



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



Université Aboubekr Belkaïd-Tlemcen

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et
de l'Univers

Département d'Agronomie

MEMOIRE

Présenté par

M^{elle} SARI Narimène

et

M^{elle} SEIHOUB Yousra

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

En Sciences Alimentaires

Option : Agroalimentaire et Contrôle de Qualité

Thème

.. :

Préparation de quelques smoothies à base de .. fruits

Soutenu le : 23/06/2024

Devant le jury composé de :

Présidente : **M^{me} GHANEMI Fatima Zohra** Maître de Conférences A Université de Tlemcen

Examinatrice : **M^{me} MERGHACHE Djamila** Maître de Conférences A Université de Tlemcen

Encadrant : **M^{me} MERGHACHE Salima** Professeur Université de Tlemcen

Année Universitaire : 2023/2024

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Remerciement

Nous tenons tout d'abord à exprimer notre profonde gratitude à Dieu Tout-Puissant, dont les bénédictions et le soutien constant nous ont permis d'accomplir ce travail. Sans Sa grâce et Sa miséricorde, ce mémoire n'aurait jamais pu voir le jour.

*Nous souhaitons également adresser nos sincères remerciements à **Madame Merghache Salima**, notre encadrant, pour son soutien infaillible, sa patience et ses précieux conseils tout au long de la réalisation de ce mémoire. Votre expertise et votre dévouement ont été une source d'inspiration constante pour nous deux.*

*Nos remerciements vont aussi à **Madame Ghanemi Fatima**, notre professeur responsable, pour sa guidance et son encouragement. Votre engagement envers l'enseignement et votre disponibilité ont été d'une grande aide.*

*Nous sommes profondément reconnaissants envers **les membres du jury : Madame Ghanemi Fatima et Madame Merghache Djamila** pour avoir accepté d'évaluer notre travail. Merci pour votre temps, votre attention et vos commentaires constructifs qui contribuent grandement à l'amélioration de ce mémoire.*

*Nous tenons aussi à remercier **Monsieur Benguella Belkacem**, directeur de laboratoire Chimie Inorganique et Environnement de nous avoir accueillies au sein du laboratoire pour effectuer l'analyse physicochimique.*

Nous tenons également à remercier tous les enseignants qui nous ont formés et qui ont partagé leurs connaissances et leur passion. Votre contribution à notre éducation a été inestimable et nous vous en sommes extrêmement reconnaissantes.

Enfin, nous voudrions exprimer notre gratitude à toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce mémoire. Votre soutien, vos encouragements et vos précieux conseils ont été essentiels à l'aboutissement de ce travail.

Merci à tous pour votre aide et votre générosité.



Dédicace

A la mémoire de ma professeure Dahbia
les jours passent vite, mais l'oubli n'arrive pas vite. Je me souviens encore de tes
encouragements. Aujourd'hui, je te dédie ces mots pour te dire que j'ai continué
jusqu'au bout du chemin sans abandonner. Et comme j'aurais aimé que tu sois là pour
me voir, sois toujours fière de moi.

Aux meilleurs grands - Parents du Monde Papi et Mamie

Vous êtes l'exemple de l'amour, du don et de la générosité. Les mots du monde entier
ne suffiront pas à exprimer ma gratitude pour vos encouragements, vos conseils et
surtout vos prières sincères. Vous êtes le soutien en l'absence de mes parents. merci
beaucoup, je vous aime énormément.

Les deux personnes les plus importantes de ma vie : Mes Parents

Il est maintenant temps de vous remercier tous les deux de me donner l'amour, de
prendre toujours soin de moi et de me faire confiance. Merci mon père pour m'avoir
montré comment résoudre les problèmes et se tenir prêt à toutes éventualités. Merci
maman de m'avoir appris que l'amour est la plus grande force qui existe au monde. Je
vous suis et je vous resterai toujours reconnaissante, pour votre soutien et vos idées qui
m'ont permis d'arriver là aujourd'hui.

A ma famille des plus grands aux plus petits

Je voudrais vous exprimer toute ma gratitude et mon amour à chacun d'entre vous.
Vous êtes ma source de bonheur, ma force et ma joie de vivre. Chaque membre apporte
une touche spéciale à notre unité. Ensemble, nous formons une chaîne d'amour et de
soutien qui traverse les générations.

A ma meilleure et ma confidente : Sari Narimene

Nous avons partagé tant de rires, de larmes et de souvenirs. A travers les hauts et
les bas, tu as été présente, merci d'être cette personne extraordinaire dans ma vie, je
sais que notre amitié est véritable et authentique.

Aux deux familles : Seihoub et Bouzine

Yusra

Dédicace

À mes très chers parents

Ce mémoire est dédié à vous avec une profonde gratitude et un amour infini. Votre soutien inconditionnel, vos sacrifices constants, et vos encouragements inlassables ont été les fondements sur lesquels j'ai bâti ce projet. Vous m'avez inculqué les valeurs de persévérance, de travail acharné et de résilience, et c'est grâce à vous que ce rêve a pu se réaliser. Chaque étape franchie est le reflet de votre dévouement et de votre amour. Merci de croire en moi même dans les moments de doute, et de m'avoir toujours montré le chemin de l'excellence.

À mes sœurs

Votre amour, votre complicité et votre soutien ont été une source de réconfort et d'inspiration tout au long de mon parcours. Vous avez toujours su trouver les mots justes pour m'encourager et me motiver, et votre présence chaleureuse a été une ancre dans les moments de tempête. Chacune de vos paroles et de vos attentions m'a rappelé l'importance de la famille et m'a donné la force de continuer à avancer. Merci d'être mes meilleures alliées et mes confidentes fidèles.

À mon grand frère tant aimé

Ton exemple de force, de détermination et de réussite a été une source d'inspiration constante pour moi. Tu as toujours été là pour me guider, me conseiller et m'encourager, et ton soutien moral a été inestimable. Tu m'as montré qu'avec de la volonté et de la persévérance, rien n'est impossible. Je te suis infiniment reconnaissant pour ta présence rassurante, ton écoute attentive et ton amour fraternel qui m'ont porté tout au long de ce voyage académique.

À mon binôme

Ce mémoire est aussi le fruit de notre collaboration, de notre travail acharné et de notre persévérance commune. Ton engagement, ta rigueur et ton esprit d'équipe ont été essentiels à la réalisation de ce projet. Merci pour les nombreuses heures de travail partagé, les discussions constructives et les moments de doute surmontés ensemble. Ta contribution a été précieuse et je suis honoré d'avoir pu travailler à tes côtés. Ensemble, nous avons réussi à relever ce défi et à atteindre cet objectif.

Narimene

Table des matières

Liste des tableaux	
Listes des figures	
Listes des abréviations	
Introduction générale.....	17
Chapitre 1 : synthèse bibliographique sur les smoothies	
1. Généralités sur les jus de fruits.....	20
1.1. introduction	20
1. 2. Définition de smoothie.....	20
1. 3. histoire des smoothies	20
1. 4. Valeur nutritionnelle des smoothies	21
1. 5. Les bienfaits des smoothies sur la santé	22
1. 6. Les risques des smoothies sur la santé	22
1. 7. La technologie de production de jus	23
1. 8 . Techniques de conservation.....	23
1. 8. 1. Définition de la conservation	23
1. 8. 2. Les différentes techniques de conservation.....	24
1. 9. Agents d'amélioration de la qualité des jus	26
1. 9. 1. Les vitamines	26
1. 9. 2. Les additifs	27
1. 9. 3. Les épaississantes	27
1. 9. 4. Les stabilisateurs.....	27
1. 9. 5. Les conservateurs chimiques	28
1. 10. Contrôle de qualité.....	28
1. 11. Altération organoleptique des jus de fruits	28
1. 12. Influence des paramètres physicochimiques sur la qualité des jus	30
1. 13. Altérations microbiennes des jus de fruits	30
2. Généralités sur les ingrédients utilisés pour la préparation des smoothies.....	31
2. 1. Généralité sur les bananes.....	31
2. 1. 1. Définition	31
2. 1. 2. Origine.....	31
2. 1. 3. Description de la banane.....	32

2. 1. 4. Valeurs nutritionnelles.....	33
2. 1. 5. Intérêt nutritionnelles de la banane	34
2. 2. Généralité sur le lait	34
2. 2. 1. Définition	34
2. 2. 2. Valeur nutritionnelle du lait	37
2. 2. 3. Intérêt nutritionnel.....	37
2. 3. Généralité sur le beurre de cacahuète	38
2. 3. 1. Définition et utilisation	38
2. 3. 2. Procédé de fabrication du beurre de cacahuète	39
2. 3. 3. Conditionnement et conservation	39
2. 3. 4. Valeurs nutritionnelles du beurre de cacahuète	40
2. 4. Généralité sur les flocons d'avoine	41
2. 4. 1. Histoire et origine.....	41
2. 4. 2. Définition.....	41
2. 4. 3. Valeurs nutritionnelles des flocons d'avoine	41
2. 4. 4. Intérêt nutritionnel des flocons d'avoine	42
2. 5. Généralités sur les fraises.....	42
2. 5. 1. Définition.....	42
2. 5. 2. Origine et histoire	43
2. 5. 3. Description et classification de la fraise	43
2. 5. 3. 1. Structure	43
2. 5. 3. 2. Classification	44
2. 5. 4. Valeurs nutritionnelles et caloriques de la fraise	45
2. 5. 5. Intérêt nutritionnel et médicinal de la fraise	46
2. 5. 6. Conservation et transformation de la fraise	46
2. 6. Généralités sur le Yaourt	47
2. 6. 1. Définition.....	47
2. 6. 2. Historique	47
2. 6. 3. Valeurs nutritionnelles et caloriques.....	49
2. 6. 4. Intérêt nutritionnel et médicinale du yaourt.....	50
2. 7. Généralités sur le sucre roux.....	50
2. 7. 1. Histoire	50
2. 7. 2. Fabrication de sucre roux.....	51
2. 7. 3. Valeurs nutritionnelles de sucre roux.....	51
2. 7. 4. Intérêt nutritionnel de sucre roux	52

2. 8. Généralités sur la plante d'intérêt	53
2. 8. 1. Généralités sur <i>Salvia hispanica</i>	54
2. 8. 2. Origine et distribution Géographique	54
2. 8. 3. Propriétés nutritionnelles de <i>Salvia hispanica</i>	55
2. 8. 4. Propriétés thérapeutiques de <i>Salvia hispanica</i>	56

Chapitre 02 : Matériels et méthodes

1. Introduction.....	58
2. Matériels.....	58
2. 1. Matériels de laboratoire	58
2. 2. Fruits utilisés	58
4. stérilisation des flacons et pasteurisation des smoothies à la fraise et à la banane....	61
5. Méthodes d'analyses physicochimique	62
5. 1. Détermination de la masse volumique (densité) des smoothies	62
5. 1. 1. Introduction	62
5. 1. 2. Objectif	63
5. 1. 3. Protocole expérimental utilisé pour détermination la masse volumique	63
5. 2. Détermination du taux d'humidité des smoothies.....	64
5. 2. 1. Introduction	64
5. 2. 2. Objectif.....	65
5. 2. 3. Protocole expérimental utilisé pour détermination le taux d'humidité des 4 smoothie.....	65
5. 3. Détermination du PH des smoothies	67
5. 3. 1. introduction	67
5. 3. 2. Objectif	67
5. 3. 3. Protocole expérimentale utilisé pour détermination du PH des smoothies	67
5. 4. Détermination de la conductivité électrique des smoothies	68
5. 4. 1. Introduction	68
5. 4. 2. Objectif	68
5. 4. 3. Protocole expérimentale de mesure de la conductivité électrique des différents smoothies	69
5. 5. Détermination de l'acidité titrable des smoothies	69
5. 5. 1. Introduction	69
5. 5. 2. Objectif	70
5. 5. 3. Protocole expérimentale utilisé pour déterminer l'acidité titrable des smoothies..	70

5. 5. 4. Expression des résultats	71
5. 6. Dosage des pectine présentes dans les smoothies	71
5. 6. 1. Introduction	71
5. 6. 2. Objectif	72
5. 6. 3. Protocole expérimental utilisé pour déterminer la teneur en pectines.....	72
5. 6. 4. Expression des résultats	73
5. 7. dosage de la vitamine C des smoothies.....	73
5. 7. 1. Introduction	73
5. 7. 2. Objectif	73
5. 7. 3. Protocole expérimental utilisé pour le dosage de la vitamine C.....	74
5. 7. 3. 1. Préparation des échantillons	74
5. 7. 3. 2. Préparation des solutions pour le dosage	74
5. 7. 3. 3. Dosage par titrage	74
5. 7. 4. Expression des résultats	75
5. 8. Détermination de la teneur en cendres dans les smoothies	75
5. 8. 1. Introduction	75
5. 8. 2. Objectif	76
5. 8. 3. Protocole expérimental utilisé pour déterminer la teneur en cendre	76
5. 8. 3. 1. Préparation des creusets	76
5. 8. 3. 2. Remplissage des creusets	76
5. 8. 3. 3. Traitement thermique	76
5. 8. 3. 4. Refroidissement	76
5. 8. 3. 5. Pesée des creusets remplis de cendres	76
5. 8. 4. Expression des résultats	77
6. détermination de l'activité antioxydante en utilisant le Test du radical libre (DPPH)	77
6. 1. Introduction	77
6. 2. Protocole expérimental pour l'évaluation de l'activité antioxydante des différents smoothies et l'acide ascorbique	77
6. 2. 1. Préparation des solutions	79
6. 2. 2. Protocole utilisé pour préparer le mélange smoothie	79
6. 2. 3. Mesure de l'absorbance	80
7. Analyse sensorielle	81

Chapitre 03 : résultats et discussion

1. Résultats des analyses physicochimiques des smoothies formulées.....	83
1.1 détermination de la masse volumique des smoothies	83
1.2. détermination du taux d'humidité des smoothies	85
1. 3. Détermination du PH des smoothies	87
I. 4. détermination de la conductivité électrique des smoothies	89
I. 5. détermination d'acidité titrable des smoothies	91
I. 6. dosage pectine des smoothies	93
I. 7. dosage de la vitamine C des smoothies	95
I. 8. Détermination de la teneur en cendres des smoothies	97
I. 9. Détermination de l'activité antioxydante en utilisant le test du radical libre (DPPH).....	99
2. variation des caractères organoleptiques des smoothies conservés pendant trois périodes distinctes :.....	101
3. résultats des analyses sensorielles.....	104
Conclusion générale	125
Bibliographie	
Annexes	
Résumé (français ; anglais ; arabe)	

Liste des tableaux

Tableau 1 : Propriétés nutritionnelles des composants des smoothies (Souci et al., 1994).....	21
Tableau 2 : Les différentes techniques de pasteurisation (Murielle, 2009).....	24
Tableau 3 : Les facteurs d'altération intrinsèques et extrinsèques (Vierling, 2008).....	29
Tableau 4 : Valeurs nutritionnelles des bananes et des bananes plantains dans 100 g (Sharrock et Lusty, 2000).....	33
Tableau 5 : Composition moyenne du lait de vache (Alais et al, 2008).	36
Tableau 6 : Valeur nutritionnelle du beurre de cacahuète (par 100 g de beurre) (Vuilleumier et al., 2008).....	40
Tableau 7 : Valeurs nutritionnelles de la fraise pour 100 g de masse crue (Catherine Canon, 2021).....	45
Tableau 8 : Valeurs nutritionnelles pour 100 g de yaourt nature (Catherine Conan, 2021)..	49
Tableau 9 : Valeurs nutritionnelles pour 100 g de sucre roux (Ingrid Habermfeld, 2023)..	52
Tableau 10 : Les valeurs des éléments nutritionnels dans les graines de <i>Salvia hispanica</i> (Knez Hrnčić et al., 2019).	55
Tableau 11 : Variation des caractères organoleptiques des smoothies à la banane formulés.....	102
Tableau 12 : Variation des caractères organoleptiques des smoothies à la fraise formulés.	103

Liste des figures

Figure 1 : Photo représentative de la banane plantain	31
Figure 2 : Description du bananier (Champion, 1963).....	32
Figure 3 : Photo du lait cru.....	35
Figure 4 : L'association du beurre d'arachide avec la banane.	38
Figure 5 : Processus de fabrication de pâte d'arachide industrielle	39
Figure 6 : Photo des flocons d'avoine.....	41
Figure 7 : Photo des fraises.....	42
Figure 8 : Les caractéristiques morphologiques de la fraise.	43
Figure 9 : Photo du Yaourt.	47
Figure 10 : Photo des sucres blanc et roux.....	51
Figure 11 : Photo de chia (<i>salvia hispanica</i>).....	54
Figure 12 : Photo de l'étuve utilisée pour le séchage.....	64
Figure 13 : : Photo de la fiole remplie de 20 mL de smoothie utilisée pour déterminer sa masse volumique.	64
Figure 14 : Photo du séchage des béchers dans l'étuve	66
Figure 15 : photo de la pesée en utilisant la balance électronique	66
Figure 16 : Photo montrant la mesure du pH.....	68
Figure 17 : Photo montrant la mesure de la conductivité électrique.....	69
Figure 18 : Photo montrant le dosage du smoothie par une solution du NaOH.....	71
Figure 19 : Photo représentant le protocole du dosage des pectines.....	72
Figure 20 : Photo représentant la technique de filtration dans le protocole de dosage de la vitamine C.....	75
Figure 21 : Photo décrivant le protocole expérimental utilisé pour déterminer la teneur en cendres.....	77
Figure 22 : Réaction de l'antioxydant et du radical libre DPPH•.....	78
Figure 23 : Photo décrivant le protocole opératoire permettant d'évaluer l'activité antioxydante.....	80

Figure 24 : Les masses volumiques des smoothies formulés au cours de la conservation.....	83
Figure 25 : Les taux d'humidité des smoothies formulés au cours de la conservation.....	85
Figure 26 : Les valeurs du pH des smoothies formulés au cours de la conservation.....	87
Figure 27 : Les valeurs de la conductivité électrique des smoothies formulés au cours de la conservation.....	89
Figure 28 : Les valeurs de l'acidité titrable des smoothies formulés au cours de la conservation.....	91
Figure 29 : Les valeurs du taux de pectines des smoothies formulés au cours de la conservation.....	93
Figure 30 : Les valeurs de la teneur en vitamine C des smoothies formulés au cours de la conservation.....	95
Figure 31 : Les valeurs de la teneur en cendres des smoothies formulés au cours de la conservation.....	97
Figure 32 : Les valeurs de l'activité antiradicalaire des extraits éthanoliques issus des différents smoothies formulés.....	99
Figure 33 : Répartition selon le sexe.	104
Figure 34 : Répartition selon l'âge.....	105
Figure 35 : Répartition selon le statut actuel.....	106
Figure 36: Répartition de consommation moyenne des smoothies.....	106
Figure 37 : Les critères les plus pris en compte par les consommateurs lorsqu'ils achètent un smoothie.....	107
Figures 38 : Répartition du temps de consommation des smoothies.....	108
Figure 39 : Répartition de la fréquence de consommation des smoothies.....	108
Figure 40 : Préférence de consommation des smoothies.	109
Figure 41 : Pourcentages des personnes prêtes à adopter une alternative saine.....	109
Figure 42 : Répartition d'équilibre des saveurs.....	110
Figure 43 : Evaluation de la consistance du smoothies.....	111

Figure 44 : Evaluation de l'arôme.....	111
Figure 45 : Evaluation de la texture des smoothies.	112
Figure 46 : Evaluation du gout.....	112
Figure 47 : Evaluation de la sensation de satiété.....	113
Figure 48 : Les bienfaits des bananes dans un smoothie.....	113
Figure 49 : Les bienfaits du beurre de cacahuète.....	114
Figure 50 : Les bienfaits des flocons d'avoine.....	114
Figure 51 : Répartition d'équilibre des saveurs.....	117
Figure 52 : Evaluation de la consistance des smoothies.....	117
Figure 53 : Evaluation de l'arôme.....	118
Figure 54 : Evaluation de la texture.....	118
Figure 55 : Evaluation du gout.....	119
Figure 56 : Evaluation de la satiété.....	119
Figure 57 : Les bienfaits des fraises dans un smoothie.....	120
Figure 58 : : Les bienfaits du yaourt.....	120
Figure 59 : Les bienfaits du sucre roux.....	121
Figure 60 : Les bienfaits des graines de chia.....	121

Liste des abréviations

PET : Poly téréphtalate d'éthylène

AGS : Acide gras saturés

AGMI : Acide gras mono-insaturés

AGPI : Acide gras poly-insaturés

AG : Acide gras



Introduction

générale



Les smoothies, des boissons à la fois savoureuses et nutritives, ont gagné une popularité considérable auprès des consommateurs du monde entier. Originaires des États-Unis, dans les années 1930, ils sont rapidement devenus des symboles de santé et de bien-être, incorporant des fruits, des légumes et divers super-aliments dans des mélanges onctueux et délicieux. Ce mémoire se propose d'explorer la formulation de deux smoothies distincts, l'un à la fraise et l'autre à la banane, en comparant des versions avec et sans conservateur.

Nous commençons par une analyse de l'histoire des smoothies, retraçant leur évolution depuis les premiers blenders des années 1930 jusqu'à leur popularité mondiale actuelle. Cette étude historique met en lumière l'évolution de ces mélanges qui sont devenus des icônes de la santé moderne. Ensuite, nous examinons en détail nos deux recettes phares : le smoothie à la banane, une composition harmonieuse de bananes, flocons d'avoine, beurre de cacahuète et lait, et le smoothie à la fraise, une combinaison rafraîchissante de fraises, graines de chia, yaourt liquide et sucre roux. Chaque ingrédient, riche en bienfaits nutritionnels, contribue à un ensemble promettant non seulement une explosion de saveurs mais aussi des impacts positifs sur la santé humaine. L'analyse nutritionnelle de chaque smoothie révèle leurs nombreux avantages pour le bien-être des consommateurs.

Afin de garantir la qualité de nos smoothies, diverses analyses physico-chimiques ont été effectuées. Ces analyses ont permis de mesurer des paramètres cruciaux tels que la densité, révélant la consistance et l'onctuosité des smoothies, promettant une expérience sensorielle unique. Le pH, essentiel pour la stabilité et la conservation, assure que nos smoothies restent frais et agréables à boire. La conductivité, en mesurant la concentration en ions, confirme la fraîcheur et la qualité des ingrédients. Le taux d'humidité, élément clé pour la conservation, influence directement la durée de vie des produits sans conservateurs. Le dosage de la pectine, une fibre naturelle, évalue la viscosité et la texture, ajoutant à la sensation en bouche. Le dosage de la vitamine C met en évidence la valeur nutritionnelle et les bienfaits antioxydants, essentiels pour la santé. L'acidité titrable, quant à elle, est essentielle pour évaluer la stabilité et la conservation des smoothies, en assurant une saveur équilibrée et une prévention efficace contre

la prolifération microbienne. L'activité antioxydante est cruciale pour la prévention des maladies grâce à la neutralisation des radicaux libres.

Pour évaluer la perception des consommateurs, une analyse sensorielle a été réalisée. Des volontaires ont dégusté nos créations, chaque gorgée dévoilant une nouvelle dimension de goût, d'odeur et de texture. Ces tests ont permis de mesurer leur enthousiasme et leur disposition à adopter ces smoothies naturels comme alternatives saines aux boissons traditionnelles. Deux questionnaires soigneusement élaborés ont recueilli leurs avis : l'un pour chaque smoothie individuellement, et l'autre pour une comparaison détaillée des deux produits. Les résultats obtenus offrent un aperçu précieux des attentes et des habitudes de consommation.

À travers cette étude, notre objectif est de promouvoir des habitudes alimentaires plus saines et de réduire la prolifération des maladies liées à une mauvaise alimentation. En adoptant ces smoothies 100% naturels, les consommateurs peuvent bénéficier d'une alternative savoureuse et nutritive aux boissons moins saines. Nous espérons que ce mémoire suscitera votre intérêt, éveillera votre curiosité et vous encouragera à explorer davantage les bienfaits des smoothies naturels. Plongez dans cet univers où chaque gorgée est une promesse de santé et de plaisir.

Chapitre 01

Synthèse bibliographique sur

les smoothies



1. Généralités sur les Jus de fruits

1.1. Introduction

D'après le Codex Alimentarius de 2005, le jus de fruits est un liquide qui peut fermenter et qui est produit à partir du fruit par des procédés mécaniques. Ces procédés sont conçus pour préserver les caractéristiques physiques, chimiques, sensorielles et nutritionnelles fondamentales du fruit d'origine. Un jus simple est obtenu à partir d'un seul type de fruit, tandis qu'un jus mélangé est le résultat de la combinaison de deux ou plusieurs jus et purées issus de différents types de fruits (Codex Alimentarius, 2005).

1.2. Définition de Smoothie

Une nouvelle catégorie de produits a fait son apparition sur le marché : les "Smoothies". Dans le domaine des boissons, ces smoothies sont généralement un mélange de jus et de purées de différents fruits. Il n'existe pas de définition réglementaire précise pour contrôler l'utilisation de ce terme, qui est utilisé dans divers produits alimentaires (comme les produits laitiers) Lorsque les smoothies ne contiennent que des jus et des purées de fruits, ils sont réglementairement considérés comme des jus de fruits et doivent être étiquetés en conséquence (Braesco et al., 2013).

1.3. Histoire des smoothies

Les smoothies, issus des traditions de jus de fruits frais, ont émergé dans les années 1930 en Californie avant de se populariser mondialement grâce aux mixeurs électriques après la seconde guerre mondiale (Andrew F. Smith, 2013). Ils ont gagné en popularité dans les années 1960, notamment auprès des amateurs d'alimentation saine et des végétariens, devenant une boisson prisée dans les établissements dédiés à la santé (Andrew F. Smith, 2013). Stephen Kuhnau est reconnu comme un pionnier de la commercialisation à grande échelle des smoothies, ayant fondé Smoothie King en 1987 et la Jamba Juice Company en 1990 (Andrew F. Smith, 2013). Le terme "smoothie" a été intégré dans les dictionnaires de langue anglaise en 1983 (Douglas Harper, 2023). Aujourd'hui, les smoothies sont disponibles à l'échelle mondiale, à la fois sous forme industrielle et artisanale, avec une croissance significative des ventes depuis les années 2000, notamment avec des marques de luxe (Keren Lentschner, 2014; Ivan Letessier, 2009).

1.4. Valeur nutritionnelle des smoothies

Les smoothies sont appréciés pour leur richesse nutritionnelle, leur teneur en minéraux et en vitamines. Ils représentent d'importantes sources de composés bioactifs tels que les composés phénoliques, les acides flavanones, la vitamine C et les caroténoïdes, qui sont des antioxydants biodisponibles. Ces composés peuvent améliorer les profils lipidiques sanguins, comme souligné par Obasi (**Obasi et al., 2017**). Les bénéfices des jus de fruits pour la santé, ainsi que leur rôle dans la prévention de diverses maladies, en font un aliment essentiel dans notre alimentation, comme indiqué dans le tableau 1 (**Souci et al., 1994**).

Tableau 1 : Propriétés nutritionnelles des composants des smoothies (**Souci et al., 1994**).

Composants	Propriétés
Glucides	Carburant privilégié du cerveau et substrat pour l'activité musculaire ; Interviennent dans le stockage sous forme de glycogène.
Eau	Hydratation
Vitamine C	Antioxydant (phase aqueuse) ; Accroît l'absorption de fer ; Stimule la glande surrénale (antifatigue) ; Régénère la vitamine E.
Béta carotène	Piège les radicaux libres ; Protège les épithéliums ; Provitamine A, améliore la vision.
Vitamine B9	Anti-anémique ; Impliquée dans le renouvellement tissulaire ; Augmente la phagocytose et les défenses immunitaires ; Participe au bon fonctionnement du système nerveux.
Vitamine E	Antioxydant (phase lipidique) ; Joue un rôle dans l'immunité, le système nerveux, la fertilité.
Caroténoïdes	Assurent une protection tissulaire et cellulaire.
Magnésium	Favorise un bon fonctionnement neuromusculaire.
Fer	Anti-anémique ; Tient un rôle dans la défense contre l'infection.
Potassium	Maintient l'équilibre acido-basique et hydro électrolytique du milieu intérieur.
Zinc	Antioxydant ; Intervient dans la faculté gustative.
Fibres	Favorisent le fonctionnement intestinal par prolifération symbiotique de la flore colique.

1.5. Les bienfaits des smoothies sur la santé

Les smoothies, selon leur composition, représentent une source significative de nutriments essentiels pour le corps humain, principalement issus des fruits et légumes. Un régime alimentaire enrichi de ces composants peut réduire le risque de maladies telles que le diabète, l'obésité, le cancer et les maladies cardiovasculaires (**Slavin Lloyd, 2012**). En outre, les smoothies peuvent servir efficacement à accroître l'apport en fruits et légumes dans notre alimentation (**Bates Price, 2015**). Les nutriments contenus dans les smoothies incluent des vitamines, des minéraux, des fibres, de l'eau et des protéines, chacun offrant des bienfaits spécifiques pour la santé. Par exemple, les fibres contribuent à la santé digestive en ralentissant la digestion et l'absorption du sucre (**Escalona et al., 2015**). Les smoothies peuvent également contribuer à maintenir l'hydratation, car les fruits et légumes sont riches en eau et en minéraux essentiels à la réhydratation (**Escalona Navarro et al., 2015 ; Slavin Lloyd, 2012**).

Les protéines, essentielles à la construction et à la préservation des tissus corporels, peuvent être obtenues à partir d'ingrédients tels que les produits laitiers, le beurre de cacahuète, les noix, les graines et les suppléments protéinés, ce qui en fait un ajout bénéfique aux smoothies, non seulement pour les bodybuilders et les athlètes, mais aussi pour les individus présentant des carences en protéines, les femmes enceintes et les personnes âgées (**Brown Isaacs, 2011**).

