

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique & Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Ahmed ZABANA de Relizane
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département des Sciences Agronomiques



جامعة غليزان
RELIZANE UNIVERSITY

كلية العلوم والتكنولوجيا
قسم العلوم الفلاحية
جامعة أحمد زبانا بغليزان

Mémoire de fin d'étude

Pour l'obtention du diplôme de Master

Filière : Sciences Alimentaires

Spécialité : Agro-Alimentaire et Contrôle de Qualité

Présenté par :

- ❖ BENYAMINA Kheira
- ❖ BESSELMA Amel

Thème

L'effet de l'ajout de fruits sur les propriétés physico-chimiques et microbiologiques d'une marque locale de yaourt

Devant les membres de jury :

Président : Dr. BETTOUATI Abdelkader

Directeur de mémoire : Dr. ELMEZOUED Djamel Eddine

Examineurs : Dr. MESKINI Zakaria

Dr. DJAHDOU Ahmed

Soutenu le : 19/06/2024

MCB – U. Relizane

MCA – U. Relizane

MAB – U. Relizane

Invité d'honneur

ANNÉE UNIVERSITAIRE 2023 – 2024

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique & Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Ahmed ZABANA de Relizane
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département des Sciences Agronomiques



كلية العلوم والتكنولوجيا
قسم العلوم الفلاحية
جامعة أحمد زبانا بغليزان

Mémoire de fin d'étude

Pour l'obtention du diplôme de Master

Filière : Sciences Alimentaires

Spécialité : Agro-Alimentaire et Contrôle de Qualité

Présenté par :

- ❖ BENYAMINA Kheira
- ❖ BESSELMA Amel

Thème

L'effet de l'ajout de fruits sur les propriétés physico-chimiques et microbiologiques d'une marque locale de yaourt

Devant les membres de jury :

Président : Dr. BETTOUATI Abdelkader

Directeur de mémoire : Dr. ELMEZOUED Djamel Eddine

Examineurs : Dr. MESKINI Zakaria

Dr. DJAHDOU Ahmed

Soutenu le : 19/06/2024

MCB – U. Relizane

MCA – U. Relizane

MAB – U. Relizane

Invité d'honneur

ANNÉE UNIVERSITAIRE 2023 – 2024



Remerciements

*Avant toute chose, nous tenons
à exprimer nos sincères remerciements au Dieu unique tout-puissant qui nous
a donné le courage, la santé et toute la patience qui nous a été bénéfique tout au long
de notre parcours académique.*

*Nous exprimons également toute notre gratitude et
nos sincères remerciements à notre directeur de mémoire, le docteur Djamel Eddine
ELMEZOUED,
qui nous a fait l'honneur d'accepter de diriger ce travail, pour ses encouragements et ses
conseils,
et pour nous avoir patiemment guidé jusqu'à la fin de nos recherches scientifiques.*

*Nos sincères remerciements
vont également au Dr Abdelkader BETTOUATI,
qui nous a fait l'honneur de présider ce jury.*

*Nos plus vifs remerciements
s'adressent au Dr Zakaria MESKINI et au Ahmed DJAHDOU d'avoir
accepté d'examiner ce travail.*

*Nos sincères remerciements vont également au :
Directeur de la laiterie le littoral Giplait - Mostaganem*

*Directeur du laboratoire d'hygiène de Relizane
Directeur du laboratoire d'analyses privé de Relizane*

*Equipe du laboratoire de l'Institut des
Sciences de la Nature et de la Vie de l'Université de Relizane
Nous vous remercions d'avoir enrichi nos connaissances et nous apprécions
grandement votre soutien, vos conseils ainsi que le suivi et l'intérêt
dont vous avez fait preuve.*

*Nous remercions également tout particulièrement les enseignants :
Dr BOUKHANOUFFA Asmaa, Dr HADRI Zoheyr,
Mr GACEMI Bouabdellah, Dr MESSBAH Ismail.*

*Merci à tous ceux et celles qui ont contribué
de près ou de loin à la réalisation de ce travail, qu'ils trouvent ici
notre estime, notre sympathie ainsi que nos
vifs remerciement.*



Dédicaces

*Je voudrais avant tout
remercier Dieu Tout-Puissant
de m'avoir donné force
et patience.*

*Je dédie ce modeste travail
À mes chers parents qui m'ont soutenu tout au long de mes
études par leur amour, leurs prières et leurs encouragements au mieux de leurs capacités, je vous présente
toutes mes années d'études en plus de mon diplôme. Se sentir fier à travers vos yeux est ce qui compte le
plus pour moi. Que Dieu vous bénisse tous les deux dans votre vie et vous
garde en vie pour moi.*

À mes sœurs : Ikram, Amina, Houria, Alaa

À mes frères : Seddik et Mohammed

*Je vous souhaite plein succès dans votre vie. Aucune dédicace ne peut
exprimer mon amour, mon attention et mes sentiments profonds envers toi, que Dieu vous rend heureux.
À mon fiancé Mourad pour avoir été à mes côtés et m'avoir soutenu dans les moments difficiles, que
Dieu te rende heureux.*

À mes copines et collègues :

Hadjira, Zahra, Meriem, Nour El-Houda.

Je vous souhaite un avenir plein de joie, de réussite et de bonheur.

Vous méritez vraiment le meilleur !

*Et à tous les professeurs qui ont contribué
à notre formation, à tous mes collègues et à tous les responsables de la faculté des sciences et de la
technologie qui nous ont apporté une aide précieuse à l'occasion
de mon parcours universitaire.*

*Merci à tous ceux qui ont participé de près
ou de loin à l'élaboration de cet humble document.*

Pour tout le monde je vous dis merci.

Amel

Dédicaces

*Je dédie ce travail à ma maman
qui m'a soutenu et encouragé durant ces années
d'études, qu'elle trouve ici le témoignage
de ma profonde reconnaissance.*

*A ma chère sœur : Fatima pour son
soutien durant cette année.*

A mes chers frères : Rafik, Aymen.

*A tous mes amies surtout
Amel et Nour El-Houda.*

*A mes chats et ceux qui ont partagé avec
moi tous les moments d'émotion lors de la réalisation de ce travail.*

*Et tous mes collègues de la promotion
agroalimentaire et contrôle de qualité, je te souhaite
plus de succès.*

Xheira

Liste des abréviations

°C: Degré Celsius.

°D : Degré Dornic.

AFSSA : Agence française de sécurité sanitaire des aliments.

AT : acidité titrable.

DO : densité optique.

EST : extrait sec totale.

FAO : Food and agriculture organization.

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

OMS : Organisation mondiale de la santé.

pH : potentiel Hydrogène.

TSE : Tryptone Sel Eau.

UV : Le rayonnement ultraviolet.

Milieu VRBL : Violet Rouge Bille Lactose.

YB : yaourt à la banane.

YF : yaourt à la fraise.

YF Mix : yaourt des fruits mix.

YK : yaourt au kiwi.

YN : yaourt nature.

Liste des tableaux

Tableau 1.Composition moyenne du lait entier.	4
Tableau 2.Composition moyenne du lait de vache.	6
Tableau 3.Flore microbienne du lait.	11
Tableau 4.Composition chimique moyenne du lait de vache.	11
Tableau 5.Teneur moyenne du yaourt pour 100g du produit.	13
Tableau 6.Différents types du yaourt et leurs caractéristiques.	13
Tableau 7.Fruits inclus dans les bases de données FAOSTAT de production et de commerce.	20

Liste des figures

Figure 1. Diagramme général de fabrication des yaourts.	17
Figure 2. Une figure représente quelques types de fruits.	19
Figure 3. Situation géographique du site expérimental de la laiterie le littoral Mostaganem GIPLAIT.	25
Figure 4. Plan général de GIPLAIT – Mostaganem.	26
Figure 5. Laboratoire d’analyses SNV – Université de Relizane.	26
Figure 6. Laboratoire d’analyses privé – Relizane.	27
Figure 7. L’emballage de la marque Nature.	27
Figure 8. Les fruits utilisés dans notre expérimentation.	28
Figure 9. La balance utilisée pour le posage des fruits « paramètres physico-chimiques » au niveau de la litière GIPLAIT.	29
Figure 10. pH mètre.	29
Figure 11. Protocole de mesure de l’acidité du yaourt.	30
Figure 12. Dessiccateur.	31
Figure 13. Protocole de mesure de l’extrait sec du yaourt.	31
Figure 14. L’étape de préparation des pots de yaourt aux fruits.	32
Figure 15. Les boîte de pétri d’ensemencement d’Entérobacteriaceae.	33
Figure 16. Les coliformes totaux et fécaux.	34
Figure 17. La gamme étalonnage.	35
Figure 18. Spectrophotomètre.	36
Figure 19. Exemple d’une courbe d’étalonnage de glucose.	36
Figure 20. Le réactif de Bradford préparé.	37
Figure 21. La couleur de réactif après l’addition à un échantillon riche en protéines.	37
Figure 22. pH de différents échantillons.	40
Figure 23. L’acidité titrable de différents échantillons.	41
Figure 24. Les valeurs de l’EST des échantillons.	41
Figure 25. Les analyses microbiologiques.	42
Figure 26. La teneur en glucides du yaourt aux fruits.	42
Figure 27. La teneur en protéines du yaourt aux fruits.	43
Figure 28. La teneur en lipide dans le yaourt aux fruits.	43

Liste des annexes

Annexe I-----57

Annexe II-----59

Annexe III-----60

Résumé

Les produits laitiers frais fermentés, comme le yaourt, sont des aliments de grande consommation dans de nombreux pays. La dynamique actuelle du marché des denrées alimentaires oblige les industriels à formuler constamment de nouveaux produits. Ainsi, l'intérêt récent des consommateurs pour des produits allégés en matière grasse a conduit à l'utilisation des intrants tel que les fruits afin d'améliorer les différentes propriétés composant ce produit laitier. Bien que la fabrication du yaourt soit répandue, les producteurs sont souvent confrontés à des difficultés d'ordre pratique à savoir comment produire un yaourt pour satisfaire tous les besoins du consommateur.

A cette fin, notre étude a pour objectif d'évaluer l'impact de l'addition des fruits sur les caractéristiques physico-chimiques, microbiologiques, nutritionnelles et organoleptiques d'un yaourt nature commercialisé sur le marché algérien.

Notre étude de recherche scientifique a été menée dans trois lieux différents, nous avons effectué les analyses physico-chimiques « Ph, acidité titrable et EST » dans la laiterie le littoral Mostaganem GIPLAIT, en plus des analyses organoleptiques « Gout, odeur, couleur et texture », et pour analyses microbiologiques « *staphylocoque* à coagulase positive, *coliforme totaux et fécaux* », nous les avons réalisées au laboratoire d'analyses d'Oueld Cheikh Relizane, et quant aux analyses nutritionnelles « Dosage des glucides totaux, dosage des protéines et dosage des lipides » ont été réalisées à SNV de l'Université Relizane.

Les résultats obtenus révèlent une amélioration de toutes les propriétés du yaourt étudié, dont un pH avec des valeurs au l'alentour de 4,02 à 4,22, l'acidité titrable avec des valeurs comprises entre 76 et 79, un extrait sec total pour des moyennes varie entre 11 et 13. Alors que l'étude biologique, les résultats montrent une absence totale de toute sorte d'agent pathogène. En ce qui concerne les propriétés nutritionnelles on constate un progrès considérable en matière de glucides avec des valeurs entre 2 et 5g/100g de produit et pour les protéines, des moyennes comprises entre 2,3 et 5g/100g de produit. En effet, l'adjonction des fruits au yaourt nature a considérablement améliorée la couleur, le goût, l'odeur ainsi que la texture.

Pour conclure, l'association yaourt/fruits se prête bien par l'améliorer de ses caractéristiques physico-chimiques, nutritionnelles et sensorielles et que l'ensemble des analyses réalisées sont conformes aux normes nationales.

Mots clés : Lait, microbiologiques, nutritionnelles, organoleptiques, propriétés physico-chimiques, yaourt.

Summary

Fresh fermented dairy products, such as yogurt, are widely consumed foods in many countries. The current dynamics of the food market forces manufacturers to constantly formulate new products. Consequently, recent consumer interest in low-fat products has led to the use of inputs such as fruits in order to improve the various properties that make up this dairy product. Despite the spread of the yogurt industry, producers often face difficulties. A process in knowing how to produce yogurt to meet all consumer needs

To this end, our study aims to evaluate the effect of fruit addition on physicochemical and biological properties. Nutritional and sensory characteristics of natural yogurt marketed in the Algerian market

Our scientific research study was carried out in three different locations, we carried out physicochemical analyzes "Ph, titratable acidity and EST" in the coastal Mostaganem GIPLAIT dairy, in addition to organoleptic analyzes "Taste, odor, color and texture ", and for microbiological analyzes "cogulase positive staphylococcus, total and fecal coliform", we carried them out at the Oued Cheikh Relizane analysis laboratory, and as for the nutritional analyzes "Dosage of total carbohydrates, dosage of proteins and dosage of lipids" were carried out at SNV of Relizane University.

The results obtained reveal an improvement in all the properties of the studied yogurt, including pH with values in the range of 4,02 to 4,22, titratable acidity with values between 76 and 79, the total dry extract averages between 11 and 13. While the biological study the results show a complete absence of any type of pathogen. Regarding nutritional properties, significant progress was observed in terms of carbohydrates with values ranging between 2 and 5g/100 g of product and for proteins, averaging between 2,3 and 5g/100 g of product. In fact, adding fruit to yogurt. Naturally, color, taste, aroma and texture are significantly improved.

In conclusion, the yoghurt/fruit combination lends itself well by improving its physico-chemical and nutritional properties. All analyzes performed comply with national standards.

Keywords : milk, microbiological, nutritional, physical, chemical, yogurt, sensory properties

المخلص

منتجات الألبان الطازجة المخمرة، مثل الزبادي، هي أطعمة مستهلكة على نطاق واسع في العديد من البلدان. تجبر الديناميكيات الحالية لسوق المواد الغذائية الشركات المصنعة على صياغة منتجات جديدة باستمرار. وبالتالي، أدى الاهتمام الأخير للمستهلكين بالمنتجات قليلة الدسم إلى استخدام مدخلات مثل الفواكه من أجل تحسين الخصائص المختلفة التي يتكون منها المنتج الألبان هذا على الرغم من انتشار صناعة الزبادي، إلا أن المنتجين غالبا ما يواجهون صعوبات عملية في معرفة كيفية إنتاج الزبادي لتلبية جميع احتياجات المستهلك تحقيقا لهذه الغاية، تهدف دراستنا إلى تقييم تأثير إضافة الفاكهة على الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية. والغذائية والحسية للزبادي الطبيعي الذي يتم تسويقه في السوق الجزائري

تم اجراء دراسة بحثنا العلمي في ثلاث اماكن مختلفة، بحيث اجرينا التحاليل الفيزيوكيميائية في ألبان الساحل مستغانم، إضافة الى التحاليل الحسية ، و اما التحاليل الميكروبيولوجية قمنا بها في معمل التحاليل الخاص بولد الشيخ غليزان، و بالنسبة للتحاليل الغذائية اجريت في معهد علوم الطبيعة و الحياة بجامعة غليزان.

تكشف النتائج التي تم الحصول عليها عن تحسن في جميع خصائص الزبادي المدروس، بما في ذلك الرقم الهيدروجيني بقيم في محيط 4.02 إلى 4.22، والحموضة القابلة للمعايرة بقيم تتراوح بين 76 و 79، يتراوح إجمالي المستخلص الجاف للمتوسطات بين 11 و 13. في حين أن الدراسة البيولوجية، تظهر النتائج غياب كامل لأي نوع من مسببات الأمراض. فيما يتعلق بالخصائص الغذائية، لوحظ تقدم كبير من حيث الكربوهيدرات بقيم تتراوح بين 2 و 5 جم / 100 جم من المنتج وبالنسبة للبروتينات، يتراوح متوسطها بين 2.3 و 5 جم / 100 جم من المنتج.

في الواقع، أدت إضافة الفاكهة إلى الزبادي. الطبيعي إلى تحسين اللون والطعم والرائحة واللمس بشكل كبير

في الختام، فإن مزيج الزبادي / الفاكهة يفسح المجال بشكل جيد من خلال تحسين خصائصه الفيزيائية والكيميائية والغذائية. وأن جميع التحليلات التي تم إجراؤها تتوافق مع المعايير الوطنية

الكلمات المفتاحية: الحليب، الزبادي، الخصائص الفيزيائية والكيميائية، الميكروبيولوجية، الغذائية، الحسية

Table des matières

Remerciements

Dédicaces

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des annexes

Résumé

1^{ère} Partie - Synthèse bibliographique

Introduction ----- 1

Chapitre I – Le lait ----- 3

I.1. Généralité sur le lait ----- 3

I.1.1. Définition ----- 3

I.1.2. Importance nutritionnelle ----- 3

I.1.3. Propriétés physiques et chimiques ----- 4

I.1.4. Qualité de lait ----- 6

I.1.5. Composition chimique du lait de vache ----- 11

Chapitre II – Généralités sur le yaourt ----- 12

II.1. Définition et réglementation ----- 12

II.2. Composition nutritionnelle ----- 12

II.3. Classification ----- 13

II.4. Qualité du yaourt ----- 14

II.4.1. Aspects physico-chimiques ----- 14

II.4.2. Aspects hygiéniques et qualité microbiologique ----- 14

II.4.3. Aspects organoleptiques ----- 14

II.5. Les caractéristiques des bactéries de yaourt ----- 15

II.6. Fabrication du yaourt ----- 16

II.7. Enrichissement des yaourts ----- 17

Chapitre III – Généralités sur la valeur nutritionnelle des fruits et leur importance pour l'organisme humain ----- 19

III.1. Définition ----- 19

III.2. L'importance des fruits ----- 21

III.3. Fruits et légumes et nutrition ----- 21

III.4. Pourquoi faut-il manger des fruits ? ----- 21

Exemples de quelques fruits utilisés ----- 23

2^{ème} Partie - Étude expérimentale

Chapitre IV – Matériel et méthodes	24
IV.1- Objectif de l'étude	24
IV.2- Présentation des sites expérimentaux	24
IV.3- Matériels et méthodes	27
IV.3.1- Matériel biologique	27
IV.3.2- Méthodes	28
IV.4- Analyses statistiques	39
Chapitre V – Résultats et discussion	40
V.1. Résultats	40
V.1.1. Paramètres physico-chimiques	40
V.1.2. Propriétés microbiologiques	41
V.1.3. Propriétés nutritionnelles	42
V.1.4 Analyses organoleptiques	44
V.2. Discussion des résultats	44
V.2.1. Qualité physico-chimique	44
V.2.2. Analyses microbiologiques	45
V.2.3. Propriétés nutritionnelles	45
V.2.4. Propriétés organoleptiques	46
Conclusion générale	48
Références bibliographiques	50
Annexes	57

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Introduction

Le lait est reconnu depuis longtemps comme étant un aliment de haute valeur nutritionnelle très riche en protéines, lipides, glucides et surtout par un apport en sel minéraux tel que le calcium. De ce fait il occupe une place incontestable dans la ration alimentaire humaine dans la plupart des pays (**Franworth et Mainville, 2010**).

Bien que la fabrication et la consommation des laits fermentés remonte à la plus haute antiquité, les progrès réalisés dans l'élaboration, la standardisation et la diversification des yaourts correspondent pour la plupart aux efforts de recherche entrepris au cours du siècle dernier.

Le yaourt est considéré comme un aliment sain en raison de sa digestibilité élevée et de la biodisponibilité de ses protéines, de son énergie et de son calcium. De plus, les activités fermentaires microbiennes du yaourt offrant d'énormes avantages nutritionnels pour la santé, tant aussi bien pour les enfants que pour les adultes. En effet, le yaourt contient de nombreux nutriments bioactifs tels que le calcium (**Shori et Baba, 2013 ; Arfaoui, 2020**).

Le yaourt est le résultat d'une des plus anciennes méthodes de conservation du lait. On estime qu'elle remonte à 1000-500 avant JC avec la domestication des animaux producteurs de lait (vaches, moutons, chèvres, etc.), les produits laitiers ont été incorporés dans l'alimentation humaine. Le mot yogourt, écrit également « yoghurt » (en anglais) et « yaourt » (en français) est un terme utilisé par la population Turques nomades qui provient du verbe turc 'de yoğurmak', signifiant « cailler, épaissir, coaguler » (**Adriana, 2016**).

La consommation mondiale de yaourts a connu une croissance significative depuis les années 1950. Cette tendance se poursuit encore aujourd'hui, bien que la demande se caractérise toujours par de grandes disparités géographiques (**Birlouez, 2017**).

Traditionnellement, c'est le yaourt dit nature ou ferme qui constituait l'essentiel des productions de laits fermentés. Dans les années 1960-1970, sont apparus les produits sucrés puis aromatisés et aux fruits. Actuellement, ils sont majoritaires sur le marché (60%) (**Brulé, 2003**). D'après les analyses de la situation alimentaire de la population Algérienne effectuée en 2010, La consommation moyenne algérienne de yaourt oscille autour de 6 kg/an (**Boubchir-Ladj, 2010**).

Le document est structuré en deux parties ; la première est une synthèse bibliographique et la seconde est consacrée à la présentation des essais effectués dans le cadre du présent mémoire et résultats et discussions. La première partie comporte trois chapitres. Le premier chapitre est consacré au lait et ses propriétés physico-chimiques, organoleptiques et microbiologiques. Le second met un relief sur le yaourt

avec ces différents aspects et leur valeur nutritionnelle. En fin, le troisième chapitre traite les différents fruits utilisés et leurs intérêts pour la santé du consommateur.

