Volatile organic aroma compounds produced by thermophilic and mesophilic mixed strain dairy starter cultures. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie* (Vol. 27).
- Lompo, L., Niculescu, N., & Broutain, C.** (2006). Démarche d'élaboration d'un guide de bonnes pratiques d'hygiène : Maîtrise de la qualité dans la transformation laitière. Compte rendu atelier sous régional de restitution. Ouagadougou.
- Luonto, P.** (2021). NatureGate. Récupéré sur Grande mauve. *Malva sylvestris*.
- Luquet, F.** (1985). Lait et produits laitiers vache, brebis, chèvre : les produits laitiers transformation et technologie (Vol. 2). Paris: TECH & DOC, Lavoisier.
- Luquet, F., & Carrieu, G.** (2005). Bactéries lactiques et probiotiques. Collection sciences et techniques agroalimentaires. Techniques et documentation.
- Luquet, M.** (1985). Lait et produits laitiers - Vache, brebis, chèvre. Tome 1 : Les laits De la mamelle à la laiterie. Paris: Tech. & Doc., Coll. STAA, Lavoisier.
- M**
- Magri, A., Adiletta, G., & Petriccione, M.** (2020). Evaluation of antioxidant systems and ascorbate-glutathione cycle in feijoa edible flowers at different flowering stages.
- Mahaut, M., Jeantet, R., Brulé, G., & Schuck, P.** (2000). Les produits industriels laitiers. Techniques et documentation. Paris: Lavoisier.
- Malongam.** (1985). Etude de la fabrication des yaourts en République Populaire du Congo. Essais d'amélioration. Congo.
- Matyjaszczyk, E., & Śmiechowska, M.** (2019). Edible flowers. Benefits and risks pertaining to their consumption. *Trends in Food Science & Technology*.
- Meghachou, W.** (2014). Approche méthodologique à la modélisation par les plans d'expériences pour l'élaboration d'un yaourt. Université d'Oran, These de doctorat.
- Micek, J., & Rop, O.** (2011). Fresh edible flowers of ornamental plants - A new source of nutraceutical foods. *Trends in Food Science and Technology*. V.22, pp. 561-569.

Millogo et al. (2018). Qualité nutritionnelle et bactériologique des échantillons de quelques produits laitiers locaux de la chaîne de production au Burkina Faso. Récupéré sur <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v12i1.19>

Mottar, J., Bassier, A., Joniau, M., & Baert, J. (1989). Effect of heat-induced association of whey proteins and casein micelles on yogurt texture. . *Journal of dairy Science*, 2247- 2256.

N

Nakasaki, K., Yanagisawa, M., & Kobayashi, K. (2008). Microbiological quality of fermented milk produced by repeated-batch culture. *Journal of bioscience and bioengineering*, (Vol. 105(1)).

Ndiaye, A. (1994). Contribution à l'étude de l'assurance qualité dans l'industrie laitière : cas de Nestlé. Dakar.

O

O.Pires, J., Di Gioia, F., Rouphael, Y., Ferreira, I. C., Caleja, C., Barros, L., & Spyridon, A. P. (2021). The Compositional Aspects of Edible Flowers as an Emerging Horticultural Product *Eleomar*.

Okpetche, Z. (2017). Formulation et evaluation des caracteristiques microbiologiques, physico-chimiques et sensorielles d'un yaourt a base du lait et de la banane produit au centre songhaï de porto-novo. Université d'Abomey-Calavi, Rapport en vue de l'obtention d'une licence professionnelle en genie de technologie alimentaire, Benin.

P

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

Pelletier, J.F.M., & François, A. (2007). Lait fermenté : la technologie au service du goût. In *Cahiers de Nutrition et de Dietetique*, V.42(N.2), pp. 2-15.

R

Rachedi, K., Bekhouche, S., Boughachiche, F., & Zerizer, H. (2021). (Algerian Journal of Nutrition and Food Sciences (AJNFS), Contrôle microbiologique de denrées alimentaires servies en restauration collective.

Rodrigue, S. (2006). Contribution à l'étude de la qualité microbiologique du lait dans la filière artisanale au Sénégal. Sénégal.