1.6. Les Risques des Smoothies sur la Santé

Bien que les smoothies puissent être une source de nombreux nutriments bénéfiques pour la santé, leur consommation excessive peut entraîner des conséquences néfastes. La principale préoccupation concerne leur teneur élevée en sucre, liée aux risques de caries dentaires, d'érosion dentaire et d'obésité (**Blacker Chadwick, 2013 ; Muraio, 2007 ; Mosely, 2013 ; Palacios et al., 2009**). Les fruits, riches en sucres naturels et en acides, peuvent contribuer à l'érosion de l'émail dentaire lorsqu'ils entrent fréquemment en contact avec les dents (**Blacker-Chadwick, 2013 ; Palacios et al., 2009**). De plus, les smoothies sont souvent préparés avec des édulcorants supplémentaires tels que la crème glacée, le miel ou le yaourt sucré, augmentant ainsi leur teneur en sucre. Une autre préoccupation est leur potentiel contribution à l'obésité, car les aliments liquides ne rassasient pas aussi efficacement que les aliments solides (**Muraio et al., 2007 ; Flood-Obbagy Rolls, 2009**). Les smoothies doivent

donc être consommés avec modération, en tenant compte des besoins caloriques individuels. Par ailleurs, l'utilisation des smoothies dans des cures comme le Green Smoothie Cleanse peut présenter des risques pour la santé, en raison de la faible quantité d'énergie consommée et du risque de carences en nutriments essentiels (**Amidor, 2016**). Ces cures sont souvent justifiées par la prétendue élimination des toxines, une fonction que le foie et les reins accomplissent naturellement (**Amidor, 2016 ; Slavin-Lloyd, 2012**).

1.7. La technologie de production de jus

La technologie de production de jus comprend trois étapes essentielles.

Tout d'abord, il y a la préparation des fruits, qui doit être minutieuse : les fruits utilisés doivent être propres et exempts de tout signe de pourriture. Si nécessaire, les saletés peuvent être enlevées avant le broyage, à moins que le presseur ne dispose d'un système de lavage intégré. Les fruits qui ne sont pas de première qualité mais encore adaptés au pressurage doivent être temporairement stockés dans des contenants rigides et frais (**CRP, 2000 ; Benaïche, 2001**).

Ensuite, vient l'étape du pressurage, pour laquelle différents types de presseurs sont disponibles sur le marché, chacun donnant des résultats variés en termes de rendement et de vitesse. Chaque presseur nécessite une quantité minimale de fruits pour fonctionner efficacement, parfois même provenant de divers fournisseurs. Dans tous les cas, les fruits sont broyés et leur pulpe est pressée pour en extraire le jus (**CRP, 2000 ; Benaïche, 2001**).

Enfin, il y a l'étape cruciale de la conservation des jus. La plupart des jus subissent soit une pasteurisation, soit un traitement thermique qui altère les composants fragiles. D'autres sont simplement réfrigérés avec une date de péremption plus courte, mais cela peut entraîner des fermentations préjudiciables au goût et à la santé. Dans les deux cas, les termes "jus de fruit frais" ou "pur jus de fruit" ne reflètent pas nécessairement la qualité réelle du produit (**Benaïche, 2001 ; Benaïche, 2001**).

1.8. Techniques de conservation

1.8.1. Définition de la conservation

La conservation désigne l'ensemble des techniques de traitement visant à préserver les aliments, à maintenir leur comestibilité et à préserver leurs qualités gustatives et nutritives. Cela inclut la prévention de la croissance des microorganismes et le retard de l'oxydation des graisses, qui peut causer le rancissement (**Darinmou, 2000**). La consommation d'aliments frais est toujours préférable car la conservation peut diminuer la valeur nutritive des produits, les aliments conservés sont moins bénéfiques pour la santé que les aliments frais (**Corlien, 2005**).

1.8.2. Les différentes techniques de conservation

Les diverses méthodes de conservation des aliments, visant à prolonger leur durée de vie, font l'objet de recherches constantes (**Alexandra, 2001**).

□ Techniques de conservation par la chaleur

Aujourd'hui, le traitement thermique des aliments est la technique de conservation à long terme la plus essentielle. Son but est d'éliminer totalement ou partiellement les enzymes et les microorganismes, dont la présence ou la croissance pourrait altérer la qualité de l'aliment ou le rendre inadapté à la consommation humaine (**Boumendjel, 2005**).

✓ La pasteurisation

La pasteurisation a pour objectif de supprimer les microorganismes pathogènes et ceux responsables de l'altération des aliments. Cette méthode, inventée par Louis Pasteur en 1856, consiste à chauffer un aliment à une température spécifique pendant une durée déterminée, suivi d'un refroidissement rapide. Les températures de pasteurisation se situent en dessous de 100°C, généralement entre 63°C et 85°C (**Emilie, 2009**). Les différentes techniques de pasteurisation sont représentées dans le tableau 2.

Tableau 2 : Les différentes techniques de pasteurisation (**Murielle, 2009**).

Nom de la technique de pasteurisation	Traitement		Exemple
	Température appliquée	Durée de traitement	
	63-65°C	Quelques minutes	Lait, jus de fruits
Pasteurisation base	63-65°C	Quelques minutes	Lait, jus de fruits
Pasteurisation haute	70-75°C		
Flash pasteurisation	+95°C	Quelques secondes	Lait, jus de fruits

✓ La stérilisation

Contrairement à la Pasteurisation, la stérilisation est une technique visant à éliminer toute forme microbienne vivante, y compris les spores, grâce à des températures supérieures à 100°C (120°C en moyenne). Ces températures sont beaucoup plus élevées que pour la Pasteurisation, la valeur nutritive et le goût du produit sont donc susceptibles d'être altérés. La stérilisation d'un aliment ne suffit pas, à elle seule, pour sa conservation à long terme. Pour en remédier, on procède à la stérilisation du contenant (récipient) et du contenu (le produit alimentaire) (**Renard, 1980 ; Anciaux, 2019**).

✓ Le traitement UHT

Le traitement UHT « ultra haute température » est une méthode de conservation, consistant à chauffer instantanément le produit à une température très élevée (en général 140 à 150°C) pendant 1 à 5 secondes, puis à le refroidir tout aussi rapidement. Ce procédé, qui est une stérilisation, tue tous les micro-organismes. La courte durée du traitement permet de n'altérer que faiblement le goût et la valeur nutritive du produit. Le lait est le principal produit qui est conservé par un traitement à UHT (**Werner et al., 2010**).

□ Les techniques de conservation par le froid

Elles sont utilisées pour ralentir, voire stopper, la prolifération et l'action des micro-organismes, permettant ainsi de préserver les aliments sur des périodes plus ou moins longues (**Murielle, 2009**).

✓ Réfrigération

La réfrigération consiste à conserver les aliments à une température positive pendant une durée limitée, étant donné que les produits réfrigérés ont une date limite de consommation (DLC) (**Emilie, 2009**).

Généralement, la température de réfrigération se situe entre 0°C et 4°C.

Trois règles fondamentales doivent être respectées :

- Les aliments doivent être sains dès le départ ;
- Le refroidissement doit être effectué le plus tôt possible ;
- La réfrigération doit être continue tout au long de la chaîne de distribution : la chaîne du froid ne doit pas être interrompue (**Jean, 2014**).

✓ Congélation

La congélation maintient la température au cœur de l'aliment à environ -18°C. Ce processus entraîne la cristallisation de l'eau contenue dans les aliments en formant de gros cristaux de glace. Les arêtes des cristaux finissent par perforer la paroi cellulaire des aliments. Une partie de l'eau et des arômes les plus volatiles s'évapore. La désorganisation des tissus structurels peut

conduire à des réactions enzymatiques et non enzymatiques qui altèrent la texture et la saveur des produits. Ils ont tendance à se dessécher. La congélation permet une conservation à plus long terme que la réfrigération (**Boumendjel, 2005**).

✓ Congélation rapide ou surgélation

La surgélation est une méthode qui expose les aliments à des températures bien plus basses que la congélation traditionnelle (**Murielle, 2009**).

Elle implique un refroidissement rapide, allant de -35°C à -196°C , suivi d'une congélation à des températures de -15°C à -18°C (Morgane, 2013).

Cette technique favorise la formation de nombreux petits cristaux de glace qui n'altèrent pas la qualité des aliments, limitant ainsi la destruction cellulaire et empêchant la prolifération de microorganismes qui sont mis en sommeil à basse température.

Les produits ainsi traités conservent leur fraîcheur, leur texture, leur saveur tout en figeant l'essentiel des nutriments et vitamines (Murielle, 2009 ; Morgane, 2013).

1.9. Agents d'amélioration de la qualité des jus

1.9.1. Les vitamines

L'incorporation de vitamines dans les boissons aux fruits peut répondre à plusieurs objectifs :

- Restaurer la qualité initiale perdue de la boisson pendant le processus de fabrication ;
- Enrichir la boisson en vitamines, mettant en avant cette valeur nutritive ;
- Attirer l'attention du consommateur (effet marketing) en ajoutant des vitamines ;
- Utiliser les vitamines comme colorants ;
- Utiliser les vitamines comme antioxydants pour prolonger la durée de conservation de la boisson au fil du temps (Apab, 2011).

1.9.2. Les additifs

Les additifs sont des substances ajoutées en petites quantités dans les aliments. Leur rôle principal est d'assister dans la conservation en prévenant la présence et la croissance de microorganismes indésirables tels que les moisissures ou les bactéries responsables d'intoxications alimentaires. Leur utilisation permet (Codex Alimentarius, 2018 ; Viertel, 2008) :

- D'éviter ou de réduire les processus d'oxydation, responsables notamment du rancissement des matières grasses ou du brunissement des fruits et légumes coupés. Ces additifs sont connus sous le nom d'antioxygènes ou d'antioxydants ;

- D'améliorer la présentation ou la consistance des aliments. Ils sont appelés agents de texture et incluent les émulsifiants, les stabilisants, les épaississants et les gélifiants ;
- De donner ou de renforcer la coloration des aliments, dans ce cas, ils sont appelés colorants.

1.9.3. Les épaississants

Ce sont surtout des amidons et leurs produits dérivés qui confèrent des propriétés épaississantes aux produits laitiers : l'utilisation d'amidon nécessite un traitement thermique souvent combiné à une période de repos qui favorise l'éclatement des grains ou l'empesage, c'est-à-dire la gélification ou la dépolarisation de ces derniers. En effet, c'est lorsque les grains sont empesés qu'ils ont un effet anti-floculant vis-à-vis de la caséine. Cet effet est d'autant plus marqué lorsque la température d'empesage est plus élevée. Les épaississants servent simplement à augmenter la viscosité des produits laitiers (**Luquet, 1990**).

1.9.4. Les stabilisateurs

Nous avons :

1. Les gélifiants comme les gélifiants à base de blé, qui créent un réseau macromoléculaire qui capturent l'eau dans ses mailles. Ils confèrent aux produits laitiers une consistance grâce à la formation d'un gel.
2. Les émulsifiants qui sont utilisés pour créer ou maintenir un mélange homogène de deux ou plusieurs phases non miscibles, telles que les matières grasses et l'eau, dans les produits laitiers (**Anonyme 2, 2009**).

1.9.5. Les conservateurs chimiques

Divers conservateurs chimiques peuvent être ajoutés au jus de fruits pour différentes raisons. Par exemple, l'acide sulfurique, à des concentrations allant de 0,005 % à 0,2 %, est utilisé pour inhiber les levures, les champignons et les bactéries. Le dioxyde de soufre est fréquemment employé pour préserver la couleur des fruits lors du processus de séchage. L'acide ascorbique et le sorbate de potassium sont couramment choisis pour empêcher la croissance de champignons et de levures. Le benzoate de sodium, sous forme d'acide benzoïque à des concentrations entre 0,03 % et 0,2 %, est largement répandu comme conservateur, surtout dans les aliments acides. Il est souvent combiné à de l'acide ascorbique, généralement à des niveaux

de 0,05 % à 0,1 % du poids total. L'acide citrique est un autre exemple courant, utilisé dans les boissons gazeuses et comme agent acidifiant dans divers aliments. Cependant, il est considéré comme l'un des agents antimicrobiens les moins efficaces parmi les autres acides (**Azam-Ali, 2008**).

1.10. Contrôle de la qualité

Bien que la consommation de fruits frais et de leur jus offre des avantages, elle soulève des préoccupations en matière de sécurité alimentaire. Ces aliments, lorsqu'ils sont consommés sans aucun traitement de conservation, sont depuis longtemps reconnus comme des vecteurs potentiels de maladies infectieuses. Bien que la plupart des cas d'intoxication alimentaire soient liés à des aliments d'origine animale contaminés, il y a eu une augmentation notable des cas associés aux fruits et à leur jus frais au cours de la dernière décennie. Ces produits contaminés ont été à l'origine de plusieurs épidémies d'infections microbiennes. Pour prévenir de tels incidents, des mesures de contrôle sont mises en place lors de la fabrication, notamment: la vérification de l'acidité avant la pasteurisation (mesurée par le pH) et la mesure de la teneur en sucre de la boisson (mesurée par le degré Brix) (**Hmid, 2013**).

1.11. Altération organoleptique des jus de fruits

La plupart des aliments sont sujets à des altérations pouvant entraîner des modifications de leur valeur nutritionnelle. Ces altérations peuvent être de nature biochimique, microbiologique ou physicochimique. Les facteurs responsables de ces altérations, répertoriés dans le tableau 3, sont classés en fonction de leur caractère intrinsèque à l'aliment ou extrinsèque à l'environnement (**Bourgeois et Leveau, 1991**). Ce processus d'altération, également appelé "saveur babeurre", se manifeste par une libération importante de diacyde, des changements de couleur, un goût aigre voire alcoolisé, parfois une production de gaz intense (CO₂), une odeur de moisi, une brume ou nébulosité, des opalescences, des dépôts et des flocons, ainsi que du trouble et de l'agglutination en cas de fermentation (**Aneja et al., 2014**).

Tableau 3: Les facteurs d'altération intrinsèques et extrinsèques (Vierling, 2008).

Facteurs	Exemple
Intrinsèques	<p>PH</p> <p>Potentiel d'oxydo-réduction</p> <p>Structure physique de l'aliment</p> <p>Présence d'antioxydants</p>
Extrinsèques	<p>Durée</p> <p>Température</p> <p>Humidité relative</p> <p>Teneur en oxygène et en gaz carbonique</p> <p>Intensité lumineuse</p> <p>Nature et seuils des microorganismes</p>

1.12. Influence des Paramètres physicochimiques sur la qualité des jus

De nombreux facteurs physicochimiques, tels que la température de stockage, le pH, la composition chimique, la couleur et la présence d'acide ascorbique, jouent un rôle crucial dans la détérioration des jus de fruits, ce qui peut conduire au rejet des produits (Abbo et al., 2006). Les températures élevées favorisent la multiplication des microorganismes dans les produits alimentaires, accélérant ainsi les réactions métaboliques et la détérioration des produits, ce qui réduit leur stabilité lors du stockage ou leur durée de vie. C'est pourquoi il est courant de conserver les produits alimentaires au réfrigérateur, afin de limiter la prolifération des bactéries, la germination des spores et la formation de toxines potentiellement dangereuses (Redmond et Griffith, 2009). L'augmentation du pH crée un environnement propice à la croissance des bactéries, entraînant la production de sous-produits métaboliques qui peuvent altérer les jus de fruits et les rendre impropres à la consommation. De plus, les nutriments essentiels tels que les antioxydants, les vitamines A, C, E et les phytonutriments peuvent être dégradés par l'exposition à la lumière et aux fluctuations de température pendant le stockage, réduisant ainsi la durée de vie des produits (Amiri, 2008).

1.13. Altérations microbiennes des jus de fruits

Les microorganismes altérant les jus de fruits se divisent généralement en trois catégories principales : les bactéries aciduriques, les moisissures et les levures (**Graumlich et al., 1986**).

✓ Les bactéries

Les bactéries lactiques et acétiques sont les plus courantes dans les jus de fruits en raison de leur capacité à prospérer dans des environnements acides. Des exemples d'espèces incluent *Erwinia sp*, *Enterobacter sp*, *Clostridium*, *Alicyclobacillus*, *Pseudomonas sp* et *Bacillus sp*, qui sont tous connus pour leur rôle dans la détérioration des jus (**Juvonen et al., 2011**).

✓ Les levures

Les levures, quant à elles, prospèrent dans des conditions de pH bas, de forte teneur en sucre et de faible activité de l'eau, ce qui en fait des contaminants fréquents des jus de fruits. Les genres *Pichia*, *Candida*, *Saccharomyces* et *Rhodotorula* sont particulièrement notoires pour leur capacité à provoquer la détérioration des jus, caractérisés par la production de CO₂ et d'alcool, ainsi que par d'autres symptômes tels que la turbidité et la formation de pellicules. De plus, la production d'enzymes comme les pectinases par les levures contribue à la détérioration en dégradant la pectine, tandis que la formation d'acides organiques et d'acétaldéhyde peut créer un goût fermenté indésirable (**Aneja et al., 2014**).

✓ Les moisissures

Les moisissures peuvent également tolérer un pH bas et sont activées par une acidité élevée. Bien que la plupart des moisissures nécessitent de l'oxygène pour leur croissance, certaines peuvent se développer en conditions anaérobies. Des champignons tels que *Fusarium* et *Rhizopus spp.* sont connus pour leur capacité à proliférer même à de faibles concentrations en oxygène. Leur croissance peut entraîner diverses détériorations, notamment la production d'enzymes telles que les lipases et les protéases, qui génèrent des odeurs et des saveurs indésirables. De plus, la contamination fongique peut provoquer la décoloration des produits, la formation d'allergènes et la production de composés toxiques (**Wareing et al., 2005**).

2. Généralités sur les ingrédients utilisés pour la préparation des smoothies

2.1. Généralités sur les bananes

2.1.1. Définition

La banane est un fruit énergétique hautement apprécié, servant d'aliment de base et jouant un rôle très important dans la sécurité alimentaire des populations (**Zandjanakou-Tachin *et al.*, 2009 ; Lescot et Ganry, 2010**).

Plusieurs variétés de bananes dessert et plantain sont utilisées à de nombreuses fins et peuvent être consommées fraîches, grillées, frites, ou encore pour la préparation de la bière ou de l'alcool (figure 1).



Figure 1 : Photo représentative de la banane plantain.

2.1.2. Origine

Le bananier est originaire des jungles tropicales chaudes et humides du Sud-Est Asiatique. Dans cette région du monde, on trouve les espèces sauvages *Musa acuminata* (génomme de type A) et *Musa balbisiana* (génomme de type B) (**Swennen et Vuylsteke, 2001**). A partir de cette région, les bananiers se sont répandus à l'Est en Amérique du Sud mais surtout à l'Ouest à Madagascar/Zanzibar à travers les migrations Indo-Malaysiennes. Les bananiers ont aussi été répandus par les Arabes et les Portugais le long de la côte Est de l'Afrique d'où ils ont traversé les pays de l'Afrique Central jusqu'en Afrique de l'Ouest (**Dhed'a et al., 2011**).

2.1.3. Description de la banane

Le bananier (figure 2) est une plante herbacée vivace. Elle est herbacée car elle ne comporte pas de croissance secondaire, c'est à dire après que les fruits sont parvenus à maturité, les parties aériennes fanent et s'affaissent. Elle est vivace parce que de nouveaux plants émis à la base du plant mature viennent remplacer les parties aériennes qui meurent. En effet, le bananier est dans son état d'équilibre à partir de la formation des bourgeons latéraux assurant la pérennité de la plante (Dhed'a et al., 2011).

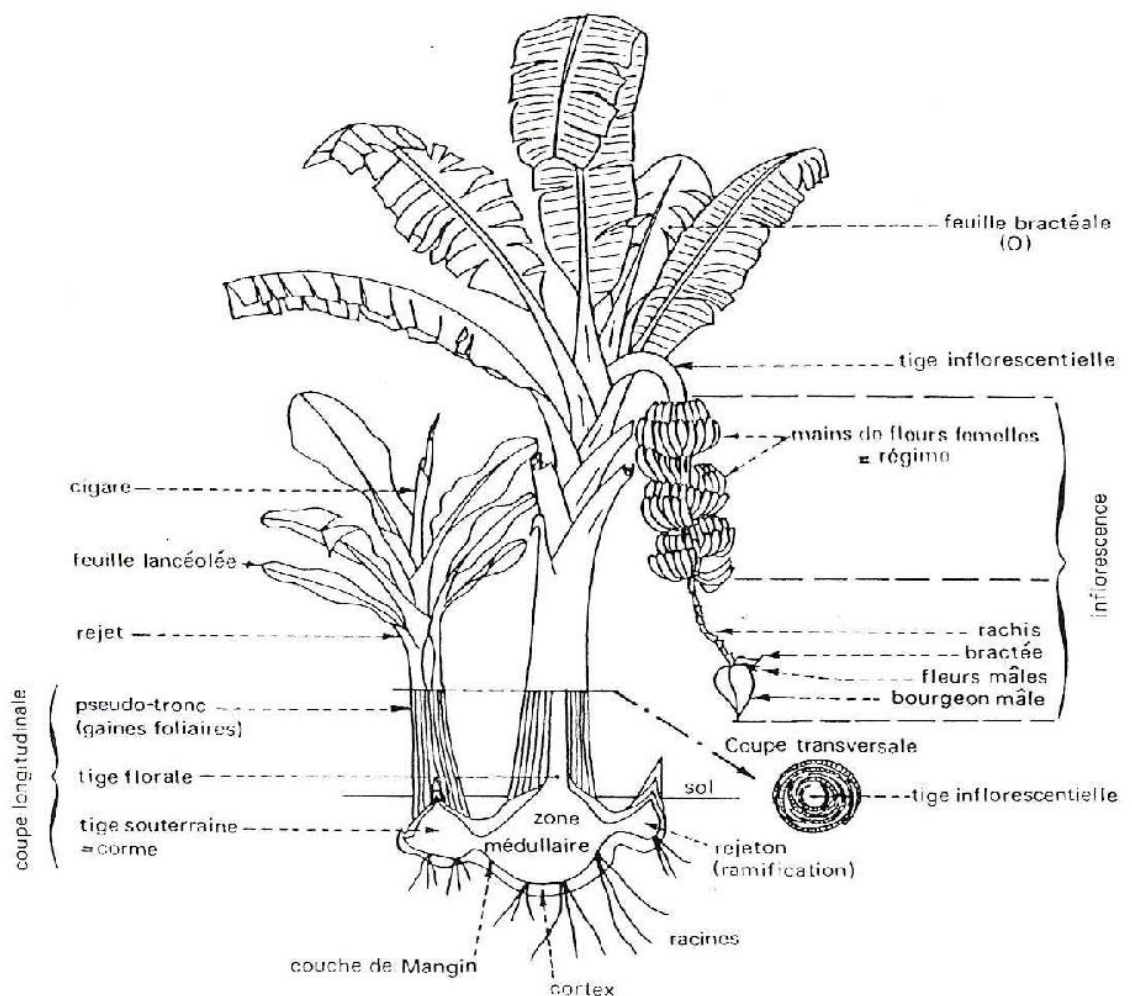


Figure 2 : Description du bananier (Champion, 1963).

2.1.4. Valeurs nutritionnelles

La composition chimique des bananes est donnée dans le tableau 4.

Tableau 4 : Valeurs nutritionnelles des bananes et des bananes plantains dans 100 g (Sharrock et Lusty, 2000).

Substances	Bananes	Banane plantains
Eau (g)	74,26	65,28
Energie alimentaire (Kcal)	92	122
Protéines (g)	1,03	1,3
Graisse (g)	0,48	0,37
Hydrate de carbone (g)	23,43	31,89
Calcium (mg)	6	3
Fer (mg)	0,31	0,6
Potassium (mg)	396	499
Sodium (mg)	10	4
Vitamine C (mg)	9,1	18,4
Thiamine (mg)	0,045	0,052
Riboflavine (mg)	0,1	0,054
Niacine (mg)	0,54	0,686
Vitamine A (UI)	81	1127
Acides gras saturés (g)	0,185	0,143
Acides gras monoinsaturés (g)	0,041	0,032
Acides gras polyinsaturés (g)	0,089	0,069

2.1. 5. Intérêt nutritionnel de la banane

Le bananier est avant tout une plante alimentaire cultivée pour ses fruits consommables frais (bananes desserts) ou cuits (plantains) qui constituent un aliment riche et relativement complet. Il a été suggéré que l'homme peut tout à fait bien vivre avec une alimentation de bananes et du lait. En outre, la banane est aisément digestible et constitue souvent la première nourriture solide donnée aux enfants dans les tropiques (Schoofs, 1997).

Les bananes et bananes plantains sont une source riche en sucre : 22% de la portion comestible dans la banane dessert et 31% dans le plantain.

Ils sont riches en minéraux comme le potassium, calcium et phosphore, vitamine C (banane) et vitamine A (plantain).

De tous les fruits connus, la banane contient le plus de protéines. Elle contient en plus du magnésium, du sodium, du sélénium. Elle ne contient pas de chlorure de sodium, c'est pourquoi on la trouve dans tous les régimes sans sel (Krishnamoorthy, 2002). En outre, elle ne contient pas de cholestérol.

2.2. Généralités sur le lait

Le lait est un aliment biologique présentant un intérêt nutritionnel, et dont la production organisée remonte à plus de dix mille ans. Depuis le 19^{ème} siècle, la production ne cesse d'augmenter en raison des progrès réalisés en médecine vétérinaire, de la sélection des races performantes et des pratiques d'élevage (Faye et Loiseau, 2002).

2.2.1. Définition

Le lait destiné à l'alimentation humaine a été défini en 1909 par le congrès international de la répression des fraudes : « Le lait est le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle litière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Il doit être recueilli proprement et ne pas contenir de colostrum ».

Le lait sans indication de l'espèce animale de provenance correspond au lait de vache (Larpen, 1997). Selon Aboutayeb, le lait est de couleur blanche (figure 3), opaque, de saveur légèrement sucrée, constituant un aliment complet et équilibré. Le lait cru est un lait qui n'a

subi aucun traitement de conservation sauf la réfrigération à la ferme. La date limite de vente correspond au lendemain du jour de la traite (**Aboutayeb, (2009)**).

Le lait cru doit être porté à l'ébullition avant la consommation (car il contient des germes pathogène). Il doit être conservé au réfrigérateur et consommé dans les 24 heures (**Fredot, 2006**).

Le lait doit être en outre collecté dans de bonnes conditions hygiéniques et possédant toutes les garanties sanitaires. Il peut être commercialisé cru 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 (**Jeantet et coll, 2008**).



Figure 3 : Photo du lait cru.

La composition du lait est donnée dans le tableau 5.

Tableau 5 : Composition moyenne du lait de vache (Alais et al, 2008).

Composants	Concentration g/L	Etat physique des composants
Eau	905	Eau libre plus eau liée (3,7%)
Glucides (lactose)	49	Solution
Lipides	35	Emulsion des globules gras (3 à 5 Um)
Matière grasse proprement dite:	34	
Lécithine (phospholipides)	0,5	
Insaponifiable (stéroïdes, carotène)	0,5	
Sels et minéraux	9	Solution ou état colloïdale
L'acide citrique	2	
L'acide phosphorique H ₃ PO ₄	2,6	
Le chlorure et sodium (NaCl)	1,7	
Constitution divers (Vitamine, enzyme, gaz dissous)	Traces	
Protides	34	Suspension micellaire phosphocaséinate de calcium (0,08 à 0,12 Um)
Caséine	27	
Protéine solubles (globulines, albumines)	2,5	Solution (colloïdale)
Substances azotées non protéiques	1,5	existent sous forme de molécules ou d'ions en solution

Extrait sec total	127	
Extrait sec non gras	92	

2.2.2. Valeur nutritionnelle du lait

Le lait est l'aliment le plus complet à l'état naturel qui existe, il joue un rôle très important dans l'alimentation humaine tant au point de vue calorique que nutritionnel. Un litre de lait correspond à une valeur d'environ 750 Kcal facilement utilisables. Comparativement aux autres aliments, il constitue un élément de haute valeur nutritionnelle.

L'intérêt alimentaire du lait est (**Leroy, 1965**):

- Une source de protéines d'excellente valeur biologique ;
- La principale source de calcium ;
- Une source de matière grasse ;
- Une bonne source de vitamines ;
- La haute qualité nutritionnelle des protéines du lait repose sur leur forte digestibilité et leurs compositions particulièrement bien équilibrée en acides aminés indispensables.

2.2.3. Intérêt nutritionnel

Le lait, du fait de sa qualité nutritionnelle, organoleptique et spécifique ; est recommandé à tous les âges correspondants aux besoins différents de l'Homme. Il est une source excellente en protéines, mais apporte aussi des teneurs élevées en calcium (**Vignola, 2002**).

Le lait est également une excellente source de minéraux intervenant dans divers métabolismes humains notamment comme cofacteurs et régulateurs d'enzymes. Il 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 (**Cheftelet 1996**).

Pour les nouveau-nés, les protéines du lait constituent une source protéique adaptée aux besoins de croissance durant la période néonatal (**Derby, 2001**).

2.3. Généralités sur le beurre de cacahuète

2.3.1. Définition et utilisation

Le beurre d'arachide (également connu sous le nom de beurre de cacahuètes) est une pâte à tartiner faite à base d'arachides (figure 4). Il est populaire en Amérique et très utilisé dans la culture culinaire africaine. Il est nommé peanuts butter en Amérique du Nord et, en langage familier au Canada francophone, beurre de peanuts (parfois orthographié beurre de pinottes).