La seconde partie quant à elle est consacré au travail expérimental, elle est organisée en deux chapitres ; le premier destiné à la présentation du différent matériel utilisé et méthodes utilisés dans l'essai réalisé de ce mémoire. Alors que, le chapitre suivant se focalise sur la présentation de différents résultats obtenus et leurs discussions, afin d'aboutir à une conclusion qui mettre un terme à cette recherche.

1^{ÈRE} PARTIE
SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I – Le lait

I.1. Généralité sur le lait

I.1.1. Définition

Le lait est un aliment de couleur blanchâtre produit par les cellules sécrétrices des glandes mammaires des mammifères femelles. Il a été défini en 1908 au cours du Congrès International de la Répression des Fraudes à Genève comme étant « le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Le lait doit être recueilli proprement dans de bonnes conditions hygiéniques et ne doit pas contenir de colostrum ». Il peut être commercialisé en l'état mais le plus souvent après avoir subi des traitements de standardisation lipidique et d'épuration microbienne pour limiter les risques hygiéniques et assurer une plus longue conservation (**Pougheon, 2001 ; Jeantet et al., 2008 ; Vilain, 2010**).

Le codex alimentarius en 1999, le définit comme étant la sécrétion mammaire normale d'animaux de traite obtenue à partir d'une ou plusieurs traites, sans rien y ajouter ou en soustraire, destinée à la consommation comme lait liquide ou à un traitement ultérieur.

Le lait sans indication de l'espèce animale de provenance correspond au lait de vache (**Larpen, 1997**).

Selon **Deforges et al., (1999)**, le lait cru est un lait non chauffé au-delà de 40°C, ni soumis à un traitement non thermique d'effet équivalent notamment du point de vue de la réduction de la concentration en micro-organismes.

I.1.2. Importance nutritionnelle

Le lait contient presque les éléments nutritifs nécessaires à la croissance des jeunes mammifères. Un litre de lait d'origine bovine contient environ 50g de lactose, 32g de protéines et 40g de matières grasses (**Romain et al., 2008**).

Selon **Pougheon et Goursaud (2001)**, les principaux constituants du lait par ordre croissant sont :

- ✓ L'eau, très majoritaire ;
- ✓ Les glucides principalement représentés par le lactose ;
- ✓ Les lipides, essentiellement des triglycérides rassemblés en globules gras ;
- ✓ Les sels minéraux à 'état ionique et moléculaire ;
- ✓ Les protéines, caséines rassemblées en micelles, albumines et globulines solubles ;
- ✓ Les éléments à l'état de trace mais au rôle biologique important, enzymes, vitamines et oligoéléments.

Tableau 1.Composition moyenne du lait entier (FREDOT, 2006).

Composants	Tenures (g/100g)
Eau	89,5
Glucides	4,8
Lipids	3,5
Protéines	3,44

Le lait est également une excellente source de minéraux intervenant dans divers métabolismes humains notamment comme cofacteurs et régulateurs d'enzymes. Le lait assure aussi un apport non négligeable en vitamines connues comme Vitamines A, D, E (liposolubles) et Vitamines B1, B2, B3 (hydrosolubles). Il est néanmoins pauvre en fer et en cuivre et il est dépourvu de fibres (Cheftel et Cheftel, 1996).

D'après Derby (2001), la haute qualité nutritionnelle des protéines du lait repose sur leur forte digestibilité et leurs compositions particulièrement bien équilibrée en acides aminés indispensables. Pour les nouveau- nés, les protéines du lait constituent une source protéique adaptée aux besoins de croissance durant la période néonatale.

I.1.3. Propriétés physiques et chimiques

I.1.3.1. Propriétés physiques

La composition du lait est caractérisée par une grande complexité dans la nature et la forme de ses composants, de point de vue physique, le lait présente une hétérogénéité, puisque certains composants sont dominants de point de vue quantitatif, ce sont l'eau, la matière grasse, les protéines et le lactose ; les composés mineurs sont représentés par les matières minérales, les enzymes et les vitamines. Les propriétés physiques comme la densité absolue, la viscosité, la tension superficielle et la chaleur spécifique dépendent de l'ensemble des constituants (Mathieu, 1998).

A. Acidité du lait : Acidité de titration (AT)

Dès sa sortie du pis de la vache, le lait démontre une certaine acidité. Cette acidité naturelle est due principalement à la protéine, surtout les caséines et aux substances minérales telles : les groupes phosphate, le dioxyde de carbone et les acides organiques. L'acidité développée est due à l'acide lactique formé au cours de la fermentation lactique, elle est de 15 à 17°Dornic dans les conditions normales (1 degré Dornic (°D) correspond à 1mg d'acide lactique dans 10 ml de lait. Elle permet de juger l'état de conservation de lait (Benayache, 2016).

B. Potentiel d'hydrogène du lait (pH)

Les différents laits ont une réaction ionique voisine de la neutralité. Le pH est compris entre 6,4 et 6,8. C'est la conséquence de la présence de la caséine et des anions phosphorique et citrique, principalement. Le pH n'est pas une valeur constante. Il peut varier au cours du cycle de lactation et sous l'influence de l'alimentation. Cependant, l'amplitude des variations est faible dans une même espèce. Le pH du lait change d'une espèce à l'autre, étant donné les différences de la composition chimique, notamment en caséines et en phosphates (**Gaucher, 2007**).

C. Point d'ébullition

On définit le point d'ébullition comme la température atteinte lorsque la pression de vapeur de la substance ou de la solution est égale à la pression appliquée. Ainsi comme pour le point de congélation, le point d'ébullition subit l'influence de la présence des solides solubilisés. Il est légèrement supérieur au point d'ébullition de l'eau, soit 100,5°C (**Amoît et al., 2002**).

D. Point de congélation

Nevilie et al., (1995), ont pu montrer que le point de congélation du lait est légèrement inférieur à celui de l'eau pure puisque la présence de solides solubilisés abaisse le point de congélation. Cette propriété physique est mesurée pour déterminer s'il y a addition d'eau au lait. Sa valeur moyenne se situe entre - 0.54 et - 0.55°C. De légère fluctuation dues aux saisons, à la race de la vache, à la région de production est observé. D'une manière générale, tous les traitements du lait ou les modifications de sa composition qui font varier leurs quantités entraînent un changement du point de congélation (**Ghaoues, 2011**).

E. Densité

La densité du lait n'est pas une valeur constante pour les laits individuels. À une température de 20°C, les valeurs moyennes sont comprises entre 1,028-1,034 (**Alais et al., 2008**). La densité des laits de grand mélange des laiteries est de 1,032 à 20°C (**Vierling, 2003**).

I.1.3.2. La composition chimique du lait

La composition du lait varie d'une espèce de mammifère à une autre car elle est adaptée aux besoins de chacune d'elle. Cependant, il existe des caractéristiques communes aux différents laits « **Tableau 2** » à savoir la richesse en calcium, qualité protéique appréciable, le lactose comme sucre prédominant et une richesse en vitamines notamment du groupe B. Sa composition dépend aussi d'autres facteurs tels que la race des vaches, la saison et le climat. Certains de ces facteurs peuvent être contrôlés donc modifiés pour améliorer la rentabilité laitière d'une vache (**Mathieu, 1998**).

Tableau 2.Composition moyenne du lait de vache.

Composantes	Concentrations (g/l)	État physique des composants
Eau	905	Eau libre plus eau liée (3,7%)
Glucides (lactose)	49	Solution
Lipides	35	Emulsion des globules gras (3 à 5µm)
Matière grasse proprement dite	34	
Lécithine (phospholipides)	0,5	
Insaponifiable (stérols, carotènes)	0,5	
Protides	34	Suspension micellaire phospho-caséinate de calcium (0,08 à 0,12 µm) Solution (colloïdale) Solution (vraie)
Caséine	27	
Protéines solubles (globulines, albumines)	2,5	
Substances azotées non Protéiques	1,5	
Sels	9	
De l'acide citrique	2	Solution ou état colloïdale
De l'acide phosphorique (P ₂ O ₃)	2,6	
Du chlorure de sodium (NaCl)	1,7	
Constituants divers (vitamines, enzymes, gaz dissous)	Traces	
Extrait sec total	127	
Extrait sec non gras	92	

Source : Alais *et al.*, (2008).

I.1.4. Qualité de lait

I.1.4.1. Qualité organoleptique

La qualité organoleptique englobe les caractéristiques : couleur, odeur, saveur et flaveur (**Fredot, 2005**).

A. La couleur

Le lait est de couleur blanc mat, qui est due en grande partie à la matière grasse (**Fredot, 2005**).

B. L'odeur

L'odeur est une caractéristique du lait du fait de la matière grasse qu'il contient, fixe des odeurs de l'animale. Elles sont liées à l'ambiance de la traite et à l'alimentation. Au cours de la conservation, le lait est caractérisé par une odeur aigre due à l'acidification par l'acide lactique (**Vierling 2003**).

C. La saveur

Il est difficile de définir cette caractéristique du lait normal car elle provient de l'association éléments diversement appréciés selon l'observation. En effet, on distingue la saveur douce du lactose, la saveur salée du NaCl, la saveur particulière de lécithines qui s'équilibre et qui atténuée par la masse des protéines (**Boucenna, 2019**).

D. La flaveur

Résulte d'un équilibre délicat entre de multiples composés : acides, alcools, ester, amines, composés carbonyles et soufré ...etc. En interaction avec une matière lipidique et protéique (**Vierling, 1998**).

I.1.4.2. Qualité microbiologique

A. La flore originelle

Lorsqu'il est prélevé dans de bonnes conditions, le lait contient essentiellement des mésophiles. Il s'agit de microcoques, mais aussi streptocoques lactiques et lactobacilles. Ces microorganismes, plus ou moins abondants, sont en relation étroite avec l'alimentation et n'ont aucun effet significatif sur la qualité du lait et sur sa production (**Boufeldja, 2017**).

Le lait contient peu de microorganismes lorsqu'il est prélevé dans de bonnes conditions à partir d'un animal sain (moins de 10^3 germes/ml) (**Cuq, 2007**).

La flore originelle des produits laitiers se définit comme l'ensemble des microorganismes retrouvés dans le lait à la sortie du pis, les genres dominants sont essentiellement des mésophiles (**Vignola, 2002**). Il s'agit de microcoques, mais aussi streptocoques lactiques et lactobacilles.

Ces microorganismes, plus ou moins abondants, sont en relation étroite avec l'alimentation (**Guiraud, 2003**) et n'ont aucun effet significatif sur la qualité du lait et sur sa production (**Varnam et Sutherland, 2001**).

B. La flore de contamination

Cette flore est l'ensemble des microorganismes contaminant le lait, de la récolte jusqu'à la consommation. Elle peut se composer d'une flore d'altération, qui causera des défauts sensoriels ou qui réduira la durée de conservation des produits, et d'une flore pathogène dangereuse du point de vue sanitaire (**Vignola, 2002**).

C. La flore d'altération

La flore d'altération causera des défauts sensoriels de goût, d'arôme, d'apparence ou de texture et réduira la vie du produit laitier. Parfois, certains microorganismes nuisibles peuvent aussi être pathogènes.

Les principaux genres identifiés comme flore d'altération ; les coliformes, et certains levures et moisissures (Essalhi, 2002).

- **Les coliformes**

En microbiologie alimentaire, on appelle « *coliformes* » les *entérobactéries* fermentant le lactose avec production de gaz à 30°C. Cependant, lorsqu'ils sont en nombre très élevé, les coliformes peuvent provoquer des intoxications alimentaires. Le dénombrement des coliformes a longtemps été considéré comme un indice de contamination fécale. Comme les *entérobactéries totales*, ils constituent un bon indicateur de qualité hygiénique (Guiraud, 2003).

- **Les levures**

Bien que souvent présentes dans le lait, elles s'y manifestent rarement. Peu d'entre elles sont capables de fermenter le lactose. Le genre *Torulopsis*, productrices de gaz à partir du lactose, supportent des pressions osmotiques élevées et sont capables de faire gonfler des boîtes de lait concentré sucré (FAO, 2007).

Le nombre des espèces des levures dans le lait cru est relativement réduit, mais on peut trouver un niveau plus ou moins élevé (Lagneau *et al.*, 1996). Les espèces qui ont été détectées dans le lait cru comprennent : *Kluyveromyces marxianus*, *Kluyveromyces lactis*, *Rhodotorula mucillaginosa*, *Debaryomyces hansenii*, *Geotrichum candidum*, *Geotrichum catenulate*, *Pichia fermentans*, *Candida sake*, *Candida parapsilosis*, *Candida inconspicua*, *Trichosporon cutaneum*, *Trichosporon lactis*, *Cryptococcus curvatus*, *Cryptococcus carnescens* et *Cryptococcus victoriae* (Delavenne *et al.*, 2011).

- **Les moisissures**

Les moisissures sont des champignons microscopiques. Ce sont des eucaryotes hétérotrophes, ils sont obligés de prélever le carbone et l'azote nutritifs de la matière grasse, le sucre et les protéines.

D'une façon générale, les aliments sont des substrats très favorables à leur développement, ces germes peuvent y causer des dégradations par défaut d'apparence, mauvais goût, ou plus gravement production de mycotoxines (Cahagnier, 1998).

D. La flore pathogène

La contamination du lait et des produits laitiers par les germes pathogènes peut être d'origine endogène, et elle fait, alors, suite à une excrétion mammaire de l'animal malade ; elle peut aussi être d'origine exogène, il s'agit alors d'un contact direct avec des troupeaux infectés ou d'un apport de l'environnement (eaux) ou bien liées à l'Homme (**Brisabois et al., 1997**). Parmi ces germes :

- **Bactéries infectieuses**

Qui doivent être vivantes dans l'aliment lors de sa consommation pour agir. Une fois ingérées, elles dérèglent le système digestif. Apparaissent alors divers symptômes connus, tels que la diarrhée, les vomissements, les maux de tête...etc.

Les principaux micro-organismes infectieux :

- **Salmonelles**

Ces entérobactéries lactose négatif, sont essentiellement présentes dans l'intestin de l'Homme et des animaux. Ce sont des bactéries aéro-anaérobies facultatives, leur survie et leur multiplication est possible dans un milieu privé d'oxygène. Elles se développent dans une gamme de température variant entre 4°C et 47°C, avec un optimum situé entre 35 et 40°C. Elles survivent aux basses températures et résistent à la réfrigération et à la congélation. En revanche, elles sont détruites par la pasteurisation (72°C pendant 15 secs). Elles sont capables de se multiplier dans une gamme de pH de 5 à 9, mais sont sensibles à la fermentation lactique (**Jay, 2000 ; Guy, 2006**).

- **Listeria**

Le genre *Listeria* comprend actuellement 17 espèces reconnues (*Listeria monocytogenes*, *Listeria seeligeri*, *Listeria ivanovii*, *Listeria welshimeri*, *Listeria marthii*, *Listeria innocua*, *Listeria grayi*, *Listeria fleischmannii*, *Listeria floridensis*, *Listeria aquatica*, *Listeria newyorkensis*, *Listeria cornellensis*, *Listeria rocourtiae*, *Listeria weihenstephanensis*, *Listeria grandensis*, *Listeria riparia*, et *Listeria booriae*) de petites bactéries à Gram positif en forme de bâtonnet. Seulement deux de ces espèces *L. monocytogenes* et *L. ivanovii* sont considérés comme des agents pathogènes (**Renato H et Martin W, 2016**).

Les températures permissives de *L. monocytogenes* vont de quelques degrés Celsius en dessous de zéro à 42°C environ. Cette très large gamme de température est un moyen de survie et de développement efficace dans la nature. C'est aussi un caractère important expliquant dans les conditions d'humidité et d'environnement nutritionnel, les colonisations des milieux industriels (90% des aliments sont réfrigérés avant consommation) et ceci d'autant plus que son aptitude à résister à d'assez fortes concentrations de chlorure de sodium est connue (et utilisée par exemple comme agent sélectif dans certains milieux de culture) (**AFSSA, 2000**).

Le pH optimal est un pH neutre ou légèrement alcalin, mais le germe peut croître entre pH 4,4 et 9,6. La survie est possible pour des pH inférieurs à 4,3. Cependant, la capacité de croissance de ce germe à pH acide dépend des souches, de la température, de la composition chimique du milieu ou de l'aliment et de l'acide utilisé pour ajuster le pH (**Boubendir, 2012**).

E. Bactéries toxinogènes

Qui produisent une toxine dans l'aliment qui est responsable de l'intoxication du consommateur.

Il n'est donc pas suffisant de détruire la bactérie pour éviter l'incidence de la maladie. De plus, certaines toxines sont très résistantes aux traitements thermiques, telle que la pasteurisation et même la stérilisation (**Lamontagne et al., 2002**).

Les principaux micro-organismes toxinogènes :

- ***Staphylocoques***

Le genre *Staphylococcus* appartient à la famille des *Staphylococaccae*. Ce sont des coques à Gram positif de 0,5 à 2,5 µm de diamètre, non sporulés et immobiles. (**Leyral et Vierling, 2007**).

Ils se trouvent assez fréquemment dans le lait et parfois, en nombre important. L'origine de la contamination est l'infection mammaire et peut être plus fréquemment, l'Homme. Leur fréquence tend à augmenter du fait de leur antibiorésistance, ils provoquent par leur production de toxines thermostables, des intoxications de gravité variable pouvant être redoutable chez l'enfant (**FAO, 2007**).

Pour cela, les normes exigent ne dépasse pas le $<10^2$ (**J.O.R.A, 2017**).

- ***Les clostridiums sulfito-réducteurs***

Ils regroupent des espèces de clostridia telles que *perfringens*, *Clostridium sporogenes*, *Clostridium nooyi*, *Clostridium fallax*,..., ils sont ainsi dénommées car ils sont capables de réduire les sulfites (sulfite de sodium, par exemple) présent dans le milieu de culture en sulfure, ceux-ci se combinent avec un sel de fer pour donner du fer noir, les colonies noir entourées d'un halo noir sont caractéristiques des bactéries sulfito-réductrices (**Dellaras, 2014**). Les *Clostridia*, bactéries gram positif, anaérobies sporulés comprennent plus de 150 espèces (**Bergey's Manuel, 2014**).

Tableau 3.Flore microbienne du lait (Guiraud, 2003).

Flore originelle		Flore de contamination	
Bactéries des Canaux <i>Galactotrophes</i>	Bactéries contaminant le lait pendant et après la traite	Bactéries d'origine fécale	Bactéries présentes sur l'animal malade
<i>Lactobacilles</i> <i>Streptocoques</i> <i>Lactiques</i>	<i>Pseudomonas</i> , <i>Flavobacterium</i> , <i>Enterobactéries</i> , <i>Microcoques</i> , <i>Corynebactéries</i> , <i>Bacillus</i> , <i>Streptococcus faecalis</i> , <i>Clostridium</i>	<i>Clostridium</i> <i>Coliformes fécaux</i> <i>Salmonella</i> <i>Yersinia</i> <i>Campylobacter</i>	<i>Staphylococcus aureus</i> <i>Brucella</i> <i>Listeria</i>

I.1.5. Composition chimique du lait de vache

Le lait est reconnu depuis longtemps comme étant un aliment bon pour la santé. Il représente une excellente source de plusieurs éléments (Tableau 4), tels que le calcium (sous forme de chlorures de calcium), de phosphore (phosphates de citrates) mais également de vitamines telles que la riboflavine, thiamine, cobalamine et vitamine A. Il contient peu de fer et de cuivre, peu d'acide ascorbique, de niacine et relativement peu de vitamine D. Il contient des protéines riches en résidus d'acides aminés essentiels, du magnésium, du potassium et du sodium (Jeantet *et al.*, 2008 ; Franworth et Mainville, 2010).

Tableau 4.Composition chimique moyenne du lait de vache (Amoit *et al.*,2002).

Constituants majeurs	Variation limite (%)	Valeur moyenne (%)
Eau	85,5 – 89,5	87,5
Matière grasse	2,5 – 5,5	3,7
Protéines	2,9 – 5	3,2
Glucides	3,6 – 5,5	4,5
Minéraux	0,7 – 0,9	0,8
Dérivés azotés	3,44	
Enzymes, vitamines, pigments	Carotènes, xanthophylles, riboflavin	
Cellules diverses	Cellules épithéliales, <i>leucocytes</i> , bactéries, <i>levures</i> , <i>moisissures</i>	

Chapitre II – Généralités sur le yaourt

II.1. Définition et réglementation

Le nom du yaourt vient du mot turc "ya-urt", qui signifie littéralement "lait aigre" (Kliks *et al.*, 2019). Il est considéré comme ayant été utilisé pour la première fois par les Turcs au 8^{ème} siècle, apparaissant sous la forme de "yoghurut". On suppose donc que les nomades turcs en Asie fabriquaient du yaourt. D'autres légendes, cependant, racontent que le yaourt a été préparé ou inventé pour la première fois par les peuples des Balkans (Chandan, 2017).

Il y a plus de 3000 ans, il était consommé par les Babyloniens, les Égyptiens et les Hindous, pour ensuite arriver sur les tables turques et bulgares. Auparavant, il était préparé avec du lait de brebis, de bufflonne, de chèvre et de vache. De nos jours, le yaourt est principalement produit à partir de lait de vache (Kliks *et al.*, 2019).

Même au XX^e siècle, le yaourt était vendu dans les pharmacies suédoises, car il était connu pour avoir un bon effet sur la santé (Kliks *et al.*, 2019).

Les yaourts 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 (Lecerf, 2020).

Le Codex Alimentarius, norme n° A- 11 (a) (1975) définit ainsi le yaourt : « Le yaourt est un produit laitier coagulé obtenu par fermentation lactique grâce à l'action de *Lactobacillus Bulgaricus* et de *Streptococcus thermophilus* à partir du lait frais ainsi que du lait pasteurisé (ou concentré, partiellement écrémé, enrichi en extrait sec) avec ou sans addition (lait en poudre, poudre de lait écrémé, etc.). Les micro-organismes du produit final doivent être viables et abondants. » (FAO, 2008).