Rop, O., Mlcek, J., Jurikova, T., Neugebauerova, J., & Vabkova, J. (2012). Edible Flowers - A new promising source of mineral elements in human nutrition. *Molecules*. V.17(N.12).

Rousseau, M. (2005). La fabrication du yaourt, les connaissances. INRA.

Rousset- Rouard, Y. (2017). La petite camomille. Récupéré sur Le jardin botanique de la citadelle: <http://jardindelacitadelle.com/la-petite-camomille>

S

Santos, I., & Reis, S. (2021). Edible flowers: traditional and current use. *Ornamental Horticulture*.

Schkoda, A., Stumph, A., & Kessler, H. (1998). Stability of texture of fermented milk products in relation to composition. In *Texture of fermented milk products and dairy dessert*. Proceedings of the IDF Symposium. Italy.

Shahi, Kapur, K, S. K., Sarin, Y. K., & Moerman, D. E. (1992). The medicinal flora of Majouri-kirchi forests (Jammu and Kashmir State), India. *Journal of Ethnopharmacology* (Vol. 36(1)).

Singh, J. (1983). Influence of heat-treatment of milk and incubation temperatures on *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus acidophilus* (Vol. 38). *Milchwissenschaft*.

Speltz, J., & Fantini, N. (2010). La masse volumique. *chimie/Physique*.

T

Takahashi, J., Rezende, F., Moura, M., Dominguete, L., & Sande, D. (2020). Edible flowers : Bioactive profile and its potential to be used in food development. *Food Research International*, 129.

Tamime, A., & Deeth, T. (1980). Yoghurt : technology and biochemistry. *Journal of Food Protection*. 43 (12), 939-977.

Tamime, A., & Robinson, R. (1985). Background to manufacturing practice. In *Yoghurt. Science and technology*. pp. 7-90.

V

Vignola, C. (2002). Sciences et technologie du lait : transformation du lait. Paris: Lavoisier.

Villavicencio, A., Calhella, R., Santos-buelga, C., Barros, L., & Ferreira, I. (2018). The influence of electron beam radiation in the nutritional value, chemical composition and bioactivities of edible flowers of *Bauhinia variegata*. Brazil.

W

Wilson, M. (2007). Fleurs comestibles: du jardin à la table. Edition Fides.

Références numérique

Anonyme 1. Site : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996919307549>. Consulté le : 25/08/2022

Anonyme 2. Site : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996919307549>. Consulté le : 25/08/2022

Anonyme 3. Site : <https://www.monceaufleurs.com/zoom-sur-la-camomille.html>. Consulté le : 25/08/2022

Anonyme 4. Site : <http://linepassions.free.fr/Fleurs/Fleurs-des-Champs.html>. Consulté le : 25/08/2022

Anonyme 5. Site : <https://www.qqf.fr/article/nous-voulons-des-coquelicots>. Consulté le : 25/08/2022

Anonyme 6. Site : <https://app.cagette.net/letempsdessemis>. Consulté le : 25/08/2022

Anonyme 7. Site : <https://www.visoflora.com/photos-nature/photo-souci-des-champs-calendula-arvensis.html>. Consulté le : 25/08/2022

Anonyme 8. Site : <https://www.willemsefrance.fr/rosiers-pour-bouquets-c102x3382074>. Consulté le : 25/06/2022

Anonyme 9. Prise le : 25/06/2022

Anonyme 10. Prise le : 25/06/2022

Anonyme 11. Prise le : 25/06/2022

Anonyme 12. Prise le : 25/06/2022

Anonyme 13. Fait le : 25/08/2022

Anonyme 14. Fait le : 25/08/2022

Anonyme 15. Prise le : 25/06/2022

Anonyme 16. Prise le : 25/06/2022

Anonyme 17. Prise le : 25/06/2022

Annexes

Annexe 1 :

Tableau 7 : Représente les causes possibles d'homogénéisation inadéquate d'un mélange et les incidences sur la qualité du yaourt (FARKEY et IMAFIDON, 1995).