Aux Pays-Bas on parle de pindakaas, fromage de cacahuètes. L'usage de cet aliment est trop sollicité par le grand public, suite à ses bénéfices nutritionnels. Un beurre de cacahuète bien fait se suffit seul. D'un goût délicieux sur un pain frais, une pâte à tartiner pour les enfants en lui rajoutant de la confiture pour faire un bon sandwich. Il est aussi présent dans plusieurs sauces et plats dans la spécialité orientale et africaine, à titre d'exemple : le mafé sénégalais. Même les Nord-Américains utilisent cette pâte, et sert de base à une grande quantité de pâtisseries et de desserts. Ce beurre est ajouté dans une pâte de cookies et dans les cheesecakes notamment pour son goût agréable.



Figure 4 : L'association du beurre d'arachide avec la banane.

2.3.2. Procédé de fabrication du beurre d'arachide

La transformation de l'arachide en beurre comprend plusieurs étapes (figure 5) :

À commencer par le décortiquage, ensuite le grillage à sec, le blanchiment des grains et pour en finir par le broyage fin. La phase du grillage et celle du blanchiment, ne sont pas impératives, mais il reste que la pellicule rouge ocre est nécessaire d'être enlevée avant l'étape du broyage. Le beurre obtenu peut être composé uniquement d'arachide, ou additionné à d'autres composés tels que les huiles totalement ou partiellement hydrogénées ou la lécithine afin d'éviter la séparation de l'huile du beurre d'arachides. D'autres composés tels que : le sel, le sucre, le chocolat, le sirop de dattes ou du saccharose, peuvent être aussi ajoutés, pour adapter la saveur du beurre au goût des consommateurs.



Figure 5 : Processus de fabrication de pâte d'arachide industrielle.

2.3.3. Conditionnement et conservation

Le conditionnement du beurre d'arachide se fait dans des pots en verre ou en PET. Pour le consommateur, plusieurs conseils lui sont destinés en ce qui concerne la conservation. Ce beurre doit impérativement être conservé dans un réfrigérateur. De là, on peut le consommer après ouverture de la boîte pour une période d'un à deux mois. Pour éviter le gras qui remonte au-dessus, on doit conserver le pot à l'envers (**Jakin, 2017**).

2.3.4. Valeurs nutritionnelles du beurre de cacahuète

Aliment très riche en protéines végétales et en acides gras insaturés, le beurre de cacahuète est adoré par les fans de diététique et de musculation. Malgré son fort apport calorique 600 Kcal/100 g. Le tableau suivant réparti la valeur nutritionnelle de 100 g de beurre de cacahuète.

Tableau 6 : Valeur nutritionnelle du beurre de cacahuète (par 100 g de beurre) (**Vuilleumier et al., 2008**).

Calories	Protéine	Glucides	Lipides
600,00 Kcal	25,00 g	20,00 g	50,00 g

Une portion standard de 30 g de beurre, l'équivalent de 2 cuillères à soupes apporte selon (**Vuilleumier et al., 2008**) :

- 15 g de lipides ;
- 10 g de sucre ;
- 7 g de protéines.

Le beurre de cacahuète est un produit gras, vu sa richesse en lipides (55%). La répartition des acides gras est équilibrée avec 20 % d'AGS, 50 % d'AGMI et 30 % d'AGPI. Cette matière grasse à tartiner contient généralement moins d'un pourcent d'AG trans et, de par son origine végétale, il est exempt de cholestérol.

La teneur en glucides représente environ 20 % de la masse, et les protéines jusqu'à 25 %. Une portion standard du beurre de cacahuète est une bonne source d'autres nutriments, il couvre : 36 % de niacine, 25 % de folate, 23 % de vitamine E et 32 % de cuivre (**Vuilleumier et al., 2008**).

2.4. Généralités sur les flocons d'avoine

2.4.1. Histoire et Origine

Il semble y avoir différentes interprétations quant à l'origine des flocons d'avoine. Les preuves archéologiques suggèrent que l'avoine a été domestiquée en Europe du Nord vers 2500 avant J.C. pendant l'Antiquité, Les Gaulois et Germains consommaient cette céréale sous forme de bouillie, tandis que les Grecs et les Romains reconnaissaient ses vertus médicinales et cosmétiques et l'utilisaient également comme aliment pour le bétail(**Boris, 2024**).

2.4.2. Définition

Les flocons d'avoine sont des graines entières d'avoine qui ont été cuites à la vapeur puis séchées pour produire des flocons plats et légers (figure 6). Ils constituent une source excellente de vitamines B₁ et de protéines végétales. Tout en contenant des fibres solubles bénéfiques pour la digestion et la régulation de la glycémie(**Nutrimuscle conseil,2023**).



Figure 6 : Photo des flocons d'avoine.

2.4.3. Valeurs nutritionnelles des flocons d'avoine

100 grammes de flocon d'avoine contiennent (**Boris, 2024**) :

- 13 g de protides ;
- 58 g de glucides ;
- 6,5 g de lipides.

2.4.4. Intérêt nutritionnel des flocons d'avoine

- Amélioration de la digestion ;
- Régulation de la glycémie ;
- Prévention des maladies cardiovasculaires ;
- Source de vitamines et de minéraux ;
- Contrôle du poids ;
- Riche en Fer et en fibres ;
- Réduire le cholestérol, prendre soin de la peau, réguler la faim ;
- Les flocons d'avoine sont très riches en protéines végétales et en acides aminés bénéfiques pour l'organisme (**Nutrimuscle conseil, 2023**).

2.5. Généralité sur les fraises

2.5.1. Définition

Les fraisiers, des plantes herbacées de la famille des *Rosaceae* et du genre *Fragaria*, produisent ce qu'on considère comme des fruits, bien qu'ils soient en réalité des faux fruits, dont le plus connu est la fraise.

Le fraisier produit la fraise, fruit formé par le réceptacle charnu de la fleur, avec une couleur variant entre le rouge (figure 7) et le jaune blanchâtre selon les variétés, et une forme généralement ovoïde oblongue plus ou moins arrondie (**Carol Cruzan Morton, 2018**).



Figure 7 : Photo des fraises.

2.5.2. Origine et histoire

Le fraisier est originaire d'Asie, d'Europe et d'Amérique, avec environ 35 espèces réparties sur ces continents, reflétant la diversité des climats où il pousse. Il a probablement été disséminé par les oiseaux qui transportaient ses graines sur de longues distances. Nos ancêtres du Néolithique le consommaient, et dès 1000 avant notre ère, les Romains le cultivaient dans leurs jardins. Cependant, sa culture commerciale n'a débuté qu'au XV^{ème} siècle. Les Anglais et les Hollandais ont ensuite amélioré les espèces sauvages pour obtenir des fruits plus gros, en particulier à partir de l'espèce *Fragaria vesca*. Jusqu'au début du XVIII^{ème} siècle, *F. vesca* était principalement cultivé dans les jardins européens (Catherine Canon, 2021).

2.5.3. Description et classification de la fraise

2.5.3.1. Structure

La fraise est constituée de nombreux petits, carpelles individuels (akènes), implantés sur un réceptacle hémisphérique ou conique qui se développe pour former, à maturité, une masse pulpeuse (figure 8). Son goût est juteux et délicieux (Djouder et Mansour, 2018).

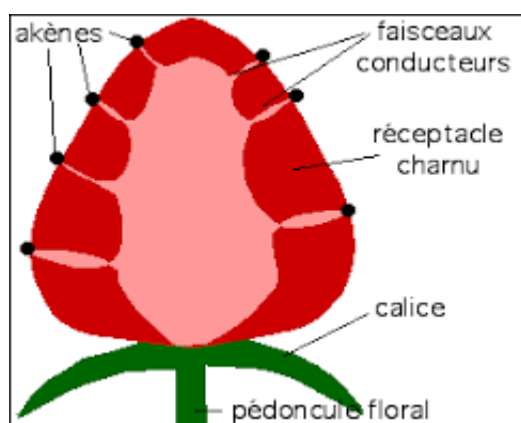


Figure 8 : Les caractéristiques morphologiques de la fraise.

2.5.3.2. Classification

Le fraisier appartient à la classification suivante (**Djouder et Mansour, 2018**) :

- Règne : Plantae
- Sous règne : Trachenobionta
- Division : Magnoliophyta
- Classe : Magnoliopsida
- Ordre : Rosales
- Famille : Rosaceae
- Genre : *Fragaria*
- Espèce : *Fragaria ananassa*.

2.5.4. Valeurs nutritionnelles et caloriques de la fraise

La composition de la fraise est donnée dans le tableau 7.

Tableau 7 : Valeurs nutritionnelles de la fraise pour 100 g de masse crue (Catherine Canon, 2021).

Substances	Teneur moyenne
Energie	38.6 Kcal
Eau	90.3 g
Protéines	0.63 g
Glucides	6.03 g
Lipides	<0.5 g
Sucre	5.6 g
Fructose	3.3 g
Glucose	2.3 g
Fibre alimentaire	3.8 g
Calcium	18 mg
Cuivre	0.02 mg
Fer	0.19 mg
Iode	<20 µg
Magnésium	12 mg
Phosphore	23 mg
Potassium	140 mg

2.5. 5. Intérêt nutritionnel et médicinal de la fraise

La fraise est riche de bienfaits nutritionnels. Ce serait dommage de s'en priver (Catherine Canon, 2021) :

- Hydratante : les fraises sont une excellente source d'hydratation grâce à leur teneur élevée en eau, ce qui contribue à répondre aux besoins en liquides quotidiens ;
- Riche en antioxydants : les fraises renferment des flavonoïdes qui leur confèrent leur teinte rouge et jouent un rôle majeur dans leur pouvoir antioxydant. Parmi ces composés, les anthocyanines sont particulièrement notables, étant associées à une protection contre le cancer, notamment celui de la prostate et de la cavité buccale ;
- Une source de fibres bien tolérées : les fraises fournissent des fibres qui favorisent le bon fonctionnement du système digestif en stimulant le transit intestinal et en réduisant les risques de ballonnements ;
- Une source de manganèse : les fraises contiennent du manganèse, qui agit en tant que cofacteur pour de nombreuses enzymes, facilitant ainsi une douzaine de processus métaboliques distincts. De plus, il contribue à prévenir les dommages causés par les radicaux libres ;
- L'anti fatigue de l'été : les fraises sont riches en vitamine C, un nutriment essentiel qui combat la fatigue, renforce le système immunitaire et protège contre diverses infections ainsi que les coups de froid durant l'hiver ;
- Une source de vitamine B₉ : les fraises fournissent de la vitamine B₉, essentielle pour favoriser le développement sain du fœtus pendant la grossesse ;
- Le mot du nutritionniste : les fraises sont riches en eau, faibles en sucres et en calories, en faisant ainsi un choix idéal pour ceux qui cherchent à perdre du poids. De plus, grâce à leur teneur significative en vitamine C, elles sont un excellent remède contre la fatigue pendant l'été.

2.5.6. Conservation et transformation de la fraise

La fraise est délicate à conserver. Il faut déguster rapidement et la laver juste avant la consommation. On peut également la transformer en jus, en nectar ou en confiture. (33)

Les étapes communes de traitement incluent la réduction du jus de fruits, le stockage dans des cuves fermées, la fabrication de confiture de fraises par chauffage sous vide, l'embouteillage, la fermeture sous vide et le refroidissement (Giampieri et al., 2013).

2.6. Généralités sur le Yaourt

2.6.1. Définition

Le yaourt (figure 9), selon le Codex Alimentarius, est un produit laitier obtenu par coagulation due à la fermentation lactique provoquée par *Lactobacillus delbrueckii* sous-espèce *bulgaricus* (*Lb. Bulgaricus*) et *streptococcus salivarius* sous-espèce *thermophilus* (*st. Thermophilus*). Il est fabriqué à partir de lait frais ou pasteurisé (ou concentré, partiellement écrémé, enrichi en extrait sec), avec ou sans l'ajout de substances telles que le lait en poudre, la poudre de lait écrémé, les protéines lactosériques concentrées ou non, la caséine alimentaire, .. etc. Les micro-organismes présents dans le produit final doivent être viables et abondants (Anonyme, 1995).



Figure 9 : Photo du Yaourt.

2.6.2. Historique

Le mot Yaourt, également orthographié yoghourt ou yogourt, trouve son origine en Asie, provenant du terme turc « yoghurtmak » qui signifie « épaisir » (Tamime et Deeth, 1980).

À la suite des découvertes de Louis Pasteur sur la fermentation lactique, de nombreux chercheurs se penchent sur les micro-organismes présents dans le lait. En 1902, Ris et Khoury,

deux médecins français, isolent les bactéries présentes dans un lait fermenté égyptien. Metchnikoff (1845-1916) isole ensuite la bactérie spécifique du yaourt, connue sous le nom de « bacille bulgare », analyse l'acidification du lait caillé et propose une méthode de production sûre et régulière (**Rousseau, 2005**).

Par la suite, de nombreux autres produits ont été introduits sur le marché, tels que les laits fermentés probiotiques, les laits fermentés à longue conservation (pasteurisés, UHT, lyophilisés ou séchés) et des produits « plaisirs » comme les boissons lactées, les produits pétillants ou les desserts glacés.

Traditionnellement, le Yaourt nature et ferme constituait la majeure partie des productions de laits fermentés. Dans les années 1960 -1970, les produits sucrés ont fait leur apparition, suivis par les yaourts aromatisés et aux fruits. Aujourd'hui, ils dominent largement le marché.

L'introduction du Yaourt brassé a marqué une autre étape importante dans la commercialisation des laits fermentés. De plus, la croissance commerciale des produits probiotiques répond à une demande croissante des consommateurs (**Brule, 2003**).

2.6.3. Valeurs nutritionnelles et caloriques du yaourt

La composition du yaourt est représentée sur le tableau 8.

Tableau 8 : Valeurs nutritionnelles pour 100 g de yaourt nature (Catherine Conan, 2021).

Substances	Teneur moyenne
Energie	45.5 Kcal
Eau	88.6 g
Protéines	3.96 g
Glucides	2.65 g
Lipides	1.5 g
Lactose	2.11 g
Fibres alimentaires	<3 g
Cholestérol	13 mg
Sel chlorure de sodium	0.11 g
Calcium	128 mg
Cuivre	0.0078 mg
Fer	0.25 mg
Iode	26.3 µg
Magnésium	12.5 mg
Manganèse	0.0053 mg
Phosphore	98 mg

2.6.4. Intérêt nutritionnel et médicinale du Yaourt

- riche en calcium : un apport adéquat en calcium est crucial pour le développement osseux chez les enfants et les adolescents, ainsi que pour maintenir la santé osseuse et prévenir l'ostéoporose chez les adultes ;
- fournit d'excellentes protéines ;
- C'est un cocktail de vitamines ;
- aide à maigrir : le yaourt est un classique des régimes minceur, préféré aux fromages, plus gras et plus caloriques ;
- contribue à prévenir le diabète de type 2 ;
- baisser la tension ;
- protégerait du cancer du côlon ;
- Prévention et traitement des maladies diarrhéiques ;
- Réduction du taux de cholestérol sanguin (**Zare Mirzaei et al., 2018 ; Dilmi, 2006**).

2.7. Généralités sur le sucre roux

2.7.1. Histoire

La culture de la canne à sucre trouve ses origines en Nouvelle-Guinée avant le troisième millénaire avant notre ère, Elle se propage ensuite progressivement vers l'Indonésie puis le sous-continent Indien. Néarque, L'amiral d'Alexandre le Grand, la mentionne dans sa correspondance en la qualifiant de « miel de roseau ». En d'autres termes, on pourrait dire « nectar de canne » ou « jus de roseau sucré ».

Les Croisades ont ouvert la voie à la commercialisation du sucre de canne par Venise dès le XIII^{ème} siècle, ce qui a entraîné son introduction dans le Sud de l'Espagne et aux Canaries. Par la suite, le sucre a connu une période de grande prospérité en Amérique et aux Antilles. Cependant, son exploitation a conduit à une expansion massive de l'esclavage africain sur tout le continent américain (**Ingrid Haberfeld, 2023**).

2.7.2. Fabrication de sucre roux

Il existe deux façons d'obtenir ce produit :

1/ A partir de la betterave sucrière : on extrait d'abord le sucre blanc, puis on recuit son sirop pour produire du sucre roux, appelé « vergeoise » en Belgique. La vergeoise se décline en deux variétés : la blonde, issue d'une seule cuisson du jus de betterave, et la brune, obtenue après une double cuisson du jus, offrant ainsi une saveur naturellement caramélisée.

2/ A partir du sucre de canne : il provient de la première extraction du jus de canne et possède un goût de vanille. Il porte le nom de « cassonade », elle est moins raffinée que le sucre blanc (Ingrid Haberfeld, 2023).

2.7.3. Valeurs nutritionnelles de sucre roux

Le sucre roux est moins raffiné que le sucre blanc, il contient des traces de vitamines et de minéraux (figure 10).



Figure 10 : Photo des sucres blanc et roux.

La composition de 100 g de sucre roux est donnée dans le tableau 9.

Tableau 9 : Valeurs nutritionnelles pour 100 g de sucre roux (Ingrid Haberfeld, 2023).

Substances	Teneur moyenne
Calories	389 Kcal
Protéines	0,12 g
Glucides	97,3 g
Sucres	95,5 g
Fructose	0,81 g
Glucose	0,93 g
Saccharose	93,8 g
Lipides	0 g
Fibres	0 g
Calcium	83 mg

2.7.4. Intérêt nutritionnel de sucre roux

Le sucre roux contient quelques vitamines : il renferme une faible quantité de vitamine du groupe B, notamment de la vitamine B₆, qui favorise le fonctionnement optimal du système nerveux et combat la fatigue en aidant à l'absorption du magnésium par l'organisme. Il contient également de la vitamine B₉, bénéfique pour les femmes enceintes et celles qui envisagent une grossesse, car elle aide à prévenir les anomalies congénitales du fœtus.

Le sucre roux est riche en minéraux : tels que le calcium, essentiel pour des os solides, le fer et le phosphore pour lutter contre la fatigue, et le magnésium qui participe à de nombreuses réactions corporelles. Ses bienfaits incluent la fixation du calcium dans les os, la stimulation musculaire, la régulation du taux de sucre sanguin pour prévenir le diabète de type 2, la normalisation du rythme cardiaque et de la pression artérielle pour prévenir les problèmes cardiovasculaires, ainsi que le maintien d'un bon transit intestinal (Ingrid Haberfeld, 2023).

2.8. Généralités sur la plante d'intérêt

2.8.1. Généralités sur *Salvia hispanica*

Chia (figure 11) est une plante herbacée annuelle indigène du centre du Mexique et du nord du Guatemala qui appartient à la famille des *Lamiaceae* (Abdelhalim et Hanrahan, 2021). La chia est actuellement utilisée comme aliment fonctionnel et également pour produire des suppléments et des produits nutraceutiques. La chia a été classé par le botaniste suédois Carl Von Linneo en 1753, qui l'a nommée *Salvia* (sauver ou guérir) *hispanica* (espagnol) qui en latin signifie plante espagnole pour guérir ou sauver (Sosa et al., 2016). Le terme Chian (maintenant connu sous le nom de chia) signifie huileux en Nahuatl. Les Aztèques l'utilisaient pour désigner toutes les espèces du genre *Salvia* dont le trait principal est leur forte teneur en huile (Sosa et al., 2016). La production, la consommation et la demande de chia au Mexique et dans le monde ont considérablement augmenté ces dernières années, étant une source d'huile avec des niveaux élevés d'acides gras polyinsaturés et de composés phénoliques.



Figure 11: Photo de chia (*salvia hispanica*).

2.8.2. Origine et distribution Géographique :

Le genre *Salvia* se compose d'environ 900 espèces, largement distribuées depuis des milliers d'années dans plusieurs régions du monde, notamment l'Afrique Australe, l'Amérique Centrale, l'Amérique du Nord et du Sud et l'Asie du Sud-Est. Comme indiqué dans la littérature, la chia est aujourd'hui non seulement cultivé au Mexique et au Guatemala, mais aussi en Australie, en Bolivie, en Colombie, au Pérou, en Argentine, en Amérique et en Europe. De nos jours, le Mexique est reconnu comme le plus grand producteur de chia au monde (**Knez Hrcic et al., 2019**). Elle pousse naturellement dans les zones de forêts de chênes ou de pins, où les températures sont généralement basses, elle est répartie dans les milieux semi-chauds et tempérés de l'axe néo volcanique transversal de la Sierra Madre Occidental et du Chiapas méridional, à des altitudes allant de 1400 à 2200 m (**Di Sapiet al., 2012**).

2.8.3. Propriétés nutritionnelles de *Salvia hispanica*

Les propriétés nutritionnelles de *Salvia hispanica* sont importantes, spécifiquement de ses graines, qui contiennent des graisses, des glucides, des fibres, et des protéines, en addition de divers vitamines, minéraux et antioxydants. Elles peuvent fournir une valeur énergétique de 459 à 495 Kcal / 100 g des graines (**Marcinek et Krejpcio, 2017; Knez Hrcic et al., 2019**). Selon différentes références, les pourcentages de ces éléments nutritifs changent comme il est indiqué dans le tableau 10.

Tableau 10 : Les valeurs des éléments nutritionnels dans les graines de *Salvia hispanica* (**Knez Hrcic et al., 2019**). .

Les éléments nutritionnels	(Marcinek et krejpcio, 2017)	(knez Hrcic et al., 2019)	(Grancieri et al., 2019)	(Ullah et al. , 2015)
Protéines	16-26%	15-25%	18,9%	15-25%
Lipides	31-34%	30-33%	31,2%	30-33%
Glucides	31-34%	26-41%	3 ,4%	41%
Fibres	23-35%	18-30%	Non mentionné	18-30%

Ces valeurs peuvent être influencées par l'écosystème du milieu de culture de *Salvia hispanica*, à cause des facteurs génétiques (**Marcinek et Krejpcio, 2017**), des méthodes

d'extraction (**Knez Hrcic et al., 2019**), des conditions climatiques, des éléments nutritifs dans le sol, ...etc (**Grancieri et al., 2019**).

2.8.4 Propriétés thérapeutiques de *Salvia hispanica*

Les graines de *Salvia hispanica* ont des effets cardio-protecteurs, grâce à la haute concentration des acides gras oméga-3 qui contrôlent l'hypertension et améliorent le fonctionnement de cœur et la fréquence cardiaque (**Ullah et al., 2015 ; Grancieri et al., 2019**). Elles ont aussi la capacité de diminuer le taux de cholestérol total, grâce à des protéines qui peuvent bloquer la synthèse du cholestérol, et aident à la réduction de la coagulation sanguine. D'autre part, elles peuvent diminuer la concentration des triglycérides (**Ullah et al., 2015 ; Marcinek et Krejpcio, 2017 ; Grancieri et al., 2019**). Elles réduisent le risque de développer un diabète, par diminution de la concentration de glucose dans le sang, et la résistance à l'insuline (**Marcinek et Krejpcio, 2017 ; Grancieri et al., 2019**). Grâce à les fibres alimentaires et les faibles concentrations en glucides dans les graines de *Salvia hispanica*, elles peuvent aider

à réduire l'appétit ainsi la perte de poids (**Marcinek et Krejpcio, 2017 ; Grancieri et al., 2019**). Elles ont aussi une capacité antioxydante. Elle est efficace contre les maladies neurologiques et d'immunodéficience et les différentes maladies de cerveau (**Grancieri et al., 2019**). Les graines de *Salvia hispanica* ont une capacité curative et des avantages de cicatrisation des plaies par augmentation du taux de collagène dans la peau (**Ullah et al., 2015 ; Zinder et al., 2019**) et elles possèdent un rôle dans l'améliorations de la vision, et dans la différenciation et la croissance des cellules (**Diab et Krebs, 2018**), grâce à la vitamine A qu'elles contiennent. Elles favorisent l'absorption du fer, et la biosynthèse du tissu conjonctif grâce à la vitamine C. Le potassium qui est présent dans les graines de *Salvia hispanica* peuvent empêcher les risques des maladies cardiovasculaires, la progression de l'insuffisance rénale chronique, et les accidents vasculaires cérébraux (**Clegg et al., 2020**).



Chapitre 02 :
Matériels et méthodes



1. Introduction

Dans le cadre de l'étude de la qualité et de la sécurité alimentaire, l'analyse physico-chimique des boissons devient essentielle pour comprendre leur composition, leurs propriétés et leur impact potentiel sur la santé des consommateurs. Ce chapitre se propose d'examiner deux variétés de smoothies : l'un à la banane et l'autre à la fraise, chacun sous deux formes distinctes, avec et sans conservateur. L'objectif principal est de comparer ses deux variantes afin de déterminer l'influence des conservateurs et aussi la durée de la conservation sur divers paramètres physico-chimiques et nutritionnels.

Les analyses effectuées incluent la mesure de la densité, du taux d'humidité, du pH, de la conductivité électrique, de teneur en pectine, du contenu en vitamine C, de l'activité antioxydante, de l'acidité via une titration ainsi que la teneur en cendres. Ces paramètres sont essentiels pour évaluer non seulement la stabilité et la conservation des smoothies, mais aussi pour en vérifier la qualité nutritionnelle et la sécurité du consommateur.

2. Matériels

2.1. Matériels de laboratoire

Les appareils, la verrerie, les produits utilisés sont donnés dans **l'annexe N°1**.

2.2. Fruits utilisés

Nous avons réalisé deux variétés de smoothies en sélectionnant des fruits de la plus haute qualité, en optant pour des fraises de premier choix pour l'un et des bananes de qualité supérieure pour l'autre.

Les étapes de la fabrication des smoothies sont :

- **smoothie à la fraise :**

Pour chaque 100 mL de smoothie, ajoutez 0,8 g de conservateur.

- Les fraises doivent être soigneusement lavées afin d'éliminer toutes les impuretés, puis séchées à température ambiante pendant une période d'environ 20 minutes avant d'être placées dans le congélateur pour une durée de 24 heures.

- Placer délicatement les fraises dans le récipient du blender, puis verser avec précision le yaourt liquide. Ensuite, intégrer le sucre roux ainsi que les graines de chia. Actionner le blender jusqu'à l'obtention d'une consistance homogène.

- **smoothie à la banane :**

- Placer une banane dans le réceptacle du Blender, puis y verser le lait. Saupoudrer de flocons d'avoine, suivi de beurre de cacahuète. Activer ensuite le blender jusqu'à l'obtention d'une texture parfaitement homogène.

4. Stérilisation des flacons et pasteurisation des smoothies à la fraise et à la banane

Le processus de fabrication des smoothies à la banane et à la fraise commence par la stérilisation des flacons, qu'ils contiennent ou non des conservateurs, par autoclavage à une température de 120°C pendant 15 min. Une fois stérilisés, les flacons sont placés dans une zone stérile pour éviter toute contamination, à environ 15 cm d'une source d'une flamme. Ensuite, ils sont ouverts et flambés à l'aide de la flamme, puis le mélange de fruits est versé à l'intérieur. Après avoir été hermétiquement fermés, les flacons subissent une nouvelle opération de flambage avant d'être immergés dans de l'eau bouillante pendant un court laps de temps, jusqu'à ce que le mélange atteigne une température optimale pour une pasteurisation. Enfin, les flacons sont retirés et plongés dans un bain de glace pour finaliser le processus de pasteurisation. Certains sont conservés au réfrigérateur tandis que d'autres sont maintenus à une température de congélation. Des analyses physico-chimiques sont réalisées lors de la préparation initiale, après une semaine de stockage au réfrigérateur, après deux semaines au réfrigérateur, et finalement après deux semaines au congélateur pour observer l'évolution des smoothies au fil du temps.

L'approche méthodique de l'analyse physico-chimique des deux smoothies comprend une série d'études approfondies visant à identifier les avantages des smoothies à la banane et à la fraise, tout en mettant en lumière l'importance de l'ajout de conservateurs pour assurer leur qualité et leur sécurité.

5. Méthodes d'analyse physicochimique

5.1. Détermination de la masse volumique (densité) des smoothies

5.1.1 Introduction

La mesure de la masse volumique d'un mélange tel qu'un smoothie, qu'il soit composé de banane, de flocons d'avoine, de lait et de beurre de cacahuète ou même d'un mélange aussi exotique qu'un smoothie fraise yaourt graine de chia et sucre roux, revêt plusieurs objectifs significatifs. Tout d'abord, elle permet un contrôle précis de la qualité du produit final en fournissant des indications sur son homogénéité et sa composition. Des variations de densité pourraient signaler des différences de composition ou des problèmes de mélange, ce qui est crucial pour maintenir des normes de qualité élevées. De plus, la densité est liée à la texture et à la viscosité du smoothie. Par exemple, une densité plus élevée pourrait suggérer une texture plus épaisse ou crémeuse, tandis qu'une densité plus faible pourrait indiquer une consistance plus fluide. Cette information est précieuse pour ajuster les recettes et obtenir la texture désirée. En outre, la mesure de la densité permet d'estimer la concentration des différents ingrédients dans le mélange. Cela est particulièrement utile pour évaluer la contribution de composants tels que le beurre de cacahuète à la composition finale du smoothie. En conclusion, que ce soit dans un smoothie classique ou dans une combinaison plus audacieuse comme le smoothie fraise yaourt graine de chia et sucre roux, la mesure de la masse volumique (densité) est un outil essentiel pour garantir la qualité, la cohérence et la satisfaction des consommateurs en contrôlant la composition, la texture et les propriétés sensorielles du produit final.

La masse volumique d'un jus de fruits est une mesure de sa masse par unité de volume. Plus simplement, c'est la quantité de matière (masse) contenue dans un certain volume. Pour les smoothies, la masse volumique peut varier en fonction de facteurs tels que la concentration en sucre, les différents composants du smoothie et même la température.