II.2. Composition nutritionnelle

En plus de l'appréciation pour son goût et sa texture, le yaourt est aussi apprécié pour sa valeur nutritionnelle remarquable. La dégradation du lactose conduit à formation de galactose, de glucose et d'acide lactique qui passe d'un niveau pratiquement nul à un niveau de 0.8 à 1%.

Le tableau n°5 indique la teneur moyenne du yaourt nature pour 100g du produit.

Tableau 5.Teneur moyenne du yaourt pour 100g du produit (Cidil et Inra, 2009).

Valeur énergétique (kcal)	48
Glucides	5,2g
Lipides	1,2g
Protéines	415g
Calcium	0,174g
Sodium	0,057g
Potassium	0,201g
Phosphore	0,114g

II.3. Classification

Il existe plusieurs variétés de yaourt qui diffèrent par leur composition, leur technologie de fabrication et leur saveur. Le tableau 6 résume les différentes catégories de yaourts.

Tableau 6.Différents types du yaourt et leurs caractéristiques (Vignola, 2002).

Les différents types de yaourt	Caractéristiques
Selon la teneur en matières grasses • Yaourt maigre • Yaourt nature • Yaourt entière	-Teneur en matière grasse inférieurs à 1%. -Teneur en matières grasses 1% minimum -Teneur en matière grasse 3.5% (en pratique de 3 à 4,5%).
Selon la technologie de fabrication • Yaourt ferme • Yaourt brassé • Yaourt à boire	- Ce sont les yaourts en pots, généralement des yaourts nature ou aromatisés. La fermentation se fait après la mise en pot à une To de 42°C et 44°C - L'incubation du type brassé se fait en cuve et le refroidissement est réalisé avant le conditionnement. -Le coagulum est réduit à l'état liquide avant le conditionnement.
Selon les additifs alimentaires • Yaourt aromatisé • Yaourt fruité • Yaourt light	-Addition d'arôme. -Addition de fruits. -Addition d'édulcorants sans sucre.

II.4. Qualité du yaourt

II.4.1. Aspects physico-chimiques

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) (**Boubchir, 2014**)

II.4.2. Aspects hygiéniques et qualité microbiologique

La qualité microbienne du lait et des produits laitiers comme le yaourt est influencée par la flore initiale du lait cru, les conditions de transformation et contamination après le traitement thermique. Les micro-organismes les plus souvent mentionnés et trouvés dans les produits laitiers sont les psychrophiles à Gram Négatif, les *coliformes*, les *levures* et les *moisissures*. En outre, diverses bactéries telles que *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter jejuni*, *Yersinia enterocolitica*, les souches pathogènes d'*E.coli* et les souches entérotoxigènes de *Staphylococcus aureus* peuvent également être trouvées dans le lait et ses dérivés. Selon la Norme Nationale 2017, N°39 publiée au Journal Officiel, le yaourt doit être exempt d'agents pathogènes. Actuellement, la maîtrise de ces dernières nécessite la mise en place d'un système de contrôle et de surveillance. La viabilité des *bactéries lactiques* constitue le plus important obstacle rencontré au cours de la fabrication, et particulièrement pendant le stockage à cause de leur courte durée de vie dans les produits laitiers fermentés. Les principaux facteurs responsables de la perte de viabilité des bactéries lactiques ont été attribués à la diminution du pH du milieu et de l'accumulation des acides organiques en raison de la croissance et de la fermentation (**Sun et Griffiths, 2000 ; Analie et Vilojoen, 2001 ; Roginski et al., 2003**).

II.4.3. Aspects organoleptiques

➤ Fermeté

C'est le maintien d'une texture et une dureté uniforme pendant et tout au long du processus de fabrication. La durée de conservation est l'objectif principal de la production du yaourt. La fermeté du yaourt peut ne pas être affectée pendant le stockage (**Shakeel Hanif et al., 2012**).

➤ Arôme

Les composants aromatiques qui affectent la saveur finale du yaourt peuvent être divisés en quatre classes qui sont les acides non volatils (acide lactique et acide pyruvique), les acides volatils (acide butyrique et acétique), les composés carbonylés (acétaldehyde et diacétyl) et divers autres composés (acides aminés et produits de dégradation thermique). Le yaourt doit être servi à environ 10°C, en dessous de cette température la saveur n'est plus appréciée à cause du froid. Tous les composants volatils sont connus présent dans le yaourt, diminuent pendant le stockage à moins 8°C. -10°C, le produit perd sa fraîcheur (**Serra et al., 2009**).

➤ **Texture**

Les différences de texture entre les yaourts sont attribuées au type du lait utilisé et leurs différences compositionnelles (Shakeel Hanif et al, 2012). En effet, un taux élevé de matière sèche totale augmente la fermeté de gel et réduit le degré de la synérèse (**Mohammeed et al., 2004**).

➤ **Goût**

La perte du goût du yaourt est due au développement de l'acidité, de l'oxydation des graisses ou l'hydrolyse des protéines (**Shakeel Hanif et al., 2012**). L'activité protéolytique des bactéries lactiques peut avoir des effets néfastes sur le lait fermenté. La production de peptides amers est principalement due à la protéolyse par *Lb. delbrueckii ssp bulgaricus* pendant le stockage (**Gürsoy et al., 2010**).

II.5. Les caractéristiques des bactéries de yaourt

Les deux bactéries associées dans la préparation du yaourt ont pour rôle principal d'abaisser le pH du lait au point isoélectrique de la caséine (pH 4,6) de façon à former un gel (ou coagulum). Outre le goût acidulé qu'elles donnent au gel, elles lui assurent une saveur caractéristique due à la production de composés aromatiques (acétaldéhyde principalement, cétone, acétoïne, diacétyl). Enfin, par la production de polysaccharides (glucanes), certaines souches ont une action dans la consistance du gel (**FAO, 1995**).

➤ ***Streptococcus thermophilus***

Streptococcus thermophilus est une Cocci, Gram positif, anaérobie facultative, non mobile. Cette espèce est retrouvée dans le lait fermenté et les fromages, C'est une bactérie dépourvue d'antigène du groupe D, thermorésistante sensible au bleu de méthylène (0.1%) et aux antibiotiques. Elle est isolée exclusivement du lait et du produit laitiers sous forme de coques, disposées en chaîne de longueurs variable ou par paires. Sa température optimale de croissance varie entre 40 et 50 °C. Son métabolisme est du type homofermentaire (**Affer, 2013**).

Le rôle principal de *Streptococcus thermophilus* est la fermentation du lactose du lait en acide lactique et en plus de son pouvoir acidifiant, elle est responsable de texture dans les laits fermentés. Elle augmente la viscosité du lait par production de polysaccharides (composés de galactose, glucose, ainsi que de petites quantités de rhamnus, arabinose et de mannose) (**Affer, 2013**).

➤ ***Lactobacillus bulgaricus***

Lactobacillus Bulgaricus est un bacille Gram positif, immobile, sporulée, micro-aérophile. Il est isolé sous forme de bâtonnets ou de chainettes. Il possède un métabolisme strictement fermentaire avec production exclusive d'acide lactique comme principal produit final à partir des hexoses de sucre par voie d'Embden Meyerhof. Il est incapable de fermenter les pentoses. *Lactobacillus bulgaricus* est une bactérie thermophile, très exigeante en Calcium et en Magnésium et sa température optimale de croissance

d'environ de 42°C. Cette bactérie a un rôle essentiel dans le développement de qualité organoleptique et hygiénique du yaourt (Affer, 2013).

Ces deux bactéries tolèrent de petites quantités d'oxygène. Ceci peut être probablement relié au peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) qui est produit dans les cellules en présence d'air. Le système le plus efficace pour éliminer le peroxyde d'hydrogène est l'utilisation d'une enzyme, la catalase dont les bactéries lactiques sont déficientes. Ces dernières possèdent plutôt une peroxydase (pseudo catalase) qui est moins efficace que la catalase. Comme les bactéries lactiques n'éliminent pas facilement le peroxyde, elles sont dites micro-aérophile (Affer, 2013).

II.6. Fabrication du yaourt

Le lait est standardisé au taux de matière grasse requis pour le produit fini et peut être enrichi en extrait sec laitier. Il est homogénéisé pour favoriser la dispersion de la matière grasse et traité à 90°C pendant quelques minutes. Ce traitement thermique entraîne notamment la destruction de germes pathogènes, l'inactivation des enzymes, la fixation de la plus grande partie des protéines solubles sur les molécules de caséine. Le lait est ensuite refroidi pour atteindre la température optimale de fermentation (vers 45°C). L'ensemencement (taux de 1 à 5%) se fait le plus souvent à partir d'un levain déjà préparé en cuve. La fermentation se fait en 2 à 3 heures, pour les yaourts fermes, le laitensemencé est directement mis en pots, dès formation du caillé, ceux-ci sont stockés à 4°C, de façon à stopper l'acidification (Figure. 1) (Syndifrais, 1997).

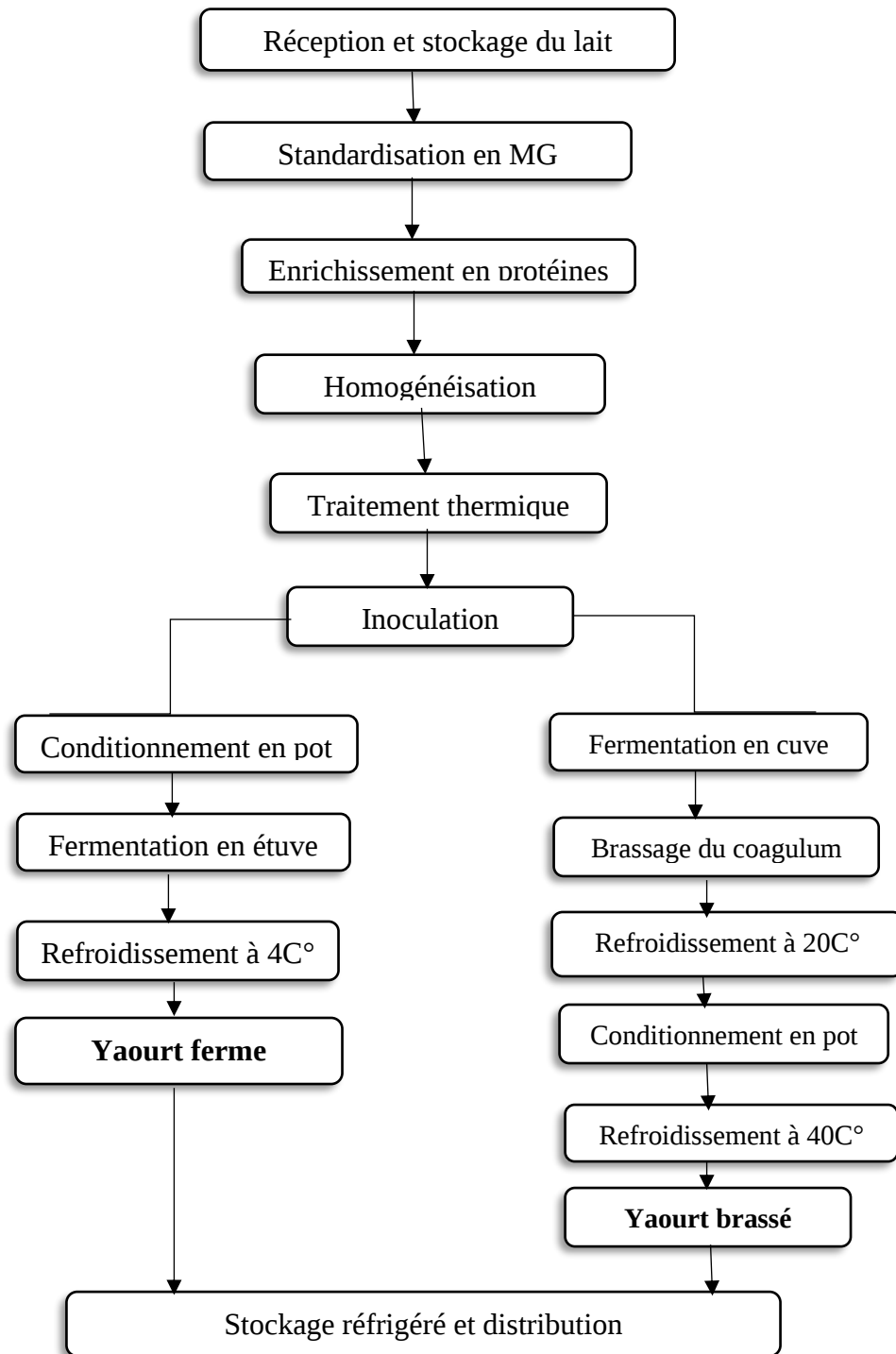


Figure 1. Diagramme général de fabrication des yaourts (Beal et Sodini, 2003).

II.7. Enrichissement des yaourts

L'enrichissement des aliments est l'une des procédures les plus importantes pour augmenter la qualité et la quantité de nutriments dans les aliments. Elle peut constituer une intervention de santé publique très rentable (Gahruie *et al.*, 2015). Le marché du yaourt est au premier rang de l'industrie agroalimentaire. La prise de conscience croissante des bienfaits du yaourt pour la santé, l'innovation des produits et la disponibilité de différents saveurs et sortes de yaourts ont contribué de manière significative à l'augmentation de la consommation de yaourts au cours des dernières décennies (Chandan

et al., 2017). En raison de la tendance croissante du marché des nutraceutiques, le yaourt a été également enrichi avec de nombreux composés dont les minéraux et les vitamines liposolubles A, D, E et K (**Gahruie et al.**, 2015). Par ailleurs, ces dernières années aussi, ont connu une exploitation appréciable des plantes, fruits et légumes. Ces derniers ont suscité un intérêt de plus en plus croissant aussi bien chez les consommateurs que chez les diététiciens et les nutritionnistes.

Ils servent, en outre, à l'élaboration de produits alimentaires de grandes valeurs nutritionnelle et diététique grâce à leur richesse en molécules bioactives dont les polyphénols (**Pincemail et al.**, 2007).

En effet, le yaourt avec des antioxydants ajoutés de sources naturelles fait son apparition et semble être un format alimentaire pratique pour satisfaire l'intérêt des consommateurs. C'est pourquoi plusieurs tentatives de production de yaourts enrichis d'antioxydants naturels ont été entreprises.

Ainsi, **Mahmoudi et al.**, (2021), ont essayé de formuler un nouveau yaourt au lait de chèvre brassé en utilisant la poudre de figue comme édulcorant et agent aromatisant naturel et de déterminer ses caractéristiques physicochimiques, microbiologiques et sensorielles.

L'ajout de poudre de figue a augmenté de manière significative ($p < 0,05$) l'acidité titrable, les solides totaux, la teneur en glucides et le nombre total de bactéries lactiques des yaourts. De même, le supplément de poudre de figue a amélioré le goût, la texture et l'arôme du yaourt et a couvert le goût désagréable du lait de chèvre. Ainsi, la poudre de figue est un édulcorant et un agent aromatisant naturels qui peut être utilisé pour formuler un nouveau yaourt de chèvre brassé de bonne qualité.

Dans une étude réalisée par **Shori**, (2020), l'effet sur la post-acidification, l'activité inhibitrice de l'α-amylase, le contenu phénolique total et l'activité antioxydante a été étudié pendant la période de stockage pour quatre types de yaourt préparés par ajout d'extraits aqueux de romarin, d'aneth, d'origan et de gingembre. Les résultats enregistrés ont montré que les quatre extraits ont eu un effet positif sur la teneur en polyphénol et les activités bactériennes évaluées.

Kiros et al., (2016), ont rapporté que l'ajout de jus de carotte dans du yaourt a augmenté le pH et la synérèse de manière significative, en revanche une diminution en acidité titrable et en nombre des bactéries viables totaux a été observée.

Chapitre III – Généralités les fruits

III.1. Définition

Les fruits constituent l'une des plus importantes productions végétales. Les agrumes viennent en tête, suivi par les pommes, les raisins et les ananas (**Sahli, 2022**). En botanique, le terme « fruit » se définit comme la production des plantes à fleurs apparaissant après les fleurs (ou plus précisément, comme l'ovaire développé des plantes qui contient et protège les ovules devenus graines, dans la mesure où les fruits ne contiennent pas tous des graines) voire tableau n°06.

Le terme « légume » n'est pas un terme botanique. Pour les consommateurs ainsi que dans le présent ouvrage, les fruits et légumes se distinguent en fonction de leurs usages culinaires et de leur goût : en règle générale, les fruits sont les parties sucrées ou amères des plantes, tandis que les légumes en sont les parties salées (**FAO et CIRAD, 2021**).



Figure 2. Une figure représente quelques types de fruits.

Tableau 7.Fruits inclus dans les bases de données FAOSTAT de production et de commerce (FAO et CIRAD, 2021).

Famille	Espèces et variétés
Actinidiaceae	Kiwis (<i>Actinidia spp.</i>)
Anacardiaceae Clusiaceae Myrtaceae	Mangues (<i>Mangifera indica</i>), mangoustans (<i>Garcinia spp</i>) et goyaves (<i>Psidium guajava</i>)
Arecaceae	Dattes (<i>Phoenix dactylifera</i>)
Bromeliaceae	Ananas (<i>Ananas comosus</i> ; <i>A. sativa</i>)
Caricaceae	Papayes (<i>Carica papaya</i>)
Cucurbitaceae	Melons, cantaloups (<i>Cucumis melo</i>) Pastèques (<i>Citrullus lanatus</i>)
Ebenaceae	Plaqueminiers/kakis (<i>Diospyros kaki</i> : <i>D. virginiana</i>)
Ericaceae	Myrtilles (<i>Vaccinium myrtillus</i> ; <i>V. corymbosum</i>) Canneberges (<i>Vaccinium macrocarpon</i> ; <i>V. oxycoccus</i>)
Grossulariaceae	Cassis (<i>Ribes nigrum</i> ; <i>R. rubrum</i>) Groseilles (<i>Ribes grossularia</i>)
Lauraceae	Avocats (<i>Persea americana</i>)
Moraceae	Figues (<i>Ficus carica</i>)
Musaceae	Bananes (<i>Musa sapientum</i> ; <i>M. cavendishii</i> ; <i>M. nana</i>) Plantains (<i>Musa paradisiaca</i>)
Rosaceae	Pommes (<i>Malus pumila</i> ; <i>M. sylvestris</i> ; <i>M. communis</i> ; Pyrus malus) Poires (<i>Pyrus communis</i>) Pêches et nectarines (<i>Amygdalus persica</i> ; <i>Persica laevis</i> ; <i>Prunus persica</i>) Prunes et prunelles (<i>Prunus domestica</i> ; <i>Prunus spinosa</i>) Abricots (<i>Prunus armeniaca</i>) Cerises (<i>Prunus avium</i> ; <i>Cerasus avium</i> ; var. <i>duracina</i> ; var. <i>juliana</i>) Griottes (<i>Prunus cerasus</i> ; <i>Cerasus acida</i>) Coings (<i>Cydonia oblonga</i> ; <i>C. vulgaris</i> ; <i>C. japonica</i>) - Fraises (<i>Fragaria spp.</i>) - Framboises (<i>Rubus subg. Idaeobatus</i>)
Rutaceae	Citrons et citrons verts (<i>Citrus limon</i> ; <i>C. aurantifolia</i> ; <i>C. limetta</i>) Pamplemousses et pomelos (<i>Citrus maxima</i> ; <i>C. grandis</i> ; <i>C. paradisi</i>) Oranges (<i>Citrus sinensis</i> ; <i>C. aurantium</i>) Tangerines, mandarines (<i>Citrus reticulata</i>), clémentines, satsumas (<i>C. unshiu</i>)
Vitaceae	Raisins (<i>Vitis vinifera</i>)

III.2. L'importance des fruits

L'importance accordée aux fruits et légumes est surtout liée au rôle prépondérant qu'ils jouent dans la nutrition humaine en tant qu'une des principales sources de micro- nutriments (vitamines et sels minéraux) (**Robert et al., 2003**).

III.3. Fruits et légumes et nutrition

Dans notre alimentation, les fruits et légumes sont responsables de l'apport en vitamine C et contribuent significativement à l'apport de fibres alimentaires, provitamine A, vitamine B9 (folates), de certains minéraux (K^+ , Ca^+) et d'eau. Certains peuvent être riches en vitamine E, ou en certaines vitamines du groupe B. Cependant, il y a peu en commun entre l'évolution d'une vitamine fragile comme la vitamine C et celle des fibres alimentaires. Ils apportent par ailleurs de nombreux composés qui pourraient contribuer à prévenir certaines pathologies chroniques. Ce sont les micro constituants ou micronutriments végétaux, parfois à tort regroupés sous le terme grand public d'antioxydants. A tort d'une part car tous ne sont pas antioxydants et d'autre part parce que les propriétés antioxydants in vitro n'ont jamais pu être reliées en tant que telles à des effets in vivo. Ils regroupent de nombreuses classes chimiques, les plus étudiées étant les polyphénols et les caroténoïdes non provitamine A comme le lycopène ou la lutéine (**Renard, 2021**).

L'OMS réitère également la préconisation de consommer au moins 400g de fruits et légumes par jour. Cette recommandation s'appuie sur des d'études d'observation qui montrent notamment une relation dose-réponse entre l'augmentation de la consommation de fruits et légumes et des bénéfices pour la santé (**Reynolds et al., 2019**).