Causes	Incidences sur la qualité du yaourt
Pression Trop faible	<ul style="list-style-type: none"> • Séparation du gras, obtention de deux phases (présence d'une surface très crémeuse). • Présence d'un goût d'eau dans le produit non uniformité de la couleur. • Produit plus liquide, donc une consistance et une viscosité moindres. • Synérèse pression trop forte
Pression Trop forte	<ul style="list-style-type: none"> • Diminution dans l'onctuosité. • Viscosité et consistance inappropriées en raison d'un bris des protéines, • produit plus liquide. • Présence de mousse ou de bulles à la surface.

Annexe 2 :

Tableau 8 : quelques caractères anormaux du yaourt Cidil et Inra, 2009

ANOMALIES	CAUSES
<p>DEFAUTS ORGANOLEPTIQUES</p> <p>1- APPARENCE</p> <ul style="list-style-type: none"> - Décantation, synérèse - Production de gaz ou colonies en surface 	<ul style="list-style-type: none"> - Sur ou post-acidification (par fermentation mal conduite) - Refroidissement trop faible - Excès d'agitation - Contamination par coliformes ou par levures
<p>2- TEXTURE</p> <ul style="list-style-type: none"> - Manque de fermeté (pour yaourt traditionnel) - Trop liquide (yaourt brassé) - Texture sableuse 	<ul style="list-style-type: none"> - Ensemencement faible Mauvaise incubation... - Brassage trop violent Mauvaise incubation.... - Chauffage poussé au lait
<p>3- GOUT</p> <ul style="list-style-type: none"> - Amertume - Levure, fruité, de moisi - Plat, manque d'acidité 	<ul style="list-style-type: none"> - Protéolyse trop forte Trop longue conservation - Contamination par levures et moisissures - Mauvaise activité des levains

ALTERATIONS - Bombage, putréfaction - Rancidité	- Défauts d'étanchéité P contamination - Contamination par des germes lipolytiques et longue conservation
--	--

Tableau 9 : principaux défauts de goût (A), de texture (B) et d'apparence (C) rencontrés dans la fabrication des yaourts (LUQUET, 1985).

(A)

Nature	Causes
Amertume	Trop longue conservation ; Activité protéolytique trop forte des ferments ; Contamination par des germes protéolytiques.
Goût levuré, fruité	Contamination par des moisissures ; Fruits de mauvaises qualités pour les yaourts aux fruits.
Goût plat, absence d'arôme	Mauvaise activité des levains (déséquilibre de la flore, incubation trop courte ou à trop basse température), teneur en matière sèche trop faible.
Manque d'acidité	Mauvaise activité des levains (taux d'ensemencement trop faible, incubation trop courte ou à basse température, inhibiteurs dans le lait, bactériophages).
Trop d'acidité	Mauvaise conduite de la fermentation (taux d'ensemencement trop fort, incubation trop longue ou à température trop élevée ; Refroidissement pas assez poussé, trop lent ; Conservation à trop haute température.
Rancidité	Contamination par les germes lipolytiques et traitement thermique trop faible.
Goût farineux, de poudre	Poudrage trop poussé.
Goût oxydé	Mauvaise protection contre la lumière (pots en verre surtout) ; Présence de métaux (fer, cuivre)
Goût de cuit	Traitement thermique trop sévère.
Gout aigre	Mauvaise conduite des levains (contamination par une flore lactique sauvage – coliformes).
Goût gras	Teneur en matière grasse trop élevée.

(B)

Nature	Causes
Déculottage	Agitation ou vibration pendant le transport faisant suite à un refroidissement mal conduit en chambre froide (pour le yaourt ferme).
Manque de fermeté (pour yaourt étuvé)	Ensemencement trop faible ; Mauvaise incubation (temps et ou température trop faible) ; Agitation avant complète coagulation ;

	Matière sèche trop faible.
Trop liquide (pour leyaourt brassé)	Brassage trop violent ; Mauvaise incubation (temps trop faible) ; Matière sèche trop faible ; Mauvais ferments (pas assez épaississants) ; Fruits ou arômes pas assez concentrés.
Trop filant	Mauvais ferment (trop filant) ; Température d'incubation trop faible.
Texture sableuse	Chauffage du lait trop important ; Homogénéisation à température trop élevée ; Poudrage trop fort ; Mauvais brassage ; Acidification irrégulière et trop faible.
Texture granuleuse	Mauvais brassage ; Teneur en matière grasse trop élevée ; Mauvais choix des ferments.