Elle est déterminée par la formule mathématique suivante :

$$\rho = \frac{\text{masse de l'échantillon (g)}}{\text{volume de l'échantillon (mL)}}$$

Typiquement, la masse est mesurée en grammes (g) ou en kilogrammes (kg), tandis que le volume est mesuré en millilitres (ml) ou en litres (L).

La densité, notée d , s'exprime par :

$$d = \frac{\rho}{\rho_{\text{réf}}}$$

où ρ est la masse volumique du corps considéré, et $\rho_{\text{réf}}$ est la masse volumique du corps de référence qui est l'eau dans le cas des liquides.

S'agissant d'un rapport entre deux mesures de même unité, la densité s'exprime par le rapport de deux grandeurs de même dimension et donc n'a pas d'unité.

5.1.2. Objectif

L'objectif de cette expérience est de déterminer la masse volumique de quatre types distincts de smoothies à l'aide d'une méthodologie rigoureuse basée sur la pesée précise des échantillons. Pour ce faire, nous utiliserons des fioles jaugées de 20 mL, que nous laverons soigneusement avant de les sécher dans une étuve à une température de 105°C pour assurer un séchage complet (Rydzak et al., 2020).

5.1.3. Protocole expérimental utilisé pour déterminer la masse volumique

- Laver soigneusement chaque fiole jaugée avec un détergent doux et de l'eau distillée pour éliminer tout résidu potentiel ;
- Sécher les fioles dans une étuve (figure 12) préchauffée à une température de 105°C pendant quelques instants pour garantir un séchage adéquat ;
- Une fois les fioles sèches, les retirer de l'étuve et les laisser refroidir à température ambiante ;
- Peser chaque fiole vide individuellement à l'aide de la balance électronique et enregistrer les valeurs obtenues ;
- Remplir chaque fiole jusqu'au trait de jauge avec le smoothie correspondant (figure 13). Peser chaque fiole contenant le smoothie et enregistrer les valeurs obtenues, ainsi on

pourra calculer la masse du smoothie occupant le volume de 20 mL (Rydzak et al., 2020).



Figure 12 : Photo de l'étuve utilisée pour le séchage.



Figure 13 : Photo de la fiole remplie de 20 mL de smoothie utilisée pour déterminer sa masse volumique.

5.2. Détermination du taux d'humidité des smoothies

5.2.1. Introduction

Le taux d'humidité, également appelé teneur en eau ou contenu en eau, est une mesure de la quantité d'eau présente dans un produit. Il est exprimé généralement en pourcentage, représentant la proportion de masse d'eau par rapport à la masse totale du produit.

Dans le domaine alimentaire, le taux d'humidité est une caractéristique importante pour évaluer la qualité, la fraîcheur et la stabilité des produits. Un taux d'humidité approprié peut contribuer à prolonger la durée de conservation des aliments, tandis qu'un taux trop élevé ou trop faible peut entraîner une détérioration prématurée ou des problèmes de sécurité alimentaire.

5.2.2. Objectif

La détermination du taux d'humidité dans les smoothies revêt une importance capitale dans l'industrie alimentaire pour garantir leur qualité et leur durée de conservation. Ce protocole vise à évaluer la quantité d'eau présente dans quatre types de smoothies, à savoir les smoothies fraise sans conservateur, fraise avec conservateur, banane sans conservateur et banane avec conservateur. Cette méthode implique une série d'étapes rigoureuses pour assurer des résultats précis et fiables.

5.2.3. Protocole expérimental utilisé pour déterminer le taux d'humidité des 4 smoothies

1. **Préparation des béchers :** Sélectionner trois béchers propres pour chaque type de smoothie. Les laver soigneusement et les sécher dans une étuve à une température de 105°C pendant 30 minutes afin d'assurer l'élimination de toute humidité résiduelle ;
2. **Pesée des béchers :** Après refroidissement au dessiccateur. Peser les béchers vides avec une balance de précision et enregistrer les valeurs obtenues (m_0) ;
3. **Remplissage des béchers :** Remplir chaque bécher avec la quantité respective de smoothie, en veillant à utiliser des quantités égales pour chaque type de smoothie ($m_1 = 2g$) ;
4. **Séchage dans l'étuve :** Placer les béchers remplis de smoothie dans l'étuve à 105°C pendant une période d'une heure pour permettre l'évaporation de l'eau présente dans les smoothies (figure 14) ;
5. **Pesée après séchage :** Après une heure de séchage, retirer les béchers de l'étuve et les laisser refroidir à température ambiante. Peser de nouveau chaque bécher avec le smoothie et enregistrer les valeurs obtenues (m_2) (Elleuch et al., 2008).



Figure 14 : Photo du séchage des béchers dans l'étuve.



Figure 15 : Photo de la pesée en utilisant la balance électronique.

5.2.4. Calcul du taux d'humidité

Calculer la différence de poids avant et après l'incubation pour chaque bécher afin de déterminer la quantité d'eau perdue par évaporation.

Exprimer le taux d'humidité pour chaque type de smoothie en pourcentage par rapport au poids initial du smoothie (**Chemists, 1990**).

La formule pour calculer le taux d'humidité dans un échantillon, exprimé en pourcentage, est la suivante :

$$\text{Taux d'humidité(\%)} = \frac{m_2 - m_0}{m_1} \times 100$$

Avec :

m₀ : la masse du bécher vide ;

m₁ : la masse de l'échantillon avant séchage qui est égale à 2 g ;

m₂ : la masse de l'échantillon après séchage.

5.3. Détermination du PH des smoothies

5.3.1. Introduction

La détermination du pH dans un smoothie consiste à mesurer l'acidité ou la basicité du mélange. Le pH est une mesure qui va de 0 à 14, où 7 est considéré comme neutre. Une valeur inférieure à 7 indique une acidité croissante, tandis qu'une valeur supérieure à 7 indique une basicité croissante. Dans un smoothie, le pH est principalement influencé par les ingrédients utilisés. Les fruits acides comme les agrumes ont tendance à abaisser le pH, tandis que d'autres ingrédients comme le lait ou le yaourt peuvent le rendre légèrement plus élevé. La détermination du pH peut être importante pour plusieurs raisons, notamment pour ajuster le goût du smoothie, assurer sa sécurité alimentaire et évaluer sa stabilité.

Pour déterminer le pH d'un smoothie, on utilise généralement un pH-mètre, un appareil spécialement conçu pour mesurer le pH des liquides. Une fois le pH mesuré, on peut ajuster les

ingrédients si nécessaire pour obtenir le profil de saveur désiré et garantir la sécurité alimentaire.

5.3.2. Objectif

Dans le cadre de cette étude, nous avons entrepris de mesurer le pH de quatre types de smoothies, à savoir fraise avec conservateur, fraise sans conservateur, banane avec conservateur et banane sans conservateur. Nous avons utilisé un pH-mètre pour effectuer ces mesures. Chaque type de smoothie a été soumis à trois essais de mesure de pH pour garantir la précision des résultats. Entre chaque essai, l'électrode du pH-mètre a été rincée à l'eau distillée afin d'éliminer toute contamination éventuelle.

5.3.3. Protocole expérimental utilisé pour la détermination du pH des smoothies

Le protocole utilisé est décrit comme suit (figure 16) :

- **Préparation des échantillons** : Verser chaque type de smoothie dans un bécher propre et sec ;
- **Mesure du pH** : Plonger l'électrode du pH-mètre dans le bécher contenant le smoothie. Attendre que la mesure du pH se stabilise puis enregistrer la valeur du pH ;
- **Rinçage de l'électrode** : Après chaque mesure, rincer soigneusement l'électrode du pH-mètre avec de l'eau distillée pour éliminer tout résidu ;
- **Répétition des mesures** : Répéter la mesure du pH pour effectuer trois essais pour chaque type de smoothie (Martínez-Flores et al., 2015).

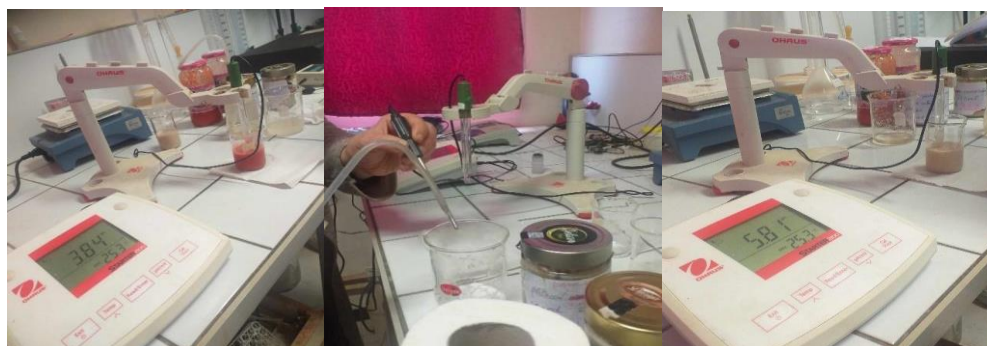


Figure 16 : Photo montrant la mesure du pH.

5.4. Détermination de la conductivité électrique des smoothies

5.4.1. Introduction

La conductivité électrique d'un smoothie, qu'il soit à la banane, à la fraise ou à toute autre saveur, mesure la capacité du liquide à conduire l'électricité. Cette conductivité dépend principalement de la concentration des ions présents dans le liquide. Dans le cas du sel, la présence de ses ions (Na^+ et Cl^-) dans le smoothie augmente sa conductivité électrique.

Ainsi, en mesurant la conductivité électrique d'un smoothie, on peut estimer la quantité de sel présente, puisque le sel est une source significative d'ions dans le liquide. Cette méthode peut être utilisée pour contrôler la qualité des smoothies et détecter toute augmentation non désirée de la concentration de sel (Zou et Jiang, 2016).

5.4.2. Objectif

L'étude de la conductivité des smoothies constitue une approche cruciale pour évaluer leur composition et leur qualité. Les smoothies peuvent contenir différents ingrédients, y compris des conservateurs, qui peuvent influencer leur conductibilité électrique. Ce protocole vise à mesurer la conductibilité des smoothies à base de banane et de fraise, avec et sans conservateurs, afin de comprendre l'impact de ces additifs sur leurs propriétés électriques.

5.4.3. Protocole expérimental de mesure de la conductibilité électrique des différents smoothies

Le protocole utilisé est décrit comme suit (figure 17) :

- **Préparation des échantillons :** Préparer quatre échantillons de smoothie dans des béchers distincts, un pour chaque type de smoothie. Veiller à ce que chaque échantillon soit à température ambiante ;
- **Mesure de la conductibilité :**
 - ✓ Utiliser un conductimètre calibré ;
 - ✓ Placer l'électrode du conductimètre dans chaque bécher contenant les smoothies successivement ;
 - ✓ Attendre que la mesure se stabilise ;
 - ✓ Enregistrer trois valeurs pour chaque type de smoothie ;

- ✓ Veiller à nettoyer l'électrode entre chaque mesure.

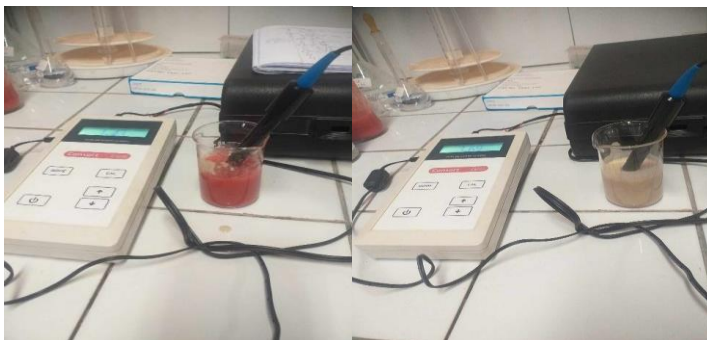


Figure 17 : Photo montrant la mesure de la conductivité électrique.

5.5. Détermination de l'acidité titrable des smoothies

5.5.1. Introduction

La détermination de l'acidité titrable est une technique utilisée en chimie analytique pour mesurer l'acidité d'une solution. Elle repose sur l'utilisation d'un indicateur coloré appelé phénolphthaléine, qui change de couleur en fonction du pH de la solution.

5.5.2. Objectif

Dans le cadre de cette expérience, nous allons mettre en œuvre un protocole de dosage acido-basique pour déterminer la concentration d'acide dans différents types de smoothies. Les types de smoothies testés seront les smoothies à la banane avec conservateur, à la banane sans conservateur, à la fraise avec conservateur et à la fraise sans conservateur. Pour chaque type de smoothie, deux essais seront réalisés afin d'assurer la fiabilité des résultats. Cette méthode repose sur l'utilisation d'une solution de NaOH de concentration connue et de la phénolphthaléine comme indicateur coloré. En suivant rigoureusement les étapes décrites ci-dessous, nous serons en mesure d'évaluer avec précision la concentration en acide de chaque type de smoothie (**Islam et al., 2015**).

5.5.3. Protocole expérimental utilisé pour déterminer l'acidité titrable des smoothies

Le protocole utilisé est décrit comme suit (figure 18) :

- ✓ Prenez une éprouvette graduée et mesurez 25 mL de smoothie ;

- ✓ Transvaser le smoothie dans une fiole jaugée de 250 ml ;
- ✓ Complétez le volume jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée ;
- ✓ Refermez hermétiquement la fiole et agitez rigoureusement pour homogénéiser le mélange. Prenez un bécher propre et versez un volume $V_0 = 25 \text{ mL}$ du mélange préparé précédemment ;
- ✓ Ajoutez 0,3 mL de phénolphtaléine dans le bécher et agitez délicatement ;
- ✓ Préparez une solution de NaOH 0.1N et mettez-la dans une burette (remplissez la burette jusqu'au trait de zéro). Commencez à ajouter goutte à goutte la solution de NaOH dans le bécher contenant le mélange ;
- ✓ Observez le changement de couleur du mélange dans le bécher. Initialement, la couleur est orange, puis elle devient fuchsia au point d'équivalence du dosage ;
- ✓ Notez le volume de la solution de NaOH ajouté au moment du changement de couleur.
- ✓ Répétez les étapes 1 à 8 pour chaque type de smoothie, en effectuant deux essais pour chaque type.

5.5.4. Expression des résultats

$$\text{Acidité titrable} \left(\frac{\text{m} \text{é} \text{q}}{100 \text{mL}} \right) = \frac{250}{25} * \frac{v1}{10} * \frac{100}{v0}$$

Avec :

V_0 : Volume en mL de la prise d'essai ($V_0 = 25 \text{ mL}$) ;

V_1 : Volume en mL de la solution du NaOH.



Figure 18 : Photo montrant le dosage du smoothie par une solution du NaOH.

5.6. Dosage des pectines présentes dans les smoothies

5.6.1. Introduction

Le dosage pectiné est une méthode utilisée pour évaluer la teneur en pectine dans les aliments, en particulier les fruits comme les fraises et les bananes. La pectine est une substance naturelle que l'on trouve dans les parois cellulaires des plantes, et elle est souvent utilisée comme agent gélifiant dans la fabrication de confitures, gelées et autres produits alimentaires (Arassi et Igderzen, 2022).

5.6.2. Objectif

Dans cette expérience, notre objectif est de déterminer le taux de pectine présent dans chaque type de smoothie, en évaluant l'efficacité de la filtration en fonction de la présence de conservateurs. Nous utiliserons de l'acétone comme solvant pour filtrer les smoothies à base de banane et de fraise dans deux conditions : avec conservateur et sans conservateur. Cette approche nous permettra de comprendre comment la composition chimique des smoothies influence leur taux de pectine et leur capacité à être filtrés. Nous suivrons un protocole strict impliquant la préparation des échantillons, leur filtration et la mesure des résidus obtenus.

5.6.3. Protocole expérimental utilisé pour déterminer la teneur en pectines

Le protocole utilisé est décrit comme suit (figure 19) :

- ✓ Dans un bécher, mélanger avec précaution 20 mL de smoothie avec 50 mL d'acétone ;
- ✓ Agiter rigoureusement le mélange pour assurer une homogénéisation adéquate ;
- ✓ Peser les papiers filtres vides avec précision ;
- ✓ Verser le mélange dans une fiole à l'aide d'un entonnoir, en utilisant un papier filtre pour effectuer la filtration ;
- ✓ Laver et sécher une vingtaine de minute à 100°C ;
- ✓ Peser à nouveau les papiers filtres pour déterminer la masse de résidus ;

- ✓ Répéter les étapes précédentes pour chaque type de smoothies ;
- ✓ Effectuer deux essais pour chaque variété de smoothie afin d'assurer la reproductibilité des résultats.



Figure 19 : Photo représentant le protocole du dosage des pectines.

5.6.4. Expression des résultats

$$s = \frac{p}{v} \times 100$$

Avec :

S : teneur en pectine en g/100 mL ;

V : volume en mL de la prise d'essai ;

P : poids de précipitation en g.

5.7. Dosage de la vitamine C des smoothies

5.7.1. Introduction

Le dosage de la vitamine C dans un smoothie banane et fraise se réfère à la quantité de cette vitamine présente dans la boisson. La vitamine C, également connue sous le nom d'acide ascorbique, est une vitamine essentielle que l'on retrouve naturellement dans les fruits comme la fraise et la banane. Les dosages de vitamine C dans un smoothie dépendent de la quantité de fruits utilisée lors de sa préparation.

En général, les smoothies contenant des fruits riches en vitamine C, comme la fraise et la banane, peuvent fournir une bonne quantité de cette vitamine dans un régime alimentaire.

Cependant, la quantité exacte de vitamine C dans un smoothie dépendra des proportions de fruits utilisées et de la taille de la portion consommée. Il est important de varier les ingrédients et de consommer une variété de fruits pour obtenir une gamme complète de nutriments, y compris la vitamine C.

5.7.2. Objectif

La vitamine C est un élément nutritif crucial présent dans divers aliments, notamment les fruits. Les smoothies, les boissons populaires, représentent une source potentielle de cette vitamine. Notre étude vise à déterminer la quantité de vitamine C dans quatre types de smoothies différents, à base de banane et de fraise. Ce protocole décrit en détail les étapes nécessaires pour préparer les échantillons, effectuer le titrage et interpréter les résultats (**Bergeret, 1957**).

5.7.3. Protocole expérimental utilisé pour le dosage de la vitamine C

Le protocole utilisé est décrit comme suit (figure 20) :

5.7.3.1. Préparation des échantillons

- ✓ Sélectionner quatre types de smoothies différents ;
- ✓ Utiliser une éprouvette pour mesurer avec précision 10 mL de chaque smoothie ;
- ✓ Transférer les 10 mL de smoothie dans une fiole ;
- ✓ Ajouter 100 mL d'eau distillée dans la fiole contenant le smoothie ;
- ✓ Bien mélanger la solution ;
- ✓ Filtrer la solution à l'aide d'un entonnoir et d'un papier filtre. Répéter cette opération pour chaque type de smoothie.

5.7.3.2. Préparation des solutions pour le dosage

Après la filtration, Prélever 50 mL de chaque solution filtrée et les transférer dans des béchers propres.

5.7.3.3. Dosage par titrage

- ✓ Préparer une solution d'acide sulfurique (H_2SO_4) avec une concentration précise (0.1N) ;
- ✓ Ajouter 3 mL de solution H_2SO_4 à chaque bécher contenant les 50 mL de solution filtrée ;
- ✓ Ajouter 6 gouttes d'amidon (0.5%) à chaque bécher ;
- ✓ Préparer une solution d'iode (0.05%) et mettez la dans une burette ;
- ✓ Commencer le titrage en ajoutant l'iode goutte à goutte dans chaque bécher ;
- ✓ Noter le volume d'iode ajouté à chaque changement de couleur. Il est important d'effectuer au moins deux essais pour chaque smoothie afin d'obtenir des mesures précises et reproductibles ;
- ✓ Observer le changement de couleur : pour les smoothies à la banane, le changement va d'une teinte jaunâtre à un bleu-noir foncé ; pour les smoothies à la fraise, il va d'une teinte rose pâle à un bleu-noir foncé.



Figure 20 : Photo représentant la technique de filtration dans le protocole de dosage de la vitamine C.

5.7.4. Expression des résultats (Chemists, 1990) :

$$VC = \frac{T * V * 176}{2 E}$$

Avec :

VC : teneur en vitamine C (g/L)

V : volume d'iode versé (mL) ;

T : titre molaire de la solution d'iode (mol/mL);

E : prise d'essai en L ;

176 : masse molaire de l'acide ascorbique en g/mole.

5.8. Détermination de la teneur en cendres dans les smoothies

5.8.1. Introduction

La détermination de la teneur en cendres est une méthode analytique utilisée en chimie et en alimentation pour évaluer la quantité de matière inorganique résiduelle (cendres) présente dans un échantillon après sa combustion à haute température. Cette méthode est couramment utilisée dans l'analyse des aliments, des produits agricoles, des produits pharmaceutiques et d'autres matériaux organiques pour déterminer la teneur en minéraux ou en matière inorganique.

5.8.2. Objectif

L'analyse des minéraux et des métaux dans les smoothies revêt une importance cruciale pour évaluer leur qualité nutritionnelle et leur sécurité alimentaire. Dans ce protocole, nous présentons une méthode de détermination des taux de minéraux et de métaux présents dans quatre types de smoothies différents : banane avec conservateur, banane sans conservateur, fraise avec conservateur et fraise sans conservateur. Cette méthode repose sur la technique de détermination de cendres, qui permet une évaluation précise des constituants minéraux.

5.8.3. Protocole expérimental utilisé pour déterminer la teneur en cendres

La figure 21 décrit le protocole expérimental utilisé pour déterminer la teneur en cendres des différents smoothies

5.8.3.1. Préparation des creusets

- Sélectionner des creusets préalablement lavés et séchés ;
- Peser les creusets vides et enregistrer les résultats.

5.8.3.2. Remplissage des creusets

- Remplir chaque creuset avec un smoothie différent, en ne remplissant que la moitié de chaque creuset.

5.8.3.3. Traitement thermique

- Placer les creusets dans un four à moufle préchauffé à 500°C ;
- Laisser les creusets dans le four pendant 3 heures.

5.8.3.4. Refroidissement

- Après 3 heures, ouvrir le four et laisser les creusets refroidir pendant environ 30 minutes.

5.8.3.5. Pesée des creusets remplis de cendres

- Utiliser une balance électronique pour peser les creusets remplis de cendres ;
- Transférer les cendres dans des tubes à essai à l'aide d'une fine spatule.



Figure 21 : Photo décrivant le protocole expérimental utilisé pour déterminer la teneur en cendres.

5.8.4. Expression des résultats

$$MO \% = \frac{(M_1 - M_2)}{p} \times 100$$

Avec :

MO : matière organique (%) ;

M₁ : masse du creuset contenant la prise d'essai (g)

M₂ : masse du creuset et des cendres en (g)

P : poids de la prise d'essai (g)

$$\text{Cendre (\%)} = 100 - \text{MO(\%)}$$

6. Détermination de l'activité antioxydante en utilisant le Test du radical libre (DPPH•)

6.1. Introduction

La détermination de l'activité antioxydante pour des smoothies fraise et banane est une mesure de la capacité de ces smoothies à neutraliser les radicaux libres dans le corps humain (**Brand-williams et al., 1995**). Les radicaux libres sont des molécules instables qui peuvent endommager les cellules et contribuer au vieillissement et au développement de maladies. L'activité antioxydante des smoothies est importante car elle peut aider à protéger le corps contre les dommages oxydatifs.

Les antioxydants sont des molécules capables d'interagir et d'inhiber l'initiation ou la propagation des réactions en chaîne d'oxydation générées par les radicaux libres réactifs avant que les molécules vitales ne soient endommagées. Les antioxydants peuvent inhiber la réactivité des radicaux libres par plusieurs mécanismes, notamment le don d'hydrogène et le piégeage des radicaux. Les méthodes actuelles de détermination de l'activité antioxydante sont basées sur la détermination spectrophotométrique par les mécanismes de transfert d'atomes d'hydrogène.

Parmi ces tests, le test DPPH• est simple et l'une des méthodes les plus utilisées. Il est basé sur la réduction du radical violet DPPH• (2, 2-diphényl-1-picryl hydrazyl) par l'antioxydant via un mécanisme de transfert d'atomes d'hydrogène pour provoquer un changement de couleur en molécules stables jaune pâle DPPH-H (2, 2 - diphenyl -1- picryl hydrazine). Le radical DPPH• violet restant est mesuré par un spectrophotomètre UV-Vis à environ 515 - 520 nm pour déterminer l'activité antioxydante (**Sirivibulkovit et al., 2018**). La réaction du radical libre DPPH• avec l'antioxydant est représentée dans la figure 22.

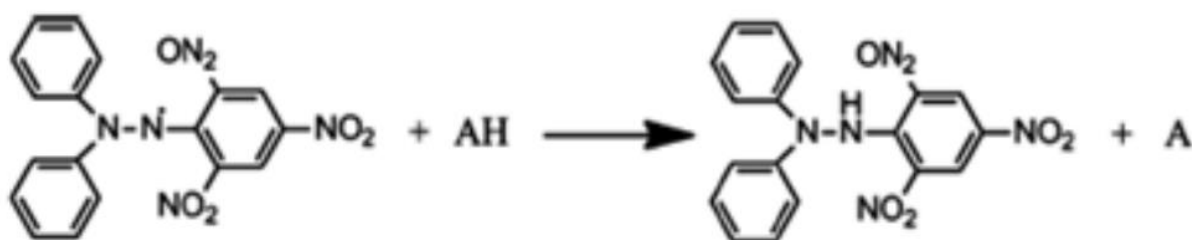


Figure 22 : Réaction de l'antioxydant et du radical libre DPPH•.

L'équation mathématique pour calculer le pourcentage d'activité antioxydante est (Hashem et al., 2014) :

$$\% \text{ d'activité antiradicalaire} = \left(\frac{A_{\text{Contrôle}} - A_{\text{Test}}}{A_{\text{Contrôle}}} \right) \times 100$$

Avec :

$A_{\text{Contrôle}}$: l'absorbance du témoin (contenant tous les réactifs mise à part le produit à tester) ;

A_{Test} : l'absorbance du test après 15 min, 30 min et 60 min.

6.2. Protocole expérimental pour l'évaluation de l'activité antioxydante des différents smoothies et l'acide ascorbique

Le protocole utilisé pour l'évaluation de l'activité antioxydante des smoothies étudiés et l'acide ascorbique est comme suit (figure 23) :

6.2.1. Préparation des solutions

- ✓ Préparer une solution de solution de DPPH•(0.1mM) ;
- ✓ Préparer un extrait éthanolique à partir du smoothie considéré ;
- ✓ Préparer une solution d'acide ascorbique (0.44g/L).

6.2.2. Protocole utilisé pour préparer le mélange smoothie - DPPH• et le témoin

- Peser 2g de chaque smoothie ;
- Mesurer 20 mL d'éthanol à l'aide d'une éprouvette ;

- Verser les smoothies et l'éthanol dans des erlenmeyers et agiter en plaçant les erlenmeyers contenant le mélange dans un agitateur à 200 tours par minute pendant 15 minutes ;
- Procéder à la filtration en utilisant une fiole équipée d'un entonnoir et d'un papier filtre ;
- Prélever 1,5 mL de la solution d'acide ascorbique ou du mélange filtré à l'aide d'une pipette graduée rincée avec de l'éthanol ;
- Ajouter 3,9 mL de la solution du DPPH• (0.1mM) à l'aide d'une autre pipette graduée rincée avec la solution du DPPH• ;
- Transférer l'acide ascorbique et le mélange smoothie - DPPH• dans des tubes à essai préalablement couverts de papier aluminium et bien agiter ;
- Pour la préparation du témoin (contrôle), Prélever 1,5 mL de l'éthanol à l'aide d'une pipette graduée rincée avec de l'éthanol, ajouter 3,9 mL de la solution du DPPH• (0.1mM) à l'aide d'une autre pipette graduée, mettre le tout dans un tube à essai préalablement couvert de papier aluminium et bien agiter ;
- Laisser incuber dans l'obscurité ;
- Verser le mélange smoothie - DPPH• et la solution témoin dans des cuves préalablement lavées, rincées à l'éthanol et séchées ;
- Utiliser une cuve contenant de l'éthanol (essai à blanc) pour calibrer le spectrophotomètre à une longueur d'onde $\lambda_{\max} = 517\text{nm}$.

6.2.3. Mesure de l'absorbance

- Placer la cuve contenant l'échantillon (l'acide ascorbique, le mélange smoothie - DPPH• ou le contrôle) dans le spectrophotomètre ;
- Réaliser la lecture de l'absorbance à une longueur d'onde de 517 nm ;
- Effectuer les lectures à intervalles de temps de 15 minutes, 30 minutes et 1 heure ;
- Noter les résultats de chaque essai effectué sur le spectrophotomètre ;
- Répéter les mêmes étapes pour les autres smoothies.