III.4. l'importance de manger des fruits

▪ Croissance et développement des enfants

Les fruits et légumes sont riches en vitamine A, en calcium, en fer et en acide folique ; ces éléments favorisent la santé, renforcent le système immunitaire de l'enfant et préviennent les maladies, pendant l'enfance et à l'âge adulte (**Xin, 2016**).

▪ Espérance de vie allongée

Les personnes qui consomment davantage de fruits et légumes vivent plus longtemps que celles qui n'en consomment pas, d'après une vaste étude menée dans 10 pays européens (**Leenders et al., 2013**).

▪ Une meilleure santé mentale :

Il y a une corrélation entre le fait de manger 7 à 8 portions de fruits et légumes quotidiennement (soit plus que les 5 portions minimales recommandées) et la réduction du risque de dépression et d'anxiété (**Conner et al., 2017**).

- **Un cœur en bonne santé**

Les fibres et les antioxydants présents dans les fruits et légumes peuvent aider à prévenir les maladies cardio-vasculaires (Wang *et al.*, 2014 ; Aune *et al.*, 2017 ; Collese *et al.*, 2017 ; Miller *et al.*, 2017).

- **Réduction du risque de cancer**

Sur 156 études portant sur l'alimentation, 128 ont montré que la consommation de fruits et légumes pouvait réduire le risque de cancers du poumon, du colon, du sein, du col de l'utérus, de l'œsophage, de la cavité buccale, de l'estomac, de la vessie, du pancréas et des ovaires (Boffetta *et al.*, 2010).

- **Réduction du risque d'obésité**

Plusieurs études ont révélé que le risque d'adiposité et d'obésité était plus faible chez certains groupes consommant des fruits et des légumes (Ledoux *et al.*, 2011 ; Schwingshackl *et al.*, 2015).

- **Réduction du risque de diabète**

Un examen systématique et une méta-analyse ont montré que consommer plus de légumes verts à feuille et de fruits est corrélé à une réduction nette du risque de développer un diabète de type 2. Chaque tranche de 0,2 de portion consommée quotidiennement correspondait à une réduction de 13 pour cent du risque de diabète (Li *et al.*, 2014).

- **Une meilleure santé intestinale**

Les régimes alimentaires riches en fruits et en légumes, s'ils laissent également une large place à d'autres aliments riches en fibres à base de plantes, renforcent la diversité des bactéries intestinales et tendent à augmenter la quantité de bactéries associées à des composés anti-inflammatoires pour un meilleur métabolisme. Il a également été démontré qu'une consommation élevée de fruits et légumes diminuait la prévalence de diverticulose et d'autres troubles digestifs tels que les gaz intestinaux, la constipation et la diarrhée (Klimenko *et al.*, 2018 ; Maxner *et al.*, 2020).

- **Une immunité renforcée**

Des apports suffisants en fruits et légumes peuvent réduire la gravité de certaines infections. Si la consommation de fruits et légumes ne protège pas d'un virus comme celui responsable de la covid-19, elle permet néanmoins de mieux récupérer après l'infection, plus efficacement qu'avec une alimentation pauvre en aliments de ce groupe (Chowdhury *et al.*, 2020).

Les fruits dans les yaourts sont apportés sous forme de préparations de fruits avec ou sans sucres ajoutés. Les agents de texture, incorporés dans la préparation de fruits, participent également à l'amélioration de la texture des yaourts. Les fruits les plus consommés sont les fruits rouges et les fruits exotiques (Vignola, 2002).

L'ajout de fruits au yaourt, améliore sa saveur et renforce également ses avantages pour la santé en raison de leur teneur naturelle en nutraceutiques (Pandey et Rizvi, 2009 ; Arfaoui, 2020).

Exemples de quelques fruits utilisés

❖ Les fraises

Le fraisier (*Fragaria x ananassa*) appartient à la famille des Rosaceae, C'est un fruit non climactérique (**Pech et al., 2018**), dont la couleur évolue au cours de la maturation passant du vert blanc au rouge sombre en une quarantaine de jours après anthèse (**Schwieterman, 2014**).

Caractéristique de composition

Plusieurs études in vitro et in vivo ont rapporté les effets d'extraits de fraise sur la suppression du stress oxydatif et de processus inflammatoire. Les polyphénols contenus dans les fraises seraient responsables de ces propriétés bénéfiques (**Battino et al., 2020**).

Dans même temps, un apport prolongé améliorerait le profil lipidique plasmatique, favorisant la santé cardiovasculaire, en particulier chez les personnes présentant un risque accru de syndrome métabolique (**Forbes-Hernandez et al., 2016**).

❖ La banane

Le bananier (*Musa acuminata* L) appartient à la famille des Musaceae (**Tableau 7**). C'est une plante que l'on retrouve dans les régions au climat tropical ou subtropical (**Xu et al., 2014**). Il semblerait que le bananier soit originaire des îles d'Asie du Sud-Est (**Li et al., 2013**).

Caractéristiques de composition

Il améliorerait le système immunitaire en augmentant la prolifération ou en stimulant les cellules impliquées dans ce système, à savoir les lymphocytes T et les macrophages (**Yang et al., 2019**).

La peau et la pulpe de la banane présentent des composés phénoliques. Ces composés phénoliques ont un rôle protecteur contre les radicaux libres responsables du vieillissement et de diverses maladies. La banane contient également de la sérotonine qui aide à prévenir ou surmonter la dépression et à détendre le corps (**Singh et al., 2016**).

❖ Le kiwi

Le kiwi (*Actinidia deliciosa*) est un arbre qui appartient à la famille des Actinidiaceae. C'est une plante grimpante originaire de Chine qui est dite dioïque (**Shirosaki et al., 2008**), c'est-à-dire que les fleurs mâles et les fleurs femelles croissent sur des pieds distincts.

Caractéristiques de composition

Les kiwis sont riches en antioxydants dont la vitamine C, la vitamine E, les caroténoïdes la lutéine, la zéaxanthine, le β -carotène, les chlorophylles, l'acide quinique, les dérivés glycosidiques de l'acide caféique, le β -sitostérol, l'acide chlorogénique, et des composés phénoliques comprenant les flavones et les flavonones (**Richardson et al., 2018**).

En raison de ses teneurs en micronutriments biologiquement actifs, de nombreuses études ont été réalisées sur le kiwi et plus particulièrement sur l'action antioxydante et anti-inflammatoire de ces composés qui préviendrait l'apparition de certaines maladies cardiovasculaires, cancers et autres troubles dégénératifs (**Singletary, 2012 ; Richardson, 2018**).

2^{ÈME} PARTIE
ÉTUDE EXPÉRIMENTALE

Chapitre IV – Matériel et méthodes

Le yaourt aux fruits est une variété de yaourt créée en combinant des morceaux de fruits ou des purées de fruits avec du yaourt. Il y a plusieurs raisons pour lesquelles il est préféré par les consommateurs.

Le yaourt aux fruits est une option nutritive grâce à la valeur nutritive saine du yaourt, ainsi qu'aux vitamines, minéraux et fibres apportées par les fruits.

IV.1- Objectif de l'étude

Le présent travail a pour objectif d'étudier et d'évaluer la qualité physico-chimique, microbiologique, nutritionnelle et organoleptique d'une marque de yaourt locale (Nature) de la laiterie SOUMMAM, commercialisée dans le marché Algérien. La marque manipulée est un produit ordinaire a été mélangé par trois fruits appartiennent à différentes espèces (fraise, banane et Kiwi), afin de voir leurs effets sur les différentes propriétés citées précédemment.

IV.2- Présentation des sites expérimentaux

Le travail expérimental a été réalisé sur trois lieux différents ;

- ✓ La laiterie le littoral Mostaganem - GIPLAIT.
- ✓ Laboratoire des sciences de la nature et de la vie de l'université de Relizane.
- ✓ Laboratoire des analyses privé.
- ✓ La laiterie GIPLAIT de Mostaganem : est une entreprise agroalimentaire spécialisée dans les produits laitiers et leurs dérivées.

Le groupe lait GIPLAIT est l'un des plus importants producteurs de lait et produits laitiers en Algérie avec une capacité de production de plus de 130000 l/j. Le lait cru provient de centres de collecte publics ou privés de la traite des vaches.

À l'admission, le lait subit un certain nombre de contrôles et de tests aux niveaux des laboratoires physico-chimiques et biologiques où les paramètres suivants sont mesurés:

- La densité ;
- Les matières grasses ;
- L'acidité.

Si le lait n'est pas conforme aux normes du complexe, l'agent de la conservation responsable de la réception refuse le lait.

❖ Fiche technique de l'entreprise

- ✓ Affiliation : groupe industriel des productions laitières ;
- ✓ Date de création : 1987 ;
- ✓ Activité : production et commercialisation de lait et dérivé ;
- ✓ Localisation : la salamandre wilaya de Mostaganem ;
- ✓ Objet : production de plus de 130.000 litres de lait et dérivés par jour ;
- ✓ Produits : lait en poudre, lait de vache, l'ben, rayeb, beurre et yaourt ;
- ✓ Capacité totale de stockage : 3 tanks pour la production et 3 tanks pour le stockage des produits.
Capacité : 10000 litres chacun.

🌀 Historique de Giplait

L'histoire du groupe GIPLAIT remonte à la création de l'office national du lait ONALAIT en 1969, qui a été restructuré par la suite en trois offices régionaux : ORELAIT (Est), ORLAC (Centre) et ORLAIT (Ouest).

Ces trois offices ont été fusionnés en mai 1998 pour créer le groupe industriel des productions laitières GIPLAIT. Après avoir été rattaché successivement au fonds de participation et au holding public agroalimentaire de basse, le groupe a rejoint le ministère de l'agriculture et du développement rural en mars 2010 sur résolution du CPE.

🌀 Le premier site expérimental

L'unité GIPLAIT de Mostaganem est implantée à la Salamandre commune de Mazagran, à proximité de la plage, voir figure n°3. Elle est limitée par les unités : CELPAP, LECOREL, ORAVIO et SIDÈRE.

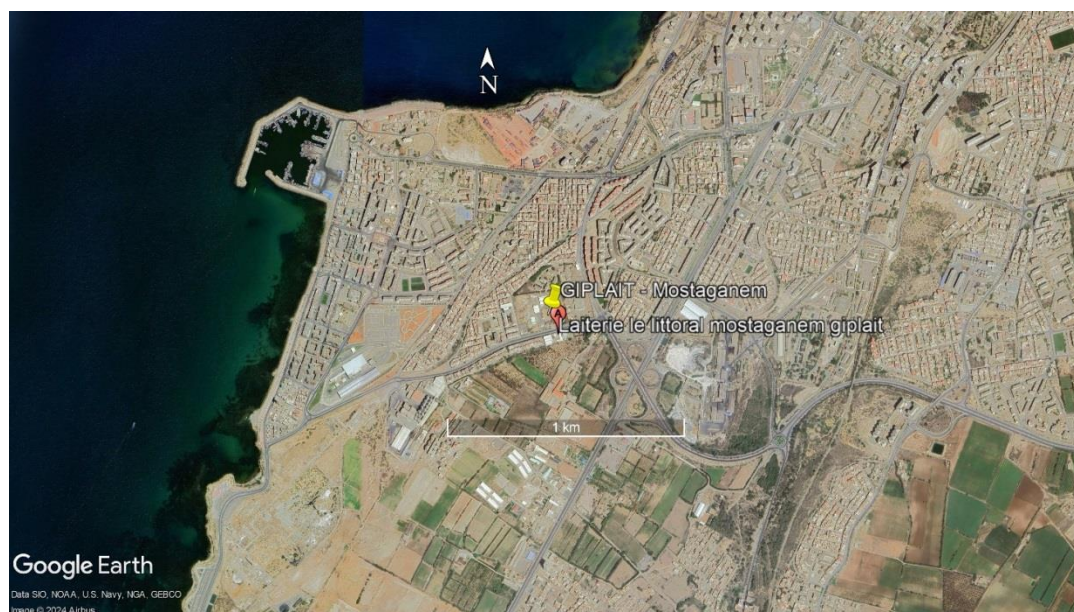


Figure 3. Situation géographique du site expérimental de la laiterie le littoral Mostaganem GIPLAIT.

🌀 Présentation de l'entreprise

À l'instar de toute entreprise, GIPLAIT est constitué d'un service d'accueil, d'une administration et de 05 unités principales qui sont :

- ✓ Le service contrôle et réception du lait,
- ✓ Le service laboratoire,
- ✓ Le service laiterie : pour le rayeb, le leben, le lait, le beurre,
- ✓ La yaourtière,
- ✓ Le service maintenance.

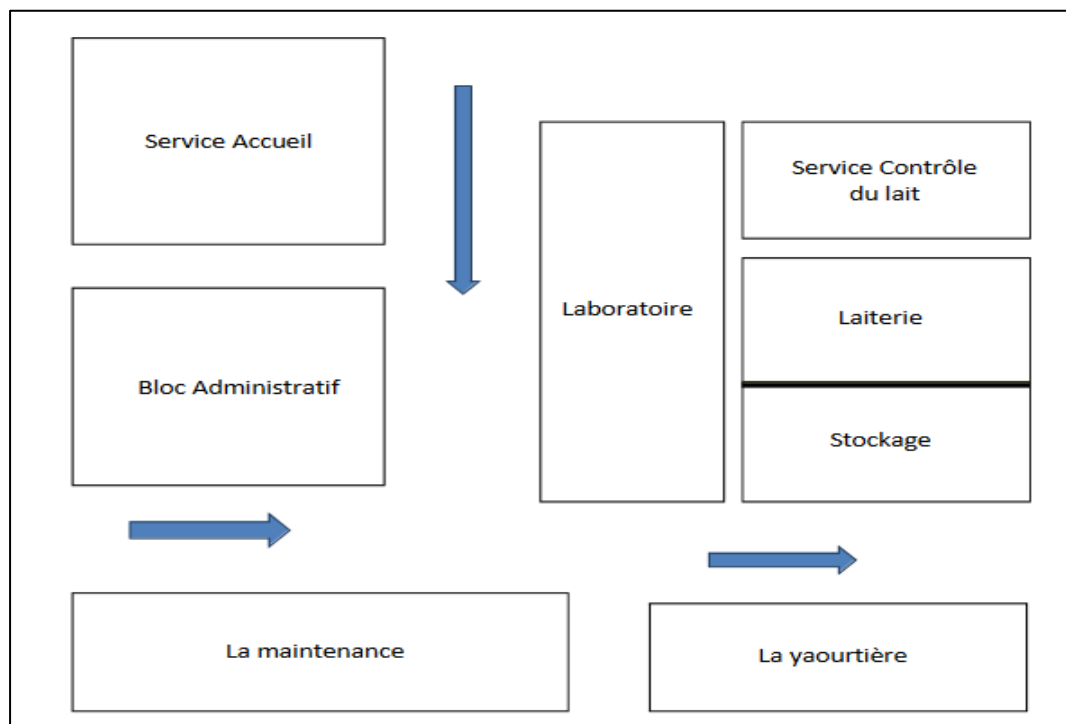


Figure 4. Plan général de GIPLAIT – Mostaganem.

🌀 Le second site expérimental

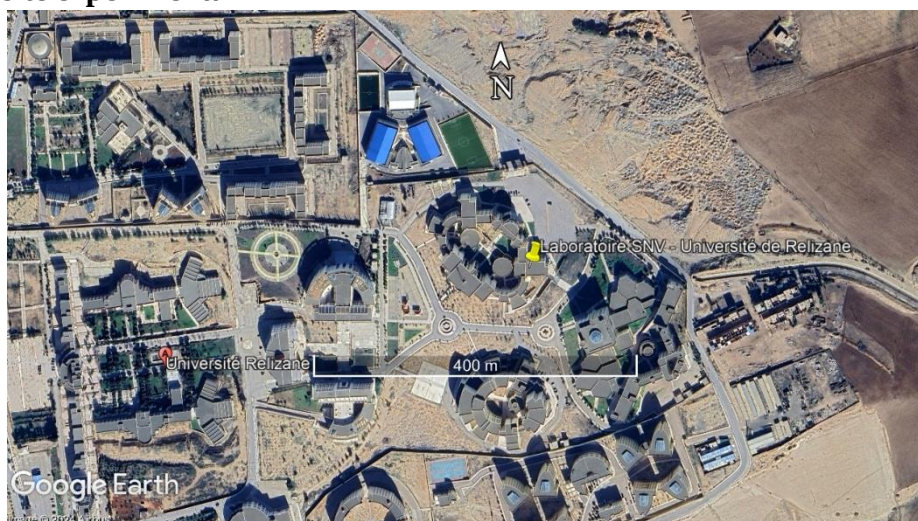


Figure 5. Laboratoire d'analyses SNV – Université de Relizane.

☼ Le troisième site expérimental

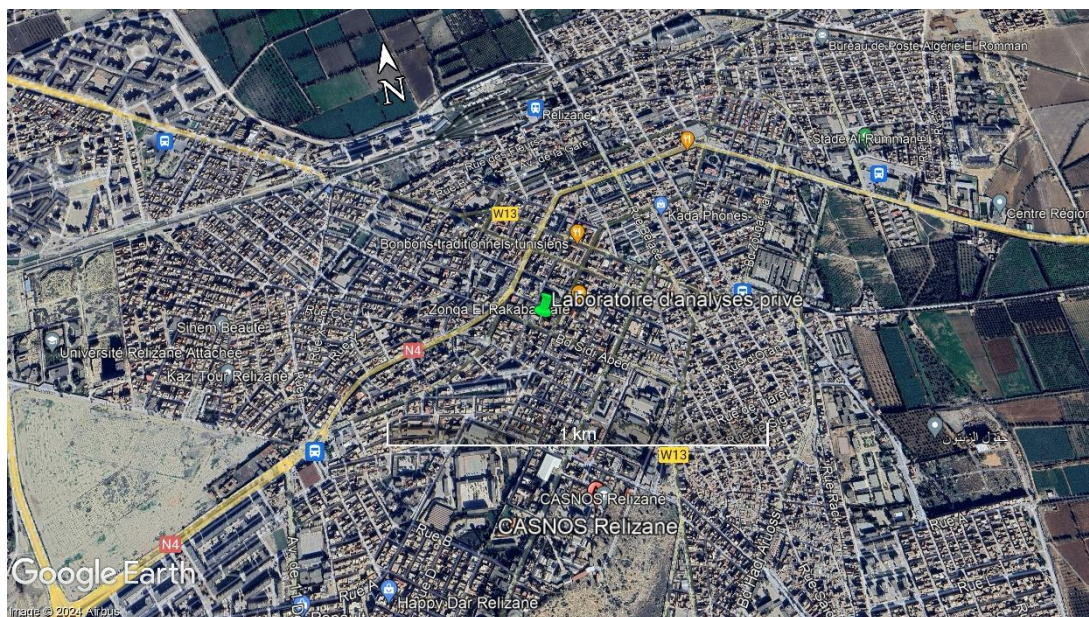


Figure 6. Laboratoire d'analyses privé – Relizane.

IV.3- Matériels et méthodes

IV.3.1- Matériel biologique

Notre travail est réalisé sur une marque de Yaourt produite localement par la laiterie SOUMMAM, des pots de 100g (marque Nature).



Figure 7. L'emballage de la marque Nature.

Les fruits utilisés afin de voir leurs effets sur les différentes propriétés analysées dans cette recherche sont les fraises, bananes et kiwis.

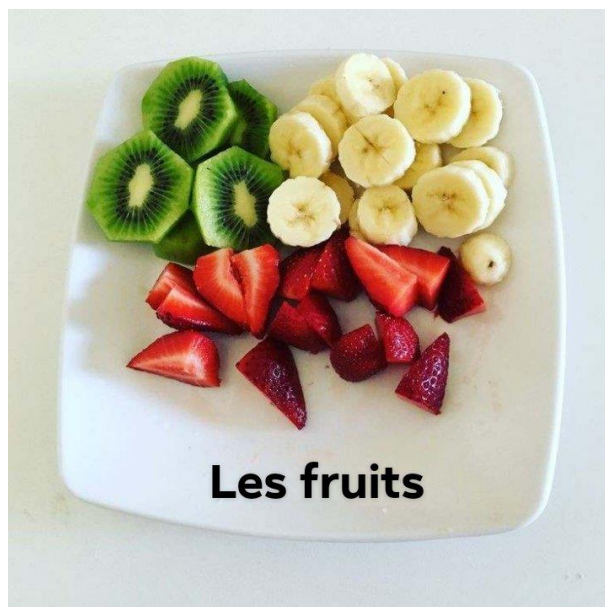


Figure 8. Les fruits utilisés dans notre expérimentation.

IV.3.2- Méthodes

IV.3.2.1- Analyses physico-chimiques

Notre travail consiste à suivre quelques paramètres physico-chimiques (pH, Acidité et EST) d'un yaourt ordinaire (Nature) mélangé aux fruits.

Le principe de l'expérimentation consiste de faire nos analyses comme suit :

- ✓ Un pot est utilisé comme témoin.
- ✓ Le second pot est mélangé avec la fraise.
- ✓ Un troisième pot est mixé avec la banane.
- ✓ Un quatrième pot est mélangé avec le kiwi.
- ✓ Le dernier pot on a incorporé le mixage des trois fruits ensemble.

A. préparation des pots

Nous avons ajouté 25g de fruits découpé en petits cube dans chaque pot, seul le pot impliquait de mélanger les trois fruits ensemble (nous avons mis 8g de chaque fruit puis l'avons ajouté au yaourt) ; Laisser reposer 15 minutes pour bien mélanger.



Figure 9. La balance utilisée pour le posage des fruits « paramètres physico-chimiques » au niveau de la litière GIPLAIT.