(C)

Nature	Causes
Décantation, synérèse	Sur acidification ou post acidification (mauvaise conduite de la fermentation) ; Température trop élevée pendant le stockage ; Conservation trop longue ; Refroidissement trop faible ; Agitation trop poussée et admission exagérée d'air (pour le yaourt brassé) ; Mauvaise adjonction des fruits ou des pulpes de fruits Agitation des yaourts (yaourt ferme) ; Teneur en matière sèche
Production de gaz	Contamination par des levures et des coliformes.
Colonies en surface	Contamination par des levures et moisissures.
Couche de crème	Mauvaise ou absence d'homogénéisation.
Produit sur le couvercle	Mauvaise manutention.
Produit non homogénéisé	Mauvaise agitation (dans le cas des yaourts aux fruits).

Tableau 10 : Valeur nutritionnelle du lait et du yaourt (DAVIS, 1975).

	Lait	Yaourt nature	Yaourt maigre	Yaourt fruits
Calories/100 g	66	84	69	90
Matières sèches non grasses%	8,7	13,1	13,1	14,0
Protéines (%)	3,2	4,8	4,9	5,2
Riboflavine (mg/100 g)	0,15	0,22	0,12	0,22
Ca+ (mg/ 100 g)	120	180	181	192
P (mg/100 g)	95	142	143	153
K+ (mg/100 g)	160	240	242	254

Annexe 3 :**Tableau 11 :** teneur moyenne du yaourt pour 100g de produit Cidil et Inra, 2009.

	Teneur moyenne pour 100g de produit								
	Protides g	Lipides g	Glucides g	Calcium mg	Sodium mg	Potass. mg	Phosph. Mg	Valeur énergétique KJ/Kcal	
Yaourt nature	4,15	1,2	5,2	174	57	210	114	201	48
Yaourt au lait entier	3,8	3,5	5,3	171	206	56	112	284	68
Yaourtnature 0%	4,2	Traces	5,4	164	55	180	100	163	39
Yaourt nature sucré	3,8	1,1	14,5	160	52	195	105	347	83
Yaourt aromatiséau lait Entier	3,2	3,2	12	140	50	190	106	372	89

Yaourt brassé nature	4,3	1,8	5,2	165	40	205	115	230	55
Yaourt brassé aux fruits	3,75	1,65	14,5	140	50	190	100	368	88
Yaourt au lait entier aux fruits	3,1	2,7	16,5	140	45	180	100	431	103
Yaourt maigre aux fruits	3,6	traces	17,2	140	45	180	100	351	84

Annexe 4 :

Matériel utilisé :

Matériel	Produits chimiques	Appareils
<ul style="list-style-type: none"> - Bécher - Tube à essai - Boîtes pétri - Flacons - Pipettes pasteur - Bec Bunsen - Micropipette - Pipettes - Spatule en inox - Coupelles en Aluminium - Thermomètre - Embout en plastique - Fouer et casseroles - Papier filtre - Eprouvette 	<ul style="list-style-type: none"> - Eau distillée - Solution soude NaOH (1/9N) - Phénolphtaléine (1%) - Ethanol - Folin-Ciocalteu - Carbonate de sodium (7,5 %) - Gélose nutritive - BCPL - Eau physiologique - M17 	<ul style="list-style-type: none"> - Réfractomètre - Balance - Balance analytique - pH-mètre - Dessiccateur - Incubateur (30°C, 37°C, 44°C) - Bain marie - Spectrophotomètre - Minuterie - Etuve ventilée - Blinder - Broyeur - Etuve 50 °C

Annexe 5 :

Questionnaire d'évaluation sensorielle du yaourt (Panel expert)

Nom prénom :

Age:...

Sexe: F ou H

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

Cinq échantillons de yaourt étuvé codé A390, B405, C173, D521, E253 et F101 sont présentés devant vous, il vous est demandé d'évaluer les différentes caractéristiques organoleptiques en attribuant une note de 1 à 5, selon l'échelle présenté ci-dessous :

NB : Veuillez rincer la bouche après chaque dégustation d'un échantillon. Pour éviter la satiété il est préférable de ne pas avaler, sauf pour la question de préférence.