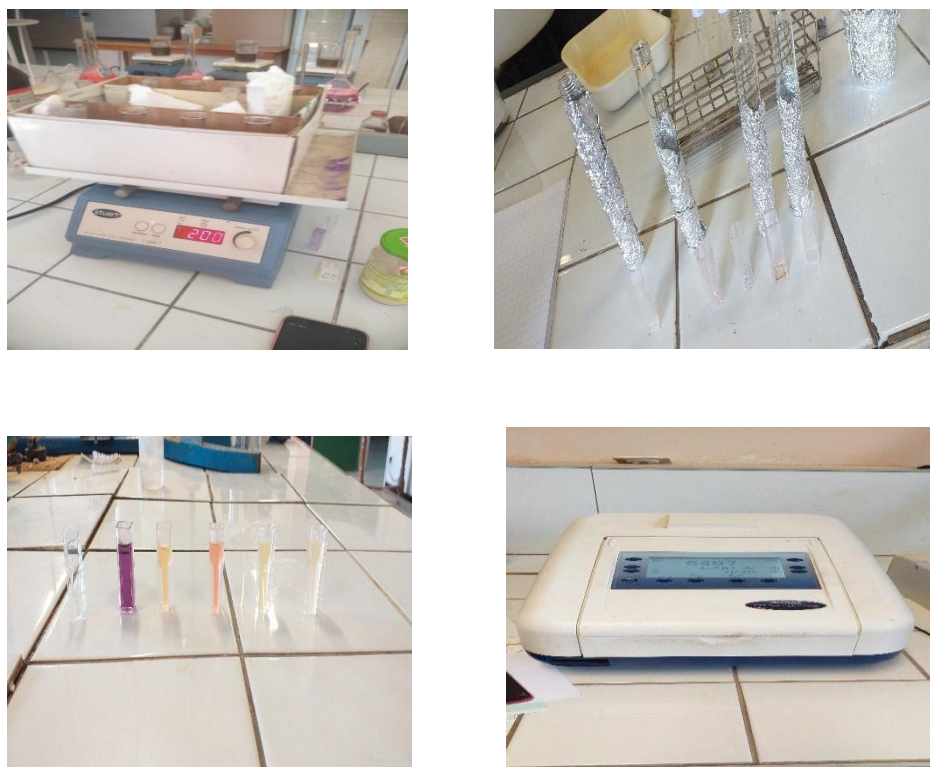


Figure 23 : Photo décrivant le protocole opératoire permettant d'évaluer l'activité antioxydante.

7. Analyse sensorielle

La méthode d'évaluation sensorielle utilisée dans cette étude a été faite sur un groupe formé de 30 personnes (amis et membres de la famille). Des évaluations individuelles ont été effectuées en répondant à un certain nombre de questionnaires (voir annexe 03).



Chapitre 03 :

Résultats et discussions



1. Résultats des analyses physicochimiques des smoothies formulés

Nous avons déterminé quelques propriétés physicochimiques des smoothies préparés lors de l'élaboration et après leur conservation dans le réfrigérateur et dans le congélateur.

1.1. Détermination de la masse volumique des smoothies

Les valeurs de densité des échantillons analysés en fonction du temps et la méthode de conservation sont illustrées sur la figure 24.

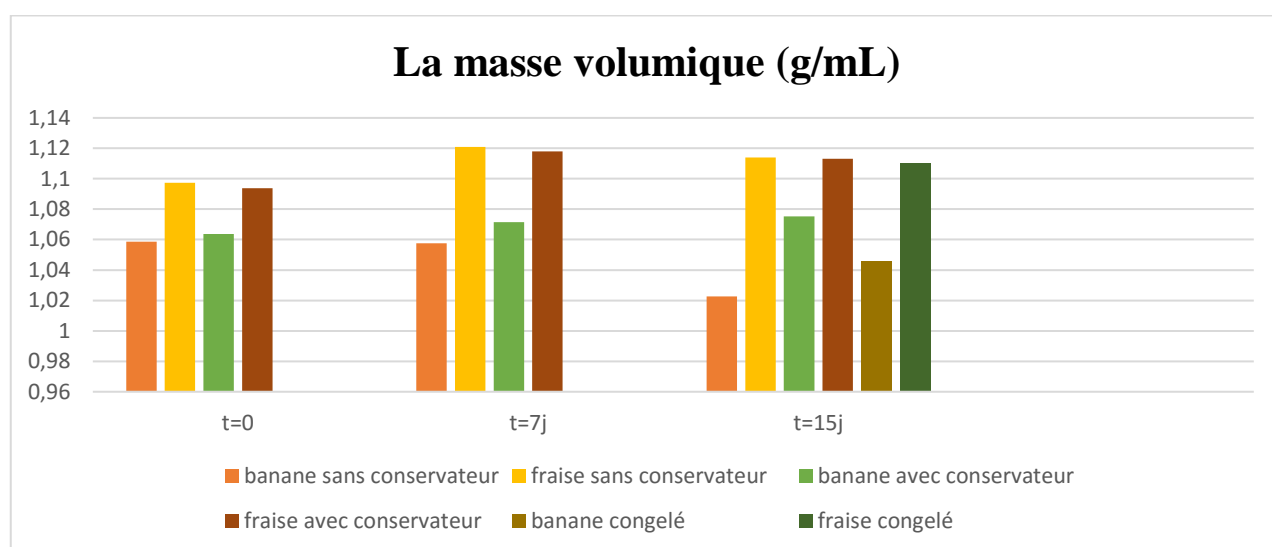


Figure 24 : Les masses volumiques des smoothies formulés au cours de la conservation.

Interprétation :

- Les smoothies avec conservateur présentent une densité presque similaire aux smoothies sans conservateur lors de l'élaboration initiale. La différence est minime, indiquant que l'ajout de conservateurs n'affecte pas significativement la densité initiale des smoothies.
- Pour la majorité des smoothies, la densité augmente après une semaine de conservation au réfrigérateur. Pour les smoothie à la fraise sans conservateur montre une augmentation plus notable de la densité par rapport à celui avec conservateur.
- Cela indique une dégradation ou une fermentation a eu lieu dans les smoothies sans conservateur, en augmentant ainsi leur densité.

- Pour le smoothie banane sans conservateur, la densité diminue considérablement après deux semaines, indiquant une séparation des phases ou une dégradation plus avancée. Le smoothie avec conservateur montre une densité légèrement plus élevée, suggérant une meilleure stabilité.
- Pour le smoothie fraise, la densité diminue en allant d'une semaine à deux semaines de conservation.
- La conservation au congélateur semble maintenir une densité relativement stable, proche des valeurs initiales pour les smoothies sans conservateur. Cela suggère que la congélation peut être une méthode efficace pour conserver la qualité des smoothies sans conservateur sur une période plus longue.

1.2. Détermination du taux d'humidité des smoothies

Les valeurs du taux d'humidité des différents types de smoothies formulés au cours de la conservation sont représentées sur la figure 25

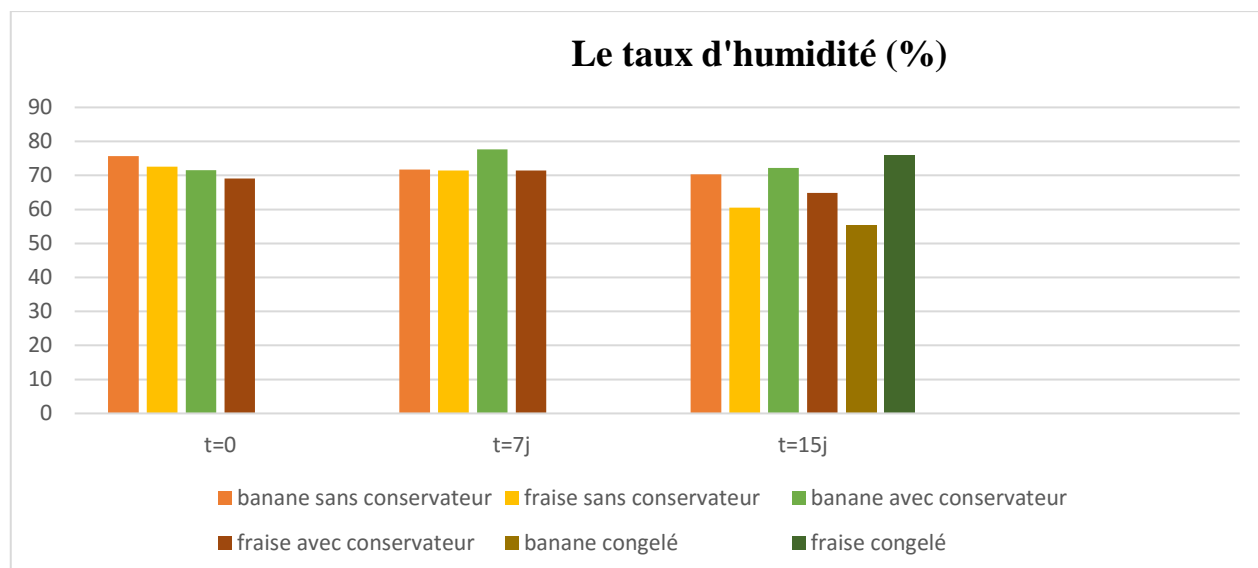


Figure 25 : Les taux d'humidité des smoothies formulés au cours de la conservation.

Interprétation :

- Le smoothie à la fraise sans conservateur a un taux d'humidité initial plus élevé que celui avec conservateur. Le smoothie à la banane sans conservateur a également un taux d'humidité initial plus élevé que celui avec conservateur. Les conservateurs réduisent légèrement le taux d'humidité initial des smoothies.
- Après une semaine de conservation au réfrigérateur, le taux d'humidité des smoothies à la fraise reste relativement stable, qu'ils contiennent ou non des conservateurs. Le taux d'humidité du smoothie à la banane diminue légèrement sans conservateur, mais augmente avec conservateur. Cela suggère que les conservateurs aident à retenir l'humidité dans le smoothie banane.
- Après deux semaines, le taux d'humidité continue de diminuer dans les smoothies à la fraise et à la banane sans conservateur.
- Les smoothies avec conservateur montrent une meilleure rétention d'humidité.
- La congélation semble augmenter le taux d'humidité du smoothie à la fraise sans conservateur, ce qui pourrait être dû à la reconstitution de l'humidité lors de la décongélation.
- Le smoothie à la banane sans conservateur montre une baisse drastique du taux d'humidité, ce qui pourrait être dû à la congélation car ce processus entraîne la cristallisation de l'eau contenue dans les aliments en formant de gros cristaux de glace. Les arêtes des cristaux finissent par perforer la paroi cellulaire des aliments. Une partie de l'eau et des arômes les plus volatiles s'évapore. La quantité d'eau dans l'aliment diminue et par conséquent le taux d'humidité diminue.

1.3. Détermination du pH des smoothies

Les valeurs du PH des différents types des smoothies formulés au cours de la conservation sont données sur la figure 26

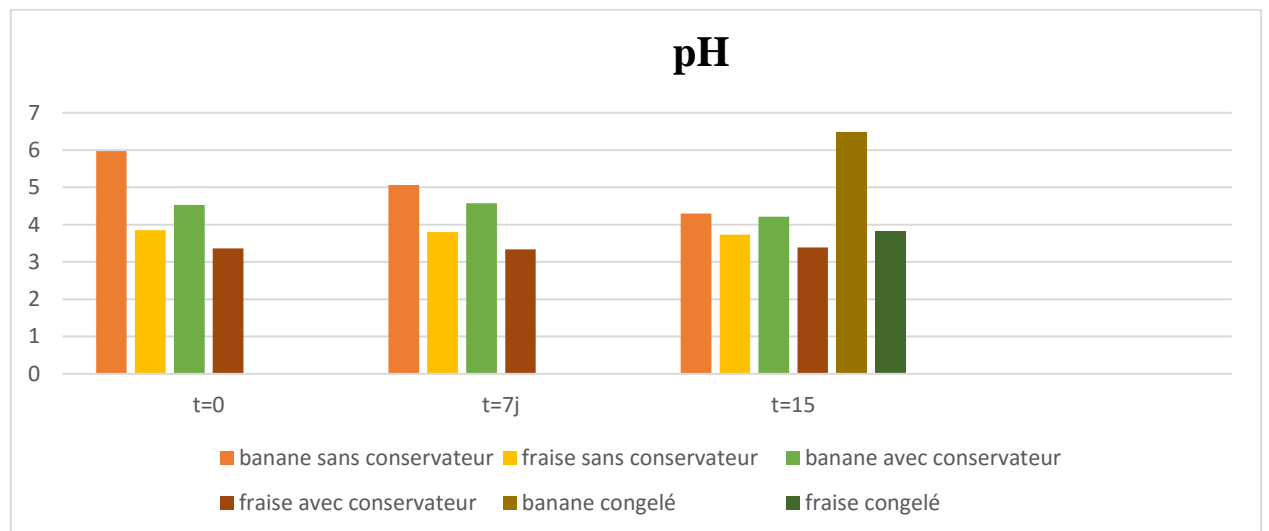


Figure 26 : Les valeurs du pH des smoothies formulés au cours de la conservation.

Interprétation :

- Le pH initial des smoothies avec conservateur est plus bas (plus acide) que celui des smoothies sans conservateur pour les deux types de fruits. Les conservateurs (tel que l'acide citrique) semblent acidifier les smoothies, ce qui peut aider à inhiber la croissance microbienne et prolonger la durée de conservation.
- Après une semaine de réfrigération, le pH des smoothies sans conservateur baisse, indiquant une acidification potentiellement due à la fermentation. Le pH des smoothies avec conservateur reste relativement stable, ce qui suggère que les conservateurs aident à maintenir l'acidité et à prévenir la fermentation.
- Le pH des smoothies sans conservateur continue de baisser après deux semaines, suggérant une fermentation continue et une dégradation des composants du smoothie. Les smoothies avec conservateur montrent une légère diminution de pH, mais restent plus stables que ceux sans conservateur.

- Après congélation, le pH du smoothie fraise sans conservateur reste relativement stable par rapport à son état initial, ce qui indique que la congélation peut aider à conserver l'acidité. Le pH du smoothie banane sans conservateur augmente significativement après congélation, ce qui pourrait indiquer une dégradation des composants acides et une séparation des phases.

1.4. Détermination de la conductivité électrique des smoothies

Les valeurs de la conductivité électrique des différents types des smoothies formulés au cours de la conservation sont données dans la figure 27

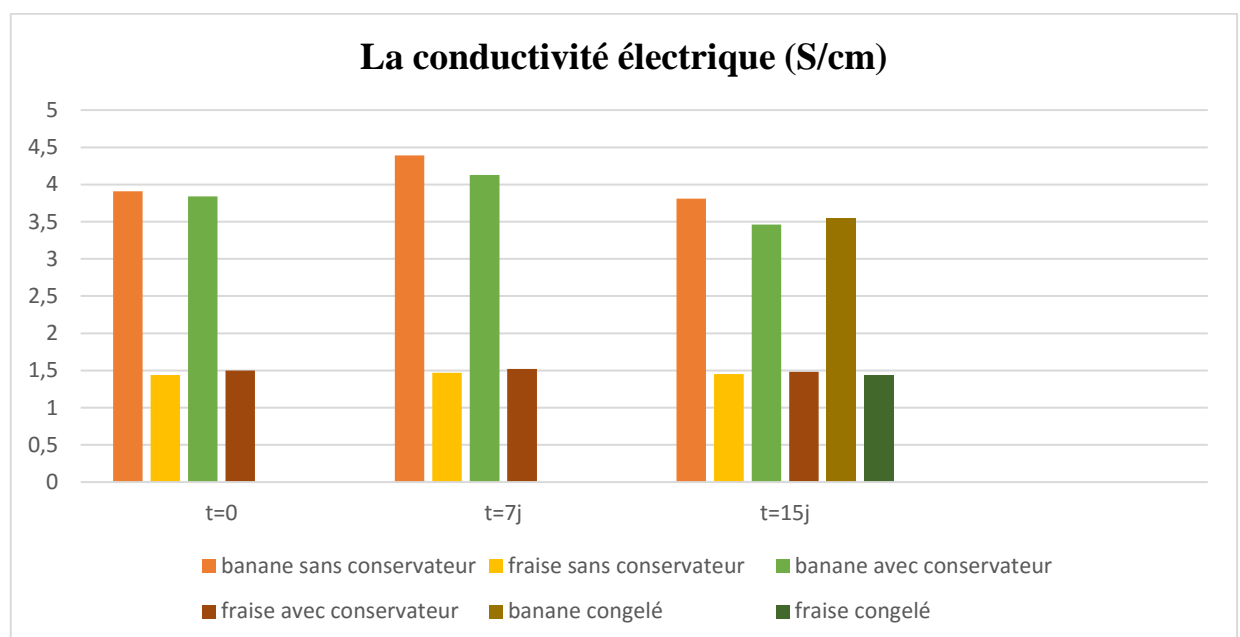


Figure 27 : Les valeurs de la conductivité électrique des smoothies formulés au cours de la conservation.

Interprétation :

- La conductivité des smoothies à la banane sans conservateur est légèrement plus élevée que celle des smoothies à la banane avec conservateur. Pour les smoothies à la fraise, la conductivité des smoothies avec conservateur est légèrement plus élevée que celle des smoothies sans conservateur.
- Les différences initiales sont minimales, suggérant que les conservateurs n'affectent pas significativement la conductivité à l'élaboration.
- La conductivité des smoothies banane sans conservateur augmente fortement après une semaine de réfrigération. La conductivité des smoothies à la fraise reste relativement

stable, avec une légère augmentation pour ceux avec conservateur. Les augmentations de conductivité peuvent indiquer une dégradation des composants, libérant des ions dans le liquide.

- La conductivité des smoothies à la banane diminue après deux semaines, plus fortement pour ceux avec conservateur. Cela peut suggérer une stabilisation ou une réabsorption des ions libérés initialement. La conductivité des smoothies à la fraise reste stable, avec de légères différences entre ceux avec et sans conservateur.
- Après congélation, la conductivité des smoothies à la banane sans conservateur diminue par rapport à la conservation au réfrigérateur, suggérant une possible séparation des phases ou une cristallisation des ions. La conductivité des smoothies à la fraise sans conservateur reste stable, indiquant que la congélation n'affecte pas significativement la libération d'ions.

1.5. Détermination de l'acidité titrable des smoothies

Les valeurs de l'acidité des différents types de smoothies formulés au cours de la conservation sont données sur la figure 28

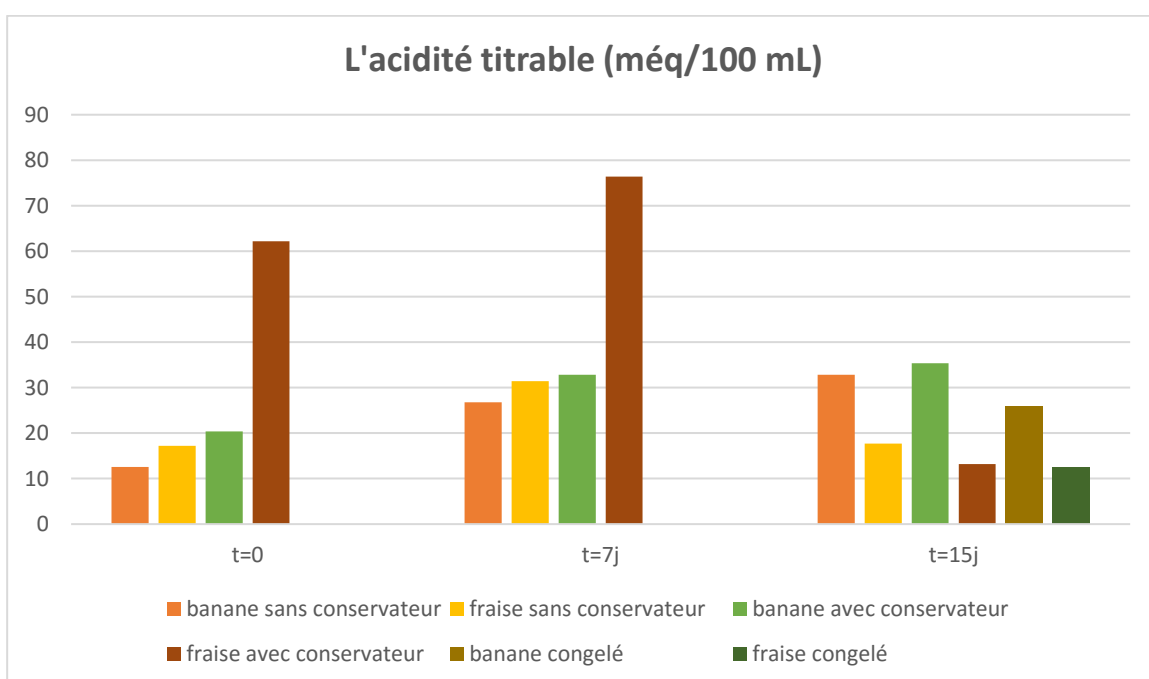


Figure 28 : Les valeurs de l'acidité titrable des smoothies formulés au cours de la conservation.

Interprétation :

- Les smoothies avec conservateurs ont une acidité initiale plus élevée que ceux sans conservateurs pour les deux types de fruits. L'ajout de conservateurs (tel que l'acide citrique) semble augmenter considérablement l'acidité, surtout pour le smoothie à la fraise.
- L'acidité des smoothies augmente après une semaine de réfrigération, avec ou sans conservateur. Les smoothies avec conservateur montrent une acidité significativement plus élevée, ce qui peut aider à inhiber la croissance microbienne et prolonger la durée de conservation.
- L'acidité des smoothies à la banane sans conservateur continue d'augmenter après deux semaines, indiquant une dégradation continue des composants due à une fermentation. Pour les smoothies à la fraise, l'acidité diminue après deux semaines, ce qui peut suggérer une stabilisation des composants ou une réduction de l'acide libre.
- La congélation semble stabiliser ou réduire l'acidité des smoothies par rapport à la conservation au réfrigérateur. La réduction de l'acidité peut être due à la précipitation ou à la cristallisation des composants acides pendant la congélation.

1.6. Dosage des pectines des smoothies

Le taux de pectine des différents types de smoothies formulés au cours de la conservation est donné dans la figure 29

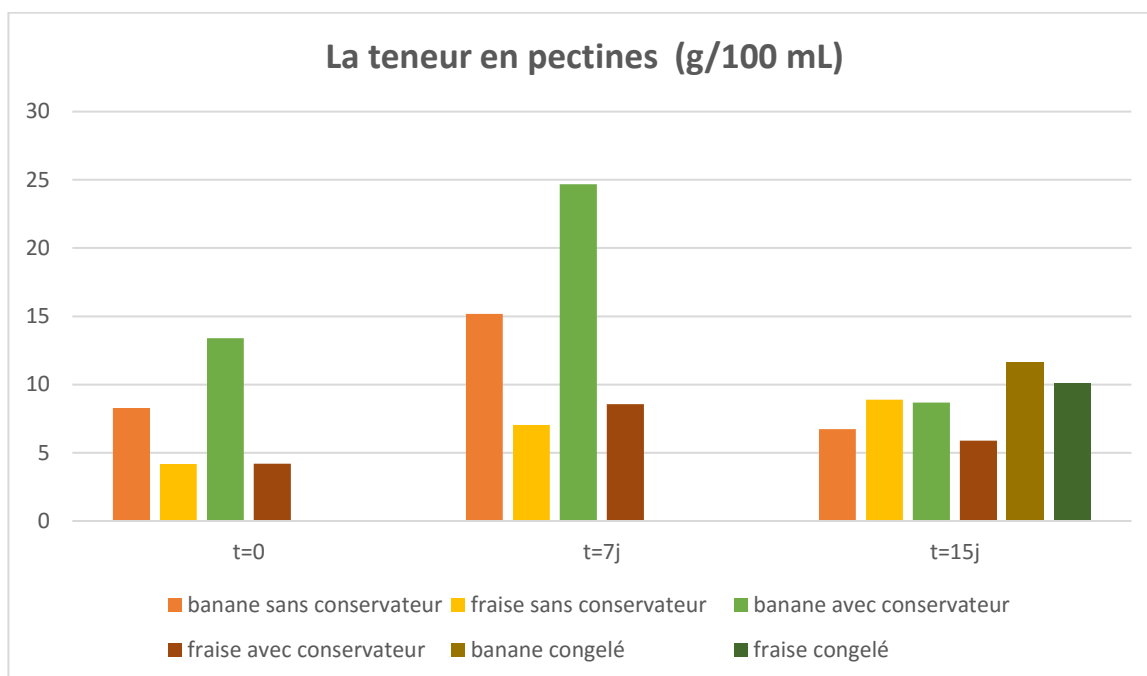


Figure 29 : Les valeurs du taux de pectines des smoothies formulés au cours de la conservation.

Interprétation :

- À l'élaboration, les smoothies à la banane avec conservateur ont un taux de pectine nettement plus élevé que ceux sans conservateur. Pour les smoothies à la fraise, le taux de pectine est identique, qu'ils contiennent ou non des conservateurs ;
- Après une semaine de réfrigération, les taux de pectine augmentent pour les deux types de smoothies, avec une augmentation plus significative pour ceux avec conservateur. Cette augmentation pourrait être due à la libération de pectine des cellules des fruits au fil du temps, ou à une interaction avec les conservateurs qui pourrait stabiliser ou extraire plus de pectine ;
- Après deux semaines, le taux de pectine dans les smoothies à la banane diminue par rapport à la semaine précédente. Pour les smoothies à la fraise, le taux de pectine sans conservateur continue d'augmenter, tandis qu'il diminue avec les conservateurs. Cela

peut suggérer une dégradation ou une interaction de la pectine avec les conservateurs au fil du temps ;

- Après congélation, le taux de pectine des smoothies à la banane sans conservateur augmente par rapport à l'élaboration et au réfrigérateur (15 jours), indiquant une possible libération ou stabilisation de la pectine par le processus de congélation. Pour les smoothies à la fraise, le taux de pectine sans conservateur est également plus élevé qu'à l'élaboration et après réfrigération (15 jours).

1.7. Dosage de la vitamine C des smoothies

Les teneurs en vitamine C dans les différents types de smoothies formulés au cours de la conservation sont représentés sur la figure 30

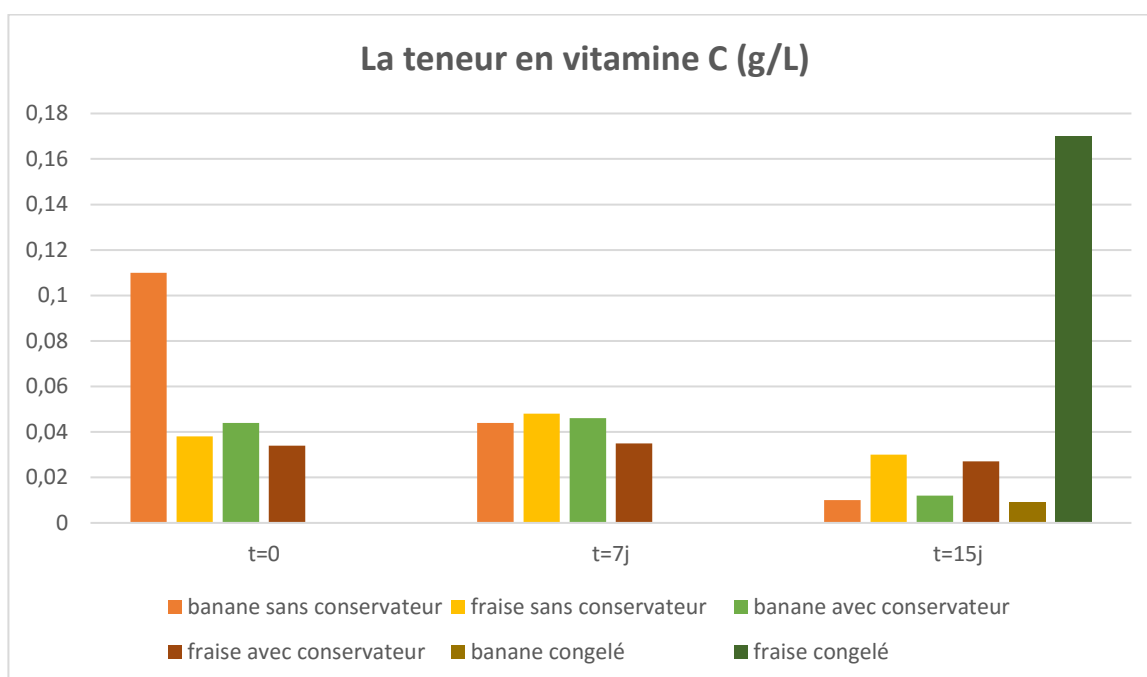


Figure 30 : Les valeurs de la teneur en vitamine C des smoothies formulés au cours de la conservation.

Interprétation :

- À l'élaboration, la teneur en vitamines est plus élevée dans les smoothies sans conservateur pour les deux types de fruits. Les conservateurs semblent réduire la teneur initiale en vitamines ;
- Après une semaine de réfrigération, la teneur en vitamines diminue dans les smoothies à la banane sans conservateur et augmente légèrement dans ceux avec conservateur. Pour les smoothies à la fraise, la teneur en vitamines augmente dans les échantillons sans et avec conservateur.
- Après deux semaines de réfrigération, la teneur en vitamines diminue considérablement dans les smoothies à la banane pour les deux groupes. Pour les smoothies à la fraise, la teneur en vitamines continue de diminuer ;
- La congélation semble maintenir la teneur en vitamines à des niveaux inférieurs par rapport à l'élaboration et la réfrigération pour les smoothies à la banane. Les smoothies à la fraise sans conservateur conservent une teneur en vitamines plus élevée que les smoothies à la banane sans conservateur après congélation.