☼ Le pH

a. Mode opératoire

- ✓ Étalonner le pH-mètre à l'aide des trois solutions tampons standard (pH = 10, pH = 7,0 et pH = 4,0).
- ✓ L'électrode du pH-mètre est plongée dans le pot de yaourt à analyser.
- ✓ A chaque détermination du pH, retirer l'électrode, rincer avec l'eau distillée et sécher.

b. Expression des résultats

La valeur du pH est obtenue par simple lecture sur l'écran du pH-mètre de marque (Adwa).

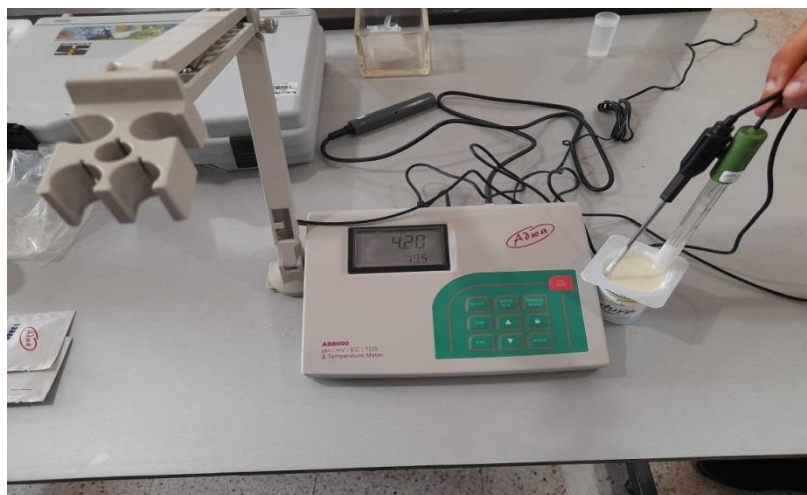


Figure 10. pH mètre.

☼ Détermination de l'acidité titrable

a. Principe

Le principe est basé sur un titrage de l'acidité par l'hydroxyde de sodium (NaOH : 0,1N) en présence d'indicateur coloré « phénolphthaléine ».

b. Mode opératoire (Méthode interne)

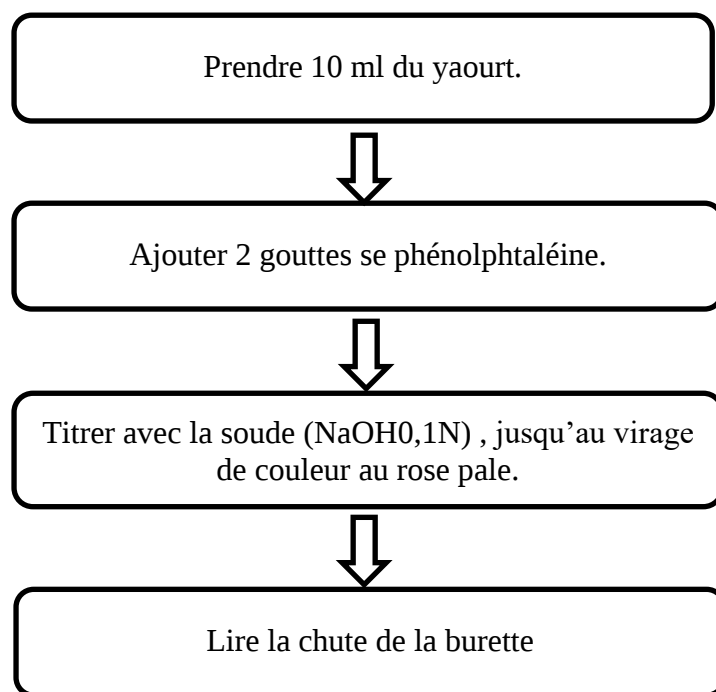


Figure 11. Protocole de mesure de l'acidité du yaourt.

Expression des résultats

L'acidité en degré Dornic est donnée par la formule suivante :

$$D^{\circ} = (\text{volume de chute} * 10 / \text{masse du yaourt}) * 100$$

L'acidité est exprimée en degré Dornic qui correspond à 0,01% (ou 0,1g/l) d'acide lactique par litre de lait, le yaourt présente une acidité à des valeurs voisines de 100°D (**Tariket, 2016**).

☼ Mesure de l'Extrait Sec Total

a. Principe

Permet de mettre en évidence la quantité de la matière non volatile contenue dans le yaourt à l'aide d'un dessiccateur de marque « OHAUS ».



Figure 12. Dessiccateur.

b. Mode opératoire

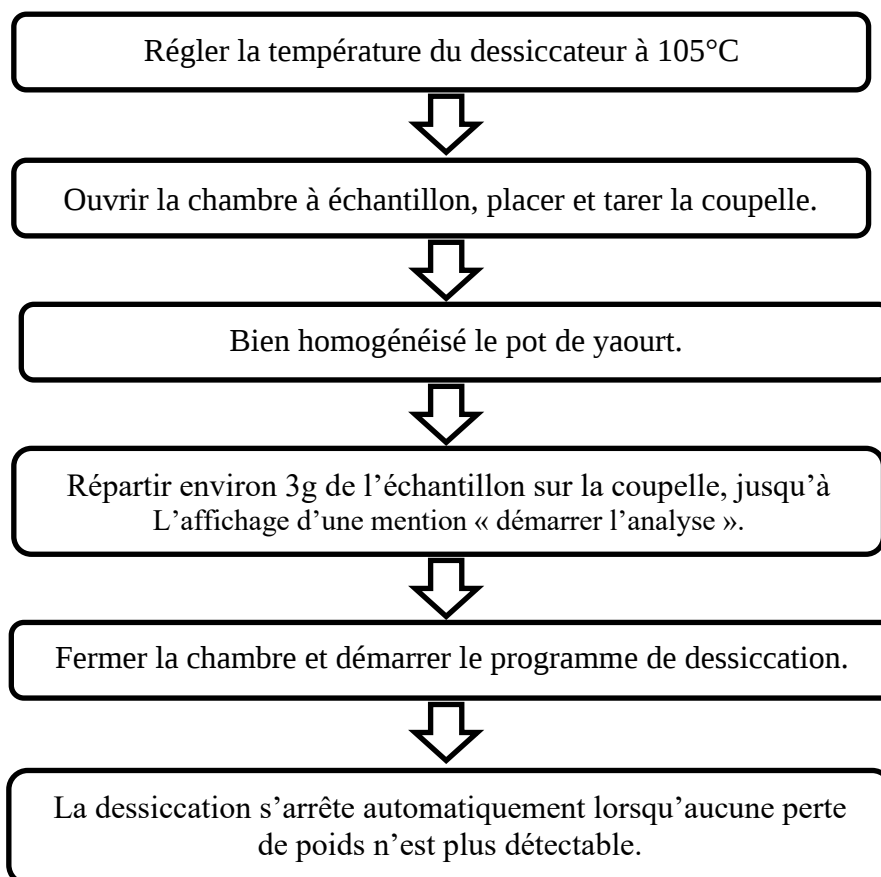


Figure 13. Protocole de mesure de l'extrait sec du yaourt.

c. Expression de résultats

Par une simple lecture sur l'écran du dessiccateur.

IV.3.2.2- Analyses microbiologiques

Deux espèces de bactéries pathogènes ont été recherchées :

- ✓ *Staphylocoques* à coagulase +.
- ✓ *Enterobacteriaceae* « coliformes totaux et fécaux ».

- **Préparation des fruits**

Nous avons acheté des fruits au marché aux fruits. Au niveau des laboratoires universitaires, la désinfection a été appliquée :

- ✓ Se laver les mains avec des désinfectants ;
- ✓ Nettoyer la paillasse avec de l'eau de Javel ;
- ✓ Laver les fruits avec de l'eau de Javel, puis rincer à l'eau distillée ;
- ✓ Enflammer le bec benzène ;
- ✓ Placer nos outils dans la zone stérile ;
- ✓ Nous avons coupé les fruits avec un couteau stérilisé et les avons placés dans des bocaux stérilisés;
- ✓ Bien fermer et couvrir d'aluminium ;
- ✓ Placer les pots au bain-marie à une température de $T (^{\circ}\text{C}) = 40^{\circ}\text{C}$ / 30 minutes.



Figure 14. L'étape de préparation des pots de yaourt aux fruits.

- **Echantillonnage**

Nous avons prélevé 1ml de chaque pot.

- **Préparation de dilutions**

La préparation de la solution mère se fait par introduction de 1ml d'échantillon dans un flacon stérile contenant 9 ml de l'eau physiologique, puis homogénéiser le mélange à l'aide d'un vortex.

A partir de la solution mère réaliser d'autres dilutions décimales, dont 1 ml de la dilution précédente dans 9 ml d'eau physiologique jusqu'à 10^{-5} à l'aide de micropipette.

- **Recherche de germes de contamination**

- **Recherche des *coliformes* totaux et fécaux (J.O.R.A, 2014).**

Nous ensemençons en masse, à partir des dilutions décimales 1/1000000 à 1/10 voire 1, porter aseptiquement 1ml de chaque dilution dans une boîte de pétri vide préparée à cet usage et numérotée comme l'indique le schéma n°.



Figure 15. Les boîte de pétri d'ensemencement d'*Entérobacteriaceae*.

Compléter ensuite avec environ 15ml VRBL fondue puis refroidie à 45+ ou – 1°C. Faire ensuite des mouvements circulaires et de va-et-vient en forme « 8 » pour bien mélanger la gélose à l'inoculum. Laisser solidifier les boîtes sur paillasse puis couler à nouveau environ 5ml de la même gélose ; cette double couche a un rôle protecteur contre les diverses contaminations.

- **Incubation**

Les boîtes seront donc incubées couvercle en bas pendant 24 à 48h à – 37°C pour la première série « recherche des coliformes totaux ».

✓ 44°C pour la deuxième série « recherche des coliformes fécaux ».

- **La lecture**

Les coliformes (fécaux et totaux) apparaissent en masse sous forme de petites colonies de couleur rouge foncé et de 0,5mm de diamètre, fluorescentes.



Figure 16. Les coliformes totaux et fécaux.

La fluorescence de ces colonies est mise en évidence lors de leur observation sous une petite lampe UV dans une chambre noire.

- **Recherche et dénombrement des *Staphylocoques à coagulase* + (J.O.R.A, 2014).**

L'ensemencement doit se faire à partir des dilutions décimales retenues, porter aseptiquement 1ml par dilution dans un tube à vis stérile ajouter par la suite environ 15ml du milieu d'enrichissement « Giolliti Cantonii + d'une solution de tellurite de potassium » ; bien mélanger le milieu et l'inoculum à l'aide d'un vortex. Incubation se fait à 37°C pendant 24 h et 48 h.

Aspect de colonie :

Les colonies caractéristiques sont noires ou grises, brillantes et convexes 1mm de diamètre après 24h d'incubation et 1.5mm à 2.5 mm de diamètre après 48h d'incubation et entourée d'une auréole d'éclaircissement.

Les colonies non caractéristiques peuvent présenter l'une des morphologies suivantes :

- colonies noirs et brillantes avec ou sans bord blanc étroit, la zone claire est absente ou à peine visible et l'anneau opalescent est absent ou à peine visible.
- colonie grise dépourvue de zone claire.

Recherche de la coagulase :

- Prélever une partie de chaque colonie sélectionnée et l'ensemencer dans un tube de bouillon cœur –cervelle (BHIB).
- Incuber à 37°C pendant 24h.

- Ajouter 0.1ml de chaque culture à 0.3 ml du plasma de lapin dans des tubes stérile et incubé 37°C.
- En inclinant le tube, examiner la coagulation du plasma après 4h à 6h d'incubation, et si le test est négatif il faut le réexaminer après 24h.

- **La lecture**

Considérer que la réaction à la coagulase est positive, quand le coagulum occupe plus de la moitié du volume initialement occupé par le liquide.

IV.3.2.3- Les propriétés nutritionnelles

☼ Dosage des glucides totaux par spectrophotométrie visible

a. Mode opératoire

➤ L'estimation de la teneur totale en glucides dans les solutions de jus de fruit

L'estimation de la teneur totale en glucides dans les solutions de jus de fruit est déterminée par phénol et l'acide sulfurique. 3 g de glucose dilués dans 100 ml d'eau distillée ont servi à la préparation de la gamme d'étalonnage (0,5, 0,25, 0,125, 0,0625, 0,031, 0,015, 0,008%). 1ml de chaque dilution est placé dans un tube à essai suivi d'un volume de 1ml d'eau distillée et 1ml de phénol à 5%, après un repos de 3 min, les tubes sont agités et additionnés 5ml d'acide sulfurique concentré de façon à ne pas toucher les parois du tube.

- Pour notre échantillon les mêmes étapes sont suivies, puis l'absorbance est déterminée à la même longueur d'onde.

L'ensemble est vortex afin d'hydrolyser complètement les sucres (glucose) puis maintenus à 25°C pendant 20 min puis refroidis sous un courant d'eau, l'intensité de la coloration est mesurée à 540 nm sur un spectrophotomètre visible (Ould Amar et Nedjari, 2022).

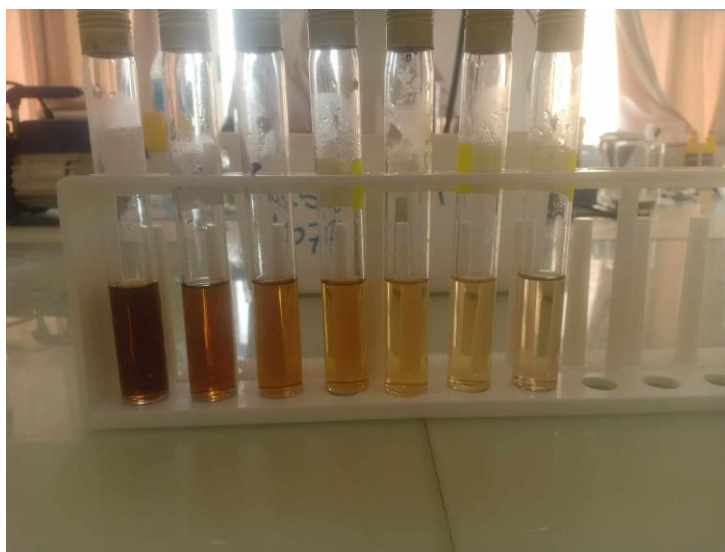


Figure 17.La gamme étalonnage.

Pour notre échantillon les mêmes étapes sont suivies, puis l'absorbance est déterminée à la même longueur d'onde.



Figure 18. Spectrophotomètre.

b. Expression des résultats

La concentration est mesurée tout en utilisant l'équation de la courbe d'étalonnage (**Ould Amar et Nadjari, 2022**).

$$Ab = AC + b$$

$$Y = Ax + b$$

Y = Absorbance

A : la pente

C : concentration (%)

b : Le point d'intersection avec l'axe des Y

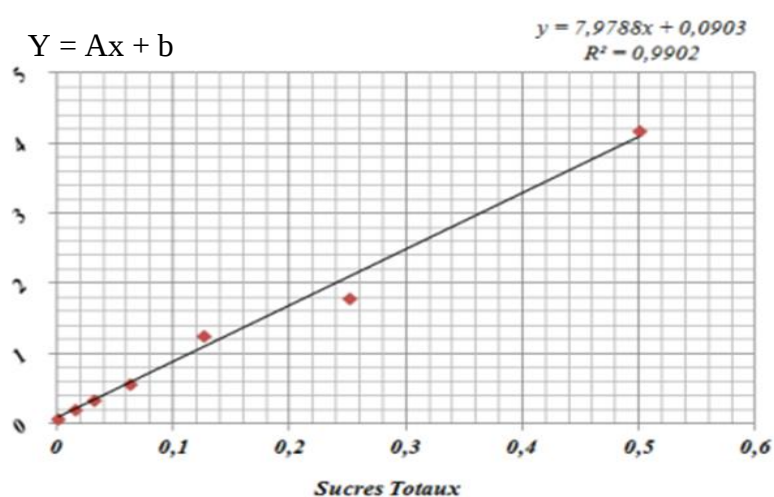


Figure 19. Exemple d'une courbe d'étalonnage de glucose.

☼ Dosage des protéines par la méthode Bradford « méthodes colorimétrique »

a. Principe

La méthode de dosage de la teneur totale en protéines est basée sur la capacité de fixation aux protéines du colorant Coomassie bleu brillant G-250. Cependant, que son maximum d'absorption se déplace de 465 nm à 595 nm¹, L'absorption de l'échantillon à 595 nm sert d'unité de mesure pour la concentration en protéines. Le colorant possède une affinité pour les acides aminés basiques et aromatiques. Le rôle joué par le type de protéines et les interactions possibles avec les différents réactifs ont été intensivement analysés.

b. Mode opératoire

- Gamme étalon

Faire la gamme étalon avec la solution L'albumine sérum bovin préparée à 1mg par 1ml d'eau distillée plus de réactif brade forde qui nous avons préparé et ensuit en fait des dilutions à partir d'eau distillé.

Calculer les dilutions des échantillons de manière à obtenir une concentration à une longueur d'onde 595nm.



Figure 20.Le réactif de Bradford préparé.

La couleur de réactif devient bleu lorsqu'il se mit en contact avec les protéines.



Figure 21.La couleur de réactif après l'addition à un échantillon riche en protéines.

- **Préparation et dosage des protéines dans les échantillons**

Mêmes étapes pour configurer la gamme d'étalonnage uniquement au lieu d'ajouter le L'albumine sérum bovin, nous ajoutons notre échantillon.

- c. **Expression des résultats**

A partir de la droite d'étalonnage et la densité optique ($DO = 595$) mesurée des échantillons, on peut déterminer la concentration de l'échantillon correspondante en abscisse.

- ☼ **Dosage des lipides totaux**

- a. **Principe**

Nous avons utilisé la méthode de **Folch *et al.*, (1957)** pour faire le dosage des graisses, cette technique repose sur le principe d'une extraction à froid des lipides par un mélange de solvant chloroforme / méthanol (2/1 ; v/v). L'addition d'une solution aqueuse de NaCl à 0,58% permet la séparation des phases.

La phase supérieure constituée de méthanol et d'eau, contient les composés hydrophiles (glucides et protéines) dont la dissolution est favorisée par la présence de sel, tandis que les lipides sont dissous dans la phase organique inférieure. La pesée du ballon contenant l'extrait lipidique après évaporation du solvant permet de calculer la teneur en lipide exprimée en g par 100g d'échantillon.

- b. **Mode opératoire**

- ✓ 10 g de l'échantillon de yaourt sont mis en présence de 60 ml de réactif de Folch (méthanol + chloroforme).
- ✓ Le mélange obtenu est filtré à travers un verre fritté de porosité 1.
- ✓ Ce filtrat additionné d'une solution de NaCl à 0,73% à raison d'un volume de NaCl pour 4 volumes de filtrat est soumis à décantation.
- ✓ Nous obtenons une saturation de deux mélanges : méthanol-eau et chloroforme-lipides. La présence d'une émulsion peut être possible. Dans ce cas nous ajoutons quelque goutte d'éthanol.
- ✓ Nous agitons et laissons décanter environ 2 h. Après décantation, les phases apparaissent incolores, limpides et séparées par un ménisque.
- ✓ La phase inférieure (chloroforme-lipides) filtrée sur du sulfate de sodium ayant la propriété d'absorber l'eau est recueillie dans un ballon à col rodé préalablement pesé.
- ✓ La phase supérieure (méthanol-eau) est rincée à l'aide de 50 ml d'un mélange à 20% de NaCl concentré à 0,58% et 80% de méthanol + chloroforme de façon à extraire le reliquat des lipides apparaissant à l'issue de cette opération.
- ✓ Nous filtrons comme précédemment la phase inférieure.
- ✓ Nous évaporons le chloroforme par le biais d'une étuve.

- ✓ Le poids net des lipides ainsi mis à sec est obtenu par différence entre le poids du ballon contenant la matière grasse et celui du ballon vide.

Le pourcentage des lipides totaux peut être déterminé par la formule suivante :

$$MG(\%) = \frac{P2 - P1}{Pe} \times 100$$

P2 : poids du ballon contenant les lipides.

P1 : poids du ballon vide.

Pe : prise d'essai.

c. Expression des résultats

La différence entre le ballon vide et le ballon qui contient les lipides après l'évaporation. La somme qui en résulte c'est la quantité des lipides contenus dans un pot de yaourt.

IV.3.2.4- Analyses sensorielles

L'analyse sensorielle consiste à étudier d'une manière ordonnée et structurée les propriétés d'un produit afin de pouvoir le décrire, de le classer ou de l'améliorer d'une façon extrêmement objective et rigoureuse (**Tariket, 2016**).

L'analyse sensorielle consiste à analyser les propriétés organoleptiques des produits par les organes des sens.

Les propriétés organoleptiques sont essentiellement :

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

IV.4- Analyses statistiques

Les résultats obtenus étaient soumis à une analyse de variance à un seul facteur dans l'objectif est de déterminer les différentes significations de chaque paramètre analysé. La comparaison multiple du test de **Duncan, (1955)** a été utilisée et les différences ont été déclarées significatives à $P < 0,05$. Les traitements statistiques ont été effectués à l'aide du logiciel Stat Box (version 6.40).

RÉSULTATS & DISCUSSION

Chapitre V – Résultats et discussion

Dans ce chapitre, nous présentons les différents résultats et les discussions de l'effet de l'ajout de fruits sur les propriétés physico-chimiques, microbiologiques, nutritionnelles et organoleptiques d'un produit laitier beaucoup plus apprécié par les Algériens « yaourts ». La marque du yaourt sur laquelle nous avons mené notre travail expérimental est la marque « Nature » l'une des produits de la laiterie SOUMMAM.

V.1. Résultats

V.1.1. Paramètres physico-chimiques

V.1.1.1. Potentiel hydrogène (pH)

La mise en examen des moyennes du pH de différents échantillons illustre des différences très hautement significatives avec une probabilité $P < 0,001$ voir tableau 7, annexe III.