1. La couleur du yaourt

1. Blanc

2. Beige

3. Jaune

4. Saumon

5. mauve

A390	B405	C173	D521	E253	F101

2. L'odeur du yaourt

1. Absente

2. Faible

3. Moyenne

4. Forte

5. Très forte

A390	B405	C173	D521	E253	F101

3. L'arôme du yaourt (sensation en bouche)

1. Absent

2. Faible

3. Moyen

4. Fort

5. Très fort

A390	B405	C173	D521	E253	F101

4. La sucrosité du yaourt

1. Absente

2. Faible

A390	B405	C173	D521	E235	F101

3. Moyenne

4. Forte

5. Très forte

5. L'acidité du yaourt

1. Absente

2. Faible

A390	B405	C173	D521	E253	F101

3. Moyenne

4. Forte

5. Très forte

6. Arôme identifié

1. Absent

2. Cassis

A390	B405	C173	D521	E253	F101

3. Vanille

4. Banane

5. Non identifié

7. Texture du yaourt en bouche

1. Très granuleuse

2. Granuleuse

A390	B405	C173	D521	E253	F101

3. Peu granuleuse

4. Lisse

5. Très lisse

8. Consistance du yaourt

1. Liquide

2. Assez onctueux

3. Mou

A390	B405	C173	D521	E253	F101

4. Ferme

5. Trop ferme

9. Préférence

Attribuer une note de 1 à 9 à chaque échantillon selon votre préférence, sachant que 1 correspond à l'échantillon le moins préféré et 9 au plus préféré. Comme présenté dans l'échelle ci-dessous :

1. Extrêmement désagréable

2. Très désagréable

3. Désagréable

4. Assez désagréable

5. Ni agréable ni désagréable

6. Assez agréable

7. Agréable

8. Très agréable

9. Extrêmement agréable

A390	B405	C173	D521	E253	F101

Merci pour votre contribution

Résumé

La présente étude a pour objectif d'incorporer les fleurs comestibles dans un yaourt étuvé. Les fleurs ont été séchées puis broyées afin d'obtenir des poudres et préparer aussi des extraits de ces dernières afin de les incorporer au yaourt.

Les yaourts élaborés sans analyses pour déterminer leurs propriétés physico-chimique, microbiologique et sensorielle. Les produits obtenus répondent aux normes fixées par le journal officiel de la république algérienne. L'analyse sensorielle est réalisée avec le panel expert, en utilisant un questionnaire et des notes de préférence allant de 1 à 9. Les réponses obtenues ont révélé la préférence aux yaourts E253 et C173 qui est des yaourts à base de coquelicot et souci avec un pourcentage de 75%, juste après le yaourt A390 à la rose rouge et D521 à la grande mauve est classé avec un pourcentage de 50%. En bas du classement on trouve le yaourt à la camomille codé B405.

L'incorporation des fleurs au yaourt a permis d'enrichir ce yaourt sans modifier ses propriétés hygiénique et physico-chimique.

Mots clés : Fleurs comestibles, yaourt, propriétés physico-chimiques, propriétés microbiologiques, analyse sensorielle

Abstract

The purpose of this study is to incorporate edible flowers into a steamed yogurt. The flowers were dried and then ground to obtain powders and also prepare extracts of the later in order to incorporate them into the yogurt.

Yogurts produced without analysis to determine their physico-chemical, microbiological and sensory properties. The products obtained meet the standards laid down in the Official Journal of the Algerian Republic. The sensory analysis is carried out with the expert panel, using a questionnaire and notes of preference ranging from 1 to 9. The answers obtained revealed the preference to E253 and C173 yogurt which are *Poppy*-based yogurt and *Calendula sp* with a percentage of 75%, just after the yogurt A390 with *Gallic rose* and D521 with large purple is classified with a percentage of 50%. At the bottom of the list is *Camomile* yogurt coded B405.

The incorporation of the flowers in the yogurt made it possible to enrich this yogurt without changing its hygienic and physico-chemical properties.

Keywords : Edible flowers, yogurt, physico-chemical properties, microbiological properties, sensory analysis