1.8. Détermination de la teneur en cendres dans les smoothies

Les valeurs de la teneur des cendres des différents types de smoothies formulés au cours de la conservation sont représentées sur la figure 31

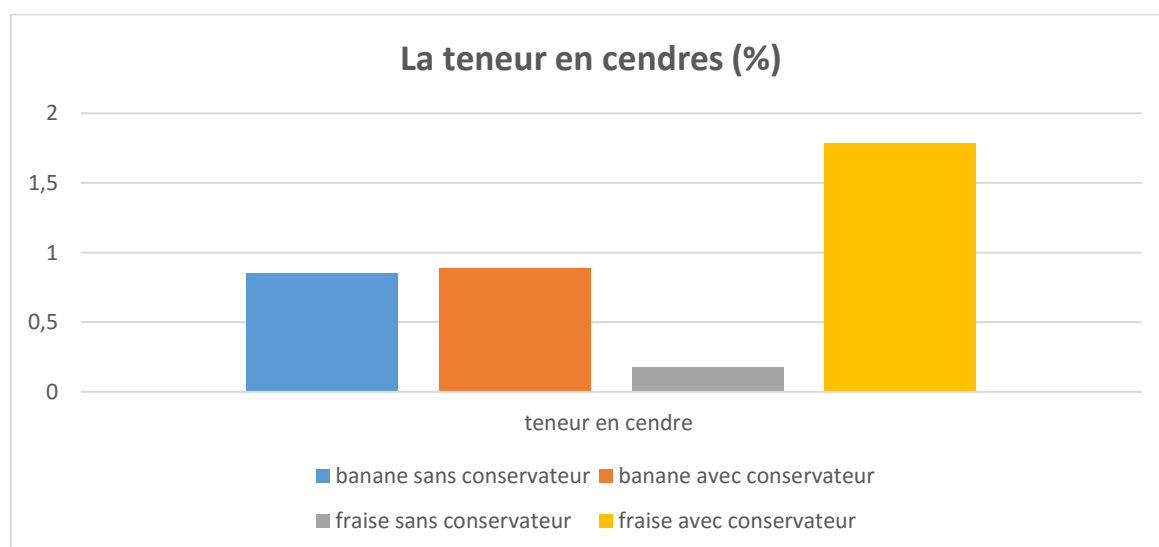


Figure 31 : Les valeurs de la teneur en cendres des smoothies formulés au cours de la conservation.

Interprétation :

1. Smoothie à la fraise :

- **Sans conservateur (0,18 %) :** Ce taux est relativement bas, ce qui indique une faible teneur en minéraux.
- **Avec conservateur (1,78 %) :** Une augmentation significative du taux de cendre est observée lorsqu'un conservateur est ajouté. Cela pourrait indiquer que le conservateur utilisé contribue de manière significative à la teneur en minéraux (cendre) du smoothie. La différence importante suggère que les additifs dans le conservateur ajoutent une quantité substantielle de matière inorganique (cendres).

2. Smoothie à la banane :

- **Sans conservateur (0,85 %) :** Ce taux est plus élevé que celui du smoothie à la fraise sans conservateur, suggérant que le smoothie à la banane a naturellement une teneur en minéraux plus élevée.
- **Avec conservateur (0,89 %) :** L'augmentation est très légère par rapport au smoothie à la banane sans conservateur, ce qui pourrait indiquer que le conservateur ajouté n'apporte pas une quantité significative de cendre ou de minéraux supplémentaires.

I.9. Détermination de l'activité antioxydante en utilisant le test du radical libre (DPPH[•])

Les valeurs du pourcentage d'inhibition du radical DPPH[•] par l'acide ascorbique et les extraits éthanoliques issus des différents sont représentées sur la figure 32

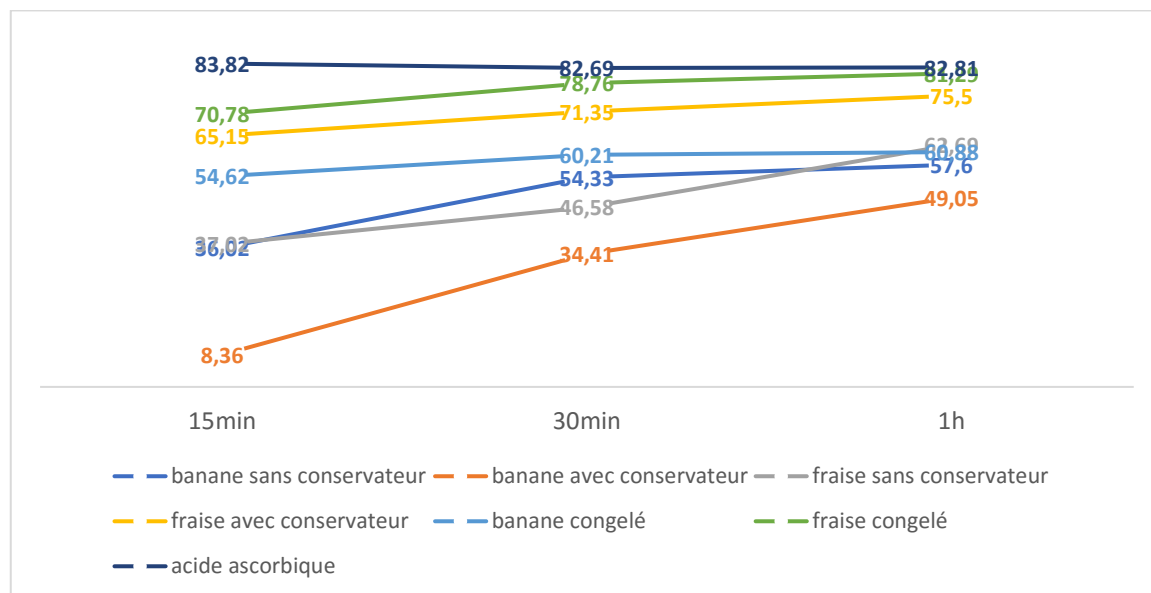


Figure 32 : Les valeurs de l'activité antiradicalaire des extraits éthanoliques issus des différents smoothies formulés.

Interprétation :

Acide Ascorbique:

- L'acide ascorbique montre une activité antioxydante initiale très élevée (83,82% à 15 minutes), indiquant une capacité rapide à réduire les radicaux DPPH[•] ;
- L'activité antioxydante diminue légèrement à 82,69% à 30 minutes et reste stable à 82,81% à 1 heure, suggérant une stabilisation après une réduction rapide initiale des radicaux.

Smoothies à la banane :

- Réduction plus marquée pour les smoothies congelé (60,88%).

Smoothies à la fraise :

- Réduction plus marquée pour les smoothies congelé (81.29%).

Comparaison et Conclusion**Impact des Conservateurs:**

- **Smoothies à la banane** : Les conservateurs réduisent davantage l'activité antioxydante ;
- **Smoothies à la fraise** : Les conservateurs semblent bénéfiques en maintenant voire en augmentant l'activité antioxydante.

Efficacité de la Conservation:

- **Congélation** : Maintient une activité antioxydante élevée pour les smoothies sans conservateur, surtout pour les fraises.

Conclusion :

L'étude des paramètres de conservation des smoothies révèle que les conservateurs et les méthodes de conservation influencent grandement leur stabilité et qualité. Les conservateurs stabilisent la densité, maintiennent un taux d'humidité et un pH plus stables, augmentent l'acidité initiale, et préservent mieux les niveaux de pectine et de vitamine C, bien que leur impact varie entre smoothies à la fraise et à la banane. La réfrigération est efficace pour une conservation à court terme (jusqu'à une semaine), mais pour des périodes plus longues, les conservateurs sont recommandés pour maintenir la stabilité. La congélation est une alternative efficace pour conserver les smoothies sans conservateurs, particulièrement ceux à la fraise. Ainsi, le choix des méthodes de conservation et l'ajout de conservateurs dépendent de la durée de conservation souhaitée et du type de smoothie.

Variation des caractères organoleptiques des smoothies conservés pendant trois périodes distinctes

L'évaluation sensorielle est essentielle pour appréhender l'évolution de la qualité d'un produit alimentaire au fil du temps. Dans cette étude, en analysant la couleur, l'odeur, le goût, la texture et l'apparence générale, nous visons à comprendre l'impact des

conservateurs et des conditions de stockage sur la stabilité et la qualité de nos smoothies (tableaux 13 et 14).

Tableau 13 : Variation des caractères organoleptiques des smoothies à la banane formulés.

Le type	La durée	La couleur	La texture	Le goût	L'odeur	Apparence générale
Banane sans conservateur	Fraîchement élaboré	Beige clair à marron clair, uniforme.	Crémeuse et légèrement épaisse, suffisamment fluide pour être bue facilement.	Équilibré entre la douceur et la richesse des ingrédients	Douce et agréable	Lisse et homogène.
	Après 7j	Plus terne, brunâtre, séparation des phases.	Plus liquide avec des grumeaux visibles.	Désagréable, perte de douceur, notes fermentées	Légèrement fermentée et aigre.	Séparation visible, moins attrayante
	Après 15j	Très terne, brunâtre, séparation notable.	Très liquide avec des grumeaux, séparation avancée.	Très désagréable, acidité accrue, notes fermentées	Fortement fermentée et aigre.	Séparation visible, aspect peu appétissant.
Banane avec conservateur	Après 7jours	Plus stable et uniforme, légèrement moins vive.	Plus homogène, légèrement plus liquide.	Stable et agréable, légère diminution de la fraîcheur.	arômes légèrement atténués.	Plus homogène
	Après 15jours	Plus stable, légèrement plus terne.	Plus homogène, légèrement plus liquide.	Stable, légère acidité, perte de fraîcheur	Relativement stable, atténuation de la fraîcheur	Plus homogène, séparation minimale
Banane congelé	Après 15j	Stable et vive, proche de l'originale	Granuleuse et légèrement aqueuse après décongélation.	Stable et agréable, légère atténuation de la fraîcheur	Proche de celle du smoothie fraîchement préparé, légèrement atténuée	Homogène après décongélation, texture moins lisse, couleur attrayante.

Tableau 14 : Variation des caractères organoleptiques des smoothies à la fraise formulés.

Le type	La durée	La couleur	La texture	Le goût	L'odeur	Apparence générale
Fraise sans conservateur	fraîchement élaboré	Rose vif à rose pâle, uniforme	Crémeuse et légèrement épaisse, légère granularité des graines de chia	Équilibré entre la douceur des fraises, l'acidité légère du yaourt, texture croquante des graines de chia	Fraîche et fruitée, arômes prononcés de fraises, légère note lactique du yaourt	Lisse et homogène, petites particules de graines de chia visibles.
	Après 7jours	Plus terne, séparation des phases	Plus liquide, graines de chia trop gélatineuses	Désagréable, perte de fraîcheur, notes fermentées	Légèrement fermentée et aigre.	Séparation visible, moins attrayante
	Après 15j	Très terne, séparation notable.	Très liquide, graines de chia trop gélatineuses	Très désagréable, acidité accrue, notes fermentées	Fortement fermentée et aigre	Séparation visible, aspect peu appétissant
Fraise avec conservateur	Après 7jours	Plus stable, légèrement plus terne	Plus homogène, légèrement plus liquide	Stable, légère acidité, perte de fraîcheur	Relativement stable, atténuation de la fraîcheur	Plus homogène, séparation minimale
	Après 15jours	Plus stable, légèrement plus terne.	Plus homogène, légèrement plus liquide	Stable, légère acidité, perte de fraîcheur.	Relativement stable, atténuation de la fraîcheur	Plus homogène, séparation minimale.
Fraise congelé	Après 15jours	Stable et vive, proche de l'originale	Granuleuse et légèrement aqueuse après décongélation	Stable et agréable, légère atténuation de la fraîcheur	Proche de celle du smoothie fraîchement préparé, légèrement atténuée.	Homogène après décongélation, texture moins lisse, couleur attrayante.

3. Résultats des analyses sensorielles

3.1. Questions générales (Résultats du questionnaire en ligne):

3.1.1. Quel est votre Sexe ?

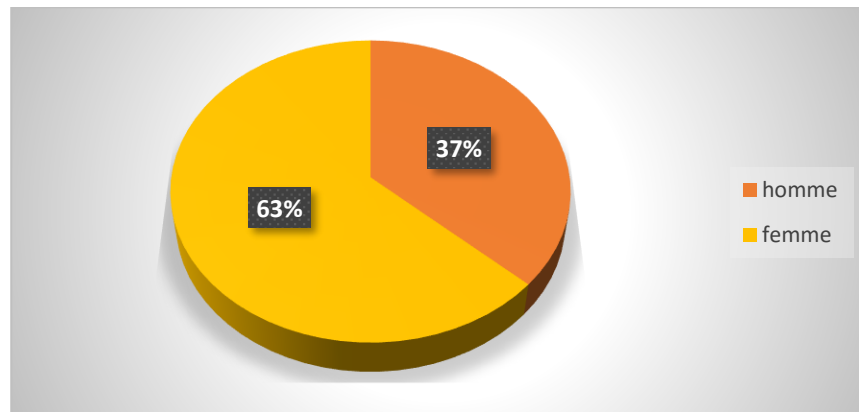


Figure 33 : Répartition selon le sexe.

Interprétation :

- Une majorité de femmes (63%) a participé à l'enquête. Leur préférence pourrait influencer les résultats globaux, car elles sont souvent plus enclines à privilégier des boissons saines et naturelles.
- Les hommes, représentant 37% des participants, peuvent avoir des préférences légèrement différentes, mais leur impact sera moins significatif sur les tendances générales observées.

3.1.2. Quel est votre âge ?

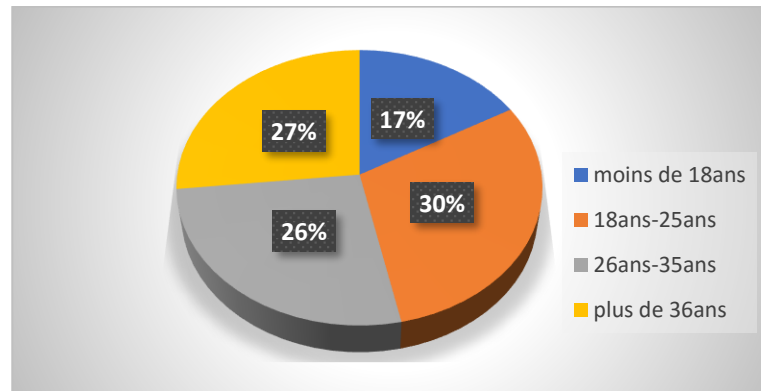


Figure 34: Répartition selon l'âge.

Interprétation :

-
- Les jeunes (moins de 18 ans) représentent 17% et sont souvent influencés par des tendances actuelles de consommation, ce qui pourrait inclure une préférence pour des boissons naturelles.
- Les jeunes adultes (18-25 ans) sont 30% et sont souvent ouverts aux nouvelles tendances, y compris les options de boissons saines.
- Les adultes (26-35 ans et 36 ans et plus) représentent 54% et peuvent avoir des habitudes de consommation plus établies, mais une préoccupation croissante pour la santé pourrait les rendre réceptifs aux boissons naturelles.

3.1.3. Quel est votre statut actuel ?

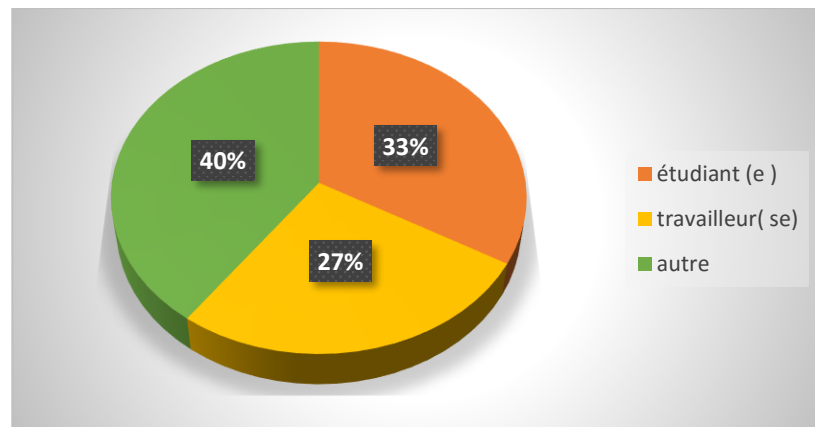


Figure 35 : Répartition selon le statut actuel.

Interprétation :

- Les étudiants (33%) peuvent avoir des préférences axées sur la commodité et le coût, mais aussi une ouverture aux options saines.
- Les travailleurs (27%) pourraient privilégier des boissons qui offrent un bon rapport qualité/prix et un gain d'énergie pour la journée.
- Le groupe "autres" (40%) inclut probablement des personnes au foyer, des retraités, etc., et peut avoir des critères variés de choix de boissons

3.1.4. Êtes-vous habitué à boire des smoothies ?

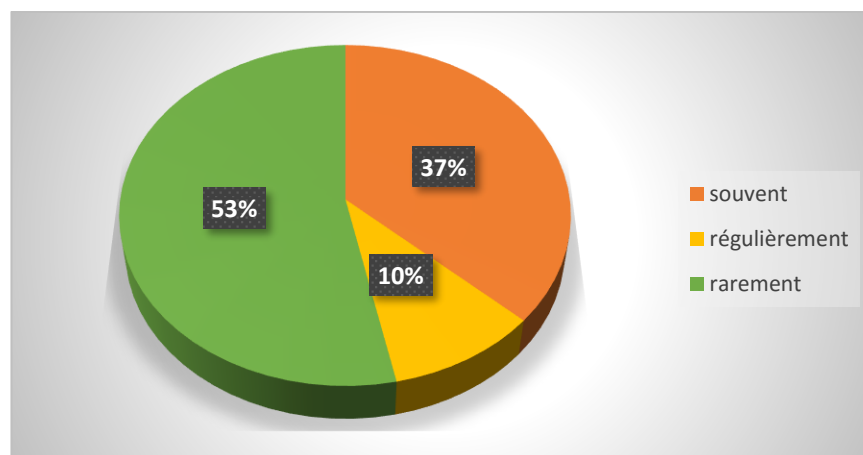


Figure 36 : Répartition de consommation moyenne des smoothies.

Interprétation :

- Avec 37% des participants consommant souvent des smoothies, il y a un groupe significatif qui est familier avec les smoothies et peut comparer objectivement les différentes options.
- Les 53% qui boivent rarement des smoothies pourraient avoir des attentes ou des critères différents, étant moins influencés par des habitudes établies.

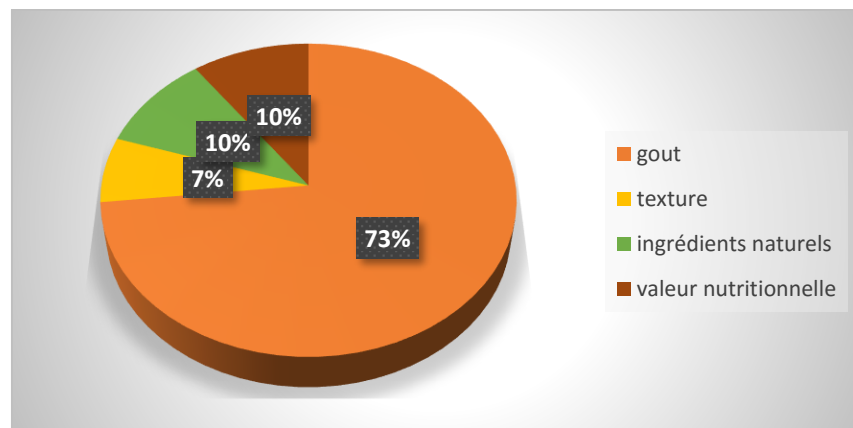
3.1.5. Quels sont les critères les plus importants pour vous lors du choix d'un smoothie ?

Figure 37 : Les critères les plus pris en compte par les consommateurs lorsqu'ils achètent un smoothie.

Interprétation :

- Le goût est le critère principal (73%), indiquant que pour plaire à la majorité, les smoothies doivent avant tout être savoureux.
- La texture, les ingrédients naturels et la valeur nutritionnelle sont des critères secondaires, mais restent importants pour des segments spécifiques de la population.

3.1.6. A quel moment de la journée pensez-vous que ce smoothie serait le plus approprié à consommer ?

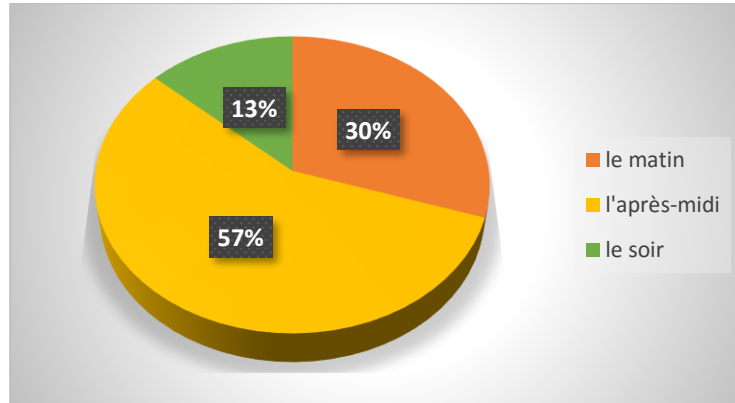


Figure 38 : Répartition du temps de consommation des smoothies.

Interprétation :

- L'après-midi (57%) est le moment préféré, probablement pour un apport en énergie durant la journée.
- Le matin (30%) et le soir (13%) montrent des préférences variées, mais moins marquées.

3.1.7. A quelle fréquence pouvez-vous imaginer consommer ce smoothie ?

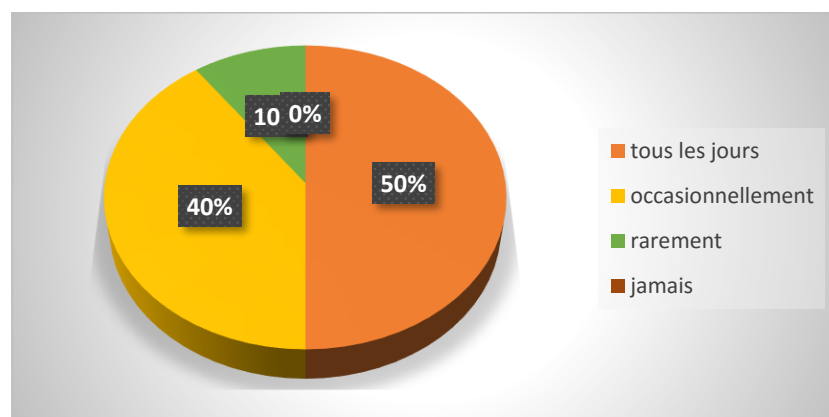
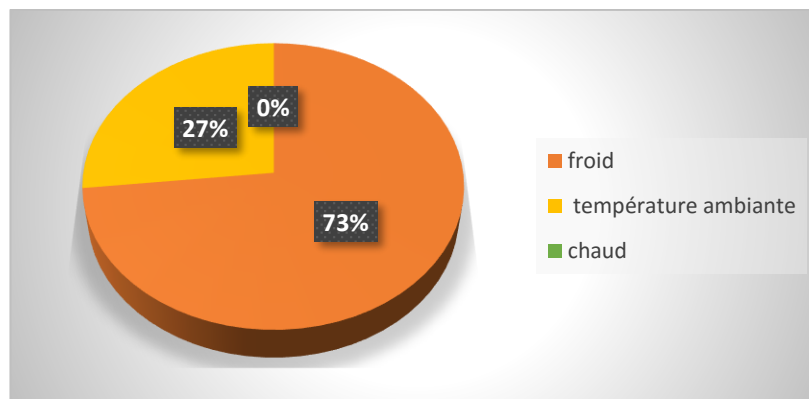


Figure 39 : Répartition de la fréquence de consommation des smoothies.

Interprétation :

- Tous les jours (50%) : La moitié des participants consomme des smoothies quotidiennement, intégrant ainsi ce produit dans leur routine régulière.
- Occasionnellement (40%) : Quatre participants sur dix consomment des smoothies de temps en temps, influencés par divers facteurs.
- Rarement (10%) : Seulement un participant sur dix consomme des smoothies rarement, montrant une moindre habitude ou préférence pour ces boissons.

3.1.8. Préférez-vous que le smoothie soit servi ?**Figure 40** : Préférence de consommation des smoothies.**Interprétation :**

- La majorité préfère les smoothies froids (73%), ce qui est typique pour ce type de boisson

3.1.9. Seriez-vous ouvert (e) à passer de vos habitudes de boissons fabriquées industriellement malsaines à une boisson 100 % naturelle bénéfique pour la santé ?

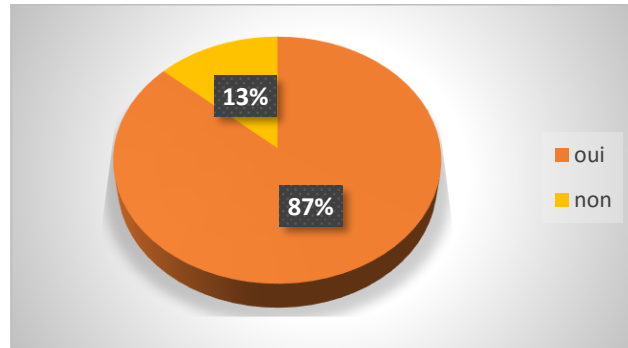


Figure 41: Pourcentages des personnes prêtes à adopter une alternative saine.

Interprétation :

- Une grande majorité (87%) est prête à passer à une boisson 100% naturelle, montrant une tendance positive vers des choix plus sains.

Conclusion

Les résultats indiquent une préférence marquée pour des smoothies savoureux, consommés principalement l'après-midi, et froids. La majorité des participants sont ouverts à l'idée de consommer des boissons naturelles et bénéfiques pour la santé. Les préférences varient légèrement en fonction de l'âge, du statut et des habitudes de consommation, mais le goût reste le critère principal de choix pour un smoothie. Les entreprises peuvent donc se concentrer sur l'amélioration du goût et la promotion des bienfaits naturels de leurs smoothies pour attirer une large clientèle.

3.2. Smoothie à la banane

3.2.1. Comment évalueriez-vous l'équilibre des saveurs entre la banane, le beurre de cacahuète et les flocons d'avoine dans le smoothie ?

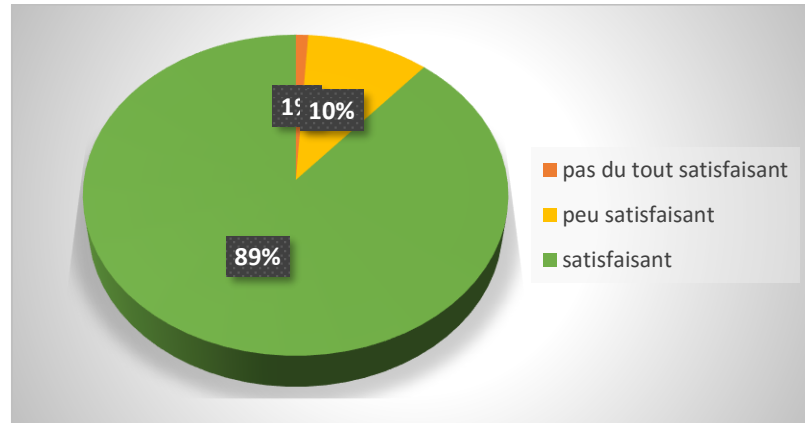


Figure 42 : Répartition d'équilibre des saveurs.

Interprétation :

- La majorité des participants trouvent l'équilibre des saveurs satisfaisant, ce qui indique que la combinaison des ingrédients est généralement bien appréciée.

3.2.2. Comment évalueriez-vous la consistance du smoothie banane ?

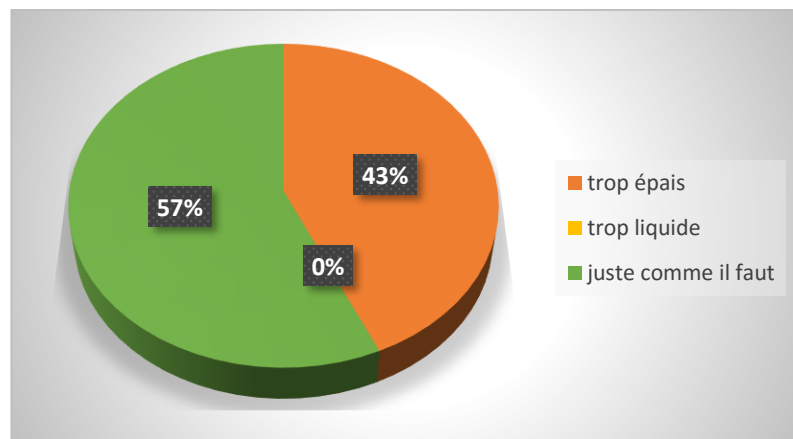
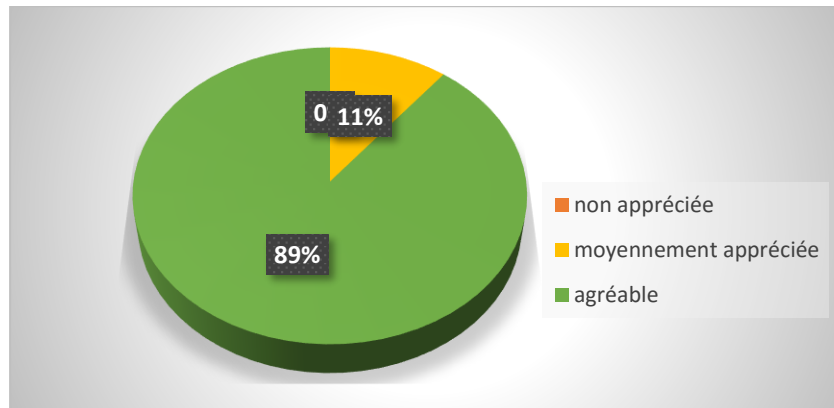


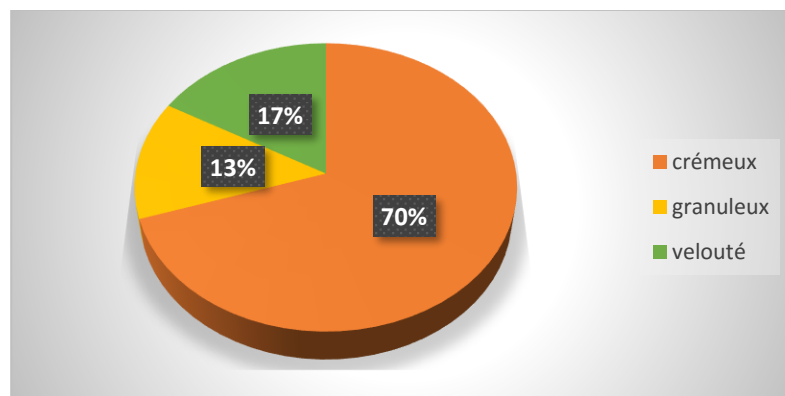
Figure 43 : Evaluation de la consistance du smoothies.