La valeur de pH élevé est enregistrée dans le yaourt à la banane et la petite valeur enregistrée dans le yaourt au kiwi comme il est indiqué dans la **figure 22**.

La figure en dessous affiche des valeurs très proches les uns des autres, avec une légère augmentation en faveur de l'échantillon yaourt + banane (YB) pour une moyenne de 4,22. Néanmoins, la majorité des prélèvements affichent des valeurs moins que le témoin (yaourt Nature = 4,12).

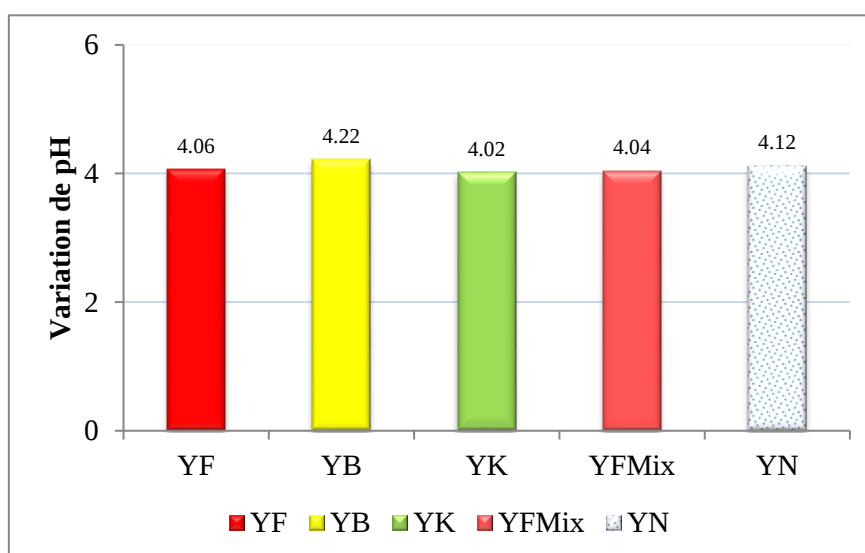


Figure 22. pH de différents échantillons.

V.1.1.2. Acidité titrable

L'analyse statistique de l'acidité titrable de différents échantillons révèle des différences très hautement significatives pour une probabilité $P < 0,001$ (Tab 7, annexe III).

Selon les résultats enregistrés dans la **figure 23**, on constate que l'échantillon du yaourt + kiwi affiche la moyenne la plus élevée (79,33°D). A contrario, le témoin enregistre la valeur la plus faible (75°D).

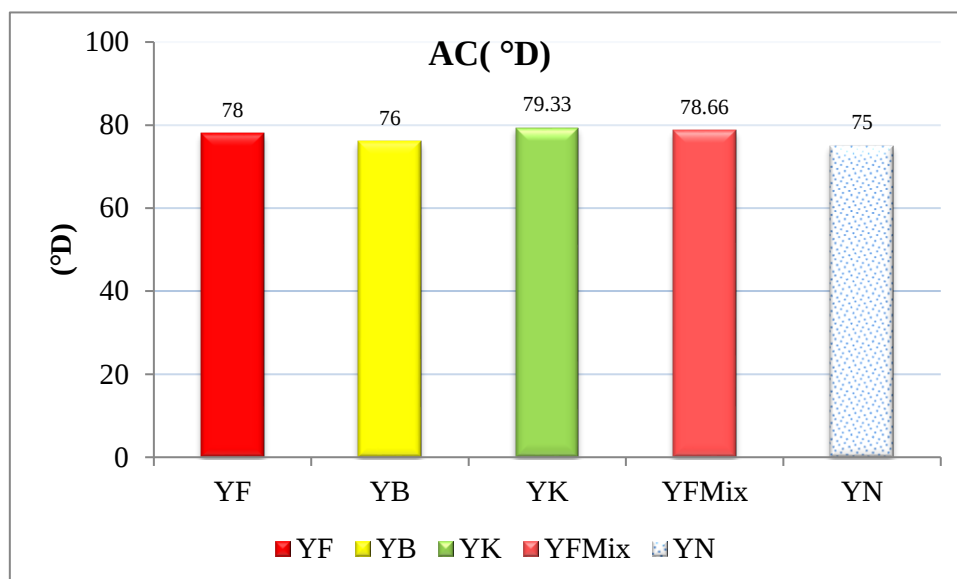


Figure 23. L'acidité titrable de différents échantillons.

V.1.1.3. L'extrait sec total (EST)

L'analyse de variance de l'extrait sec total signale des différences très hautement significatives entre les prélèvements réalisés pour une probabilité $P < 0,001$.

Après l'opération de mixage des fruits avec le yaourt nature afin d'analyser EST nous avons obtenu les résultats enregistrés dans la **figure 24**. De ce fait, les résultats ont révélé une valeur assez importante pour l'échantillon yaourt + banane (13,2%). Alors que, le témoin à enregistrer la moyenne la plus faible seulement 11%.

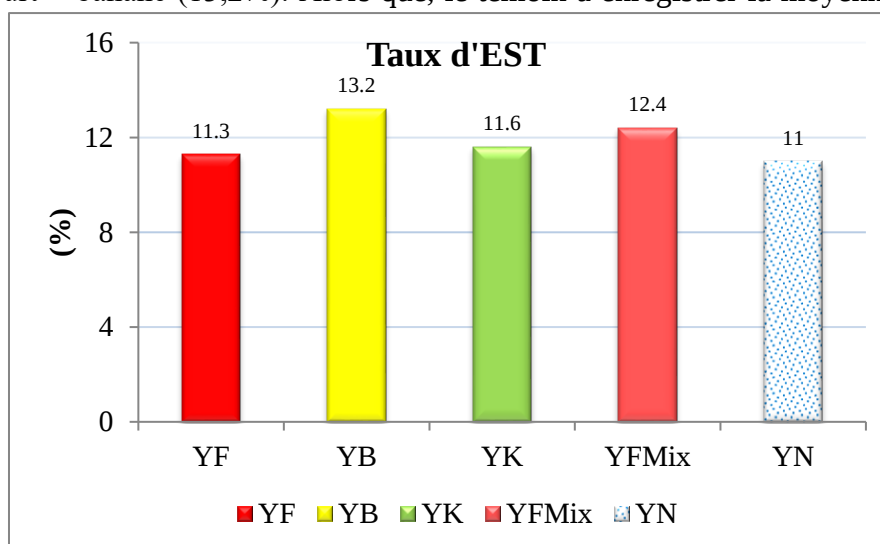


Figure 24. Les valeurs de l'EST des échantillons.

V.1.2. Propriétés microbiologiques

Un yaourt de bonne qualité hygiénique doit se faire à certains nombres de critères particulièrement en matière de normes microbiologiques. Celles-ci ne peuvent être obtenues que par l'application des

pratiques d'hygiène et les bonnes pratiques de fabrication à tous les stades de la vie du produit. Par ailleurs, l'ensemble des yaourts élaborés étaient exempt de la flore pathogène recherchée. Il s'agit particulièrement des Staphylocoques à coagulase + et les coliformes totaux et fécaux.

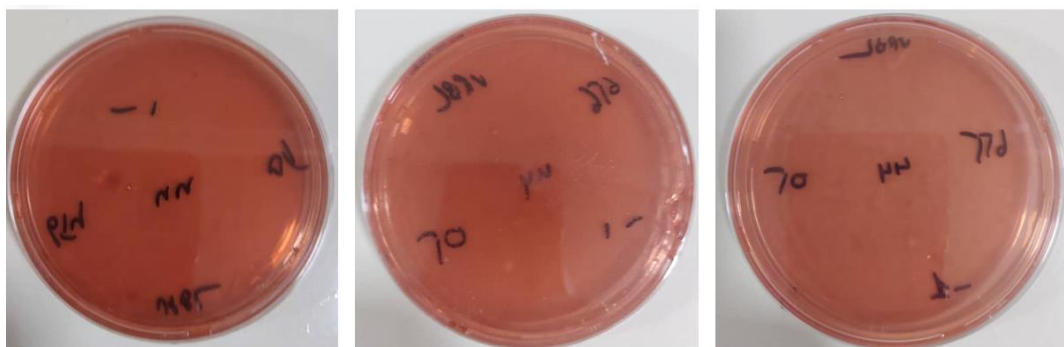


Figure 25. Les analyses microbiologiques.

V.1.3. Propriétés nutritionnelles

V.1.3.1. Glucides totaux

La mise en examen des différents prélèvements réalisés ne montre aucune différence significative voir tableau 8, annexe III.

La majorité des fruits matures ont goût sucré, donc une fois que nos échantillons ont été mélangés par les différents fruits utilisés dans notre expérimentation on s'aperçoit directement une augmentation dans les teneurs en sucres totaux des yaourts. Entre autres, selon la figure en dessous l'échantillon yaourt + fruits mixés présente la valeur la plus élevée avec une moyenne de 6,32g. En revanche, le témoin affiche seulement 4,1g.

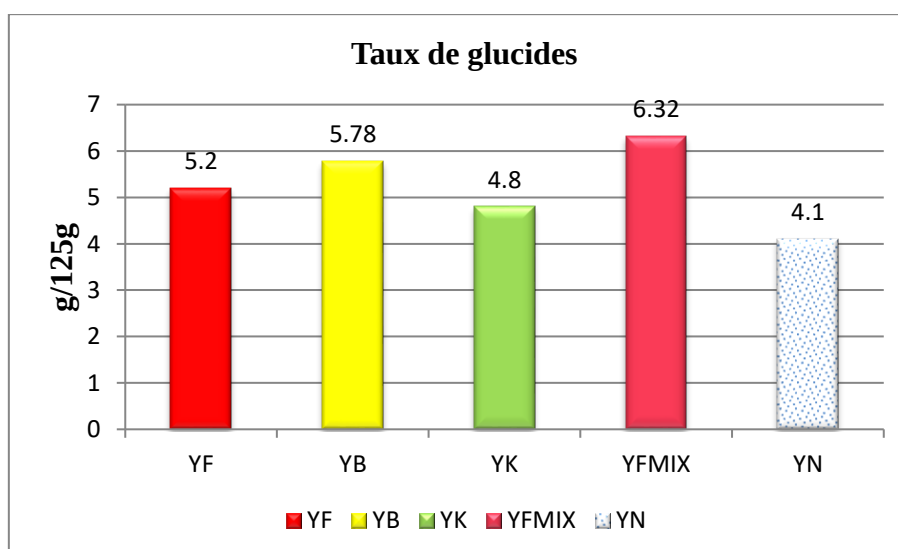


Figure 26. La teneur en glucides du yaourt aux fruits.

V.1.3.2. Protéines

L'analyse de variance pour la teneur en protéines de différents yaourts ne montre aucune différence significative entre les échantillons comme le montre tableau 8, annexe III.

Le dosage des protéines (**Figure 27**), illustre que tous les échantillons reçus un ou plusieurs fruits ont étaient affectés par la faible quantité des protéines des fruits. Dont, la plus haute valeur est constatée pour l'échantillon yaourt + fruits mixés avec une moyenne de 5g, tandis que l'échantillon témoin enregistre la plus faible valeur avec seulement 1,5g.

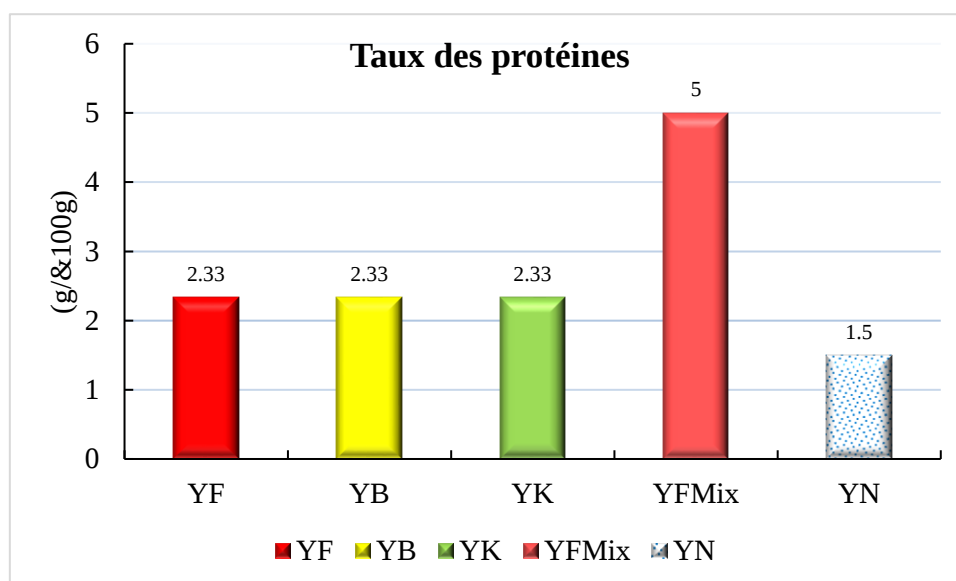


Figure 27. La teneur en protéines du yaourt aux fruits.

V.1.3.3. Lipides

L'analyse statistique des lipides de différents échantillons ne montre aucune signification ($P > 0,5\%$).

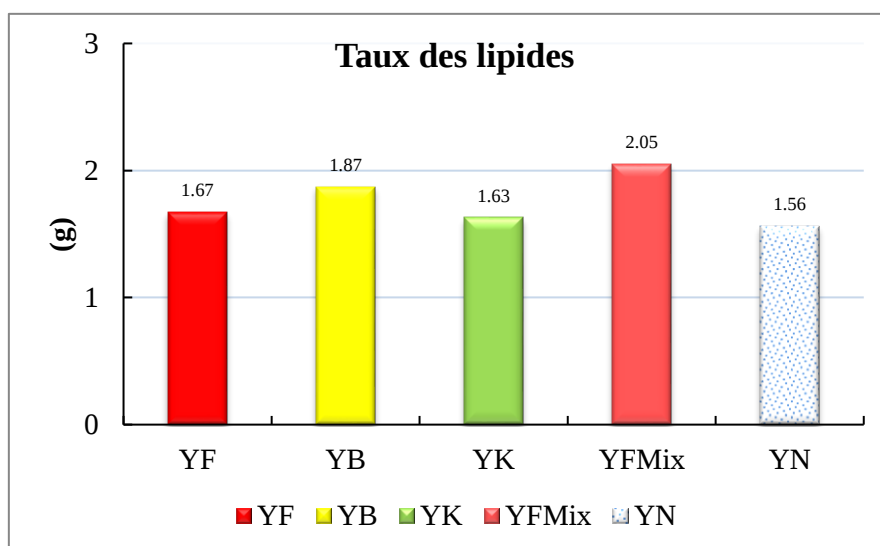


Figure 28. La tenure en lipide dans le yaourt aux fruits.

Selon la figure 28, l'ajout des fruits accroît légèrement la teneur des lipides de différents échantillons. Autrement dit, le pot du yaourt + fruits mixés affiche la valeur la plus élevée avec une moyenne de 2,02g. En revanche, le témoin enregistre une valeur de 1,56g est la moyenne la plus faible de tous les pots.

V.1.4 Analyses organoleptiques

Pour évaluer la qualité organoleptique de chaque échantillon. Un test de dégustation a été réalisé, et les résultats obtenus sont illustrés dans le tableau 9, annexe III.

Les tests affectifs impliquent des dégustateurs et leurs perceptions d'acceptabilité un groupe de dix d'individus sont utilisé pour l'analyse sensorielle descriptive afin d'avoir des résultats cohérents et représentatifs.

L'analyse organoleptique de différents échantillons réalisés, révèle certaines différences entre les dégustateurs. Entre autres, la différence constatée est une caractéristique d'évaluation pour chaque pot de yaourt.

V.2. Discussion des résultats

V.2.1. Qualité physico-chimique

Le pH des cinq types de yaourt « YF, YB, YK, YFMix et YN » sont très proches. Autrement dit, ces valeurs répondent aux normes du **J.O.R.A** exigeant une teneur de 4 à 4,4. L'acidité présente dans nos échantillons est due principalement à la présence des bactéries lactiques dans le lait.

Selon **Luquet et Carrieu, (2005)**, dans plusieurs pays le pH du yaourt doit être inférieur à 4,6 ce qui est en concordance avec nos résultats. Du même que **Kang et al., (2019)** rapportent que les valeurs de pH entre 4 et 4,4 sont considérées comme nécessaires pour obtenir une saveur et une texture optimales dans les yaourts de bonne qualité. D'autres témoignent que la fermentation lactique est l'étape décisive assurant la transformation du lait liquide en un gel. Les deux bactéries lactiques employées : *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus delbrueckii subsp.* Au début de fermentation, les *S. thermophilus* se développent rapidement. Ils absorbent le lactose et le transforment en acide lactique, ce qui provoque une baisse du pH (acidification) (**Branger, 2004 ; Tamime et Society of Dairy Technology, 2006**). De son côté **Hachana et al., (2017)**, Exprimez que l'acidité du yaourt a continué à se développer pendant le stockage

Par ailleurs, la différence de l'acidité Dornic constatée entre les pots de yaourts effectués est due principalement à la présence de deux bactéries dans le yaourt, *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*. *L.bulgaricus* apporte essentiellement de l'acidité. Elle se développe bien à une température allant de 47 à 50°C. *S. thermophilus* est moins acidifiante que la précédente, il développe l'avantage d'arôme. Elle se développe à une température allant de 42 à 45°C. Ces genres de bactéries du yaourt sont capables de traverser sans dommage l'estomac pour s'installer dans l'intestin où elles aident à la digestion. Elles favorisent la guérison de la diarrhée, tant chez l'adulte que chez l'enfant. Renforcement des défenses immunitaires, diminution de l'inflammation du colon. Nos résultats corroborent avec ceux trouvés par **Ashraf et Smith, (2015)**.

Néanmoins, l'extrait sec total des échantillons semblent affecté par l'ajout des fruits. L'augmentation constatée est principalement due à la standardisation du lait employé (en poudre ou bien lait cru de vache) dans le processus de fabrication de la marque du yaourt exploité dans cette étude. En effet, si la matière première utilisée est lait cru de vache le taux de l'extrait sec sera faible généralement. En revanche, si la matière première utilisée est lait en poudre ou un mélange entre le lait cru et la poudre, se traduit par l'augmentation de l'extrait sec total. **Beal et Sodini (2003)** rapportent que le lait de vache cru doit être enrichi par l'utilisation de la poudre de lait pour augmenter le taux d'extrait sec total et ainsi former un yaourt consistant et exempt de synergie.

V.2.2. Analyses microbiologiques

La recherche des microorganismes indicateurs de la contamination d'origine fécale permet de juger l'état hygiénique d'un produit (**Labioui et al ., 2009**).

Les résultats de la qualité hygiénique ont illustré l'absence totale de toute sorte de bactéries pathogènes dans les prélèvements réalisés. Ce qui nous mène de dire que nos résultats sont conformes aux normes fixées par le **J.O.R.A, (2017)**. Ce qui signifie que nos échantillons du yaourt avec les différents fruits ajoutés sont de bonne qualité alimentaire, organoleptiques et hygiénique.

L'absence de germes est dû certainement au respect des règles d'hygiène appliquées aux différentes étapes de la chaine de production. Nos résultats rejoignent ceux trouvés par **Kherzane et Khelifa, (2015)**.

De son côté **Leary (2004)** rapporte que l'absence totale de coliformes et d'autres germes pathogènes indique l'action primordiale exercée par les traitements thermiques subits par les produits analysés d'une part et l'efficacité des opérations de nettoyage appliquées d'autre part. De même que, **Vignola (2002) ; Lamprell, (2003)** expliquent que les bactéries lactiques peuvent aussi jouer un rôle dans la réduction ou l'élimination de la flore de contamination et ceux par la production des composés inhibiteurs d'agents antibactériens comme bulgarican de *Streptococcus thermophilus* et de l'eau oxygénée produit par *Lactobacillus bulgaricus*.

V.2.3. Propriétés nutritionnelles

L'adjonction des fruits sur le produit exploité révèle une amélioration considérable de toutes les propriétés nutritionnelles du yaourt nature.

Cependant, pour les sucres totaux, une légère augmentation améliore beaucoup plus le goût des produits réalisés, mais n'excède pas la norme nationale fixée par le **J.O.R.A, (1998)**.

Je vous rappelle que certains producteurs de yaourt ajoutent des quantités excessives en sucre qui est généralement le saccharose (disaccharide) plus que la norme pour donner un goût sucré a ce produit. Mais trop de sucres dans les denrées alimentaires peut entraîner des conséquences négatives pour la santé du consommateur tel que ; l'obésité, maladies cardiovasculaires ou même le diabète de type 2.

Un travail scientifiques réalisé dans la même thématique sur l'addition de la confiture de fraise pour un yaourt nature, la valeur énergétique à été augmentée de 60 kcal (yaourt nature témoins) au 170 kcal pour le yaourt nature + confiture de fraise (**CIQUAL, 2013 ; Saint-Eve et al., 2016**).

Cependant, l'importance des protéines dans l'organisme humain est primordiale, elles apportent une quantité non négligeable en acides aminés dont le corps à besoins. Les protéines du lait représentent 95% de la fraction azotée du lait. Elles sont largement utilisées dans l'industrie agroalimentaire pour leurs propriétés fonctionnelles (émulsifiantes, moussantes, gélifiantes), mais aussi pour leurs propriétés nutritionnelles (**Horne, 2014**). De leurs côté **Gillis et Ayerbe, (2018)** explique que les protéines se trouvent dans le lait bovin à des concentrations comprises entre 30 et 36g/l. On différencie deux types de protéines : les caséines (80% des protéines) et les protéines du lactosérum (19%). Ainsi que **Robinson et al., (2005)** confirme l'existence des protéines dans le lait utilisé comme matière première dans la fabrication du yaourt.