Interprétation :

- Bien que la majorité trouve la consistance correcte, une proportion significative la trouve trop épaisse, ce qui pourrait nécessiter un ajustement pour plaire à plus de consommateurs.

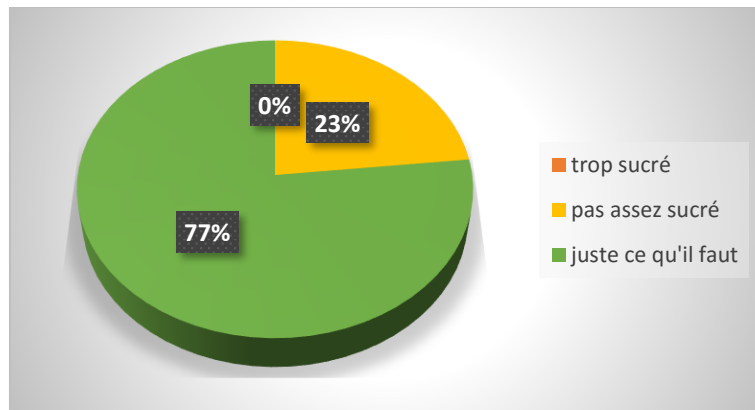
3.2.3. Quelle est votre impression générale de l'arôme du smoothie banane ?**Figure 44 :** Evaluation de l'arôme.**Interprétation :**

- L'arôme du smoothie est généralement bien reçu, avec une très forte majorité le trouvant agréable.

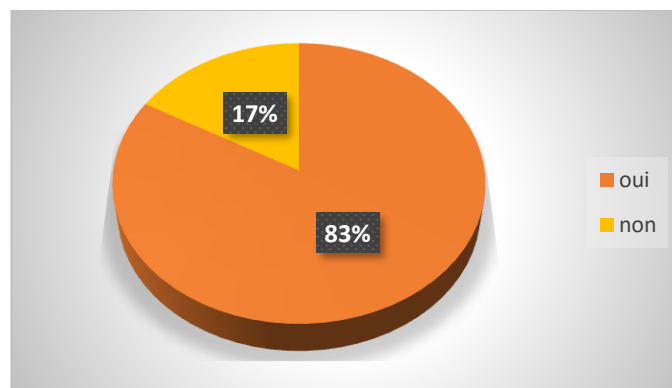
3.2.4. Comment qualifieriez-vous la sensation en bouche du smoothie banane ?**Figure 45:** Evaluation de la texture des smoothies.

Interprétation :

- La sensation crémeuse en bouche est appréciée par la majorité, bien que certains trouvent le smoothie granuleux.

3.2.5. Le smoothie banane est-il sucré à votre goût ?**Figure 46 :** Evaluation du goût.**Interprétation :**

- La plupart des participants trouvent le niveau de sucre approprié, mais une minorité souhaite un peu plus de douceur.

3.2.6. Est-ce que le smoothie banane vous donne une sensation de satiété ?**Figure 47:** Evaluation de la sensation de satiété.

Interprétation :

- La grande majorité des participants ressent une sensation de satiété après avoir consommé le smoothie, ce qui est un point positif.

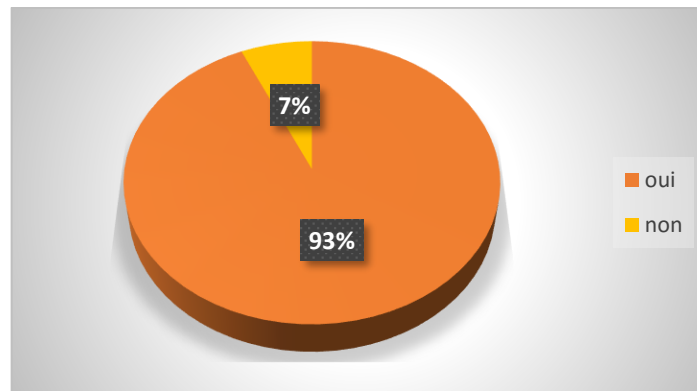
3.2.7. Saviez-vous que l'ajout de banane dans un smoothie apporte la vitamine C, le potassium et les fibres contribuant à une meilleure santé digestive ?

Figure 48 : Les bienfaits des bananes dans un smoothie.

Interprétation :

- La plupart des participants sont conscients des bienfaits nutritionnels de la banane.

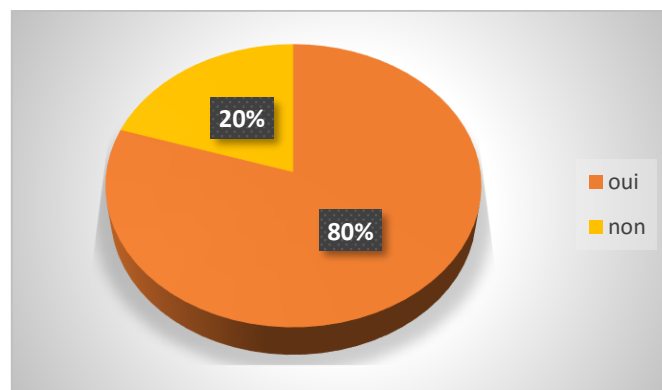
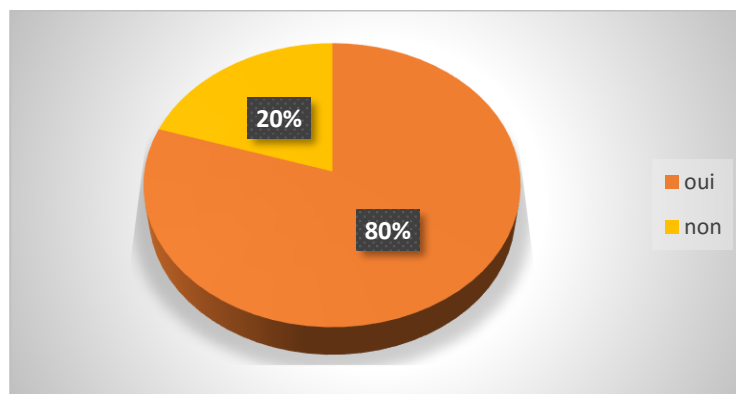
3.2.8. Saviez-vous que le beurre de cacahuète riche en protéines et en fibres ?

Figure 49 : Les bienfaits du beurre de cacahuète.

Interprétation :

- La majorité des participants est au courant des avantages du beurre de cacahuète.

3.2.9. Saviez-vous que l'ajout de flocons d'avoine dans un smoothie favorise la sensation de satiété prolongée ?**Figure 50 :** Les bienfaits des flocons d'avoine.**Interprétation :**

- La plupart des participants reconnaissent l'avantage des flocons d'avoine pour la satiété prolongée.

3.2.10. Avez-vous des suggestions pour améliorer la présentation du smoothie ?

- Ajouter du miel ou bien du sirop d'érable comme touche de sucre naturel, incorporer des saveurs supplémentaires vanille, cannelle, inclure des protéines ;
- Plus naturel possible sans sucre ajouté ni conservateur ;
- Des cups à la Starbucks ;
- Ajout de datte et de miel ;,
- Mélanger plusieurs ingrédients surtout pour ceux qui n'aiment pas les fruits, dans le cas de votre smoothie le goût des fruits est prononcé ;

- Non le smoothie est parfait ;
- Ajouter du citron.

Interprétation:

- Les suggestions varient, mais elles montrent un désir d'expérimenter avec des saveurs et des ingrédients naturels, tout en améliorant la présentation.

3.2.11. Y a-t-il des aspects spécifiques du smoothie que vous aimez particulièrement ?

- Smoothies énergétiques, crémeux et onctueux ;
- Goût naturel des fruits ;
- Ingrédients naturel ;
- La texture fait le smoothie ;
- Couleur et odeur ;
- J'aime bien l'équilibre de saveur du mélange ;
- Avec légume !

Interprétation :

- Les participants apprécient principalement la texture crémeuse, le goût naturel et l'équilibre des saveurs du smoothie.

3.2.12. Avez-vous remarqué des arrière-goûts indésirables ?

- Goût prononcé du beurre de cacahuète ;
- Je ne suis pas fan de banane ;
- Pas trop sucré.

Interprétation:

- Quelques participants notent un goût prononcé du beurre de cacahuète et un faible goût sucré comme aspects négatifs.

3.2.13. Recommanderiez-vous ce smoothie à quelqu'un d'autre ?

- Oui, il est bon pour la santé ;
- Oui, parce qu'il facilite la digestion, il a une saveur naturelle, permet la satisfaction de satiété, riche en nutriment ;

- Oui, pour une nouvelle expérience ;
- Oui, je pourrais le remplacer au vitamine commerciale et industrielle ;
- Oui, je pourrais le recommander à n'importe quelle personne par exemple les enfants, le matin pour renforcer leur immunité ;
- Oui, car il contient des fibres qui améliore la santé humaine ;
- Non, je préférée manger un fruit plutôt que de boire des smoothies ;
- Oui, pour éviter le café.

Interprétation :

- La majorité recommande le smoothie pour ses bienfaits pour la santé, sa saveur naturelle et ses qualités nutritionnelles.

Conclusion sur le smoothie banane

Le smoothie banane est globalement bien apprécié, avec 89% des participants satisfaits de l'équilibre des saveurs et 89% trouvant l'arôme agréable. La consistance est jugée correcte par la majorité, bien que 43% la trouvent trop épaisse. La texture crémeuse est appréciée par 70% des participants. La douceur est considérée comme juste par 77%, et 83% ressentent une sensation de satiété. Les suggestions incluent l'ajout de saveurs naturelles et l'amélioration de la présentation, mais la majorité recommande ce smoothie pour ses bienfaits et sa saveur naturelle.

3.3. Smoothie à la fraise

3.3.1. Comment évalueriez-vous l'équilibre des saveurs entre la fraise, le yaourt, le sucre roux et les graines de chia dans le smoothie ?

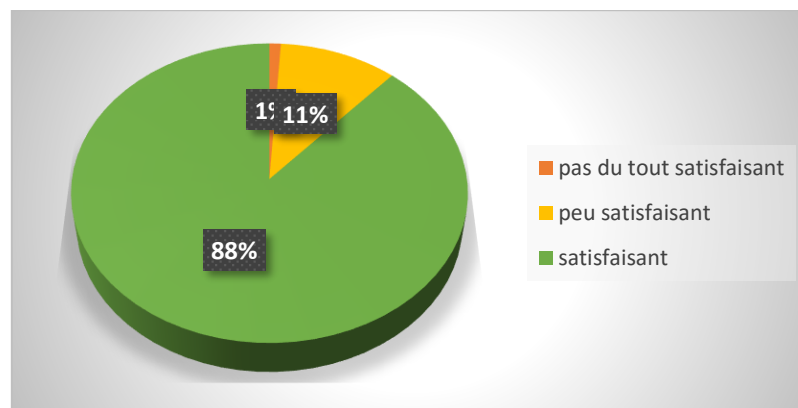
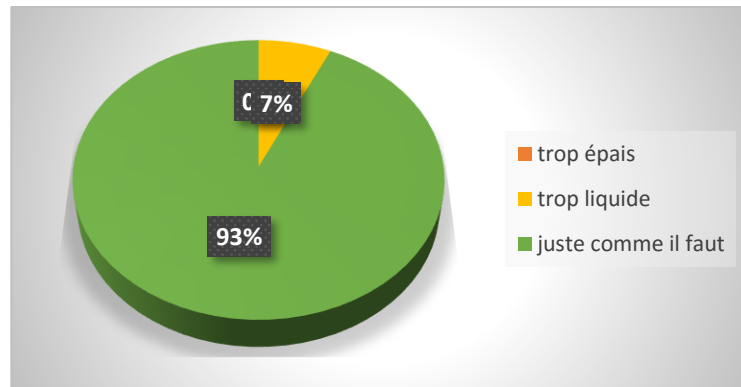


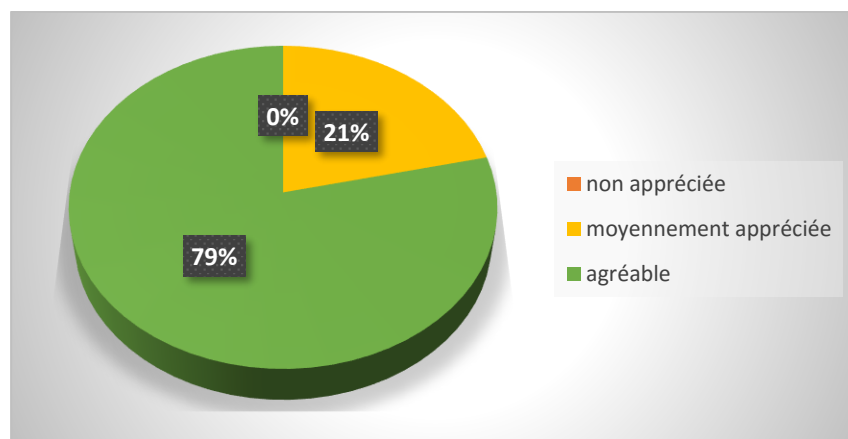
Figure 51 : Répartition d'équilibre des saveurs.

Interprétation :

- La majorité des participants trouvent l'équilibre des saveurs satisfaisant.

3.3.2. Comment évalueriez-vous la consistance du smoothie ?**Figure 52 :** Evaluation de la consistance des smoothies.**Interprétation :**

- La consistance est largement jugée correcte.

3.3.3. Quelle est votre impression générale de l'arôme du smoothie ?**Figure 53 :** Evaluation de l'arôme.**Interprétation :**

- L'arôme est généralement bien reçu, avec une majorité le trouvant agréable.

3.3.4. Comment qualifieriez-vous la sensation en bouche du smoothie ?

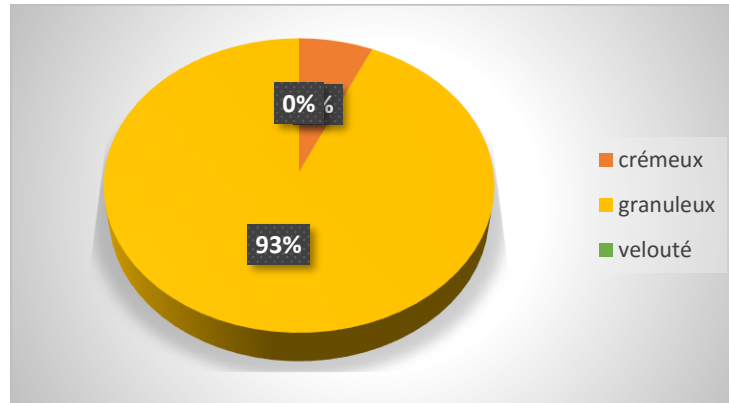


Figure 54 : Evaluation de la texture.

Interprétation :

- La texture granuleuse est prédominante, ce qui peut être un point d'amélioration.

3.3.5. Le smoothie est-il sucré à votre goût ?

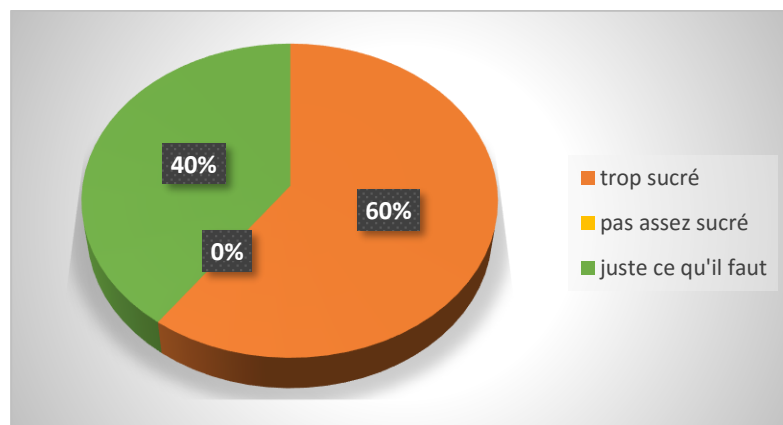


Figure 55 : Evaluation du goût.

Interprétation :

- Une majorité trouve le smoothie trop sucré.

3.3.6. Est-ce que le smoothie vous donne une sensation de satiété ?

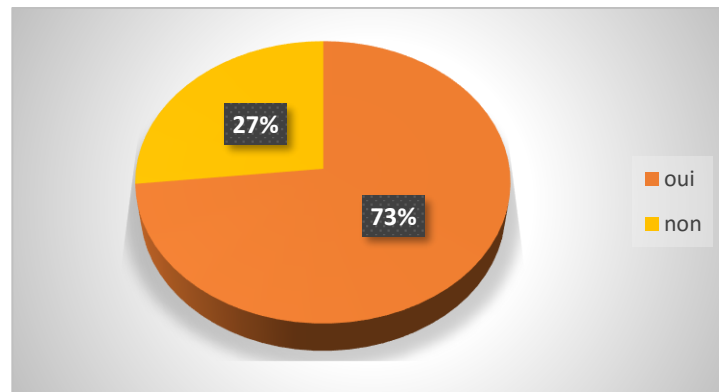


Figure 56: Evaluation de la satiété.

Interprétation :

- Le smoothie procure une sensation de satiété pour la plupart des participants.

3.3.7. Saviez-vous que la fraise a des effets bénéfiques pour la protection contre le cancer ?

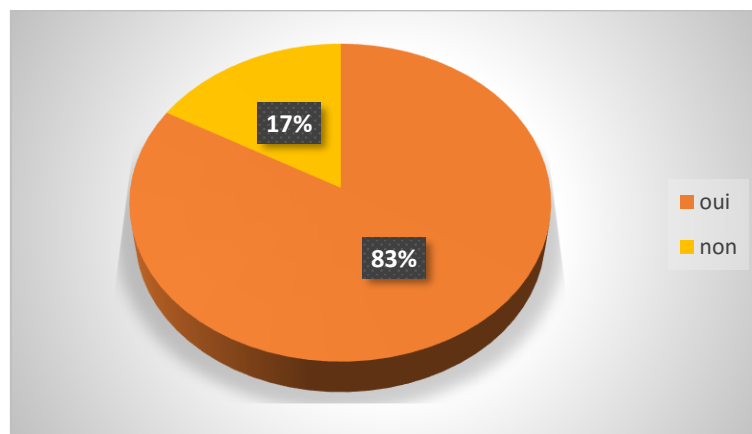


Figure 57 : Les bienfaits des fraises dans un smoothie.

Interprétation :

- La majorité des personnes sont informées des bienfaits de la fraise.

3.3.8. Saviez-vous que le Yaourt est une bonne source de calcium , qui aide à construire les os pendant l'enfance et à les protéger contre l'ostéoporose à mesure que l'on vieillit ?

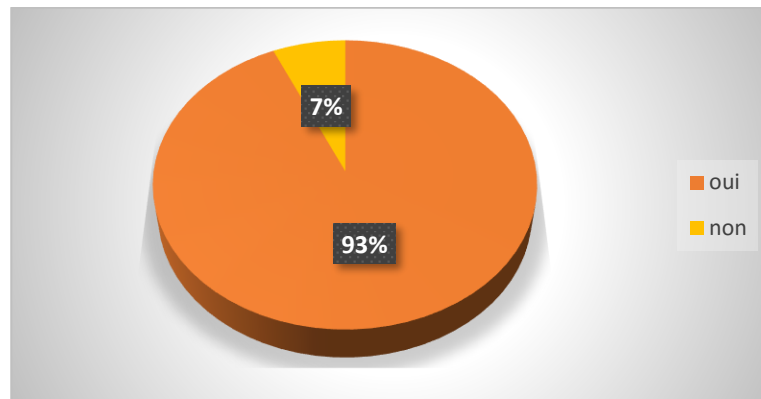


Figure 58: Les bienfaits du yaourt.

Interprétation :

- La majorité connaît les avantages du yaourt.

3.3.9. Saviez-vous que le sucre roux favorise le fonctionnement optimal du système nerveux et combat la fatigue en aidant à l'absorption du magnésium par l'organisme ?

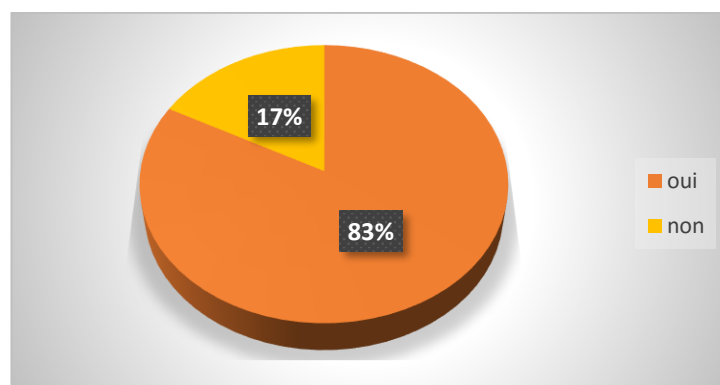


Figure 59 : Les bienfaits du sucre roux.

Interprétation :

- La plupart des participants sont conscients des avantages du sucre roux.

3.3.10. Saviez-vous que l'ajout de graines de chia dans un smoothie apporte des bienfaits tel que l'oméga 3, les fibres et les antioxydants ?

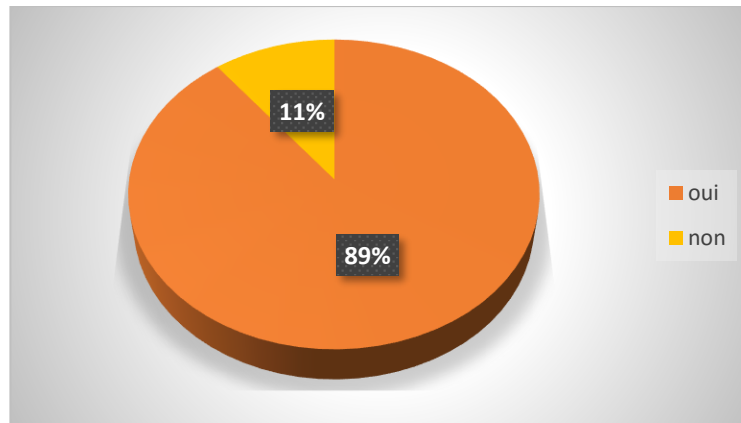


Figure 60 : Les bienfaits des graines de chia.

Interprétation :

- Les bienfaits des graines de chia sont largement connus.

3.3.11. Avez-vous remarqué des arrière-goûts indésirables dans le smoothie ?

- Non ;
- Acidité prononcée des fraises, amertume et texture granuleuse des graines de chia ;
- Les graines de chia : je ne pense pas que ça soit une bonne idée.

Interprétation :

- Quelques participants notent des arrière-goûts indésirables liés aux fraises et aux graines de chia.

3.3.12. Recommanderiez-vous ce smoothie à quelqu'un d'autre ?

- Oui, pour sa saveur délicieuse et sa faible teneur en calories ;
- On peut le recommander pour les enfants mais je pense à déconseiller pour les personnes souffrant de diabète ;
- Oui, comme alternatif au jus de fraise simple ;

- Non, parce que je n'aime pas les fruits utilisés ;
- Oui, je le recommande surtout avec l'approche de la saison estivale.

Interprétation:

- La majorité recommanderait ce smoothie, en soulignant ses avantages nutritionnels et sa saveur agréable, bien que quelques réserves soient exprimées.

Conclusion

Le smoothie fraise est largement apprécié par les participants, avec une majorité trouvant l'équilibre des saveurs satisfaisant (88%). La consistance est jugée juste comme il faut par la grande majorité (93%). Bien que 79% trouvent l'arôme agréable, la texture granuleuse est notée par 93% des répondants. La majorité (60%) trouve le smoothie trop sucré, mais il procure une bonne sensation de satiété pour 73%. Les bienfaits des ingrédients sont bien connus, avec 83% à 93% de reconnaissance pour chaque ingrédient. Malgré quelques critiques sur les arrière-goûts, la majorité recommanderait ce smoothie, soulignant sa saveur délicieuse et ses avantages nutritionnels, notamment pour la saison estivale.

3.4. Comparaison entre les smoothies banane et fraise

La comparaison entre les smoothies banane et fraise révèle des différences notables dans les préférences et les perceptions des participants.

Le smoothie fraise est apprécié pour sa consistance et sa capacité à procurer une sensation de satiété, tandis que le smoothie banane est vanté pour sa texture crémeuse en bouche. Cependant, le smoothie banane semble légèrement plus équilibré en termes de sucrage, bien que des réserves soient exprimées pour chaque variété concernant certains arrière-goûts indésirables.

Les deux smoothies sont bien reconnus pour leurs bienfaits nutritionnels, avec une reconnaissance élevée des avantages des ingrédients utilisés. Malgré quelques différences dans les préférences individuelles, les deux smoothies reçoivent une recommandation globalement positive de la part des participants.

En conclusion, bien que chaque smoothie ait ses propres points forts et faibles, ils sont tous les deux appréciés dans l'ensemble, ce qui souligne la diversité des goûts et des préférences des consommateurs en matière de smoothie.

A decorative flourish in the top right corner, featuring a central scroll that curves upwards and to the right, with smaller scrolls and leaf-like motifs extending from it.

Conclusion

générale

A decorative flourish in the bottom left corner, featuring a central scroll that curves downwards and to the left, with smaller scrolls and leaf-like motifs extending from it.

Ce mémoire avait pour objectif d'évaluer la qualité et la sécurité alimentaire de deux variétés de smoothies : à la banane et à la fraise, avec et sans l'ajout de conservateurs. Les résultats des analyses physicochimiques ont clairement démontré que l'intégration de conservateurs joue un rôle crucial dans la préservation à long terme des smoothies, en stabilisant des paramètres tels que la densité, le pH et l'activité antioxydante. Bien que la réfrigération soit efficace pour des périodes courtes, les conservateurs sont indispensables pour garantir une durabilité prolongée.

Les évaluations sensorielles ont révélé une préférence marquée pour les smoothies savoureux, consommés frais, où le critère du goût prime dans le choix des consommateurs. Les résultats ont mis en avant une nette préférence pour le smoothie à la banane en raison de son équilibre de saveurs et de sa texture crémeuse, bien que certains participants aient noté une densité excessive. Le smoothie à la fraise a également été bien accueilli pour sa consistance satisfaisante et sa capacité à procurer une sensation de satiété, malgré des critiques concernant sa texture granuleuse et son niveau de sucre élevé.

Pour répondre à ces observations, des ajustements potentiels incluraient la modification de la texture du smoothie à la banane pour la rendre plus fluide tout en conservant sa crémosité naturelle, ainsi que la réduction du sucre et l'amélioration de la texture du smoothie à la fraise.

En conclusion, bien que chaque variété de smoothie présente des aspects positifs et des points à améliorer, elles sont globalement bien perçues par les consommateurs. Cette étude souligne l'importance critique de méthodes de conservation adéquates et de formulations équilibrées pour garantir la qualité et la fraîcheur des smoothies, offrant ainsi une base solide pour l'innovation future dans le domaine des boissons naturelles en réponse aux attentes croissantes des consommateurs en matière de goût et de bien-être alimentaire.

Pour compléter ce mémoire, il sera nécessaire d'enrichir les analyses physico-chimiques par des paramètres tels que la détermination du taux de Brix de chaque smoothie, qui permet de mesurer la concentration en sucre et d'évaluer la douceur et la densité du produit. De plus, il sera important de compléter les analyses des taux de cendre, que nous n'avons pas eu l'opportunité de finaliser. Enfin, l'ajout d'analyses microbiologiques permettra de fournir une évaluation exhaustive de la sécurité alimentaire des smoothies, garantissant ainsi leur innocuité pour les

consommateurs. Ces perspectives de recherche offriront une vision plus complète et approfondie de la qualité des smoothies étudiés.

A decorative flourish in the top right corner, featuring a central scroll that curves upwards and to the right, with several smaller scrolls and leaf-like motifs extending from it.

Références

A decorative flourish in the bottom left corner, featuring a central scroll that curves downwards and to the left, with several smaller scrolls and leaf-like motifs extending from it.

bibliographiques

A

- **Aneja, K. D. ; Dhiman, R. ; Aggarwal, N.K. ; Kumar, V. and Kaur, M. (2014).** Microbes associated with freshly prepared juices of citrus and carrots. International Journal of Food Science, ID 408085: 1–8.
- **Abbo, E.S. ; Olurin, T.O and Odeyemi, G. (2006).** Studies on the storage stability of soursop (*Annona muricata* L.) juice. African Journal of Biotechnology, 5: 1808–1812
- **Apab (Association des producteurs algérien des boissons). (2011).** Guide de bonne pratique d'hygiène, Programme d'Appui aux PME/PMI et à la Maîtrise des Technologies d'information et de Communication (PME II). Industrie algérienne des jus de fruits, nectars et produits dérivés.
- **ALEXANDRA L., 2001.** La conservation des aliments tout on jeu. Savoir scientifique.
- **Andrew F. Smith (dir.),** The Oxford Encyclopedia of Food and Drink in America [«l'Encyclopédie Oxford de l'Alimentation aux Etats-Unis »], vol.1 (Encyclopédie de l'alimentation), Oxford (Royaume-Uni), Oxford University Press (OUP), 31 janvier 2013, 2 éd. (1 re éd. 2004), 2182 p.,
- **Amidor, T. (2016, January).** Ask the Expert: Popular Fad Diets for 2016. Today's Dietitian,18(1), 8-8.
- **Aboutayb R. (2009).** Technologie du lait et dérivés laitiers <http://www.azaquar.com>.
- **Alais C, Linden G et Miclo L. (2008).** Biochimie alimentaire, Dunod 6émeédition. Paris. pp:86-88.
- **Abdelhalim, Abeer, et Jane Hanrahan. (2021).** Biologically Active Compounds from Lamiaceae Family: Central Nervous System Effects. In Studies in Natural Products Chemistry, 68, 255-315. Elsevier.
- **Arassi S., Igderzen S., (2022),** Essai de formulation d'une nouvelle boisson à base de jus de fruits et l'étude de sa stabilité, Mémoire de master, Université de Bejaia.