Entre autres, l'addition des fruits accroît avec la quantité des protéines dans les pots réalisés. Autrement dit, les fruits utilisés contiennent eux aussi une quantité non négligeable en protéines végétales. Beaucoup de travaux de recherche signalent que les fruits sont considérés comme une source de protéines végétales, ce qui contribue à une augmentation de la teneur en protéines dans le yaourt (**Nassar et al., 2010 ; Waksmundzka-Hajnos et Sherma, 2010**).

Par ailleurs, les résultats obtenus de la matière grasse dans les différents échantillons montrent une très légère différence sur tous les prélèvements effectués. Autrement dit, pour le témoin l'origine des lipides est certainement due à la teneur des grasses dans le lait utilisé. A contrario, les pots dont nous avons ajouté des fruits, l'origine des lipides est celle du lait et les lipides d'origines végétales contenues dans les fruits.

Nos résultats concordent avec ceux trouvés par **Kellaci et Cherif, (2015)**. Selon **Ihemeje et al (2015)**, la teneur en matière grasse dans les yaourts dépend de la matière grasse du lait utilisé lors de la standardisation du yaourt. D'autres confirment que la quantité du gras dans le yaourt est due au lait du vache ou en poudre utilisé dans la fabrication du yaourt (**Hassane Douadji et al., 2022**).

V.2.4. Propriétés organoleptiques

Afin d'évaluer la qualité organoleptique de différents échantillons effectués un test de dégustation a été réalisé sur les pots de yaourt a fruits préparés, et les résultats obtenus sont publiés dans le tableau 9, annexe III.

Les tests effectués par le groupe de dégustation et leurs perceptions d'acceptabilité envers l'analyse sensorielle descriptive afin d'avoir des résultats cohérents et représentatifs.

L'analyse sensorielle de différents pots de yaourt à fruit réalisés, montre certaines différences entre les échantillons. De ce fait, la diversité constatée est une caractéristique d'évaluation pour chaque pot de yaourt.

Par ailleurs, les résultats du tableau du test de dégustation, révèlent que la couleur prise par chaque pot du yaourt est due probablement à la couleur caractéristique de chaque type de fruit, à l'exception du pot des fruit mixés pour sa couleur rouge est due certainement à la dominance de la couleur des fraises.

Néanmoins, concernant le goût des pots réalisés on constate une variation remarquable entre les échantillons. Entre autres, les différents goûts apercevais sont dues aux propriétés des fruits, à l'exception du pot de kiwi qui avait un goût amer, à cause de la non-maturité complète du fruit.

Cependant, en ce qui concerne l'odeur, les pots de yaourt mélangés par les fraises ou le banane ont pris l'odeur de ces deux fruits. En revanche, les pots témoins et du kiwi sans odeur.

La texture quant à elle, les échantillons ont présenté une diversité nette d'un pot à un autre, et ça selon les caractéristiques des fruits et leurs maturités, cette diversité varie entre texture visqueuse à liquide.

L'analyse sensorielle a pour but de décrire les caractéristiques organoleptiques des produits, de façon objective et qualifiable selon des critères bien définis d'aspect de couleur, de texture, de saveur et de goût (**Luquet et Corrieu, 2005**).

De son côté, **Sellami et Merabet, (2023)**, suggèrent que la perception sensorielle du yaourt en termes de goût, de texture, et la couleur a été améliorée grâce à l'ajout des fruits, ce qui a entraîné une meilleure note globale.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Conclusion générale

Nous vivons dans un environnement obésogène et les régimes alimentaires riches en énergie et pauvres en nutriments aggravent les risques de maladies cardio-métaboliques telles que le diabète de type 2, les maladies cardiovasculaires et le syndrome métabolique. Les maladies liées à l'alimentation sont en grande partie évitables et traitables et de nombreuses habitudes hygiéno-diététiques sont apprises dans l'enfance. En fait, le yaourt est un aliment riche en nutriments, contenant une association de nutriments qui sont importants pour la croissance et le développement pendant l'enfance et l'adolescence.

Au terme de cette étude, nous pouvions conclure que l'addition des fruits au yaourt nature améliore beaucoup plus ces caractéristiques nutritionnelles et organoleptiques.

- ✓ Néanmoins, les résultats physico-chimiques obtenus révèlent tous une conformité des yaourts préparés aux normes nationales requises.
- ✓ Cependant, les analyses microbiologiques enregistrent des résultats négatifs. L'absence des agents pathogènes tel que les Staphylocoques à coagulase + et les coliformes totaux et fécaux, ceci est principalement due au respect des conditions d'hygiène utilisées dans le laboratoire universitaire, et notamment les conditions de fabrication du yaourt par l'utilisation de méthodes modernes pour éliminer complètement les microorganismes pathogènes, donc la maîtrise du catalogue des bonnes pratiques d'hygiène.
- ✓ En ce qui concerne, les résultats nutritionnels montrent que les pots obtenus affichent tous des valeurs positives par rapport au témoin. En effet, l'ajout des fruits attestent une amélioration remarquable vis-à-vis les glucides, les protéines et même en lipides, surtout le pot à base des fruits mixe.
- ✓ A l'issue de la détermination de la qualité organoleptique des yaourts à base des fruits et cela d'après le groupe dégustateur. Le test de dégustation, illustre que chaque pot de yaourt a pris les caractéristiques du fruit additionné. Entre autres, le pot avec des fruits mixes s'est révélé comme la meilleure produit car il a fusionné toutes les propriétés organoleptiques des fruits utilisés en un seul pot. Autrement dit, l'observation a révélé une couleur rose, avec un goût agréable entre l'aigre et sucré, et une couleur attirante se caractérise par une variation entre la fraise et la banane, sans oublier sa texture visqueuse.

Perspectives

Par ailleurs, dans une perspective de recherche future, les résultats dégagés par cette recherche scientifique méritent d'être approfondis par d'autres travaux visant à analyser les effets des fruits sur ;

- ✓ L'activité anti-inflammatoire,
- ✓ L'activité antidiabétique,

- ✓ L'activité anticancéreuse,
- ✓ Caractérisation des molécules responsables des activités biologiques,
- Analyses physico-chimiques et microbiologiques de la matière première et d'aller vers des produits Bio à 100 %.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

- Adriana P., 2016.** Etude comparative de deux méthodes de fabrication de yogourt grec à l'échelle pilote utilisant ultrafiltration comme technique de concentration. Mémoire de fin de cycle : maîtrise en sciences et technologie des aliments, Université LAVAL, 86 p.
- Affer M., et Bouziane T., 2013.** L'effet de l'incorporation de la farine de pois chiche sur le lait fermenté type yaourt.
- AFSSA., 2000.** Rapport de la Commission d'étude des risques liés à *Listeria monocytogenes*. 146 p.
- Aidan P., William B., Whitman., Michael G., Peter K., Hans-Jürgen B., Martha E., Trujillo, Wolfgang L et Ken-ichiro S., 2012.** Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. Volume 5, Springer New York Dordrecht Heidelberg London, New York, USA, p 2029.
- Alais C., Linden G et Miclo L., 2008.** Biochimie alimentaire, Dunod 6^{ème} édition. Paris, Pp 86-88.
- Amiot J., Fournier S., Lebeuf Y., Paquin P., et Simpson R., 2002.** Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait. Dans : Sciences et technologie du lait. Ecole Polytechnique de Montréal, 600 p.
- Analie L., et Viljoen B., 2001.** Review: Yogurt as probiotic carrier food. *International Dairy Journal*, 11, Pp 1-17.
- Arfaoui L., 2020.** Total polyphenol content and radical scavenging activity of functional yogurt enriched with dates. *Czech Journal of Food Sciences*, 38 (5), Pp 287-292.
- Ashraf R., et Smith S., 2015.** Selective enumeration of dairy based strains of probiotic and lactic acid Bacteria. *International Food Research Journal*, 22 (6), Pp 2576-2586.
- Aune D., Giovannucci E., Boffetta P., Fadnes L., Keum N., Norat T., et Greenwood D., 2017.** «Fruit and vegetable intake and the risk of cardiovascular disease, total cancer and all-cause mortality: A systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies», *International Journal of Epidemiology*, 46.3, Pp 1029-1056.
- Battino M., Giampieri F., Ciancioso D., Ansary J., Chen X., Zhang D., Gil E et Forbes-Hernandez T., 2020.** The roles of strawberry and honey phytochemicals on human health: A possible clue on the molecular mechanisms involved in the prevention of oxidative stress and inflammation. *Phytomedicine*, Pp 153-170.
- Beal C., et Sodini I., 2003.** Fabrication des yaourts et des laits fermentés in technique d'ingénieur. *Traité agroalimentaire*. Paris, France, 17 p.
- Benabi B., et Zaoui E., 2020.** Étude du Processus d'Obtention du Lait et Dérivé à l'Entreprise GIPLAIT Mostaganem. Mémoire de master 2 : Génie des procédés de l'environnement, Université Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem, 36 p.
- Benayache S., 2016.** Etude des variations biochimiques du lait et de sang chez les vaches laitières en fonction de l'alimentation. Mémoire de Magistère en Science vétérinaires, université des frères Mentouri Constantine, Constantine, 102 p.
- Birlouez I., 2017.** Le yaourt un produit traditionnel en plein renouveau. Retiré de: file:///C:/Users/power%20pc/Downloads/le-yaourt-il-fait-des-merveilleshistorique-version_finale-2.pdf.
- Boffetta P., Couto, E., Wichmann, J., Ferrari, P., Trichopoulos, D., Bueno-deMesquita, H.B., et Van Duijnhoven F.J.B., 2010.** Fruit and vegetable intake and overall cancer risk in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC). *Journal of the National Cancer Institute*, 102(8), Pp 529-537.

- Boubchir Ladj K., 2010.** Effets de l'enrichissement (avec des concentrés de protéines laitières) et des paramètres technologiques sur la qualité du yaourt fabriqué à la laiterie Soummam d'Akbou. Mémoire de magister, Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou Faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques, Algérie, Pp 7-8.
- Boubendir A., 2012.** Analyse et prévalence du risque infectieux de *Listeria monocytogenes* dans les laits crus récoltés dans deux régions à climat différent (zone semi-aride et le Nord-Est algérien) : Modélisation spatiale de la diversité floristique, thèse doctorat en Microbiologie appliquée, Université Mentouri-Constantine, 160p.
- Boucenna A., 2019.** Etude physico-chimique et microbiologique du lait et ses dérivés. Thés doctorat en Science Vétérinaires, Université Saad Dahlab-Balida 1, Balida, 63p.
- Boufeldja B., 2017.** Etude physico-chimique et microbiologique d'un fromage frais traditionnel << jben fabriqué par << hakka >>. Université Abou Beker Belkaid, Tlemcen, 6p.
- Branger A., 2004.** Fabrication de produits alimentaires par fermentation : l'ingénierie, Techniques de l'ingénieur. Techniques de l'ingénieur, Vol F2, Pp 1-15.
- Brisabois A., Lafarge V., Brouillard A., Buysen M., Collette C., Garin-Bastuji B et Thorel M., 1997.** Les germes pathogènes dans le lait et les produits laitiers: situation en France et en Europe. 16 (1). Pp 452-471.
- Brulé G., 2003.** Impact de l'évolution des technologies de production et de transformation sur la qualité des produits laitiers. Annexe au rapport commun de l'Académie des technologies et de l'academie d'agriculture de France. Version du 25 Août 2003 ; 47 p. http://www.museum.agropolis.fr/pages/savoirs/techno_lait/annexe.pdf.
- Caghanier B., 1998.** Moisissures des aliments peu hydratés collection Sciences et techniques agroalimentaires. Lavoisier Tec et Doc, 39 p.
- Cheftel J., et Cheftel H., 1996.** Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments. *Lavoisier*, 1, 43 p.
- Chowdhury M., Hossain N., Kashem M., Shahid M., et Alam A., 2020.** Immune response in COVID-19: A review», *Journal of Infection and Public Health*, 13(11), Pp 1619-1629.
- Cidil et Inra., 2009.** Du lait aux produits laitiers. *Cidil*, Paris, France, 19p.
- CIQUAL., 2013.** Composition nutritionnelle des aliments. Table Ciqua version 2013. <https://pro.anses.fr/tableciqua/>.
- Codex alimentarius., 1999.** Norme générale pour l'utilisation de termes de laiterie CODEX STAN, 206 p.
- Collese T., Nascimento-Ferreira M., Ferreira A., RendoUrteaga T., Bel-Serrat S., Moreno, L et Carvalho H., 2017.** Role of fruits and vegetables in adolescent cardiovascular health: A systematic review. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nux002>.
- Conner T., Brookie K., Carr, A., Mainvil L., et Vissers M., 2017.** Let them eat fruit! The effect of fruit and vegetable consumption on psychological well-being in young adults: A randomized controlled trial. *PLoS One*, 12(2), 19 p.
- Cuq J., 2007.** Microbiologie Alimentaire. Edition Sciences et Techniques du Languedoc. Université de Montpellier, Pp 20-25.
- Deforges J., Derens E., Rosset R., et Serrand M., 1999.** Maîtrise de la chaîne du froid des produits laitiers réfrigérés. Cemagref. Tec et Doc, Paris, France. 108 p.
- Delarras C., 2014.** Pratique en microbiologie de laboratoire Recherche de bactéries et de levures et moisissures. Céline Poiteaux, Paris, France, Pp 199-231.

- Delavenne E., Mounier J., Asmani K., Jany J., Barbier G et Le Blay G., 2011.** Fungal diversity in cow, goat and ewe milk. *International Journal of Food Microbiology* ,151, Pp 247-251.
- Derby G., 2001.** Lait, nutrition et santé. Tec et Doc, Lavoisier, Paris. 556 p.
- Duncan D., 1955.** Multiple Range and Multiple F-Test. *Biometrics*, 11, Pp 1-5.
- Essalhi M., 2002.** Relation entre les systèmes de production bovine et les caractéristiques du lait. Mémoire d'ingénieurs. Institut Agronomique et vétérinaire, Université de Hasan II, Rabat. 104 p.
- F.A.O., 2008.** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine Collection FAO: Alimentation et nutrition n° 28. <https://www.fao.org/4/t4280f/T4280F0d.htm>.
- FAO et CIRAD., 2021.** Fruits et légumes - Opportunités et défis pour la durabilité des petites exploitations agricoles.Rome. <https://doi.org/10.4060/cb4173fr>.
- FAO., 1995.** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Amazon, Rome, Italie. https://books.google.dz/books/about/Le_lait_et_les_produits_laitiers_dans_la.html?id=4zNuqZpwNw4C&redir_esc=y.
- FAO., 2007.** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. <http://www.fao.org/docrep/T4280F/T4280F00.HTM>.
- Folch J., Lees M. and Sloane Stanley H., 1957.** A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*,262, Pp 497-509. [https://doi.org/10.1016/S0021-9258\(18\)64849-5](https://doi.org/10.1016/S0021-9258(18)64849-5).
- Forbes-Hernandez T., Gasparrini M., Afrin S, Bompadre S., Mezzetti B., Quiles J., Giampieri F et Battino M., 2016.** The Healthy Effects of Strawberry Polyphenols: Which Strategy behind Antioxidant Capacity ? *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 56 (1), Pp 46-59.
- François M., Frederick B., Charlotte B., Catherine B., et Clara B., 2021.** Actualisation des références nutritionnelles françaises en vitamines et minéraux. *Maisons-Alfort*, 1, 240 p. <https://anses.hal.science/anses-03791986>.
- Franworth E et Mainville I., 2010.** « Les produits laitiers fermentés et leur potentiel thérapeutique » Centre de recherche et de développement sur les aliments, Saint-Hyacinthe. <http://www.dos.transf.edwa.pdf/>.
- Fredot E., 2005.** Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Tec et Doc, Lavoisier, 10-14 (397 pages).
- Fredot E., 2006.** Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Tec et Doc, Lavoisier, 25 (397 pages).
- Gahruie H., Eskandari M., Mesbahi G et Hanifpour M., 2015.** Scientific and technical aspects of yogurt fortification: A review. *Food Science and Human Wellness*, 4(1), Pp 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2015.03.002>.
- Gaucher I., 2007.** Caractéristiques de la micelle de caséines et stabilité des laits : de la collecte des laits crus au stockage des laits UHT , thèse INRA / Agrocampus Sci. Tech. Lait et oeuf .agrocampus Rennes
- Ghaoues S., 2011.** Evaluation de la qualité physico-chimique et organoleptique de cinq marques de laits reconstitués partiellement écrémés commercialisés dans l'est Algérien. Mémoire de Magister en Science Alimentaires, Université MENTOURI, Constantine, 12 p.
- Gillis J., Ayerbe A., 2018.** Le fromage. 4ème Edi, Lavoisier, Tec & Doc, France, 38p.
- Gosta B., 1995.** Lait long conservation. In manuel de transformation du lait. Edition: Tétra Packs Processing Systems A.B, Sweden. 442 p.
- Guiraud J., 2003.** Microbiologie Alimentaire. Edition Dunod. Paris. Pp 136-139.

- Gürsoy A., Durlu-Özkaya F., Yildiz F., et Aslim B., 2010.** Set Type Yoghurt Production by Exopolysaccharide Producing Turkish Origin Domestic Strains of *Streptococcus thermophilus* (W22) and *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* (B3). *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergis*, 16, Pp 81-86.
- Guy F., 2006.** Elaboration d'un guide méthodologique d'intervention lors de contaminations par les salmonelles de produits laitiers au lait cru en zone de productions fromagères AOC du massif central. Thèse de doctorat d'état, université Paul-Sabatier de Toulouse, France, 17 p.
- Hachana Y., Rejeb R., Chiboub N et Zneidi I., 2017.** Etude des facteurs de variation de la qualité du yaourt durant le processus de production. *Journal of new sciences*, 41(7). Pp 2243-2252.
- Hassane D., Mouri S., et Serraa D., 2022.** Étude comparative de quelques marques du yaourt aromatisé commercialisées dans la région de Mazouna à travers des propriétés physico-chimiques et microbiologiques. Mémoire de Master en agroalimentaire et contrôle de qualité, Université de Relizane, 66 p.
- Horne D., 2014.** Casein Micelle Structure and Stability. In *Milk Proteins*, Pp 169–200. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815251-5.00006-2>.
https://scholar.google.pl/citations?view_op=view_citation&hl=pl&user=cklCfB0AAAAJ&citation_for_view=cklCfB0AAAAJ:zYLM7Y9cAGgC
- Ihemeje A., Nwachukwu C et Ekwe C., 2015.** Production and quality evaluation of flavoured yoghurts using carrot pineapple and spiced yoghurts using ginger and pepper fruit, *African journal of food*, 9(3), Pp 163-169.
- J.O.R.A.N°39 ., 2017.** Arrête interministériel du 03 chaoual 1438 correspondant au 02 juillet 2017 relatif aux spécifications et à la présentation de certains laits de consommation. 13P.
- J.O.R.A., 2014.** Décret exécutif n° 68 - 30 du 2 Moharram 1436 correspondant au 23 novembre 2014 relatif à la méthode de dénombrement des staphylocoques à coagulase positive (*staphylococcus aureus* et autres espèces), 17p.
- JORA., 1998.** Spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires. N°35. <http://www.joradp.dz/HAR/Index.htm>.
- Jay J., 2000.** Taxonomy, role, and significance of microorganisms in food. Dans *Modern Food Microbiology*, *Aspen Publishers*, Gaithersburg MD, Pp 13-22. <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4615-4427-2>.
- Jeanet R., Croguennec T., Mahaut M., Schuck P., et Brule G., 2008.** Les produits laitiers ,2^{ème} édi, Tec et Doc, Lavoisier, 185p.
- Kang S., Kim M et Kim Y., 2019.** Comprehensive evaluation of microbiological and physicochemical properties of commercial drinking yogurts in Korea. *Food science of animal resources*, 39 (5), Pp 820-830.
- Kellaci K., et Cherif N., 2015.** Contrôle de la qualité physico-chimique et microbiologique d'un yaourt aromatisé produit par la laiterie d'Aribe, Mémoire de fin d'étude, Université de Blida. 38 p.
- Kherzane D., et Khelifa H., 2015.** Contrôle de la qualité physico-chimique et microbiologique du yaourt brassé à boire « trèfle », Mémoire de fin d'étude, université de Blida. Pp 38-39.
- Kiros E., Seifu E., Bultosa G., et Solomon W., 2016.** Effect of carrot juice and stabilizer on the physicochemical and microbiological properties of yoghurt. *Lwt - Food Science and Technology*, 69, Pp 191-196.
- Kliks J., Leśniak A., Spruch M., Szoldra S et Czabaj S., 2019.** Quality characteristics of natural yoghurts produced with lactulose supplementation. *Integrative Food, Nutrition and Metabolism*, 6, Pp 1-4.

- Klimenko N., Tyakht A., Popenko A., Vasiliev A., Altukhov I., Ischenko D et Shashkova T., 2018.** «Microbiome responses to an uncontrolled short-term diet intervention in the frame of the Citizen Science Project», *Nutrients*, 8 ; 10 (5), 576 p.
- Labioui L., Elmoualdi A., Benzakour M., Elyachoui E., Berny M et Ouhssine., 2009.** Étude physicochimique et microbiologique de laits crus. *Bulletin de la Société de pharmacie de Bordeaux*, vol.148. Pp 7-16.
- Lagneau P., Lebtahi K et Swinne, D.,1996.** Isolation of yeasts from bovine milk in Belgium. *Mycopathologia* ,135, Pp 99–102.
- Lamontagne P., Champagne J., Reitz A., Sylvain M., Nancy G., Maryse L., Julie J., et Ismail F., 2002.** Microbiologie de lait. Science et technologie de lait École polytechnique de Montréal.
- Lamprell H., 2003.** Production des entérotoxines dans les fromages en fonction de la diversité phénotypique et génétique des souches de *Staphylococcus aureus*. Thèse de doctorat, spécialité « science des aliments ». Ecole nationale de biologie appliquée à la nutrition et à l'alimentation, Bourgogne, France, 190 p.
- Luquet Fet Carrieu G., 2005.** Bactéries lactiques et probiotiques. Collection sciences et techniques agroalimentaires, Ed Lavoisier Tec et Doc. Paris, 307 p.
- Larpent J., 1997 .** Microbiologie alimentaire. Technique de laboratoire. Édition technique et documentation. Lavoisier, Paris, France ,1037 p.
- Leary M., 2004.** Manuel de transformation du lait. Chapitre 13, 249 p.
- Lecerf J., 2020.** Particularités et bienfaits des yaourts. *Médecine des Maladies Métaboliques*, 14(8), Pp 699-705. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1957255720300493>.
- Ledoux T., Hingle M., et Baranowski T., 2011.** «Relationship of fruit and vegetable intake with adiposity: A systematic review», *Obesity Reviews*, 12.5, Pp143-150.
- Leenders M., Sluijs M., Ros, Boshuizen H., Siersema P., Ferrari P., et Weikert C., 2013.** «Fruit and vegetable consumption and mortality European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition», *Am J Epidemiol*, 178(4) : Pp 590-602.
- Leyral G et Vierling É., 2007.** Microbiologie et toxicologie des aliments: hygiène et sécurité alimentaires. 4^{ème} édition Biosciences et techniques. 87 p.
- Li F., Wang H., Zhang C., Wang X., Shi F., Chen W et Ge X., 2013.** Origins and domestication of cultivated banana inferred from chloroplast and nuclear genes. *PLoS One* ; 8 (11). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3832372/>
- Li M., Fan Y., Zhang X., Hou W et Tang Z., 2014.** Fruit and vegetable intake and risk of type 2 diabetes mellitus: Meta ; analysis of prospective cohort studies. *BMJ open*, 4 (11), Pp 54-97.
- Luquet F et Corrieu G., 2005.** Bactéries lactiques et probiotiques. Edition Tec et Doc, Lavoisier. Paris. 307 p.
- Mahaut M., Jeantel R., Brulé G et Schuck P., 2000.** Les produits industriels laitiers. Edition : Tec et Doc, Lavoisier. Paris. Pp 26-37.
- Mahmoudi S., Barrocas C., Manhita A., Boutoumi H., et Charif R ., 2021.** Formulation of goat's milk yogurt with fig powder: Aromatic profile, physicochemical and microbiological characteristics. *Food Science and Technology International*, 27(8),Pp 712–725. <https://doi.org/10.1177/1082013220983961>.
- Mathieu J., 1998.** Ecole nationale des industries du lait et des viandes de la Roche-Sur-Foron. Initiation à la physico-chimie du lait. Edition. Tec et Doc. Lavoisier, Paris. Pp 102-210.

- Maxner B., McGoldrick J., Bellavance D., Liu P., Xavier R., Yarze J., et Ricciardi, R., 2020.** Fruit and vegetable consumption is associated with lower prevalence of asymptomatic diverticulosis : A cross-sectional colonoscopy-based study. *BMC Gastroenterol*, 20(1), 221 p.
- Miller V., Mente A., Dehghan M., Rangarajan S., Zhang X., Swaminathan S., Dagenais G et al., 2017.** Fruit, vegetable, and legume intake, and cardiovascular disease and deaths in 18 countries (PURE) : A prospective cohort study. *The Lancet*, 390.10107: 2037-49. www.thelancet.
- Mission Scientifique de Syndifrais., 1997.** Yaourts, laits fermentés. *Le Lait*, 77 (3), Pp 321-358. <https://hal.science/hal-00929530>.
- Mohammeed H., Abu-Jdayil B., et Al-Shawabkeh A., 2004.** Effect of solid concentration on the rheological properties of Labneh (concentrated yoghurt) produced from sheep milk. *Journal of Food Engineering*, 61, Pp 347-352.
- Nassar M., Aboutabl E., Ahmed R., El-Khrisy E., Ibrahim K et Sleem A., 2010.** Secondary metabolites and bioactivities of *Myrtus communis*. *Pharmacognosy research*, 2(6), 325 p.
- Neville M., et Jensen R., 1995.** The physical properties of human and bovine milks In JENSEN R., *Handbook of milk composition-General description of milks*, Academic Press, 82, 919 p.
- Ould Amar A., et Nedjari S., 2022.** Analyse des composés α -dicarbonylés de type Méthylglyoxal (MGO) par GC-MS dans différentes variétés de café: entre fraude et réglementation. Mémoire du Master en agroalimentaire et contrôle de qualité, Université de Blida. Algérie.
- Pandey K., et Rizvi S., 2009.** Plant polyphenols as dietary antioxidants in human health and disease. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2, Pp 270–278.
- Pech J., Purgatto E., Bouzayen M., et Latché A., 2018.** Ethylene and fruit ripening. *Annu Plant Rev Online*, Pp 275–304.
- Pincemail J., Degruene F., Voussure S., Malherbe C., Paquot N., et Defraigne J., 2007.** Effet d'une alimentation riche en fruits et légumes sur les taux plasmatiques en antioxydants et des marqueurs des dommages oxydatifs. *Nutrition clinique et métabolisme*, 21(2), Pp 66-75.
- Pougheon S., 2001.** Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière, thèse de doctorat spécialité vétérinaire, Université Paul-Sabatier de Toulouse, Pp 14-34.
- Pougheon S et Goursaud J., 2001.** Le lait et ses constituants caractéristiques physicochimiques in lait nutrition et santé. Éditions Lavoisier, Paris.
- Renard C.M.G.C., 2021.** Construire la qualité nutritionnelle d'un fruit ou légume, depuis le champ jusqu'à l'assiette. Conférence du 1er décembre 2021 – Session 2 – Du champ à l'assiette : comment se construit la qualité nutritionnelle d'un aliment ? Paris, France. 4 p.
- Renato H et Martin W., 2016.** Characteristics and distribution of *Listeria* spp., including *Listeria* species newly described since 2009. *Springerlink*, 100, Pp 5273–5287. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00253-016-7552-2>.
- Reynolds A., Mann J., Cummings J., Winter N., Mete E., Te Morenga L., 2019.** Carbohydrate quality and human health: a series of systematic reviews and meta-analyses. *393*(10170), Pp 434–45.
- Richardson D., Ansell J., et Drummond L., 2018.** The nutritional and health attributes of kiwifruit: a review. *European Journal of Nutrition*, 57(8), Pp 2659–2676.
- Robert C et David L., 2003.,** American family physician. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12643357/>.
- Robert N., Joseph D., et Tiny V., 2003.** Les aliments Transformation, Conservation et Qualité. Backhuys Publishers. 225 p.

- Robinson R., Tamime A et Wszolek M., 2005.** Dairy microbiology handbook : the microbiology of milk and milk products. Dairy Microbiology Handbook Edi : 3rd, Publisher : Wiley Interscience, 780p.
- Romain J., Thomas C., Michel M., Pierre S et Gérard B., 2008.** Laits de consommation. Les produits laitiers. 3ème édition. Lavoisier, paris, Pp 1-21.
- Sahli S., 2022.** Enquête sur la consommation des fruits et légumes dans la région des Ziban. Mémoire de master 2 : Production végétal, Université Mohamed Khider, Biskra, 92p.
- Saint-Eve A., Leclercq H., Berthelo S., Saulnier B., Oettgen W et Delarue J., 2016.** How much sugar do consumers add to plain yogurts? Insights from a study examining French consumer behavior and self-reported habits. 1(99), Pp 277-284.
- Schwieterman M., Colquhoun T., Jaworski E., Bartoshuk L., Gilbert J., Tieman D., Odabasi A., Moskowitz H., Foltz K., Klee H., Sims C., Whitaker V., et Clark D., 2014.** Strawberry flavor: diverse chemical compositions, a seasonal influence, and effects on sensory perception. PLoS One.9(2), <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0088446>
- Schwingshackl, L, Hoffmann, G., KalleUhlmann, T., Arregui, M., Buijsse, B. et Boeing, H. 2015.** Fruit and vegetable consumption and changes in anthropometric variables in adult populations: A systematic review and meta-analysis of prospective cohort studies. PLoS One, 10(10), <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0140846>
- Sellami C., et Merabet A., 2023.** L'effet des fruits sur la qualité des produits laitiers "yaourt". Mémoire de Master en Microbiologie, Université de Anaba, 74 p.
- Serra M., Trujillo A., Guamis B., et Ferragut V., 2009.** Evaluation of physical properties during storage of set and stirred yogurts made from ultra-high pressure homogenization-treated milk. Food Hydrocolloids. 23, Pp 82–91.
- Shakeel M., Zahoor1 T., Iqbal Z., Ihsan-ul-Haq et Arif A., 2012.** Effect of storage on rheological and sensory characteristics of cow and buffalo milk yogurt. Pakistan. *Journal of Food Sciences*, 22(2), Pp 61-70.
- Shirosaki M., Koyama T., et Yazawa K., 2008.** Anti-hyperglycemic activity of kiwifruit leaf (*Actinidia deliciosa*) in mice. Biosci Biotechnol Biochem. 72(4), Pp 1099-102. <https://academic.oup.com/bbb/article/72/4/1099/5941444>.
- Shori A et Baba A., 2013.** Antioxidant activity and inhibition of key enzymes linked to type-2 diabetes and hypertension by Azadirachta indica-yogurt. *Journal of Saudi Chemical Society*, 17(3), Pp 295-301. <https://doi.org/10.1016/j.jscs.2011.04.006>.
- Shori A., 2020.** Proteolytic activity, antioxidant, and α -Amylase inhibitory activity of yogurt enriched with coriander and cumin seeds. LWT 133, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109912>.
- Singh B., Singh J., Kaur A et Singh N., 2016.** Bioactive compounds in banana and their associated health benefits – A review. Food Chemistry. 206, Pp 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.03.033>.
- Singletary K., 2012.** Kiwifruit: overview of potential health benefits. Nutrition Today, 47(3), Pp 133-147. <https://doi.org/10.1097/NT.0b013e31825744bc>.
- Syndifrais., 1997.** Yaourts, laits fermentés, Lait Mission scientifique de Syndifrais, 77, 321-358p.
- Sun W., et Griffiths M., 2000.** Survival of bifidobacteria in yogurt and simulated gastric juice following immobilization in gellan-xanthan beads. *International Journal of Food Microbiology*, 61, Pp 17-25. [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(00\)00327-5](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(00)00327-5).
- Tamime A., et Society of Dairy Technology., 2006.** Fermented milks, Blackwell. 262 p.
- Tariket A., 2016.** Caractérisation du babeurre et son utilisation dans la fabrication d'un yaourt

étuvé. Thèse de doctorat. Université M'hamed Bouguara. Boumerdes. 117P.

Varnam A., et Sutherland P., 2001. Milk and Milk Products: Technology, Chemistry, and Microbiology. Volume 1 Food products series. An Aspen Publication. New York, UK, Pp 35- 37.

Vignola C., 2002. Science et Technologie du Lait Transformation du Lait. Presses Internationales Polytechnique, Canada, North America, 584p.

Vilain A., 2010. Qu'est-ce que le lait ? Revue Française d'Allergologie, 50, Pp 124-127. <https://www.em-consulte.com/article/248320/article/quest-ce-que-le-lait>.

Vierling E., 2003. Aliment et boisson-Filière et produit, 2ème édition, doineéiteurs, centre régional de la documentation pédagogique d'Aquitaine, 11, 270 p.

Vierling E., 1998. Aliments et boissons filières et produits biosciences. Edition. Dion.Paris.278p.

Waksmundzka-Hajnos M., et Sherma J., 2010. High performance liquid chromatography in phytochemical analysis. 1^{ère} édi CRC press, Lublin, Poland, Pp 477-478. <https://doi.org/10.1201/b10320>.

Wang X., Ouyang Y., Liu J., Zhu M., Zhao G., Bao W., et Hu F., 2014. Fruit and vegetable consumption and mortality from all causes, cardiovascular disease, and cancer: Systematic review and doseresponse meta-analysis of prospective cohort studies», Bmj, 349 : g4490. <https://doi.org/10.1136/bmj.g4490>.

Xin O., 2016. Food for children : Why fruits and vegetables are important. Health Xchange.sg. www.healthxchange.sg/children/food-nutrition/food-children-fruitsvegetables-importan.

Xu Y., Hu W., Liu J., Zhang J., Jia C., Miao H., Xu B et Jin Z., 2014. A banana aquaporin gene, MaPIP1; 1, is involved in tolerance to drought and salt stresses. BMC Plant Biol, 14 (1), 59 p. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejbt.2014.09.002>.

Yang J., Tu J., Liu H., Wen L., Jiang Y., et Yang B., 2019. Identification of an immunostimulatory polysaccharide in banana. Food Chemistry, 277, Pp 46–53. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.10.043>.

ANNEXES

Annexe I

N° d'enregistrement 656/24		Bulletin d'analyses Microbiologique		Date de réception 30/04/2024	
Identification échantillon			Demandeur		
Nature	Préparation lactière Nature « SOUMMAM »				
D.F	Absence		BESSALMA Amel		
D.L.C	11/05/2024		Université de Relizane - Wilaya de Relizane		
Lot N°	Absence		Algérie		
Prélevé le	30/04/2024				
Par	Client				
Ref	Paramètres / Détermination	Résultat par Unités		Ref. Méthodes	
10M	Staphylococcus	Unité N°1	Unité N°2	Unité N°3	Unité N°4
		00	/	/	/
16M	Enterobacteriaceae	Unité N°1	Unité N°2	Unité N°3	Unité N°4
		00	/	/	/
Bulletin établi le 07/05/2024					

O.C. Laboratoire
Ould Cheikh Adda
Directeur O.C. Laboratoire

N° d'enregistrement 652/24		Bulletin d'analyses Microbiologique		Date de réception 30/04/2024	
Identification échantillon			Demandeur		
Nature	Préparation lactière additionnée de fruits « Kiwi »				
D.F	Absence		BESSALMA Amel		
D.L.C	Absence		Université de Relizane - Wilaya de Relizane		
Lot N°	Absence		Algérie		
Prélevé le	30/04/2024				
Par	Client				
Ref	Paramètres / Détermination	Résultat par Unités		Ref. Méthodes	
10M	Staphylococcus	Unité N°1	Unité N°2	Unité N°3	Unité N°4
		00	/	/	/
16M	Enterobacteriaceae	Unité N°1	Unité N°2	Unité N°3	Unité N°4
		00	/	/	/
Bulletin établi le 07/05/2024					

O.C. Laboratoire
Ould Cheikh Adda
Directeur O.C. Laboratoire

N° d'enregistrement 654/24		Bulletin d'analyses Microbiologique		Date de réception 30/04/2024	
Identification échantillon			Demandeur		
Nature	Préparation lactière additionnée de fruits « Banane »				
D.F	Absence		BESSALMA Amel		
D.L.C	Absence		Université de Relizane - Wilaya de Relizane		
Lot N°	Absence		Algérie		
Prélevé le	30/04/2024				
Par	Client				
Ref	Paramètres / Détermination	Résultat par Unités		Ref. Méthodes	
10M	Staphylococcus	Unité N°1	Unité N°2	Unité N°3	Unité N°4
		00	/	/	/
16M	Enterobacteriaceae	Unité N°1	Unité N°2	Unité N°3	Unité N°4
		00	/	/	/
Bulletin établi le 07/05/2024					

O.C. Laboratoire
Ould Cheikh Adda
Directeur O.C. Laboratoire

N° d'enregistrement 653/24		Bulletin d'analyses Microbiologique		Date de réception 30/04/2024	
Identification échantillon			Demandeur		
Nature	Préparation lactière additionnée de fruits « Fraises »				
D.F	Absence		BESSALMA Amel		
D.L.C	Absence		Université de Relizane - Wilaya de Relizane		
Lot N°	Absence		Algérie		
Prélevé le	30/04/2024				
Par	Client				
Ref	Paramètres / Détermination	Résultat par Unités		Ref. Méthodes	
10M	Staphylococcus	Unité N°1	Unité N°2	Unité N°3	Unité N°4
		00	/	/	/
16M	Enterobacteriaceae	Unité N°1	Unité N°2	Unité N°3	Unité N°4
		00	/	/	/
Bulletin établi le 07/05/2024					

O.C. Laboratoire
Ould Cheikh Adda
Directeur O.C. Laboratoire

N° d'enregistrement 655/24		Bulletin d'analyses Microbiologique		Date de réception 30/04/2024	
Identification échantillon			Demandeur		
Nature	Préparation lactière additionnée de fruits « Mélange »				
D.F	Absence		BESSALMA Amel		
D.L.C	Absence		Université de Relizane - Wilaya de Relizane		
Lot N°	Absence		Algérie		
Prélevé le	30/04/2024				
Par	Client				
Ref	Paramètres / Détermination	Résultat par Unités		Ref. Méthodes	
10M	Staphylococcus	Unité N°1	Unité N°2	Unité N°3	Unité N°4
		00	/	/	/
16M	Enterobacteriaceae	Unité N°1	Unité N°2	Unité N°3	Unité N°4
		00	/	/	/
Bulletin établi le 07/05/2024					

O.C. Laboratoire
Ould Cheikh Adda
Directeur O.C. Laboratoire

Figure 30. Les résultats des analyses microbiologiques des cinq pots de yaourt.



Figure 31. Solution de Giolliti utilisée dans Recherche et dénombrement des Staphylocoques



Figure 32. Le VRBL utilisée dans recherche des coliformes



Figure 33. Etape de séparation les deux phases au cours de dosage des lipides.

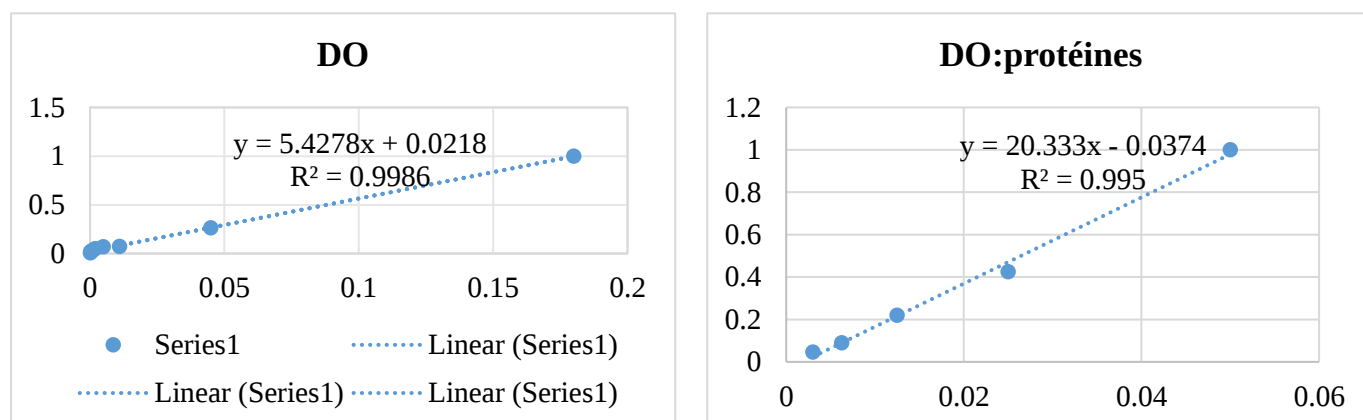


Figure 34. Courbe d'étalonnage des glucides et protéines.

Annexe II

II.1. Préparation du Réactif de Bradford

Une solution mère de colorant a été préparée. Celle-ci contient 5 mg de bleu de Coomassie G250 dissout dans 5 ml d'acide phosphorique 88%, 2,5 ml d'éthanol 95% et 50ml d'eau distillée. Ce réactif doit être filtré puis ; il peut être conservé pendant 1 mois à une température de 4°C et à l'abri de la lumière.

II.2. Préparation de solution NaOH 0,1N

Dissoudre 0,4g de NaOH dans un 100ml d'eau distillé.

Annexe III

Tableau 7. Analyse de variance des paramètres physico-chimiques.

	Yaourts	Moyennes	Probabilité
Ph	YF	4,06	***
	YB	4,22	
	YK	4,02	
	YFMix	4,04	
	YN	4,12	
A.T (°D)	YF	78	***
	YB	76	
	YK	79,33	
	YFMix	78,66	
	YN	75	
EST (%)	YF	11,3	***
	YB	13,2	
	YK	11,6	
	YFMix	12,4	
	YN	11	

Tableau 8. Analyse de variance des paramètres nutritionnels.

	Yaourts	Moyennes	Probabilité
Sucres totaux	YF	4,16	NS
	YB	4,63	
	YK	2,63	
	YFMix	5,06	
	YN	1,93	
Protéines	YF	2,33	NS
	YB	2,33	
	YK	2,33	
	YFMix	5	
	YN	1,5	
Lipides	YF	1,67	NS
	YB	1,87	
	YK	1,63	
	YFMix	2,05	
	YN	1,56	

Tableau 9. Résultats de test de dégustation

	Couleur	Goût	Odeur	Texture
YN	Blanc	Peu aigre	Sans odeur	Visqueuse
YF	Rose	Aigre	De fraise	Moins Visqueuse
YB	Jaune claire	Sucré	De banane	Fortement visqueuse
YK	Vert	Amer	San odeur	Liquide
YM	Rose	Aigre et sucré	De fraise + banane	Visqueuse