B

- **Braesco, V. ; Gauthier, T. and Bellisle, F. (2013).** Jus de fruits et nectars. Cahiers de nutrition et de diététique ,48 : 248-256.
- **Bourgeois, C.M. and Leveau, J.Y. (1991).** Technique d'analyse et de contrôle dans les industries agroalimentaire. Le contrôle microbiologique, Lavoisier, Paris.454p.
- **-BOUMENDJEL ,(2005).**Conservation des denrées alimentaires. Centre Universitaire d'ElTarf.
- **Benaiche, J. (2001).** Jus d'orange concentré : extraction et conservation .procédés
- **Bates, D., & Price, J. (2015).** Impact of fruit smoothies on adolescent fruit consumption at school. Health Education & Behavior, 42(4), 487-492.
- **Blacker, S. M., & Chadwick, R. G. (2013).** The erosive potential of smoothies. Vital, 10(3), 30-35. doi:10.1038/vital1684

- **Brown, J., & Isaacs, J. (2011).** Nutrition through the life cycle. Belmont, CA: Wadsworth, CENGAGE Learning.
- **Bouguerra Ali, 2012.** Etude des activités biologiques de l'huile essentielle extraite des grains de *Foeniculum vulgare* Mill, en vue de son utilisation comme conservateur alimentaire.

- **Brand-williams W, Cuvelier ME, Berset C.** use of a free radical method to evaluate antioxydant activity. LWT-Food sci Technol. 1995,28 (1) :25-30.
- **BERGERET BERNARD. (1957).** Teneur en acide ascorbique de quelques aliments du Sud-Cameroun : Etude critique des différentes méthodes de dosage. *Médecine Tropicale*, 17 (2), p. 266-275. ISSN 0025-682X.

C

- **CORLIEN H. , 2005.** La conservation du poisson et de la viande. FonctionAgromisa. WageningenAgrodok 12.ISBN :90-9573-033-3.P6-8-14-15.
- **CRP, (2000).** Guide pour l'élaboration et la pasteurisation des jus de fruits. Centre romand de pas
- **Catherine Renard** Comment conserver les aliments : stérilisation, pasteurisation, surgélation, séchage, 4^e gamme, (1980) pp : 80 – 83.
- **Codex alimentarius CODEX STAN 192, 1995.** norme générale pour les additifs alimentaires, FAO/ OMS,502p
- **Carol Cruzan Morton,** « The secret sex life of strawberries »,Science,7 September2018.
- **CHAMPION, J., 1963.** Le bananier. Editions G.P Maisonneuve et Larousse Paris. 262p.
FIGURE
- **Cheftel JC et Cheftel H, 1996.** Introduction à la biochimie, à la technologie des aliments. Vol 1. Ed. Tec & Doc : Lavoisier, Paris. pp: 43.
- **Catherine Canon-passeport,Santé,Nutrition-La fraise 2021**
- **Catherine Conan,** (24 février 2021)
- **Chemists, A. A. (1990).** "Official methods of analysis." Vol. I. 15th ed. AOAC, Arlington, V
- **Codex Alimentarius, 2005,** Normes alimentaires internationales.

D

- **DARINMOU ,2000.**Conseil pour le consommateur. Laboratoire darinmoub. Site darinmoub.com /conseils.pdf
- **Douglas Harper (dir.) et Dan McCormack** (web designer & codage), « Etymology of smoothie [archive] » [« Étymologie de smoothie »] (Article de dictionnaire étymologique), sur Etymonline.com, Tupelo, Mississippi (États-Unis), Online Etymology Dictionary, 29 janvier 2023
- **DHED'A, D., MOANGO, M. et SWENNEN, R., 2011.** La culture des bananiers et bananiers plantains en République Démocratique du Congo, Support didactique, Saint Paul, Kinshasa, 85.
- **Derby, 2001.** Lait, nutrition et santé, Edition : Tec et Doc, Lavoisier, Paris.556p.
- **DJOUDE** Narimene et **MANSOUR Kenza**, (préparation de boissons nectars à base de trois fruits : analyses physicochimiques, sensorielles et microbiologiques.) ; mémoire de master en sciences Alimentaires ; UMMTO,2018/2019.
- **Di Sapio B. O., Busilacchi M. H., Quiroga M., Severin C. (2012).** Caracterización morfoanatómica de hoja, tallo, fruto y semilla de *Salvia hispanica* L. Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas, 11(3), 249-268.

E

- **EMILIE F., 2009.** Connaissance des aliments. Bases alimentaires et notionnelles de la déitique.2eme Edition Lavoisier. ISBN : 978-7430-1156-7
- **Elisabeth V, 2008.** Aliment et biossons:Technologie et aspects réglementaires. Ed
- **Escalona Navarro, R., Gómez Martín, M., Rodríguez de Cepeda, A., Vázquez García, R.,Espejo Garrido, J. (2015).** The importance of smoothies in hydration. *Nutricion Hospitalaria*, 32 Suppl 210295. doi:10.3305/nh.2015.32.sup2.10295
- **Elleuch, M., Besbes, S., Roiseux, O., Blecker, C., Deroanne, C., Drira, N. E., &Attia, H. (2008).**Date flesh: Chemical composition and characteristics of the dietary fibre. *Food chemistry*, 111(3), 676-682.

F

- **Flood-Obbagy, J. E., & Rolls, B. J. (2009).** The effect of fruit in different forms on energy intake and satiety at a meal. *Appetite*, 52(2), 416–422.
- **Fredot E., 2006 :** Connaissance des aliments-bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Tec et Doc, lavoisier : 25(397 page).

G

- **Graumlich, T.R. ; Marcy, E.J and Adams, J.P. (1986).** Aseptically Packaged Orange Juice and Concentrate: A Review of the Influence of Processing and Packaging Conditions on Quality. *J. Agric. Food Chem*, 34: 402 – 405
- **Geoffroy Anciaux – Diversiferm,** Le b.a.-ba de la conserve, 30 janvier 2019.
- **Gropper, S., & Smith, J. (2013).** *Advanced nutrition and human metabolism.* Belmont, CA: Wadsworth/Cengage Learning.
- **Grancieri M., Martino H. S., Gonzalez de Mejia E. 2019.** Chia Seed (*Salvia hispanica* L.) as a Source of Proteins and Bioactive Peptides with Health Benefits: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*
- **Giampieri, F., Alvarez-Suarez, J. M., Mazzoni, L., Romandini, S., Bompadre , S., Diamanti, J., ...& Tulipani, S. (2013).** The potential impact of strawberry on human health. *Natural product research*, 27(4-5), 448-455.

H

- **Hmid, I. (2013).** Contribution à la valorisation alimentaire de la grenade marocaine (*Punica Granatum* L.): caractérisation physicochimique, biochimique et stabilité de leur jus frais. Thèse de doctorat en science agronomique .université de Béni Mellal (Maroc) .177p

I

- Ivan Letessier, « Coca-Cola avale une bonne gorgée des smoothies » Innocent : le géant du soda poursuit son offensive dans les produits réputés bons pour la santé. » (Article de presse économique), *Le Figaro Économie*, Paris, Le Figaro, 8 avril 2009

- **Islam, M. A., Morshed, S., Saha, S., Quader, F. B., & Alam, M. K. (2015).** Evaluation of Nutritive Value of Mango Juices Found in Bangladeshi Markets. *Journal of Environmental Science and Natural Resources*, 8(1), 95-98.

J

- **Juvonen, K.; Virkajärvi, V.; Priha, O. and Laitila, A. (2011).** Microbiological spoilage and safety risks in non-beer beverages. Espoo. VTT Tiedotteita – Research Notes 2599, 107p.
- **JEAN M., 2014.** Les techniques de conservation par le froid. Visite le 11.03.2014. <http://senArbezcarme.Free.fr/techno/2.15-ED-Cuisson-et-conservation.desaliments/ED113%20La%20conservation%20par%20le%20froid.pdf>
- **Jeantet R. Croyennec T. Mahant M. Schuck P. Brulé G. (2008).** Les produits laitiers (2emeed.): Lavoisier.

K

- **Keren Lentschner**, « Innocent, le laboratoire de Coca-Cola pour se diversifier : le géant américain veut accélérer le développement de la marque en France. » (Article de presse économique), *Le Figaro Économie*, Paris, Le Figaro, 11 décembre 2014
- **KRISHNAMOORTHY, V., 2002.** Amélioration du bananier (*Musa spp*) pour la résistance à la maladie de Sigatoka et aux nématodes, Thèse inédite, département of fruit Crops Horticultural college and Research institute, Tamil Nadu Agriculture University, Inde, 156p.
- **Knez Hrnčič, M., Ivanovski, M., Cör, D., & Knez, Ž. (2019).** Chia Seeds (*Salvia hispanica* L.): an overview—phytochemical profile, isolation methods, and application. *Molecules*, 25(1), 11.
- **Knez Hrnčič M., Ivanovski M., Cör D., Knez Ž. 2019.** Chia Seeds (*Salvia hispanica* L.): An Overview-Phytochemical Profile, Isolation Methods, and Application. *Molecules* 25(1).

L

- **Luquet F.M.(1990).** Les produits laitiers transformation et technologie, technique et documentation, Lavoisier. Paris
- **Lescot T., et J. Ganry. 2010.** Plantain (*Musa spp.*) cultivation in Africa: a brief summary of developments over the previous two decades. In T. Dubois, S. Hauser, C. Staver, D. Coyne (Eds.) Proceedings of an International Conference on Banana & Plantain in Africa Harnessing International Partnerships to Increase Research Impact. Acta Horticulture 879, 445–455.
- **Leroy, 1965.** Le producteur du lait «guide du contrôle laitier et beurrier agrude»
- **Leroy. (1965).** Le producteur du lait «guide du contrôle laitier et beurrier». Edition : HACHETTE, Encyclopédie des connaissances agricoles. 245p.

M

- **MURIELLE M., 2009.** Nutrition humain et sécurité alimentaire. Edition Lavoisier, ISBN : 987-2-7430-1072-0
- **Marcinek K. and Krejpcio Z. 2017.** Chia seeds (*Salvia hispanica*): health promoting properties and therapeutic applications – A REVIEW. *Rocz Panstw Zakl Hig* 68(2):123-129. Marineli R. D., Lenquiste S. A., Moraes É. A., Maróstica M. R. 2015. Antioxidant potential of dietary chia seed and oil (*Salvia hispanica* L.) in diet-induced obese rats. *Food Research International* 76:666–674.
- **Maurao, D. M., Bressan, J., Campbell, W. W., & Mattes, R. D. (2007).** Effects of food form on appetite and energy intake in lean and obese young adults. *International Journal Of Obesity*, 31(11), 1688-1695. doi:10.1038/sj.ijo.0803667
- Martínez-Flores, H. E., M. G. Garnica-Romo, D. Bermúdez-Aguirre, P. R. Pokhrel and G. V. Barbosa-Cánovas (2015). "Physico-chemical parameters, bioactive compounds and microbial quality of thermo-sonicated carrot juice during storage." *Food chemistry* 172: 650-656.

O

- **Obasi, B. C. ; Whong, C. M. Z. And Ameh, J. B. (2017).** Nutritional and sensory qualities of commercially and laboratory prepared orange juice. *African Journal of Food Science*, 7:189 -199.

P

- **Palacios, C., Joshipura, K., & Willett, W. (2009).** Nutrition and health: guidelines for dental practitioners. *Oral Diseases*, 15(6), 369–381

R

- **Redmond, E. C. and Griffith, C. J. (2009).** The importance of hygiene in the domestic kitchen: Implications for preparation and storage of food and infant formula. *Perspectives in Public Health*, 129: 69–76.
- **ROUSSEAU M. (2005).** La fabrication du yaourt, les connaissances. INRA.
- **Rydzak, L., Kobus, Z., Nadulski, R., Wilczyński, K., Pecyna, A., Santoro, F., & Krzywicka, M. (2020).** Analysis of selected physicochemical properties of commercial apple juices. *Processes*, 8(11), 14.

S

- **Souci, , Fachman et Kraut. (1994).** Jus de fruits et de baies, lait. In : la composition des aliments et la valeur nutritive. Ed. 5^{ème} édition, revue et complétée, medpharm scientifique Publisher. Stuttgart, Ger Codex Alimentarius (2005).Codex STAN 247-2005 - Codex General Standard for Fruit Juices and Nectar. 19 p.many. 959-980p
- **Slavin, J. L., & Lloyd, B. (2012).** Health benefits of fruits and vegetables. *Advances in Nutrition: An International Review Journal*,3(4), 506-516. doi:10.3945/an.112.002154
- **SHARROCK, S. and LUSTY, C., 2000.**Nutritive value of banana In Inibap annual repport 1999.INIBAP: Montpellier, France. pp. 28-31. .
- **SCHOOFS. 1997.** The origin of embryogenic cell in Musa. Doctoratproefs-chrift, Nr 330 an de FaculteitLandbawkundige in toegepastebiologischewetenschappen van de K.U. Leuven .

- **Sosa, A., Ruiz, G., Rana, J., Gordillo, G., West, H., Sharma, M., ... & Torre, R. R. R. (2016).** Chia crop (*Salvia hispanica* L.): its history and importance as a source of polyunsaturated fatty acids omega-3 around the world: a review. *J Crop Res Fert*, 1, 1-9.
- Sirivibulkovit, K., Nouanthavong, S., & Sameenoi, Y. (2018). Based DPPH assay for antioxidant activity analysis. *Analytical sciences*, 34(7), 795-800.

T

- technologique de transformation et de conservation. Réf : 42433210.
- **TAMIME A.Y. and DEETH H.C. (1980).** Yogurt: technology and biochemistry. *Journal of Food Protection*, 43, 12, 939-977.

V

- **Vierling, E. (2008).** Aliment et boissons. Technologie des aspects réglementaires. 3eme Edition. DOIN. France. 202p.
- **Vignola C., 2002.** Science et Technologie du Lait Transformation du Lait. Edition Presses Internationales Polytechnique, Canada. pp : 3-75.

W

- **Wareing, P. and Davenport, R.R. (2005).** Microbiology of soft drinks and fruit juices, in: *Chemistry and Technology of Soft Drinks and Fruit Juices*, Second Edition, Blackwell Publishing Ltd, 280-299p.
- **Werner J., Bauer, Raphael B., Jürg L., 2010.** Science Et Technologie Des Aliments 1er Edition Presses Polytechniques Et Universitaires Romandes. Isbn : 987-2-88074- 754-1. P423-448- 560-565 -60

Z

- **Zou, Y. and A. Jiang (2016).** "Effect of ultrasound treatment on quality and microbial load of carrot juice." *Food Science and Technology (Campinas)* 36(1): 111-115.

Anonymes

- **Anonyme (1995).** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Collection FAO: Alimentation et nutrition, 28.
- **Anonyme 2 .** pour mieux connaitre les desserts lactés frais.

Sites

- <https://fr.wikipedia.org/wiki/Smoothie>.
- <https://dspace.univ-guelma.dz/jspui/bitstream/123456789/3745/1/M570.946.pdf>
- <https://dspace.univ-bba.dz/bitstream/handle/123456789/87/M65.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- <https://dspace.ummto.dz/server/api/core/bitstreams/17e8f953-8f96-4965-8f00-c49189a4de44/content>
- www.fromag.com/produit/lactes.html
- Publié sur écoconso (<https://www.ecoconso.be>) Conservation : comment stériliser / pasteuriser les fruits et légumes ? 08/2017.
- [file:///C:/Users/Toshiba/Downloads/MEMOIRE%20IDRISS%20FIN%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Toshiba/Downloads/MEMOIRE%20IDRISS%20FIN%20(2).pdf)
- <http://e-biblio.univ-mosta.dz/bitstream/handle/123456789/12656/m%C3%A9moire%202019%20biologie.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- <https://dspace.univ-bba.dz/bitstream/handle/123456789/321/M555.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- <https://dspace.ummto.dz/server/api/core/bitstreams/d707a341-daa7-42d6-9440-539675562687/content>
- <https://univ-bejaia.dz/jspui/bitstream/123456789/15684/1/Elaboration%20et%20analyse%20du%20burre%20de%20cacahu%C3%A8te.pdf>
- <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819485-0.00017-7>
- http://archives.univ-biskra.dz/bitstream/123456789/19056/1/Rahmani_Lamia.pdf
- www.passeportsante.net/fr/Nutrition/EncyclopedieAliments/Fiche.aspx?doc=fraise_nu
- https://www.passeportsante.net/fr/Nutrition/EncyclopedieAliments/Fiche.aspx?doc=yogourt_nu
- <https://www.doctissimo.fr/nutrition/diaporamas/yaourt-bienfaits#p9>.
- https://fr.wikipedia.org/wiki/Sucre_roux_de_canne
- https://www.doctissimo.fr/nutrition/alimentation-et-sante/sucre/les-bienfaits-forme-et-sante-du-sucre-roux/f41d93_ar.html

- <https://blog.lafourche.fr/flocons-avoine-bienfaits-recettes> . Boris V. Le vendredi 21 juillet 2023
- <https://www.nutrimuscle.com/blogs/actualites/les-bienfaits-des-flocons-davoine-pour-la-sante-et-la-nutrition>. Par Nutrimuscle Conseil 21 septembre 2023
- <https://dspace.univ-guelma.dz/jspui/bitstream/123456789/3745/1/M570.946.pdf> teurisation



Les annexes



Annexe N° 01

Appareillage :

- pH mètre (Hanna pH 211,USA)
 - Conductimètre (BIOBLOCK, Belguim)
 - Balance de précision
 - Réfrigérateur
 - Congélateur
 - Blender
 - Etuve
 - Four à moufle
 - Spectrophotomètre
 - Autoclave

Verrerie :

- Des béchers
- Pipettes graduées
- Burette
- Fioles jaugées
- Entonnoirs
- Papier filtre
- Les cuves

Réactifs :

- Phénolphtaléine
- Eau distillée
- Solution NaOH
- L'acétone
- L'iode
- Acide sulfurique H_2SO_4
- Acide ascorbique
- Acide citrique
- Amidon
- Ethanol
- DPPH

Annexe N°02 : Préparation de solutions

Préparation de quelques solutions :

1 / préparation de la solution de NaOH

Pour la préparation de la solution de NaOH 0.1N , on a recourt à une fiole volumétrique d'un litre. On y incorpore 4 g de NaOH pesés à l'aide d'une balance de précision, puis on ajoute de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge de la fiole.

2 / Préparation de la solution de phénolphtaléine

Pour la préparation de la solution de phénolphtaléine, un volume de 50 mL d'eau est mesuré au moyen d'une éprouvette, à laquelle est additionnée 50 mL d'éthanol et une masse de 1 g de poudre de phénolphtaléine, précisément mesurée au moyen d'une balance de haute précision. Le tout est ensuite soigneusement amalgamé dans un flacon.

3/ préparation de la solution d'iode

Dans le processus de préparation de la solution d'iode, on a mesuré avec minutie une quantité de 0,25 g d'iode grâce à une balance électronique. Par la suite, cet iode est versé dans une fiole de 500 mL à l'aide d'un entonnoir adéquat, puis on a ajouté quelques millilitres d'éthanol pour solubiliser l'iode, ensuite on a complété avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge de la fiole.

4/ Préparation de la solution H₂SO₄

Pour la préparation de la solution H₂SO₄, on procède à l'aspersion d'une fiole d'une contenance de 500 mL avec de l'eau distillée, suivie de l'addition de 13,7 mL d'acide sulfurique, prélevés avec minutie à l'aide d'une pipette. Ensuite, la fiole est complétée jusqu'au repère de jauge avant d'effectuer une homogénéisation rigoureuse du contenu.

5/ Préparation de la solution d'amidon

Dans le but de préparer une solution d'amidon, nous avons minutieusement pesé une quantité de 0,25 g d'amidon à l'aide d'une balance électronique. Cette masse précise a ensuite été introduite délicatement dans une fiole d'une contenance de 50 mL. Par la suite, nous avons procédé avec précaution à l'ajout d'eau jusqu'à ce que le niveau atteigne le trait de jauge de la fiole.

6/ Préparation de la solution d'acide ascorbique

- Peser précisément 0,044 g d'acide ascorbique à l'aide d'une balance électronique ;
- Transférer l'acide ascorbique pesé dans une fiole jaugée de 100 mL ;
- Ajouter de l'éthanol jusqu'au trait de jauge ;
- Bien agiter pour obtenir une solution homogène.

7/ Préparation de la solution du DPPH

Pour la préparation de la solution du DPPH 0.1mM , on a recourt à une fiole volumétrique d'un litre. On y incorpore 0.0394 g du DPPH, pesés à l'aide d'une balance de précision, puis on ajoute de l'éthanol jusqu'au trait de jauge de la fiole.

Annexe N°03 : Test de dégustation

Enquête sur :

« *Paradis des fruits* »

Nos salutations, nous sommes étudiantes en Master 02 contrôle de qualité. Dans le cadre de notre mémoire de fin d'études, nous présentons notre collection de smoothies pour collecter et évaluer ce produit, nous faisons passer un questionnaire. Votre opinion est très importante pour nous, et vos réponses nous aideront à améliorer nos produits.

Merci de prendre quelques minutes pour répondre au questionnaire sus-cité .

Annexe N° 04 : Test hédonique

Nous vous proposons de déguster plusieurs échantillons de smoothie S1, S2 donner votre avis sur leur qualité sensorielle.

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

Smoothie 01: Banane, flocons d'avoine, beurre de cacahuète

1/ La couleur :

	Non appréciée	Moyennement appréciée	Bien appréciée
S1			
S2			
S3			

2/ Le goût :

	Non appréciée	Moyennement appréciée	Bien appréciée
S1			
S2			
S3			

3/ L'odeur :

	Non appréciée	Moyennement appréciée	Bien appréciée
S1			
S2			
S3			

4/ La texture :

	Granuleux	Peu lisse	Lisse
S1			
S2			
S3			

5/ La teneur en sucre :

	Non sucré	Peu sucrée	Bien sucrée
S1			
S2			
S3			

6/ L'acidité :

	Non appréciée	Moyennement appréciée	Bien appréciée
S1			
S2			
S3			

Commentaires :

N'hésitez pas à décrire vos sensations gustatives et à partager toute autre information qui vous semble pertinente.

.....

.....

.....

Smoothie 02 : fraise, yaourt, sucre roux et les graines de chia

1/ La couleur :

	Non appréciée	Moyennement appréciée	Bien appréciée
S1			
S2			
S3			

2/ Le goût :

	Non appréciée	Moyennement appréciée	Bien appréciée
S1			
S2			
S3			

3/ L'odeur :

	Non appréciée	Moyennement appréciée	Bien appréciée
S1			
S2			
S3			

4/ La texture :

	Granuleux	Peu lisse	Lisse
S1			
S2			
S3			

5/ La teneur en sucre :

	Non sucré	Peu sucrée	Bien sucrée
S1			
S2			
S3			

6/ L'acidité :

	Non appréciée	Moyennement appréciée	Bien appréciée
S1			
S2			
S3			

Commentaires :

N'hésitez pas à décrire vos sensations gustatives et à partager toute autre information qui vous semble pertinente.

.....

.....

.....

Comparaison hédonique entre les deux smoothies

Nous avons l'honneur de vous convier à participer à une expérience sensorielle raffinée, consistant en une comparaison hédonique entre deux délices liquides soigneusement élaborés. Au cours de cette dégustation, il vous sera offert l'opportunité d'exprimer votre avis gustatif éclairé sur chacun des deux smoothies.

Smoothie énergétique : banane, beurre de cacahuète, flocon d'avoine

Smoothie rafraichissant : fraise, grain de chia, yaourt grec

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

1/ Saveur :

	Doux	Acidulée	Granuleux	Crémeux	léger	Epais
Smoothie énergétique						
Smoothie rafraichissant						

2/ Texture :

	Onctueuse	Fluide	Lisse	Epais
Smoothie énergétique				
Smoothie rafraichissant				

3/ Richesse nutritionnelle :

	Richesse en protéine	Richesse en fibre	Energétique
Smoothie énergétique			
Smoothie rafraichissant			

4/ Sucrosité :

	Non sucré	Peu sucrée	Bien sucrée	Trop sucrée
Smoothie énergétique				
Smoothie rafraichissant				

5/ Satiété :

	Non rassasiant	Peu rassasiant	Moyennement rassasiant	Rassasiant
Smoothie énergétique				
Smoothie rafraichissant				

Commentaire :

N'hésitez pas à décrire vos sensations gustatives et à partager toute autre information qui vous semble pertinente .

.....

Merci !

Résumé

Ce mémoire explore l'introduction de deux smoothies innovants sur le marché algérien, en mettant en avant leurs bienfaits nutritionnels et les méthodes de conservation. Deux recettes ont été développées : l'une à base de fraises, graines de chia, yaourt et sucre roux, et l'autre à base de banane, flocons d'avoine, lait et beurre de cacahuète. Les analyses physico-chimiques montrent que l'ajout de conservateurs est essentiel pour la stabilité des smoothies à long terme, tandis que la réfrigération convient pour des périodes courtes. De masse volumique entre (1.1209 ; 1.0227) taux d'humidité (77.07 ; 55.3) PH (6.46 ; 3.34) conductivité électrique (4.39 ; 1.43) acidité titrable (76.4 ; 12.4) de teneur en pectine (24.67 ; 4.18) dosage vitamine C (0.17 ; 0.009) la teneur en cendre (1.78 ; 0.18) et activité antioxydante (83.82 ; 8.36). Les tests sensoriels révèlent que le smoothie à la fraise est apprécié pour sa consistance et son effet de satiété, tandis que le smoothie à la banane est valorisé pour sa texture crémeuse et son équilibre en termes de sucrage. En conclusion, cette recherche met en lumière l'importance des techniques de conservation appropriées et des formulations équilibrées pour garantir la qualité et la fraîcheur des smoothies, répondant ainsi aux attentes des consommateurs en matière de goût et de bien-être.

Mots clés : smoothies, fraises, bananes, analyses physicochimiques , analyses sensorielle.

Abstract:

This thesis explores the introduction of two innovative smoothies to the Algerian market, highlighting their nutritional benefits and preservation methods. Two recipes were developed: one based on strawberries, chia seeds, yogurt, and brown sugar, and the other on bananas, oats, milk, and peanut butter. Physico-chemical analyses show that the addition of preservatives is essential for the long-term stability of the smoothies, while refrigeration is suitable for short periods. Density between (1.1209; 1.0227) humidity rate (77.07; 55.3) PH (6.46; 3.34) electrical conductivity (4.39; 1.43) titratable acidity (76.4; 12.4) pectin content (24.67; 4.18) vitamin C dosage (0.17; 0.009), ash content (1.78; 0.18) and antioxidant activity (83.82; 8.36). Sensory tests reveal that the strawberry smoothie is appreciated for its consistency and satiating effect, while the banana smoothie is valued for its creamy texture and balanced sweetness. In conclusion, this research highlights the importance of appropriate

preservation techniques and balanced formulations to ensure the quality and freshness of the smoothies, thus meeting consumer expectations in terms of taste and well-being.

Key words: smoothies, strawberries, bananas, physicochemical analyses, sensory analyses.

ملخص

تستكشف هذه الأطروحة إدخال نوعين من العصائر المبتكرة إلى السوق الجزائرية، مع تسليط الضوء على فوائدها الغذائية وطرق حفظها. تم تطوير وصفتين: واحدة تعتمد على الفراولة وبذور الشيا واللبن والسكر البني، والأخرى تعتمد على الموز ودقيق الشوفان والحليب وزبدة الفول السوداني. تظهر التحليلات الفيزيائية والكيميائية أن إضافة المواد الحافظة أمر ضروري لاستقرار العصائر على المدى الطويل، في حين أن التبريد مناسب لفترات قصيرة. تتراوح الكثافة بين (1.1209; 1.0227) معدل الرطوبة (77.07; 55.3) الأس الهيدروجيني (6.46; 3.34) التوصيل الكهربائي (4.39; 1.43) الحموضة القابلة للمعايرة (76.4; 12.4) محتوى البكتين (24.67; 4.18) جرعة فيتامين سي (0.17; 0.009)، محتوى الرماد (1.78; 0.18) ونشاط مضادات الأكسدة (83.82; 8.36). تكشف الاختبارات الحسية أن عصير الفراولة يحظى بالتقدير بسبب قوامه وتأثيره المشبع، في حين يتم تقدير عصير الموز بسبب قوامه الكريمي وتوازنه من حيث الحلاوة. في الختام، يسلط هذا البحث الضوء على أهمية تقنيات الحفظ المناسبة والتركيبات المتوازنة لضمان جودة ونضارة العصائر، وبالتالي تلبية توقعات المستهلك فيما يتعلق بالذوق والرفاهية.

الكلمات المفتاحية: العصائر، الفراولة، الموز، التحاليل الفيزيائية والكيميائية، التحاليل الحسية.

